

(68) 高炉炉床部の溶銑流れの数値計算

新日本製鐵株式会社 基礎研究所 ○日 月 應 治 大野 二郎

1 緒言 高炉炉床部の現象あるいは出銑・出滓に関する現象を理解する上で、溶銑滓の物理的挙動を把握する必要がある。しかし、これに関しては、湯面形状あるいは二次元モデルによる流線についての検討があるに過ぎない。本報では、出銑時の溶銑の流れの三次元数式モデルによる計算結果について報告する。

2 数値計算モデル

基礎方程式は連続の式とナビエ・ストークスの式であるが、炉床部は炉芯コークスの充填層であるから粘性力項は Ergun の式で置き替える。いま炉床部を約千個の直方体の要素に分割し、圧力は各要素の中心の圧力で代表するようにし、流速は要素の6個の表面上における法線方向の(平均的)流速で代表する。連続式を各要素について体積分した形で表わし、ナビエ・ストークス式を要素中心を連結する閉じた線分に沿って線積分した形で表わし、それぞれ離散化すると(1)、(2)式に示すように極めて簡単な形になる。

$$\sum_i U_{ij} S_{ij} \epsilon_i = 0 \quad (1)$$

$$\rho \sum_{kl} (\partial u_{kl} / \partial t) L_{kl} = - \sum_{kl} R_{kl} U_{kl} L_{kl} \quad (2)$$

ここに S_{ij} , U_{ij} , L_{ij} , R_{ij} は要素 i と要素 j の境界面の面積、流速及び要素中心間の距離、Ergun 式で与えられる要素中心間の通液抵抗係数を表わす。 ϵ_i は要素の空隙率を示す。

3 計算結果 充填状態、滴下状態が均一である定常的な出銑条件の例についての結果を図1~3に示す。これから次のことがわかった。

- (1) 出銑時の溶銑の流速は $10^{-2} \sim 1$ cm/秒であり、出銑口と反対側の炉底部分が最も緩慢な域である。
- (2) 同一高さレベルにおける等流速線は概略出銑口を中心とする円弧で近似できる。また、湯溜に滴下した溶銑が炉外に排出される迄の(滞留)時間の分布も出銑口を中心として同心円的に分布しており、出銑口から遠ざかると共に急激に増加する。出銑口と反対側からは10時間にもなるから数回の出銑後でないと排出されないことになる。

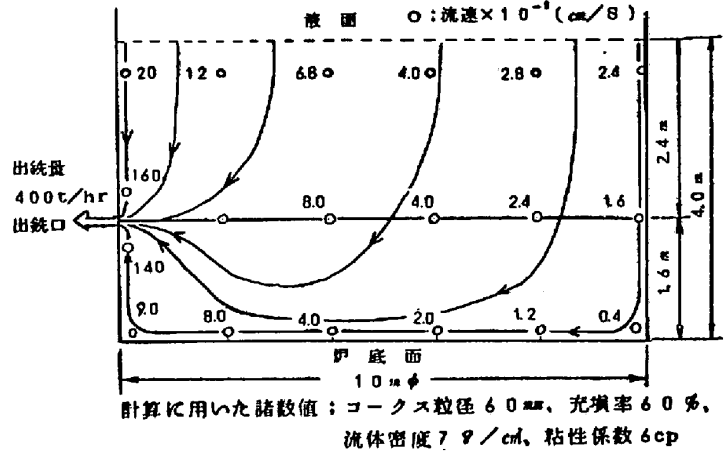


図1 流線・流速分布1 (中央断面)

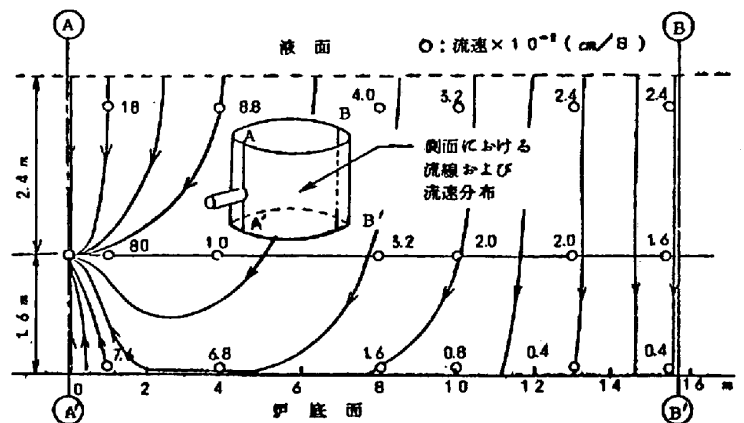
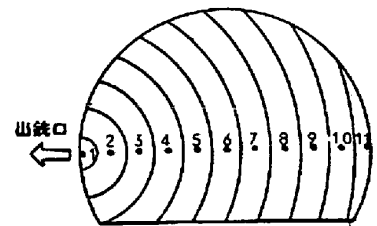


図2 流速・流線分布2 (周囲)



	滞留時間 (hr)	面積 (%)
1	0.5×10^{-2}	0.5
2	1.4×10^{-2}	3.8
3	2.4×10^{-2}	7.0
4	4.8×10^{-2}	9.8
5	2.5×10^{-1}	11.8
6	7.5×10^{-1}	13.4
7	1.5	14.4
8	3.5	14.0
9	5.5	12.5
10	8.5	10.0
11	1.6×10	2.8

図3 滞留時間分布