

(46) 脈動流れにおける単一球からの物質移動に関する実験的検討

大阪大学 工学部 近江 宗一 ○ 碓井 建夫 丸紅株式会社 関 晴至

1. 緒言 前報<sup>1)</sup>に引き続き、酸化鉄ペレット単一球の脈動還元においてガス境膜内物質移動係数を評価する目的で、円管内における単一球からの物質移動をナフタリン球を用いて測定し、前報<sup>2)</sup>の理論解析の結果と比較検討した。実験に際しては、局所物質移動係数の場合は写真撮影により半径の変化を測定し、総括物質移動係数の場合には球全体をコーティングしたもの(全球)と半分だけコーティングしたもの(半球)とについて重量変化を測定した。

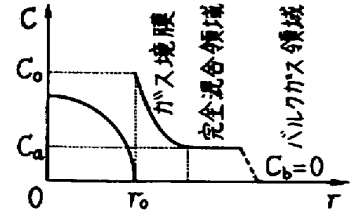


図1 濃度分布

2. 実測値の整理方法 ガス境膜内拡散速度は  $n_f = 4\pi r_0^2 k_f (C_0 - C_a)$  (g/sec) ... (1)  
 であるが  $n = n_f$  だけ拡散すれば試料周辺のナフタリン濃度  $C_a$  は平均として次式  $C_a = C_b + n/V$  (g/cm<sup>3</sup>) ... (2)  
 のように  $C_b$  より高くなると考えられる(図1参照)。式(2)は変形すると  $n = V(C_a - C_b)$  ... (3)  
 したがって式(1),(3)より  $n_f = n = 4\pi r_0^2 k_f' (C_0 - C_b)$  ... (4) ただし  $k_f' = (1/k_f + 4\pi r_0^2/V)^{-1}$  (cm/sec) ... (5)

このように重量変化の測定より得られた反応速度  $\Delta W/\Delta t$  (g/sec) から算出される総括物質移動係数あるいは半径変化の測定より得られた単位面積当りの反応速度  $\rho_s \Delta r/\Delta t$  [g/(cm<sup>2</sup>·sec)] から算出される局所物質移動係数は収支抵抗を含むので、次式  $k_f' = \frac{\Delta W/\Delta t}{4\pi r_0^2 C_0}$ ,  $k_{f0}' = \frac{\rho_s \Delta r}{C_0 \Delta t}$  ... (6)

で算出した値を式(5)などに代入して  $k_f, k_{f0}$  を求めた。ここで  $\rho_s$  はコーティングしたナフタリンの密度(g/cm<sup>3</sup>)である。

3. 実験結果と考察

3-1 全球の場合の総括物質移動 図2に  $(Sh-2)/(Sc^{1/3} Re_p^{1/2})$  を  $z^{1/3} = (w_a/U_\infty)^{2/3} [U_\infty/(w r_0)]^{1/6}$  に対してプロットした。実験値は前報<sup>2)</sup>式(23)よりも少し小さく、実験式として次式を得た。

$$Sh = 2 + [(0.45)^2 + (0.4 z^{1/3})^2]^{1/2} Sc^{1/3} Re_p^{1/2} \dots (7)$$

3-2 上半球と下半球の比較 図3に上半球, 下半球, 全球の場合のシャウド数  $Sh_u, Sh_d, Sh$  を  $Sc^{1/3} (r_0 a w / \nu)^{1/2} \times (a/r_0)^{1/6}$  に対してプロットした。半球には少し段ができるためか  $(Sh_u + Sh_d)/2 > Sh$  となっているが、一応上半球と下半球の物質移動量を比較すると、 $Sh_u > Sh_d$  となっており、しかも定常流れの場合よりも脈動流れの場合の方が両者の差が小さいことがわかる。

3-3 局所物質移動分布 定常流れと脈動流れにおける局所シャウド数  $Sh_0$  の球面上の分布は前報<sup>2)</sup>の図2と定性的に一致した。

文献 1) 近江, 碓井, 松本: 鉄と鋼, 58(1972)11, S299

2) 近江, 碓井, 増山: 鉄と鋼, 62(1976)4, S

3) 北浦, 田中, 上田, 小島: 化学工学, 33(1969)2, p.175

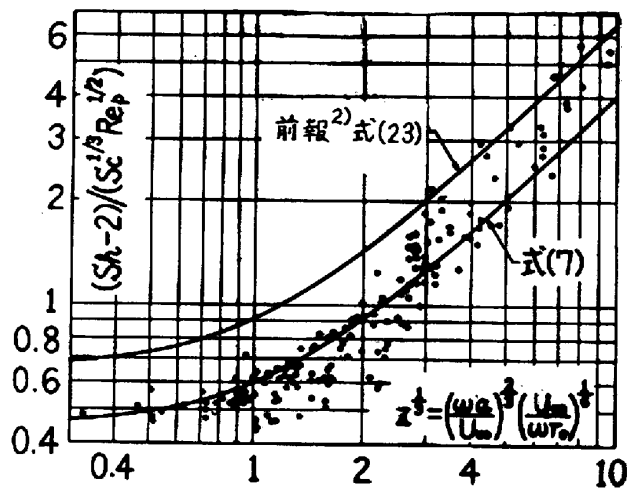


図2 総括物質移動係数の相関

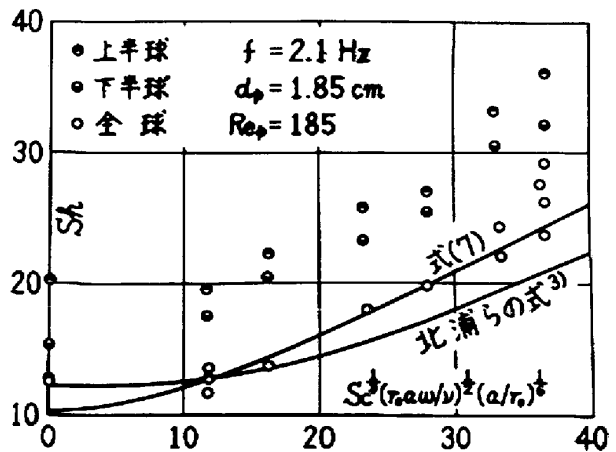


図3 上半球, 下半球, 全球の物質移動の比較