

九州大学工学部 正 員 栗谷陽一
補田哲也
学生員 ○宮原 茂

1. まえがき

フロックの濁質除去機構を解明する為には、流れの場におけるフロック相互間の衝突合一現象を知ることが必要である。本報ではこの流れの場を乱流場とした時の衝突合一現象をバッチ式で求めてみた。ここではフロックの衝突についてのCamp式に対する粒径比の補正係数 ϵ と衝突後フロックが結合する確率 α との積 $\alpha\epsilon$ の値を実験的に検討を加えた。成長した大フロックと微小フロック(粘土粒子)の分散系について実験を行なった。

2. 実験装置と実験方法

微小フロックと大フロックを衝突成長させるジャーテストを図-1に示す。寸法は40cm×30cm×30cmの縦に長い塩化ビニール製である。攪拌翼は27cm×7cmの板を4枚用い、翼外周半径は14cmである。なお攪拌軸は底から15cmの所に水平に取り付けてある。V₄(ジャーテスト中におけるフロック体積濃度)の測定装置を図-2に示す。ジャーテストに27ℓの学内水道水を注入後、濃度が1000PPmとなる様にカオリンを投入する。その後硫酸バンド、セパランの各最適値を投入する。その後所定の時間攪拌し大フロックをつくる。初期微小フロック濃度が、所定の値になるように、粘土水和原液を投入する。この時を実験開始時刻とする。0', 10', 20', 30', 40', 50', 60', 90', 2', 3', 5', 10', 20'に濁度測定用のサンプルを100×スリジナーに採取する。採取後5分間静置し残留微小フロック濃度を濁度計で測定する。V₄の測定は攪拌後フロックが沈殿するのを待って、大フロックが破壊しない様に一部をV₄測定用パイプに移して行なった。パイプ内でフロックが沈降せず、キャリオーバーしないう様に上昇流速を調節し、その後流速を徐々に減らしてフロック群の動きが止まる様にする。この時の空ゲキ率を0.38と仮定し、その層高hを求める。測定後ブランケットを構成するフロック全量を取り出し、110℃で乾燥させて、乾燥重量を求め、式(1)を使いV₄を算定する。V₄測定は微小フロック投入前と後の2回測定した。

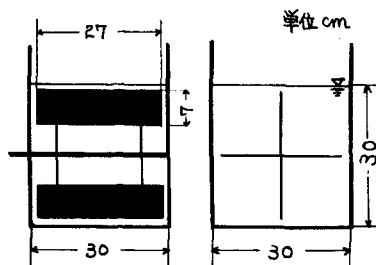


図-1

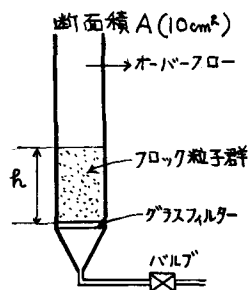


図-2

3. 計算式

- V₄(ジャーテスト中のフロック体積濃度)の算定

$$\epsilon = 1 - V_{s1}/V_1 = 0.38$$

$$V_4 = \frac{1}{V} (1 - \epsilon) V_1 \frac{W_{s1}}{W_s} \quad \dots (1)$$

- α の算定

乱流条件下での微小フロックの除去式を

$$\frac{dn}{dt} = -\frac{4}{3} \alpha \cdot G \cdot V_4 \cdot n \quad \dots (2)$$

の様に仮定する。そして $t=0$ における微小フロック数を n_0 、時刻 t における微小フロック数を n とすると、

$$n/n_0 = \exp\left(-\frac{4}{3} \alpha \cdot G \cdot V_4 \cdot t\right) \quad \dots (3)$$

ここで単位体積中の微小フロック数 n と濁度 C について比例関係が成り立つとして、

$$V_1 = h \times A, \quad \epsilon: \text{ブランケット層内の空ゲキ率}(0.38)$$

$$V_{s1}: \text{ブランケット内のフロック体積}$$

$$V: \text{ジャーテストの容量}$$

$$W_{s1}: \text{ブランケット内のフロック乾燥重量}$$

$$W_s: \text{全フロック乾燥重量}$$

$$\eta_{m_0} = \eta_{c_0}$$

とあくと、(3)より α は次の様になる。

$$\alpha = (-1.725 \log_{10} \eta_{c_0}) / (G \cdot V_t \cdot t)$$

4. 結果及び考察

表-1

$G \text{ sec}^{-1}$	V_t	$d_{50 \text{ mm}}$	α	α'
100	0.0057	0.64	0.011	0.023
200	0.0045	0.52	0.026	0.052
300	0.0057	0.42	0.014	0.028
500	0.0060	0.43	0.012	0.023
1000	0.0061	0.40	0.010	0.021

表-2

$G \text{ sec}^{-1}$	V_t	$d_{50 \text{ mm}}$	α	α'
100	0.0066	0.38	0.020	0.040
200	0.0075	0.36	0.019	0.038
300	0.0089	0.27	0.018	0.035
500	0.0090	0.22	0.023	0.045
1000	0.0090	0.23	0.032	0.064

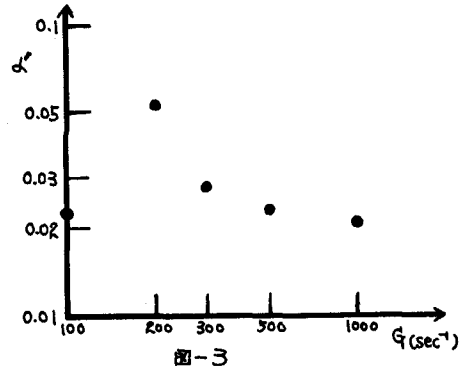


図-3

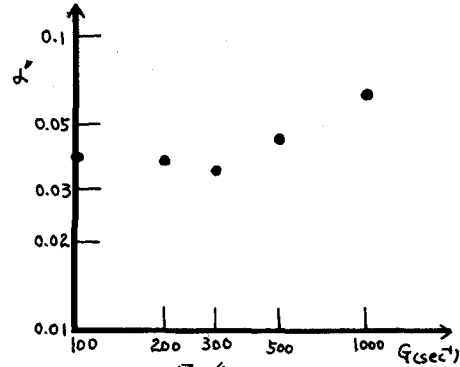


図-4

攪拌強度、大フロック濃度を一定とし、微小フロック濃度を变化させた他の一連の実験から微小フロックの濁質除去率は微小フロック濃度の影響を受けないことが確かめられたのでここでは微小フロック濃度を200 PPMに固定して実験を行なった。

表-1、図-3に同一の攪拌強度で、フロック形成(20分間)から濁質除去まで通して行なった結果を示す。表-2、図-4に急速攪拌として、 G 値100, 200, 300, 500, 1000, sec^{-1} のいずれかで20分攪拌し、その後、低速攪拌として、 G 値100 sec^{-1} で10分攪拌し、同じ攪拌強度で微小フロックを投入し除去させた結果を示す。

実験によれば微小フロックの平均径は24程度であり(粘土粒子の平均径は14以下であるが水中で測定したので凝集したと考えられる)。大フロックの平均径は0.4mm程度である。従って平均径比は0.005となる。フロックの透水性を無視すれば、径比0.005の場合には E は0.002となる。表1, 2の場合 α' はともに10のオーダーとなり、 $\alpha' \approx 1$ と矛盾する。フロックの透水係数として0.1程度が想定されるので、これより E を求める α と0.5となる。従って α' は0.02程度と推定される。表-1の G 値200の α' が他よりかなり大きくなっているのは、 V_t が小さくなっているためと考えられる。表-2においては G 値が大きくなるにつれ、 V_t , α ともに増大する傾向にあるので、 α' は G 値の増大につれて大きくなると考えられる。つまり急速攪拌を行なう方が濁質除去率が良くなることを示している。今後の問題点として、1. フロックの透水係数の算定、2. 空ゲキ率の算定、3. 界面化学的付着率の算定、4. 凝集処理後の微小フロックの付着率の算定等が考えられる。さらにジャーテスト内の乱れと α の関係について詳しく検討してみたい。以上の研究に際し実験に協力して下さった河野秀治君に感謝します。

《参考文献》

- 1). 栗谷, 桶田 “フロックの衝突効率について(II)” 九州工学集報 43巻1号 P11~15 1970.2
- 2). 桶田 “フロックの透水性と衝突効率に及ぼす影響” 水道協会誌 オ462号 P2-9 1973.