

九州大学工学部 正 員 栗谷陽一

九州大学工学部 学生員 楠田哲也

九州大学工学部 学生員 江副章介

九州大学工学部 学生員 中司泰雄

1. まえがき

水処理のフロックブランケット方法にあけるように、上向流中にフロックが高濃度で存在する場合に、フロックの沈降に伴ない、乱れの場合が生ずる。この乱れの場合にあけるフロックは、フロック間の衝突による結合で成長するのみならず、他方では分離を起しながら次第に平衡状態となる。フロックの補給のない乱れの場合にあいては、分離現象が強く働き、したがってフロックは破壊されて、ブランケットは減少していく。このフロック破壊の機構を調べる事を目的とした。この機構を調べるのに、種々の方法があるが、第一段階として、乱れの場合の動的条件のもとで、

- 1) フロックの劣化現象
- 2) 上向流中のフロックの再結合係数、破壊係数
- 3) 水量負荷変動によるフロックの破壊量の変化

のまわつを取り上げて調べてみた。

2. 簡単化した破壊理論

フロックブランケット内に鉛直上向に x 軸をとり、原点をブランケット底面にとる。フロックブランケットを形成するフロックは、多くのフロック群（主要な成分をなし、濃度は C ）と、破壊した若干のフロック（濃度は c ）とから成りたっていると考ええる。フロック群は、上昇流速と沈降速度で、平衡を保つが、破壊フロックは沈降速度がきわめて小さいので、上昇流速によって流し出される。このとき $c \ll C$ であるとする、破壊したフロックが、フロック群に吸収されて、その一部となる割合は、

$$\alpha \text{ を } const. \text{ として、} \quad \alpha C$$

破壊を起すフロックの割合は、

$$\beta \text{ を } const. \text{ として、} \quad \beta c$$

この時 α を再結合係数、 β を破壊係数と名付ける。

したがって、 u を上昇流速とし、定常状態を考えると、

$$\frac{Dc}{Dt} = u \frac{dc}{dx} = -\alpha c C + \beta c. \quad (1)$$

$x=0$ で $c=0$ とすれば、(1)式は、

$$c = \frac{\beta}{\alpha} (1 - e^{-\frac{\alpha C}{u} x}). \quad (2)$$

フロックブランケットの高さを H とすると、

$$\frac{dH}{dt} = -\frac{u}{C} c \Big|_{x=H} = -\frac{\beta}{\alpha} \frac{u}{C} (1 - e^{-\frac{\alpha C}{u} H}) \quad (3)$$

ここで、 $H \rightarrow \infty$ とすると、 $\frac{dH}{dt} \rightarrow -\frac{\beta u}{\alpha C}$ となる。

したがって、 $H \rightarrow 0$ での、ブランケットの減少速度の H に対する微係数は、

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{dH}{dt}\right)_{H=0} = -\beta$$

(4)

(4)の微係数をもち、原点を通る直線と、(3)の漸近線との交点の座標を、フロックの破壊量の変化、 $\frac{d}{dt}\left(\frac{dH}{dt}\right)$ が、急変するという意味で、限界高さと呼びける。限界高さ R_c は、

$$R_c = \frac{U}{\alpha C} \quad (5)$$

フロックアランゲットの濃度は C で近似できるので、(3)、(4)から α および β が求まり、(5)から R_c が求まる。

破壊したフロックはアランゲット境界面から、上澄水の方へ上昇していく。このフロックは上昇中、互いに衝突合体し成長する。このフロックがある粒径にまで達すると、上昇流速より沈降速度が大きくなり、逆に沈降し始める。したがって破壊フロックの上方への輸送量が、捕集器とアランゲット境界面との距離によって変化する。よってフロック破壊量を求めるため、境界面直上に捕集器を設けた場合、両者の距離によって、破壊量に見かけ上差を生ずることになる。両者の距離には特に注意を払わねばならない。

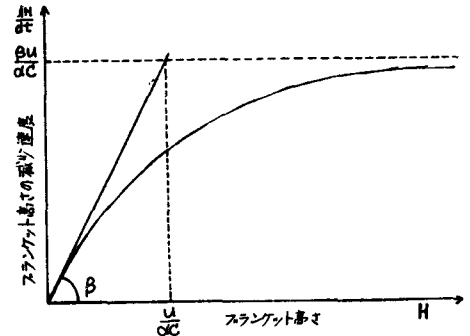


図-1

3. 実験装置と方法

高さ4m、内径56.2mmのアクリル樹脂管を用い、その管の下端に、管内の上昇流速が一様になるため、 $\phi 1$ のガラスフィルターを設置した。ヘッドタンクを通った水は、流量計とニードルバルブを通過後、このガラスフィルターを通して管内を上昇し、破壊されたフロックを採取するために設置された捕集器の出口にとりつけられたゴム管を通してオーバーフローする。なお破壊フロックはアランゲット界面直上の上澄水中に置かれた捕集器によって常に捕集され、アランゲット中を上昇してきた水と共にオーバーフローする。この管の上端から下端まで、スライド可能な光源とフォトトランジスタを持った台をとりつけ、フロックアランゲットのレベルが電気的に測定可能のように1cm間隔に接点をとりつけた柱を管に平行に設けた。フォトトランジスタは、光源の、フロックからの反射光のみを受光するようになっている。したがって、フォトトランジスタからの電流とフロック濃度とは比例するものと考えられる。フォトトランジスタからの電流はD.C.アンプに入り増幅されてペンインジキに入って記録される。これによってフロックアランゲットの界面移動を測定することができる。使用フロックは学内水道水に指宿小谷産カオリン5.0g/lを混和した原水に、硫酸バンドを注入後、水平攪拌式ジャーテストにて300 r.p.m.で10分間、60 r.p.m.で20分間攪拌し、5分間静置後、上澄液をすてて得たものである。フロック破壊に伴ない、アランゲット界面の高さが減少し、上向流に対する抵抗が減少する。これによる流量変動を修正するために、U字管をもつ流量計のU字管部に自動制御装置をとりつけた。この装置は光源とフォトトランジスタをそなえており、U字管に沿って上下可能である。したがって所要の流量を示す水銀柱のメニスカスの位置に、この装置の光軸を一致させておけば、流量の変動が生じた時、つまり水銀柱が上下運動をした際、フォトトランジスタへの入射光量に変化する。この入射光量に変化すると、ニードルバルブを開閉するモータが駆動する。したがって、入射光量がもとの状態にもどる。だから流量は常に一定に保たれていることになる。なおフロック濃

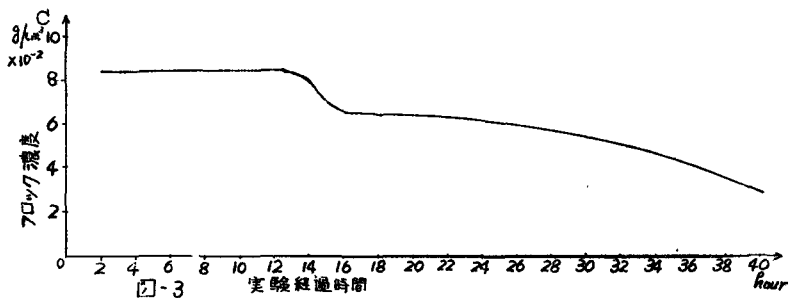
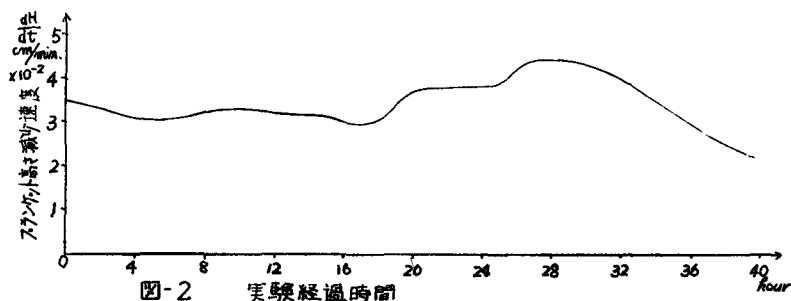
度は、(単位面積当りのフロック質量)/(フランケット高さ)で求めた。フロック質量は実験中に、30分間隔にとった、破壊フロックを含んだオーバーフローした水、及び実験終了後、管内に残ったフロック懸濁水を乾燥させて測ったものである。又、フランケット内り上流速の測定は、フランケットが定常状態にある場合に行なった。電気伝導度を測定するために、管側壁に25cm間隔に電極をとりつけた。なお測定時には、管下端のトレーサー注入孔から飽和食塩水を約4C.C. 瞬間的に注入した。この注入時を記録し、一番高い位置の電極による電導度をもとに使うまでチャートを取った。フランケット内の真の上昇流速を求めるため、このチャートの面積の2等分点を出し、電極間を食塩水の全量の $\frac{1}{2}$ が流れるのに要した時間を求めて、電極間隔25cmから流速を求めた。

4. 実験結果、考察

4-1 フロックスの劣化現象 管内のフロックを上向流中で長時間にわたって破壊すると、図-2, 3のように、実験開始後18時間たつと、フランケット境界面の高さの減少速度が増加し、30時間後に最大値をとった。後はフランケット境界面の高さの減少のため次第に減少し続ける。フロック濃度は、最初は、

0.08 g/cm^3 であるが、

14時間後に急に減少し始め 0.06 g/cm^3 の濃度となり、10時間程ほぼ一定であるが、実験開始後約28時間経過すると再び減少し始め、次第に減少の一途をたどった。この両者には時間的に4時間程のずれが生じている。このフロック性質の変化は何か原因であ



るかは、解明していないが、フロックが劣化現象を起していると考えられる。したがってこの種のフロック実験は、フロックが最初の性質を維持している間に行うのがよいと考えられる。

4-2 上向流中のフロックの再結合係数、破壊係数 フロックスフランケット境界面の高さの変動によるフロックの破壊速度の変化は、図-4に示す。前述の理論より、 $(\frac{dH}{dt})_{H \rightarrow \infty} = -\frac{\beta U}{\alpha C}$, $\frac{dH}{dH}(\frac{dH}{dt})_{H \rightarrow \infty} = -\beta$, $R_c = \frac{U}{\alpha C}$ はすべて図-4より求まる。曲線はHが60 cm以上になると、ほぼ漸近線に近づき、減少速度は一定となる。ある流量の実験に対して各々一個の再結合係数 α と、破壊係数 β とが求まるので、流量を変えてこの α 、 β を数多く求めれば、流速と再結合係数、あるいは破壊係数との関係が明らかにされる。表-1より、各実験に使用するフロックの性質には、かなり大きな差があるが、一般的に、流速を低下させると、再結合係数 α 、破壊係数 β の両者は共に減少す

る。しかしその減少率をとってみると、

破壊係数は再結合係数より流速の影響が

大きく受けるという

事ができる。なお限界高さも、流速の低下に伴ない、若干の減少をみた。

4-3 水量負荷変動によるフロック破壊量の変化
これは、図-4に示す。この図より、流速とフランクセット境界面の高さの減少速度は、図に示す流速内では、直線的に変化している。図より、流速が約0.095 cm/secの所では破壊が起らないことになるが、他実験から約0.057 cm/secの流速で、フロック破壊がほとんど無視しうる程度になるので、流速減少と共に破壊量が急激に減少すると思われる。

5. おさひ

最後に、流量を数多く変え、多くの再結合係数と破壊係数 β を得る事によって、これらの間の関係を明らかにしたいと考えている。

この研究に対して、昭和42年農文部省の科学研究費の支給を受けた。

番号	バント PPM	フランク 2610 PPM	粘土 g/l	水温 °C	PH	流速 U cm/sec	70-72% C g/cm ³	破壊係数 β 1/sec	利近線 $\frac{dU}{dt}$ cm/sec	再結合係数 α 1/sec	限界高さ $\frac{U}{\alpha}$ cm	
1	10	1	5	74.0	11.1	7.09	0.213	0.0436	0.00033	0.0050	0.3224	15.15
2	10	2	5	57.5	10.6	6.28	0.182	0.0677	0.00014	0.0020	0.1882	14.28

表-1 係数 α , β , 利近線, 限界高さ

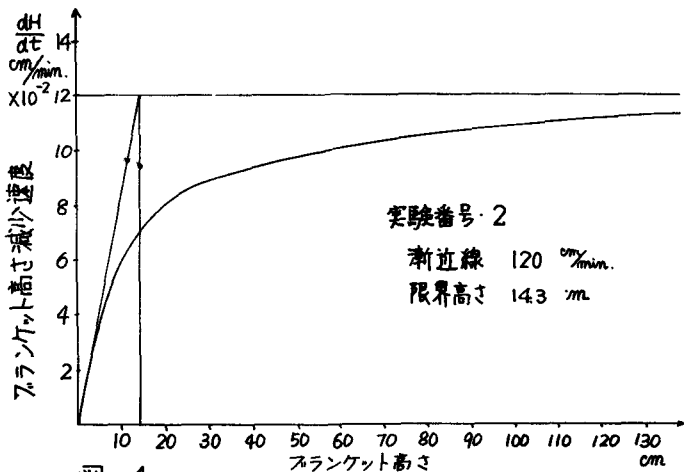


図-4

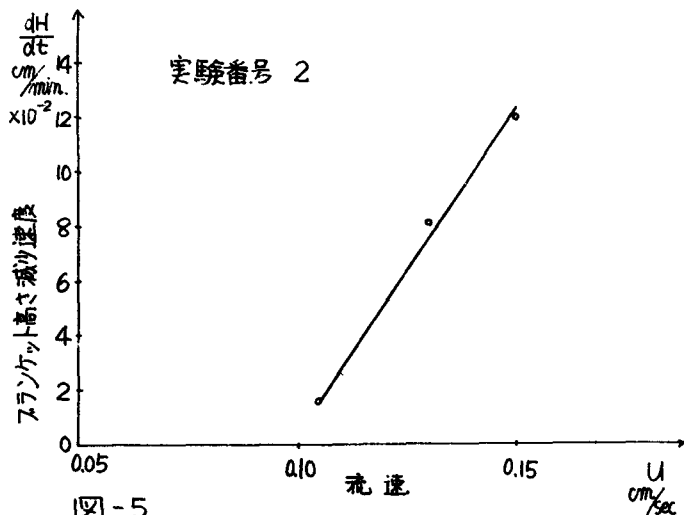


図-5