

(50) 定常流れおよび脈動流れにおける固定層内物質移動

大阪大学 工学部

近江宗一

碓井達夫

○ 笠松和幸

1. 緒言 前報¹⁾に引き続き、酸化鉄ペレット固定層の定常および脈動還元などにおけるガス境界膜内物質移動係数を評価する目的で、鋼球を充填した固定層内の中央部にナフタリン球を1個設置して、それからの物質移動量を測定し、前報²⁾において理論的に導いた単一球の場合の物質移動量を推算する式をもとにして、固定層の場合の実験式を求めた。

2. 実験結果と考察 前報³⁾の単一球の場合に述べたように、固定層でも次式 $k_f = (1/k'_f - 4\pi K r_0^2/V)^{-1}$ … (1) に基づいて収支抵抗を考慮して物質移動係数 k_f を求めることにする。 (k'_f) : 重量変化の測定から算出される収支抵抗の効果はある程度含んだ物質移動係数、 V : 流量、 K : 収支抵抗の寄与の程度を表わす係数)

2.1 定常流れの場合 実験結果を図1に示す。収支抵抗を考慮した場合($K=1$)と考慮しない場合($K=0$)でプロットにあまり差がないことと、脈動流れの場合の結果とを考慮合わせて、ここでは一応収支抵抗を50%だけ考慮した場合($K=0.5$)を取り上げておく。図中の実線は実験式 $Sh = 0.43 + 2Sc^{1/3}Re_p^{1/2}$ … (2) である。ここで0.43は北浦ら⁴⁾が示した $Re_p=0$ の場合の関係 $Sh=2\varepsilon_0^{1.5}$ から算出した値である。 (ε_0) : 層中央部の空間率)

2.2 脈動流れの場合 前報²⁾で脈動流れにおける単一球からの物質移動量を推算する理論式を報告したが、単一球の場合それと同じ形の実験式が得られたり³⁾、固定層の場合も同様に実験結果を整理した。図2(a)は収支抵抗を考慮した場合の実験結果で、図中の実線は次式で表わされる実験式である。

$$Sh = 0.43 + [2^{0.9} + (0.2z^{0.6})^{0.9}]^{1/0.9} Sc^{1/3} Re_p^{1/2} \dots (3)$$

ここで $z = (\omega a/U_0)^{3/2} (a/r_0)^{1/2}$, a : ピストン振幅, r_0 : 粒子半径, U_0 : 空筒平均流速, ω : 角周波数。収支抵抗を考慮しない場合の実験式としては、

$$Sh = 0.43 + [2^4 + (1.35z^{1/3})^4]^{1/4} Sc^{1/3} Re_p^{1/2} \dots (4)$$

が得られるが、固定層内の脈動流れの場合には収支抵抗を考慮したほうがよいと思われる。しかし図2(a)からわかるように、 $K=1$ とした場合、収支抵抗の影響を大きく見積り過ぎたためか、 $z^{1/3} > 30$ の領域でプロットが実線から大きくずれてくる。そこで収支抵抗を50%だけ考慮して整理した結果が図2(b)で、図中の実線は実験式

$$Sh = 0.43 + [2^{1.5} + (0.65z^{0.45})^{1.5}]^{1/1.5} Sc^{1/3} Re_p^{1/2} \dots (5)$$

である。この場合 z のすべての領域にわたって比較的良好な相関関係が得られた。したがって固定層の場合、収支抵抗を50%程度考慮するのが妥当であると思われる。

文 献

- 1) 近江, 碓井, 草場: 鉄と鋼, 59(1973), S5; 61(1975), S33 2) 近江, 碓井: 鉄と鋼, 63(1977), p. 1633 3) 近江, 碓井, 他: 鉄と鋼, 62(1976), S46; 64(1978), p. 4) 北浦, 田中, 上田, 小島: 化学工学, 33(1969), p. 175 5) W.E.Ranz: Chem. Eng. Prog., 48(1952), p. 247 6) 白井: 化学工学と化学機械, 1(1956), p. 216 [化学工業社]

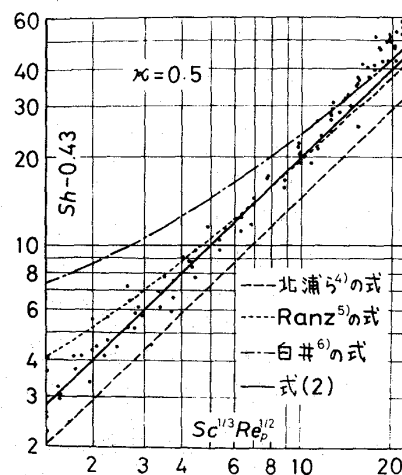


図1 定常流れの物質移動

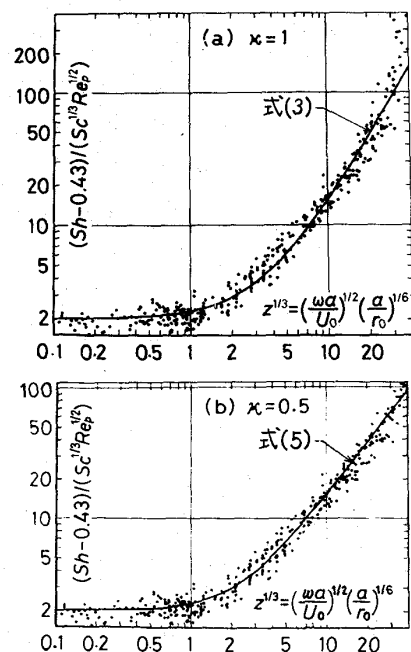


図2 脈動流れの物質移動