

(111) 充填層中間隙を滴下する液流れに対するガスのクロス流の影響について

(高炉滴下帯における液流れの研究-I)

日本鋼管(株)技術研究所 ○大野陽太郎
IRSID-Maizieres M. Schneider

1. 緒言 高炉の滴下帯における液流れは、ガス流に影響を受けると考えられ、特に、羽口の近傍では、ガス流速が大きい為、液の流入しない乾燥領域が存在することが、模型実験により、示されている¹⁾。ガスと液が、垂直方向で向流接触する場合については、多くの研究があるが、充填層中を滴下する液が、ガスのクロス流により、どのように、分散し、偏位するか、研究された例は、少ない²⁾。そこで、2次元模型実験装置を用い、上部より液を滴下させ、横方向にガスを流して、液の流れを検討するとともに、差分形式の滴下流の数学モデルによる説明を試み、実験値とよい一致を得たので、報告する³⁾。

2. 実験装置と実験方法 実験装置を図1に示す。透明プラスチック製で、本体は、高さ54cm、長さ100cm、厚み5cmである。上部に給水部、下部に受水部が設けられ、各々5cmの長さで区分されている。所定の位置より給水し、定常状態になってから、受水部における水流量分布を測定し、分布の平均値の給水位置からの偏位X、分散Vを計算した。また、着色水により、流れの観察を行った。粒子は、主に10mmのガラス球を使用した。

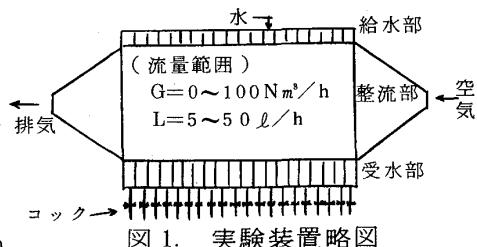


図1. 実験装置略図

3. 実験結果と数学モデルによるシミュレーション 図2に、ガス流量G=0、100Nm³/hの場合の液流れ状態の液流量Lによる変化を示す。G=0では、流れの様子は、ほとんど変化せず、分散Vの値も、ほぼ同一である。G=100では、液流量の大きい方が、偏位X、分散Vともに大きい。これは、液流量が、大きいと液の滞留量が増え、ガスの実流速が増加するためと考えられ、ガス流の上流側で、液流の境界が、液流量によらず変化していないことも、境界近傍で、滞留量が一定になるためと考えられる。

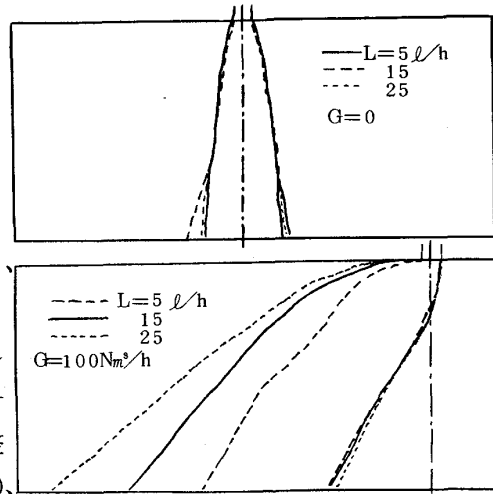


図2. 液流れの液流量による変化

充填層の間隙を降下する液流は、不連続であり、層内に、自由界面を持っている。そこで、図3に示すような滴下モデルを考える。点(i, j)に存在する液が、1段降下するとき、確率P、(1-P)で、(i+1, j+1)と(i-1, j+1)に分配される。この2点に分配された液の一部は、ガスの乱れにより、前後の点に再分配されるとする。その再分配の比率をαとする。確率Pは、G=0で、1/2であり、Gとともに増大する。P>1の場合については、Pの整数部をMとすると、(i+2M+1, j+1)と(i+2M-1, j+1)に確率(P-M)、(M+1-P)で分配されるとすればよい。確率Pは、充填層間隙での液滴の運動を考慮して、以下の式で表わされる。

$$\left(P - \frac{1}{2}\right) = F_p \left(\frac{\rho_g}{\rho_l}\right) \left(\frac{4Y}{4X}\right) \left(\frac{u_{gr}^2}{g^2 X}\right) \quad u_{gr} = \frac{u_g}{\epsilon - f - H_t}$$

F_p : 抵抗係数 u_g : 空塔ガス流量 $(\epsilon - f)$: 有効空隙率
 H_t : 全液滞留率 (局所的な液流量により定まる。)
 またαは、Pの函数で、表される。 $\alpha = B(P - \frac{1}{2})^h$
 B, h: 定数

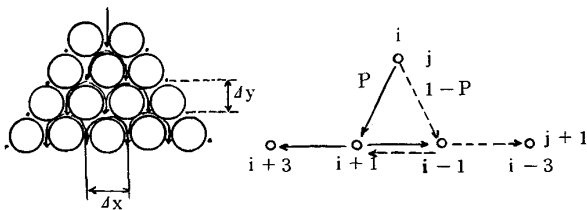


図3. 滴下モデルと遷移確率P

シミュレーション結果は、実測値と、Xで±15%、Vで±30%で一致した。(文献)1) 例えば、鴨志田ら 鉄鋼協会討論会87(1974)P.12 2) 梶原ら Trans. ISIJ(1979)P.76 3) IRSID Report MCF.RI.750(1978)