

(4)

高炉炉底侵食ラインの推定モデル

住友金属工業株式会社中央技術研究所

羽田野道春, 高島啓行

栗田興一, 播木道春

鹿島製鉄所

森 憲治

I 緒言

炉床湯溜り内の温度分布を求める試みは、従来 熱伝導計算を主に進められてきたが、湯流れによる伝熱効果を見逃し得ないことが判ってきた。そこで、炉床内湯溜り内の湯流れには、充填層内の流れの式を適用し、さらに 流れを取り込んだ、伝熱計算プログラムを開発、銑鉄凝固等温ライン (1150℃) による、炉底侵食平衡推定ラインを求める手法を確立したので報告する。

II 解析方法

仮定した湯溜り形状に従って、Ergun 形式の圧力損失式と質量保存則を連立させ、湯流れを解き、次に、流れを伴う場合の伝熱方程式 ($\mathbf{V} \cdot \text{grad}(\rho CT) = k \nabla^2 T$) を用いて、湯溜り内の温度分布を求め、1150℃等温ラインにより、湯溜り形状を決定する。もし当初仮定した湯溜り形状と異なる場合は 湯溜り形状を変更して、一致する迄 上記計算を繰り返す。以下に、2次元近似での解法及び 3次元での解法を述べる。

i) 2次元近似での解法

湯流れは、出銑口を中心軸においた円筒座標に近似し、流れの函数 Ψ を用いて求める。 $\Psi = \text{Const.}$ の線が流線であり、流線に沿って $d(\rho CT) = (Q/u_r) \cdot dr$ 又は $d(\rho CT) = (Q/u_z) \cdot dz$ を解く。(図1) ここで、 $Q \equiv k \nabla^2 T$ である。

ii) 3次元での解法

湯流れは Ergun 形式の圧力損失式を $\text{grad} P = K \mathbf{V}$ (ここで $K \equiv a|\mathbf{V}| + b$) と見なし、質量保存則と連立させることにより、次式を用いて3次元で解析する。 $\text{div}(1/K \cdot \text{grad} P) = 0$ 。本式より、圧力分布が差分法によって得られ、流線は $P, r/dr = P, \theta/(r^2 d\theta) = P, z/dz$ を用いて求め、その流線に沿って $d(\rho CT) = (Q/u_r) \cdot dr$, $d(\rho CT) = r \cdot (Q/u_\theta) \cdot d\theta$ 又は $d(\rho CT) = (Q/u_z) \cdot dz$ を解くことにより温度分布が求められる。

III 結果

以上の解析手法により、炉底の侵食ラインを求めた結果、

- i) 減産時には、湯流れによる伝熱効果の減少により、炉底面が上昇すること、又、滴下溶銑温度の上昇により、侵食ラインが降下すること、等の現象を説明出来ることが確認された。(図2)
- ii) 出銑口下、炉底では、侵食するにつれ、流速が急激に低下するため、侵食が平衡に達することが判った。

記号; \mathbf{V} : 流速ベクトル (u_r, u_θ, u_z)

T: 温度, ρ : 密度, C: 熱容量, k: 熱伝導率

a, b: 実験定数

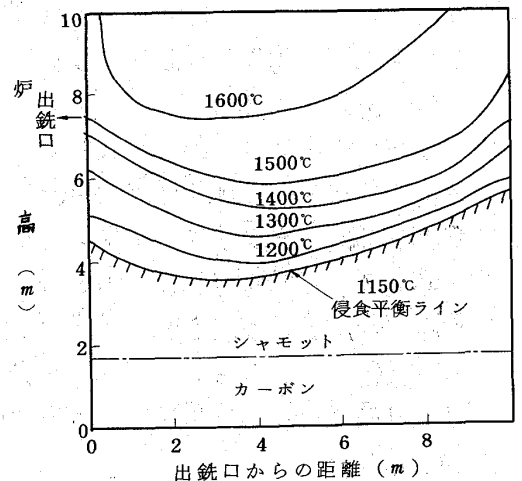


図1 湯溜り内温度分布 (2次元)

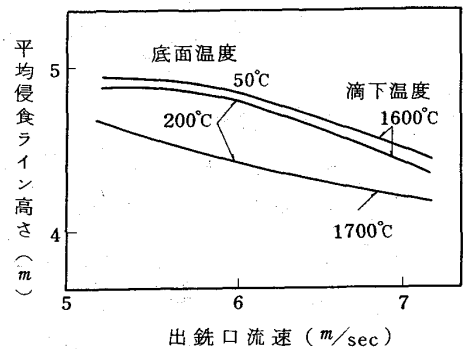


図2 出銑口流速と平均侵食ライン高さ (2次元)