

I. まえがき

フロック径と沈降速度との関係は沈降池や攪拌槽の設計に必要であり、フロック密度はフロックの内部構造を推定するための一手段となりうる。フロック径と沈降速度との関係は、丹保ら⁽¹⁾⁽²⁾により既に詳しく研究され、この結果からフロック密度とフロック径の関係が求められている。この結果によると、フロックの水中での見かけ密度 ρ_e は、 $\rho_e \sim d^{-n}$ (d : フロック径, n : 正の指数, $1.3 \sim 1.45$ 程度) の関係で示されるとしている。さらにこの結果を用いてフロックの剪断強度とフロック径の関係を推定し、フロック強度についても論じている。一方、Lagvan kar⁽³⁾は蔗糖液中にフロックを浮べる方法によりフロック密度を求めている。この結果によると、等価直径が 1.5mm 程度までは、フロック径の増加とともにフロック密度は減少するが、等価直径が 1.5mm 程度を越るとフロック密度はほぼ一定になるとしている。

このように、種々の方法でフロック密度は推定されているが、フロック重量を直接測定してフロック密度を求めた例は未だ見うけられない。本報では、フロックの乾燥重量を直接秤量してフロック密度を求め、若干の知見を得たので報告する。

II. 実験装置及び方法

フロック形成装置 図-1参照。14cm×14cm×15.3cmの縦に長い容量3ℓの容器(P)に攪拌翼(R)として、5cm×6cmの横長がのものを十文字に四枚取付けたものから成り、回転軸を鉛直にして容器中央部で翼を回転させる。固定翼(S)は2.5cm×5cmの横長がの板を容器の四すみに攪拌翼との上下の間隙が1cmになるように、一すみ上下二枚計八枚取付けている。容器底部には形成後のフロックを沈降筒に落すための蓋(F)を取付けている。この容器は回転軸と容器の蓋とは水銀でシールして密封型になりうるようにしている。(H)

フロック沈降筒 5cm×5cm×50cmの筒(G)で内部に物指(E)を取付けフロック接写による径の測定用のスケールと沈降速度測定用のスケールの双方に用いるようにしている。沈降筒の底(B)には孔をあけている。

フロック径測定装置 写真撮影、およびニコン万能投影器(×20)を用いた。

フロック重量測定装置 Sartoriusのマイクロ電子天秤4125型を用いた。最小指示数値は $0.1\mu\text{g}$ である。

実験方法 Bに栓をし、Cから蒸留水と沈降筒に満し、容器Eにも蒸留水を満す。Aから原水を入れ装置粘土(カオリン)を $200\text{mg}/\ell$ になるように入れ攪拌後、アルカリ度調整用のNaOH、バンド、セパランを所定量入れて、フロック形成を行なう。形成後、Aを閉じ、Bを開く。そして蓋(F)を開くとフロックが沈降筒内を降下し始める。このときフロックの接写を行ない、沈降速度を測定する。孔Bを通過したこのフロックをペトリ皿に受け万能投影器を用いてフロック径を測定する。その後、ピペットでこのフロックを取出し、アルミフイルで作った $3\times 5\text{mm}$ の皿にフロックを移し、フロックが皿の底に沈降後、濾紙にて余分の水を取り去ったのち、一昼夜 110°C で乾燥する。その後秤量する。以上を行なったのは沈降速度を測ったそのフロックの重量を測るためと、フロックと共に皿に移される水の蒸発残留物がフロック重量の一部とみなされることを避けるためである。

III. 実験結果と考察

バンド10ppm、セパランなしの結果を図-1に、バンド10ppm、セパラン0.5ppm

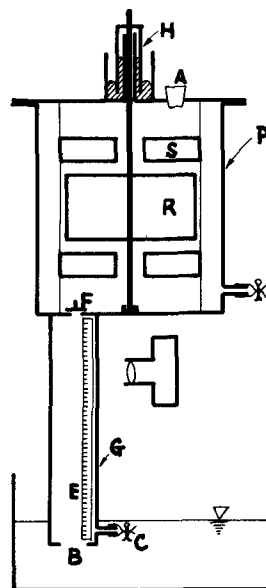
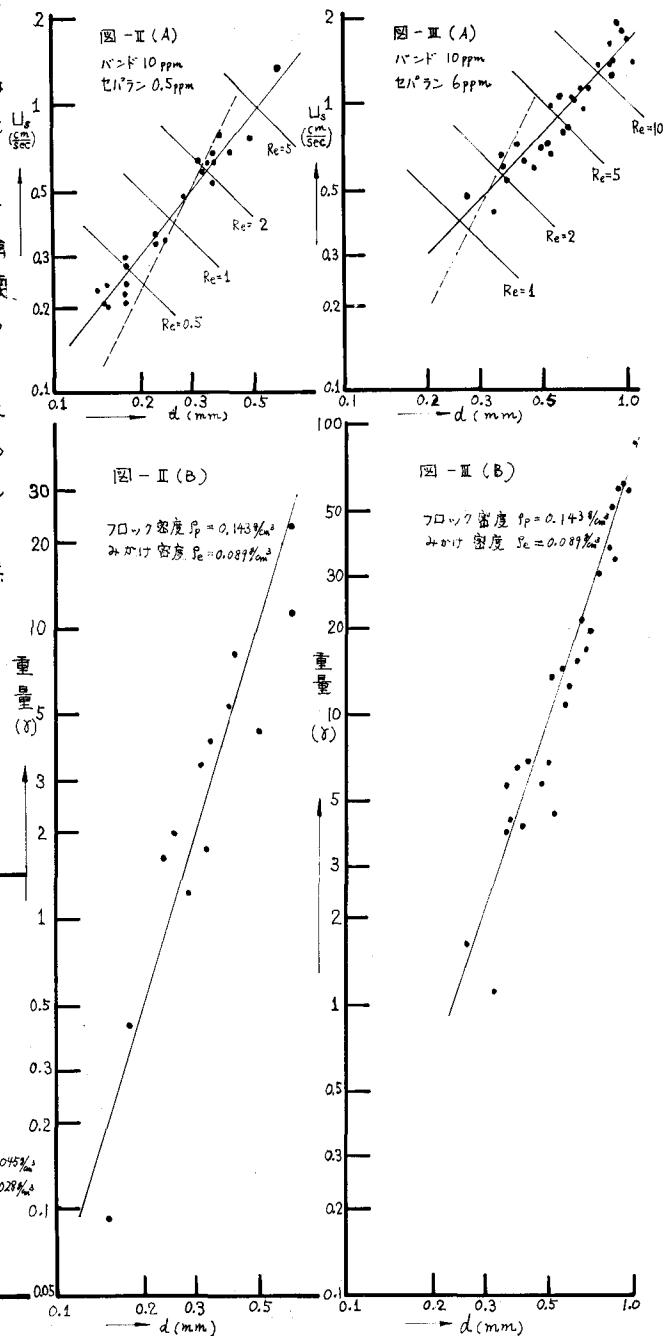


図-1 APPARATUS

の結果を図-2に、バンド10ppm、セパラン6ppmの結果を図-3に示す。フロック沈降時の符号から求めたフロック径と投影器を用いて求めたフロック径にはほとんど差がなかったため、横軸は後者の径で表わした。これらの結果によると測定したフロック径の範囲内ではレイノルズ数によらずフロックは等密度になっている。図中の破線はフロックを球と仮定してStokes式に従うとしたときの沈降速度 U_s と径 d の関係である。ただし、水中でのフロックの見かけ密度は粘土密度を2.65 g/cm^3 として求めた。 $Re \geq 1$ ではAllen式に従うとすれば、 $U_s \sim d$ となるのでフロックは等密度であると考えられる。しかし、 $Re < 1$ では実測の沈降速度が理論値より大きくなっている。丹保らの考え方のようにフロックの形状が球とかなり異なるとして $C_D \sim \frac{4}{5} Re$ とすれば、この差はなお大となる。このようになる理由は未だ明らかではないが、フロックの透水性もその一因と考えられる。フロックが等密度のとき、フロックの内部構造がフロック径によらず同じであるとするれば、径によらず剪断強度も一定となる。このため、フロックの破壊はフロック径と乱れの渦のスケールとの比や乱れの構造の影響をかなり受けるとも考えられる。フロックの形成過程を始めとし、従来考えられていた結果とかなり異なる点もある。今後、これらの点について検討を加えたい。なお、フロックの秤量に際し、権々の便宜をはかって下さった本理学部中央元素分析センターの皆様には感謝いたします。



- 参考文献
- (1) 丹保、渡辺： U_s 及び ρ_f フロックの密度に関する研究、水道協会雑誌、542.10. P.2~10
 - (2) 丹保、渡辺、清水： 同上 (1)、543.11 P.14~17
 - (3) 丹保、山田、穂積： フロック密度に関する研究、水道協会雑誌、54.4. P.4~15
 - (4) A.L. Lagvanan & R.S. Gemmell: A Size-Density Relationship for flocs. AWMA 1968.9. P.1040 ~1046.