

(51) 装入物とガスの運動を考慮した高炉内熱交換プロセスの解析

名古屋大学 工学部 ○桑原 守 高根 慎司
 鞭 藏

1. 緒言 従来、高炉内のガス流れに関しては、複雑な流通路の配列を考慮しても解析が可能となった^{1),2)}として、最近ではガス流れを組み込んだ高炉モデルの開発が進められている^{3)~5)}しかし、装入物の降下挙動に関する検討は、まだ不十分な現状にある。本報では、ガスと装入物の運動を流体力学的に解析し、これらの物質移動過程が高炉内熱交換過程に及ぼす効果について検討した結果を述べる。

2. 基礎式 装入物の運動は、近似的に、ポテンシャルフローで表現できると仮定し、 $\text{div } \vec{G}_s = 0$ (1), $\omega = \text{rot } \vec{G}_s = 0$ (2), ガスの運動: 前報⁶⁾と同様に、 $\text{div } \vec{G}_g = 0$ (3), $\text{grad } P = -(f_1 + f_2 |\vec{G}_g|) \vec{G}_g$ (4), 定常状態における熱交換プロセス: $\text{div } \vec{q}_{\text{avg}} + \text{div } \vec{q}_{\text{ds}} + h_p a (T - t) = 0$ (5), $\text{div } \vec{q}_{\text{va}} + \text{div } \vec{q}_{\text{da}} - h_p a (T - t) = 0$ (6)

3. 計算結果 図1は、レスウェイ天井部に向かう固体の流れ線と、装入物層の堆積角に相当するタイムラインを示している。堆積角は、シャフト部では変化が少なく、不動炉芯の頂部レベルで水平化し、その後、粒子はホッパーの場合に似た流れとなる。類似の結果が、粒子の流出実験⁶⁾や高炉の解体調査からも得られている。図2は、ドライゾーン回りにおける融液の流れを考慮した場合の装入物の運動を示している。図2の運動を考慮して得られたガス流れと温度の場を、それぞれ、図3と図4に示す。ガスの流れ線と質量速度分布に及ぼす熱移動過程の効果は小さい。図4において、溶融レベルと考えられる1400°Cの等温線の位置と形状は、炉体冷却の効果を除いても変化は少なく、炉下部における熱流比 ($C_a |\vec{G}_a| / C_g |\vec{G}_g|$) の分布に強く依存していると考えられる。

[記号] a: 比表面積, C: 比熱力, f: Ergunの抵抗係数, \vec{G} : 質量速度ベクトル, h_p : 伝熱係数, l: 軸方向距離, P: ガス圧力, \vec{q} : 熱流束ベクトル, r: 半径方向距離, T: ガス温度, t: 装入物温度, ω : 渦度<添字> c: コーク, d: 熱伝導, g: ガス, o: 鉱石, s: 装入物, v: バルク流れ, 0: 炉頂

文献 1) 桑原ら: 鉄と鋼, 64(1978), 55, 2) 大野ら: 同上, 64(1978), 531, 3) 桑原ら: 同上, 61(1975), p.1787, 4) 羽田野ら: 同上, 63(1977), 5432, 5) 八木ら: 同上, 64(1978), 5530, 6) 宮坂ら: 同上, 59(1972), p.18.

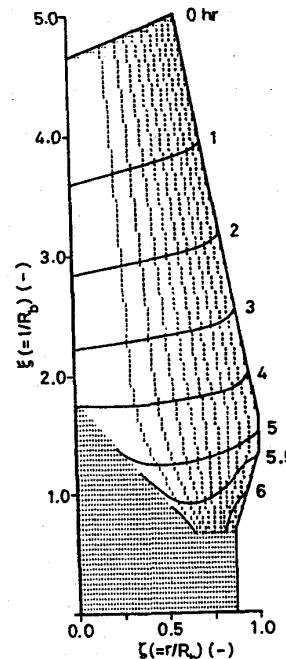


図1 固体装入物の流れ線とタイムライン

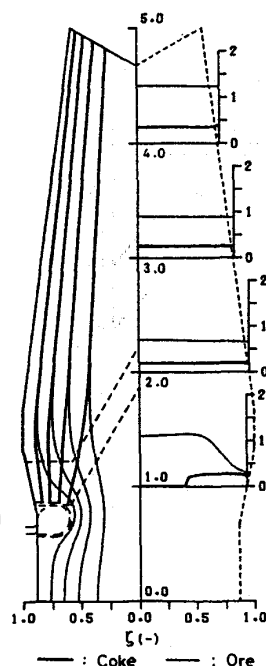


図2 コークスと鉱石層の流れ線と質量速度分布

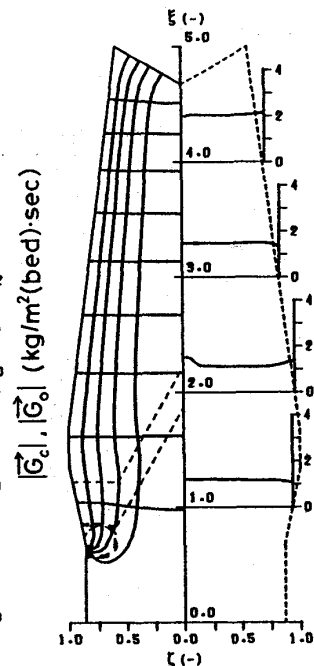


図3 ガスの流れ線, 等圧線, 質量速度分布

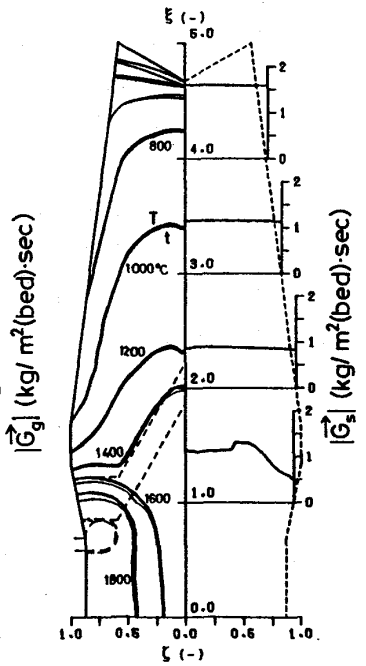


図4 炉内の等温線と装入物の質量速度分布