

(74) 炉床溶銑流の停滞現象(炉床銑滓流制御に関する研究-5)

新日本製鐵(株)基礎研究所 ○大野二郎 中村正和  
 東京大学 工学部金属工学科 吉沢昭宣

1. まえがき 高炉吹止めにおける炉底出銑の際の銑鉄成分や、高炉解体調査における炉床残留銑鉄の成分を調べると炉床に停滞した溶銑が存在していることが推定される。そこで溶銑の停滞現象を調べるために水モデル実験および数値解析を行なった。

2. 水モデル実験 炉床コークスが浮上してできる空隙が存在すると溶銑はここを選択的に流れる。水モデル実験によると空隙を流れる水は充填層内の20倍にも達し、水は停滞しない。<sup>1)</sup>しかし底板を冷却すると流れの状態は一変し、緩やかな渦流を伴った停滞層が形成されてゆく。写1は2次元水モデルで停滞層を形成させた例である。底板を冷却すると右隅に小さな渦ができ、これが次第に発達してついには空隙層の下半分が停滞し、上半分を速い速度で水が流れてゆく。底板温度は水温より5~20℃低目に保つだけで十分に発達した停滞層ができる。停滞層の形成は深さ方向の温度勾配に起因することが分かったので、数値計算により、実高炉での停滞現象を解析した。

3. 数値計算の方法 従属変数として、 $\rho$ ,  $\rho V$ ,  $\rho C_p T$ と $\phi$ の5ヶ( $V$ はベクトル)を選ぶ。連立方程式は次の5本(2)はx, y両方向)である。

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V) = 0 \dots (1), \quad \frac{\partial}{\partial t} (\rho V) + \nabla \cdot (\rho V V)$$

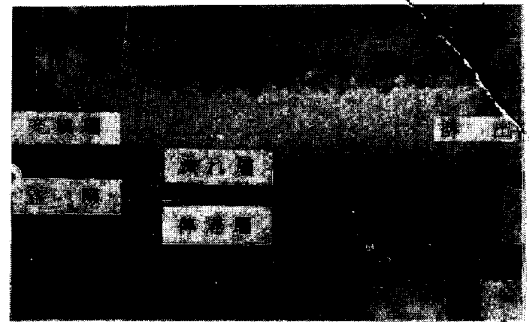
$$+ \nabla \phi - G \nabla \rho + \nabla (\lambda \nabla \cdot V) - \nabla \cdot [\mu \nabla V + \mu (\nabla V)^T] = 0 \dots (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho C_p T) + \nabla \cdot (\rho C_p T V) - \nabla \cdot k \nabla T = 0 \dots (3)$$

$$\rho = \rho(T), \mu = \mu(T), C_p = C_p(T), k = k(T) \dots (4)$$

$\rho$ は密度,  $\mu$ は粘度,  $C_p$ は比熱,  $k$ は熱伝導率,  $\phi$ はゲージ圧(=  $p - \rho g y$ )である。解法は、非定常2次元で修正SMAC法により<sup>2)</sup>、差分法で解いた。計算には東京大学大型センターM-200Hを使用した。

4. 溶銑流の停滞 溶銑流の計算例を図1に示す。同図は溶銑温度を1500℃, 底板温度を1200℃とした時の流れ関数である。均一滴下する溶銑が右側から排出される。温度分布が無ければ様な流れであるが、底板温度を1200℃に下げると水モデルと同様に、右隅に小さい渦が発生し、底部全体に発達し、きわめて緩やかな渦から成る停滞層が形成される。溶銑流の停滞現象は興味ある現象であると同時に、炉床の熱特性に大きい役割を果していると考えられる。



写1. 水モデル実験における停滞層の形成

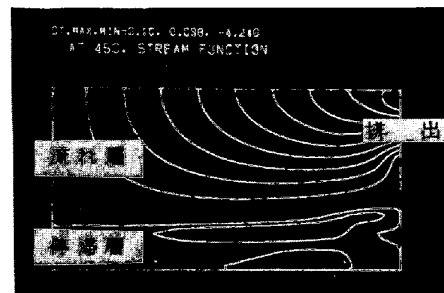


図1. 溶銑流の停滞, 数値計算による流れ関数の表示

[引用文献] 1) 日月他: 鉄と鋼65(1979), S44. 2) 鉄鋼協会編: 高炉内現象とその解析(1979), P152