

(69) 直接還元シャフト炉のガス流れシミュレーション

新日本製鐵(株) 第三技術研究所 ○杉山 喬, 下村泰人  
 設備技術本部 蜂須賀邦夫, 須賀芳睿  
 エンジニアリング事業本部 若林 徹, 久米正一

1. 緒言 直接還元シャフト炉の炉径の拡大に伴って炉の半径方向に粒度偏析が生じ、半径方向にガス流速分布が生ずる問題が起る。低いガス流速では鉄鉱石を還元する能力が低下するため、出来るかぎり炉内のガス流速を均一に分布させることが重要となる。実プロセスを使って炉内ガス流速分布を定量的に計測することが困難なため、広畑 500 T/D の実操業データ、モデル実験による通気に関するデータをもとに炉内ガス流速分布のシミュレーションを行った。

2. 通気実験による炉内空間率の推定

シャフト炉頂部において装入フロートから流出する原料はスロート壁からの転動距離に応じて異なる充填特性を有し、そのことが半径方向に通気抵抗分布を生ずる。500 T/D の炉内サンプルの粒度構成を参考に、45°扇形モデルによって粒度構成分布を計測し、さらに内径 450 mmφ の円筒中で各種粒度構成の充填層の圧力損失を測定した。空間率は Ergun 式より計算した。平均粒子径、空間率は既知の粒度構成から各粒径の重量分布  $w_i$  に関する多項式近似で比較的精度よく表せることがわかった。(Fig. 1)

3. ガス流れの計算方法 (Fig. 4)

連続の式(1)と Ergun の圧力損失式のベクトル形(2)を用い、流れの関数に展開してSOR法を用いて数値計算した。

$$\partial(rGz)/\partial z + \partial(rGr)/\partial r = 0 \quad (1)$$

$$-\text{grad} P = (f_1 + f_2 |G|)G \quad (2)$$

4. 計算結果の概要

(1) 500 T/D シャフト炉の解析によると、スロート壁直下では最小の粒子径、空間率となり、スロート壁から離れるにしたがって粒子径、空間率が増加する。(Fig. 2)

(2) 多筒スロートを有する1900 T/D ではスロートの半径方向の位置変化に伴って上記の最小位置も移動する。ガス流速分布もこの現象を反映し、スロート直下と中心では大きな流速の差を生ずる。

(3) 原料持込み粉率が增加するにしたがってガス流速の半径方向分布が拡大する。このため原料中の粉率を極力抑制することが重要となる。(Fig. 3)

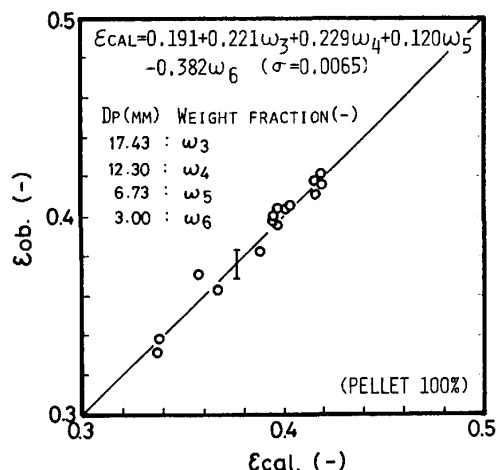


FIG.1 CORRELATION OF ESTIMATED VOID FRACTION  $\epsilon_{CAL}$  WITH ONES OBSERVED IN THE 500T/D SHAFT FURNACE.

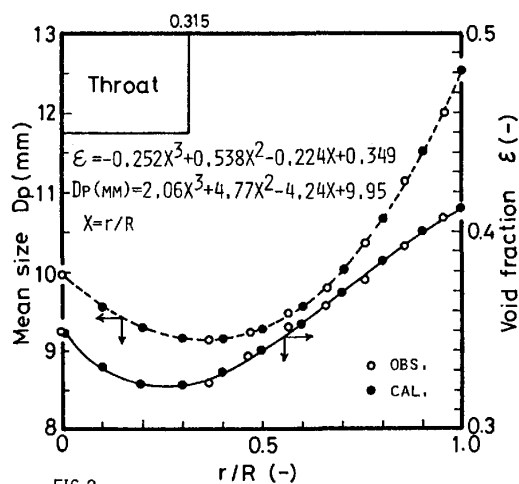


FIG.2 RADIAL DISTRIBUTION OF MEAN SIZE OF PELLET AND VOID FRACTION. (PELLET 100%, -7MM 5%)

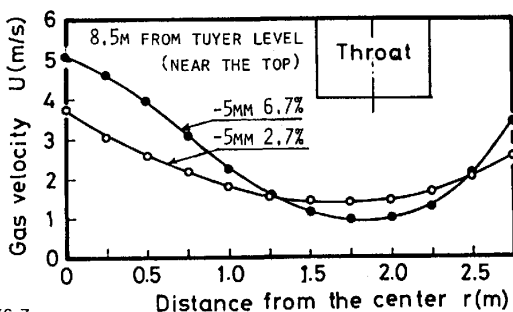


FIG.3 THE EFFECT OF FINE ORE RATIO ON THE RADIAL DISTRIBUTIONS OF GAS VELOCITY IN 1900T/D PLANT (P/L=50/50)

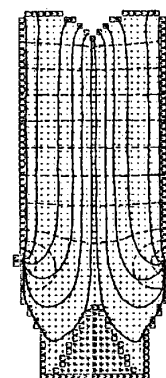


FIG.4 STREAM LINES