

(47)

半径方向を考慮したガス流れモデルの検討

(高炉内ガス流れの検討Ⅵ)

住友金属 中央技術研究所 赤松経一, 羽田野道春

栗田興一, 岡根幸司

1. 緒言 高炉の大型化に伴う装入物の半径方向偏差拡大のため, 炉内のガス流れの不均一が問題となっている。この意味から炉内ガス流れの分布を適確に把握するため, 炉体形状と層頂形状を考慮した高炉2次元ガス流れモデルを作成し, シャフト部のガス流れに対するシミュレーションを行なった。

2. シミュレーション結果 モデルに用いた基礎式を次に示す。

$$\text{圧損の式} \quad \frac{1}{\rho} \text{grad } P = -a \frac{1-\epsilon}{\epsilon} \frac{|q_r| q_r}{d_r} - b \frac{(1-\epsilon)^2}{\epsilon^2} \frac{\nu}{d_r^2} q$$

$$\text{連続の式} \quad \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (\rho r \epsilon q_r) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho \epsilon q_z) = 0$$

また, 装入物の安定性を示す指標としてスラッキングファクター (S) を定義する。 $S = \Delta P / a \cdot P_c$

(1) 炉内ガス流れ分布 ○流速分布: シャフト部では, V型装入時においても相当の炉壁流を有しているが, 炉頂部では層頂形状の影響により炉芯部へガスが流れ込み, 炉壁流が抑制される。 ○圧力分布: 層頂部から炉芯部で2mの深さまで半径方向の分布をもつが, それ以下では, ほぼフラットになる。(Fig.1) ○スラッキングファクター分布: 炉頂部では炉芯側のスラッキングファクターが大きくなるが, シャフト中部以下では炉壁側でのスラッキングファクターが大きくなる。(ガス流れ分布と荷重分布の相互作用から決定される)

(2) 層頂形状の影響 層頂がコークスと鉍石の場合におけるガス流れの相違を検討した結果, Fig.2に示したようにコークス(安息角が鉍石より大)が層頂にあるときの方が炉芯寄りの流れになることが判明した。(等圧力線にガスが垂直に流れるため)また層頂形状は炉芯部では層頂から2mの深さまで影響するが, それ以下には影響しない。

(3) コークスペースの影響 コークスペースを変化させることにより粒度分布に差を生じガス流れが変わる。すなわちコークスペースを増大させれば, 流速分布から見れば, やや炉芯流が強くなり, スラッキングファクター分布から見れば, 荷重分布の違いによりFig.3に示すように炉芯部でのスラッキングを起こしやすくし, 炉壁部で起こしにくくする。

(4) 炉形の影響 シャフト部のガス流れに対する炉体形状の影響を検討した。 ○ボッシュ角: シャフト部のガス流れにほとんど影響を及ぼさない。 ○シャフト角: 小さくすれば, シャフト部の断面積が減少し, 流速が増す。この流速増加の割合はFig.4に示すように炉壁側が大きい。またスラッキングファクター分布は, シャフト部での流速増加のため極めて大となる。従って荷の安定からのみ炉体形状の適正を判断するならシャフト角は大きくする方が良いと言える。

u : 空塔流速, q (q_r, q_z): 充填物中流速, ρ : 密度, P : 圧力, a, b : 定数, ϵ : 空隙率
 U_m : 平均流速, D_1, D_1 : 炉口径, LD : 炉腹径, d_r : 粒径, ν : 動粘性係数 ΔP : 炉内圧損
 P_c : スラッキング限界圧損(荷重), α : 定数

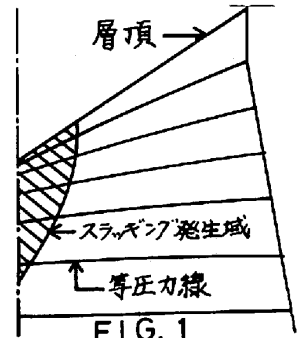


FIG. 1

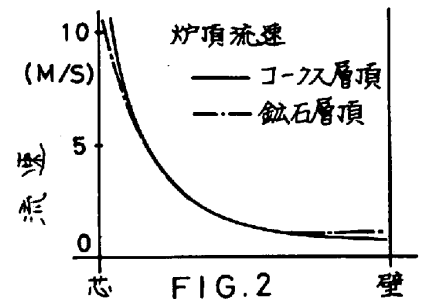


FIG. 2

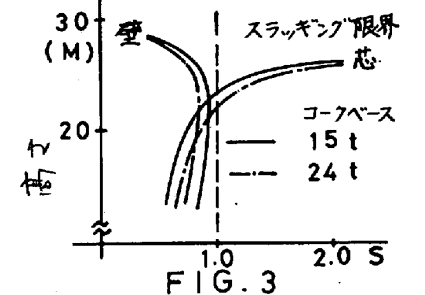


FIG. 3

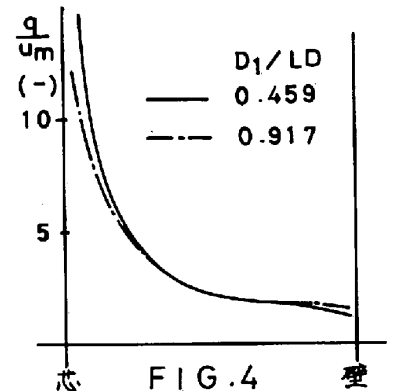


FIG. 4