

新日本製鐵(株)第三技術研究所 ○杉山 喬 須賀田正泰 下村泰人  
名古屋製鐵所 吉田光男

1. 緒言

高炉内の流動, 反応, 伝熱を同時解析するための二次元の高炉数式モデルを開発した。本解析の目的は高炉内部を現実に近い形にモデル化し, 還元率, 温度分布, ガス組成分布等を予測することにより操業条件に対応する内部の現象を理解し, 操業設計に役立てることである。

2. 本モデルの特徴 本モデルは従来の検出端の解析をベースとしたモデルとは若干異なり, 次の特徴を有する。

- ① どの高炉にも適用可能
- ② 理論数式モデル; 検出端情報はインプット情報とせず検証手段として利用
- ③ 二次元で分布を重視
- ④ 思考に合わせた操業条件設定 (シミュレータ機能)
- ⑤ 同時解析
- ⑥ パターン表示
- ⑦ 基礎実験結果をとりこみ常時精度向上を計る。

3. モデルの構成 Fig.1に示すようなモデル群で構成されており, 大略の内容は次の通り。

1) 装入物分布モデル;  $L_0/L_c$  の半径方向の分布に自由度をもたせた曲線表示。融着帯形状を推定。

2) ガス流れモデル; Ergun式の二次元への拡張形(1)式と連続の式(2)式を組合せ, ガスの反応による湧き出しを考慮

$$-\text{grad } P = (f_1 + f_2 |G|)G \dots (1)$$

$$\partial(rGz)/\partial z + \partial(rGr - I)/\partial r = 0 \dots (2)$$

3) 固体流れモデル; ポテンシャルフロー近似, 固体層を連続体とみなし, 各位置での体積の減少を考慮。

$$\text{grad } \phi_s = KU_s \dots (3) \quad \partial(rU_{sz} + F_s)/\partial z + \partial(rU_{sr})/\partial r = 0 \dots (4)$$

4) 反応モデル; 還元反応は三界面未反応核モデルを使用, 還元率は固体の流線に沿って, ガス組成はガスの流線に沿って特性曲線法で解く。

$$(\partial R_n / \partial r) U_{sr} + (\partial R_n / \partial z) U_{sz} - V_n / W_o \cdot \text{don} = 0 \dots (5)$$

5) 伝熱モデル; 気固対流伝熱, 熱伝導 (融着帯), 顕熱移動, 反応熱, 炉壁熱損失を考慮し, 固体, ガス温度の計算を行なう。

4. 計算結果の概要

二階の偏微分方程式はSOR法を用いた。Fig.2に計算した各種の分布情報, 及び推定した融着帯形状を示す。

本モデルの検証は特に還元の速度パラメーターについては垂直ゾンデ, 実炉サンプリング等によって行なっている。また広畑第一高炉の解体結果とも良好な一致を見ている。

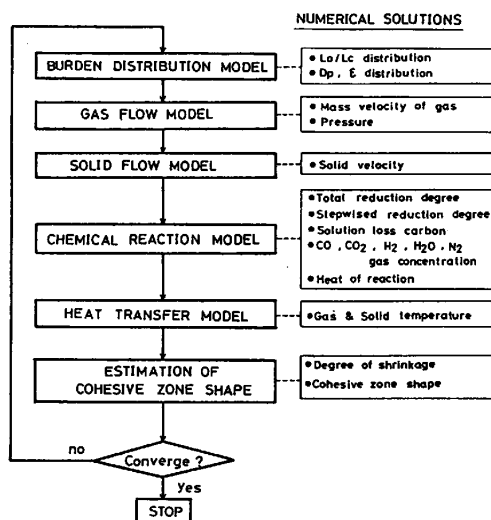


Fig.1 Flow diagram for the Blast Furnace Total Model.

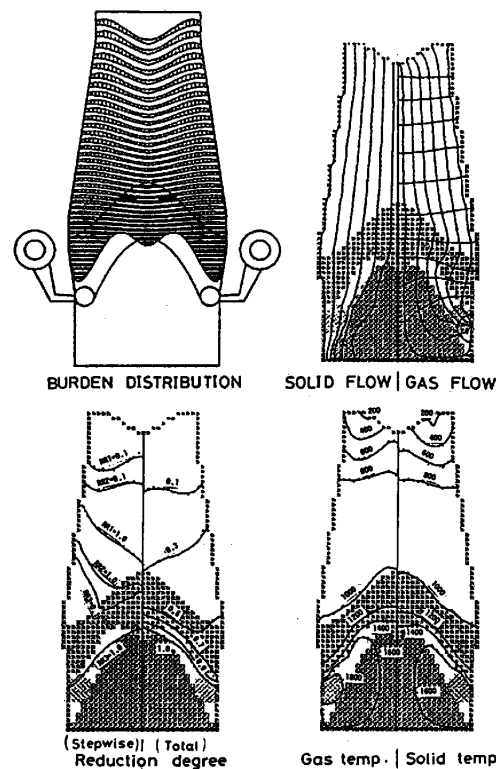


Fig.2 An example of numerical solutions