

(205) 鋳込みから均熱炉抽出までの凝固計算  
(均熱炉操業方法について-I)

川崎製鉄(株) 水島製鉄所 寿崎 忍 荻野泰司 佐藤周三  
上杉浩之 ○一宮正俊

1. 緒言 均熱炉操業方法で鋼塊の中心(高温)と表面との温度差をつけておいて 圧延効果を内部まで良く通るようにするという考えがある。このような操業方法を行うと鋼塊の内部欠陥が減少し、また歩止り向上をもたらす事が考えられる。しかしこれを行うためには、鋼塊内部の温度分布の経時変化を知らねばならない。そこで鋳込みから均熱炉抽出時までの凝固計算を行い、このような圧延方法の可能性を求めて、諸条件を組み合わせて検討を加えた。

2. 計算方法 非定常3次元の微分方程式に差分近似法を適用して伝熱計算を行った結果、鋳込みから均熱炉装入までの時間が短かければ2次元で取り扱っても問題ない事を確認した。

非定常2次元の微分方程式  $\partial\theta/\partial t = (K/c\rho) \{ (\partial^2\theta/\partial x^2) + (\partial^2\theta/\partial y^2) \}$ .....(1)

$\theta$ : 時間 $t$ 座標 $(x, y)$ に於ける温度( $^{\circ}C$ )  $c$ : 比熱( $\frac{kcal}{kg^{\circ}C}$ )  $\rho$ : 密度( $\frac{kg}{cm^3}$ )  $K$ : 熱伝導率( $\frac{kcal}{m^{\circ}C}$ )

(1)式を差分近似して次式を得る。

$$H_{m,n,r+1} = H_{m,n,r} + \frac{K\Delta t}{\rho(\Delta x)^2} (\phi_{m+1,n,r} - 2\phi_{m,n,r} + \phi_{m-1,n,r}) + \frac{K\Delta t}{\rho(\Delta y)^2} (\phi_{m,n+1,r} - 2\phi_{m,n,r} + \phi_{m,n-1,r})$$
.....(2)

$H$ : 鋼塊単位重量当りの含熱量( $\frac{kcal}{kg}$ )  $\phi$ :  $(= \int_{\theta_0}^{\theta} \frac{K}{c\rho} d\theta)$

$Kd$ : 任意の基礎温度 $\theta_0$ に於ける熱伝導率  $m, n, r$  はそれぞれ $x$ 座標、 $y$ 座標、時間をあらわす整数

3. 計算結果 計算例を図1および図2に示す。計算条件は 鋼塊諸元  $950 \times 1,700$ 、溶鋼温度  $1,560^{\circ}C$ 、凝固温度  $1,509^{\circ}C$  鋳型初期温度  $100^{\circ}C$ 、型抜き時間  $1.5h$ 、型抜き→均熱装入  $1.0h$  炉温  $1,300^{\circ}C$ 、大気温度  $27^{\circ}C$

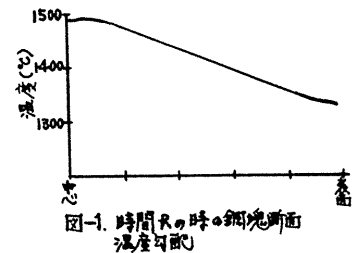


図1は均熱炉内で完全に凝固した直後の鋼塊中心部と表面層の温度勾配を示しており約  $200^{\circ}C$  の温度差が得られている。図2は鋳込み完了からの鋼塊各部の温度を経時的に求めたものである。この図より鋼塊表層部は均熱炉装入後速やかに昇温し圧延可能温度に達している事、および厚み方向1/4部「2」の位置と表層部との温度差は約  $150^{\circ}C$  ある事もわかる。

本計算結果の妥当性については、次の2種類の実験を行う事によって確認した。

(1)鋳込み直後速やかに熱電対を挿入し各部の凝固温度と時間を測定した。(2)鋳込み完了した鋼塊をある時間経過後に横倒しを行い、凝固完了後、鋼塊破断を行なってS偏析状況および凝固組織より凝固状態を調査した。

以上の様な適切なトラックタイム、在炉時間、均熱温度等を管理する事によりかなり大きい温度勾配があり、かつ分塊圧延可能な均熱炉操業を見出した。

