

(35)

コールドモデルによる高炉高温域の気液分布に関する研究

東大生研 ○ 中込 倫路 桑野 芳一 館 充

- I 緒言 ; 高炉に吹き込まれたガスは運動方向を 90° 変化するとともに、炉内物質の影響を受けて不均一に上昇する。そのため温度、固体・液体の流れに分布を生じていると推定される。本研究ではこのうち特に気液流の分布に着目して、その現象をモデル実験により把握し、これを定量化できる数式モデルの作成を目的とした。
- II 実験装置及び実験方法 ; $60 \times 90 \times 4.7 \text{ cm}^3$ の二次元モデルにビニールペレット (比重 1.1、空隙率 0.35、平均粒径 0.421 cm) を充填し、上部から水を、側面から 8 mm ϕ のパイプを通じて常温空気を流入し、層通過後の液量分布、層内ガス圧力分布、液降下径路の写真撮影などの測定を行なった。尚ガス圧力分布測定点はレースウェイ付近を密にし、レースウェイ形成を容易にするために粒子排出装置を取り付けた。
- III 実験結果 ; 予備実験から次の結果が得られた。羽口によるガス分布の不均一は層高 65 cm 程度で消失する、液体は降下するにつれてガス運動の影響を受け径路を変える、レースウェイ周辺には液体の降下し得ない領域 (ドライゾーン) が存在するなどである。そこで気液分布を定量化するためには、レースウェイ周辺のガス分布とドライゾーン境界条件を実験から求めておく必要があることが判明した。

実験により次の結果が得られた。気体の液体に及ぼす影響を図 1 に示す。ガス量増加は液量分布の不均一を助長し、液量増加に伴ってガスの作用力は増加した。次に等圧線図によるとドライゾーンの圧力損失は乾燥充填層の場合とほぼ同様である。ドライゾーン境界はガス量増加に伴って曲率半径を増し、その領域は拡大する。液量増加によっても同様の傾向が認められた。レースウェイ周辺のガス分布を無次元距離で整理するとほぼ同一のパターンが得られた。更にドライゾーン境界の平均流速を求めると各液量でほぼ一定値を示した。

IV 数式モデルによるシミュレーション ; ガス分布モデルは、

$$\partial u_x / \partial x + \partial u_y / \partial y = 0 \quad (1)$$

$$\begin{cases} -\text{grad } P = 150 \mu_g \cdot (1-\epsilon)^2 \bar{u} / g_c \cdot D_p^2 \cdot \epsilon^3 + 1.75 \rho_g \cdot (1-\epsilon) \bar{u} \cdot |\bar{u}| / g_c \cdot D_p \cdot \epsilon^3 \\ -\text{grad } P = c \cdot e^{\beta \epsilon w(x,y)} |\bar{u}|^{d-1} \cdot \bar{u} \end{cases} \quad (2)$$

で、(2) 式はドライゾーンで Ergun の式¹⁾を、ウェットゾーンで二相流動の式²⁾を用いる。液分布モデルには現象観察に基づいて次の仮定を設けた。(1) 充填層表面からドライゾーン最上部まで液の水平方向の移動はない、(2) ウェットゾーンのガス水平方向最大速度 (u_{g1}) の位置で容積流量の γ 倍が水平方向に移動する、(3) 移動量は各位置で $\gamma \cdot u_x^2 \cdot Q / u_{g1}^2$ である。以上の仮定と物質バランスにより各位置で容積流量、ホールドアツプが定まる。こうしてガス分布と液分布の計算を繰り返すことにより各々決定できる。数値計算により求めた流線と等圧線を図 2 に示す。

文献 1) S.Ergun ; Chem. Eng. Progr. 48 (1952) p.89

2) 内田、藤田 ; 工業化学雑誌 40 (1937) p.544

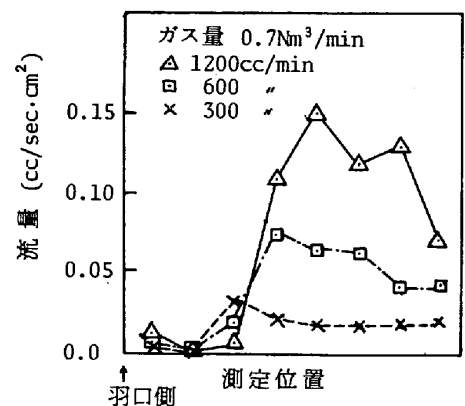


図 1 液量分布

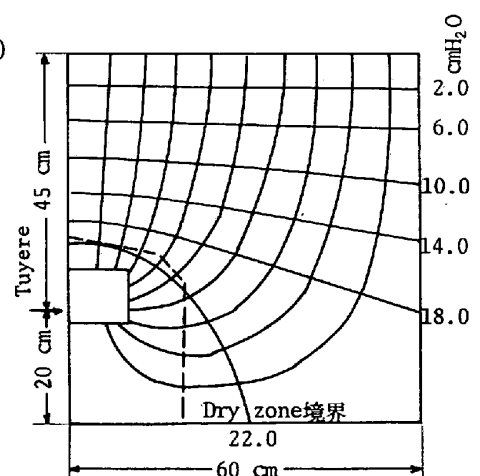


図 2 等圧線と流線の数値計算結果