

II-398

噴流による攪拌作用を利用した固液分離装置

宮崎大学工学部 正員 ○ 渡辺 義公
NTT 福井 雅之

1. はじめに

凝集沈澱プロセスで多用されているバドル式フロッキュレーターは、流入濁度の変動に応じて攪拌強度を調整できる長所を持つ反面、機械部分の破損や攪拌動力費（1万トン/日当り、約百万円/年間動力費）の面で不経済である。著者ら^{1,3)}は、多孔板を通過する噴流による攪拌作用によりフロクの形成と分離を同時に行う方式（以下、Jet Mixed Separatorと云う）の研究を行っている。これまでの研究結果によると、多孔板を通過する噴流と噴流が次の多孔板で反射されて生ずる反流により、フロク形成のための乱れが生じる。しかし多孔板間隔が極端に狭い場合を除くと、大きなスケールの上向流が存在しないため、ある寸法以上のフロクは多孔板間に沈澱する。本論文では、本装置の、（１）多孔板間の流れの可視化、（２）多孔板の配置を変えたときの除濁効果及び（３）装置内に浮遊するフロクの粒径分布について報告する。

2 理論的背景

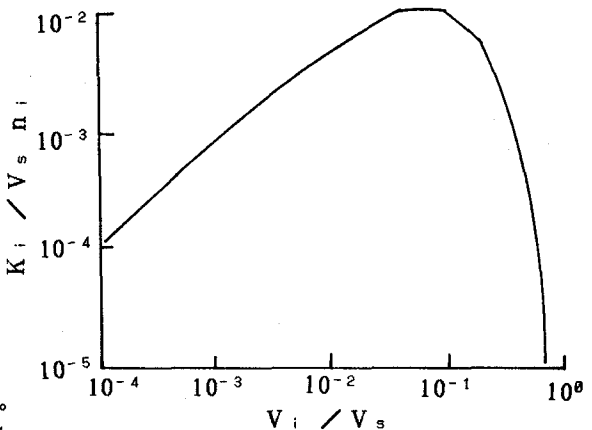
渡辺と丹保²⁾はマイクロフロクの減少速度を式-1で与えた。

$$\frac{dn_i}{dt} = -\frac{9}{\sqrt{15}} \sqrt{\frac{E_0}{\mu}} \left(\alpha_0 \sum_{i=1}^S k_i \right) n_i \quad \text{---(1)}$$

ここで、 n_i =マイクロフロク個数濃度、 t =フロク形成時間、 E_0 =有効エネルギー消費率、 α_0 =初期衝突-合一確率、 i =フロク内マイクロフロク数、 S =最大フロク内マイクロフロク数、 k_i = i -倍粒子へのマイクロフロク吸合率で式-2で表される。

$$\frac{k_i}{V_s n_i} = \left[1 - \left(\frac{V_i}{V_s} \right)^{\frac{3-k_p}{3}} \right]^6 \left(\frac{V_i}{V_s} \right) \quad \text{---(2)}$$

ここで、 V_i, V_s = i 倍、最大フロクの体積、 n_i = i 倍フロクの個数濃度、 k_p =フロク密度関数の指数。式-2を図示すると図-1のようになり、 V_i/V_s が 10^{-1} を越える大きなフロクの k_i は極めて小さいことが分かる。また、フロクが大きくなる程個数濃度も低くなる。従って、マイクロフロクの吸合速度に及ぼすこれらの大きなフロクの影響は小さい。

図-1 k_i とフロク体積の関係

3. 実験装置と実験方法

実験装置の概略図及び多孔板の配置図を図-2に示す。34(D)×28(W)×200(L) (cm) の水槽に、所定の条件で多孔板を配置した。

3-1 流れの可視化：多孔板間隔を5, 10, 20 cmとして、 $KMnO_4$ をトレーサーとしビデオ撮影により多孔板間の流れを可視化した。

3-2 除濁効果：実験は水道水を原水とし、濁質としカオリン、凝集剤はPACを用いた。凝集剤添加後のpHは6.8、水温は17℃前後であった。実験条件は流量3.5 l/min.（滞留時間51分）、原水カオリン濃度50、ALT比=1/10とし、多孔板枚数を0, 5, 10, 20と変えた。測定は各槽ごとに不攪乱採水法によってサン

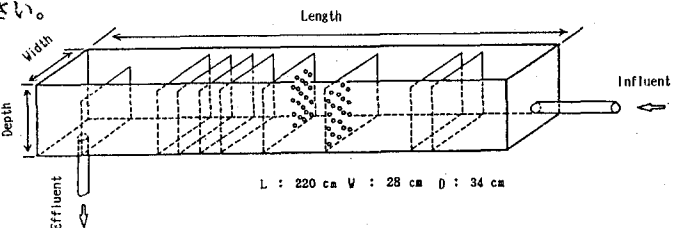


図-2 Jet Mixed Separator

ルを2つ採り、1つはその場でブロックを破壊して濁度を測定し、もう1つは30分間静置沈澱させてその上澄水の濁度を測定した。前者を全ブロック濃度、後者を未吸合マイクロブロック濃度とした。

3-3 装置内の浮遊ブロック粒径分布；装置内の浮遊ブロック粒径分布を求めるために各層ごとにブロック群を無作為に抽出し、それを写真撮影して粒径を求めた。撮影したブロックは全部で1000個程度である。実験条件、は流量4.5 l/min, 流入濁度25mg/l, A/L T比1/10とし、多孔板の間隔は10 cmとした。

4. 実験結果と考察

4-1 多孔板間の流況；図-3が模式化された流況である。多孔板間隔が 5, 10 cmの場合には、噴流が下流側の多孔板に衝突し反流が生じているが、間隔が20 cmでは噴流は多孔板に衝突せず、途中で乱流となっている。

4-2 除濁効果；図-4に、ブロック濃度減少曲線を示す。(a)は槽内に浮遊する全ブロック濃度の変化で、あり本装置の固液分離効果を示している。(b)は槽内に残留する未吸合マイクロブロック濃度の変化であり、本装置のブロック形成効果を示している。両図より多孔板により槽を10段（多孔板間隔=20 cm）以上すれば、良好な固液分離がおこなわれたことが分かる。本装置の除濁効果に及ぼす多孔板間隔、噴流速度、凝集条件の影響についての詳細は今後の研究課題である。

4-3 フロックの粒径分布；図-5に装置内の浮遊フロックの粒径分布曲線を示す。この図は（A）がフロッキュレーターの中段部、（B）が後段部の粒径分布である。この図より、槽内の浮遊フロックの粒径分布はほぼ同じであることがわかる。しかし、除濁効果は 4-2で示したとおりであるため、本装置ではフロック径が、140 μm 程度になると槽内に沈澱・除去されていることがわかる。

5. おわりに

本研究ではマイクロブロックの吸合能力はブロックが大きくなる程低下する点に着目して、噴流による攪拌作用を利用した固液分離装置を考案し、その流況と固液分離能力を明らかにする実験データを提示した。

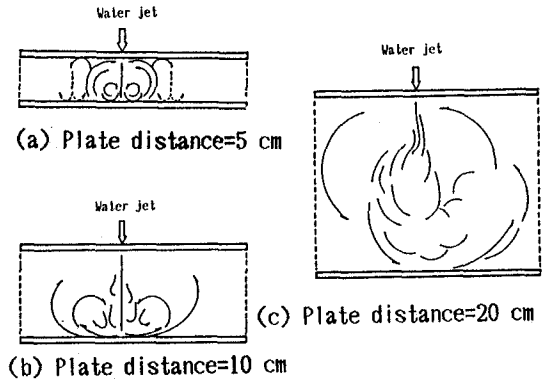


図-3 多孔板間の流況

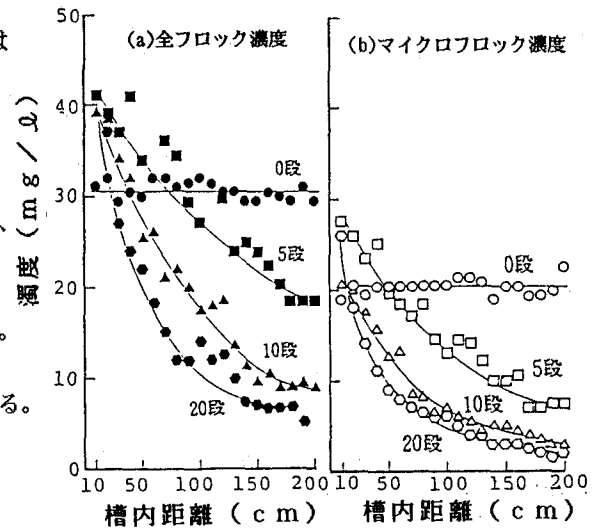


図-4 Jet Mixed Separatorの除濁効果

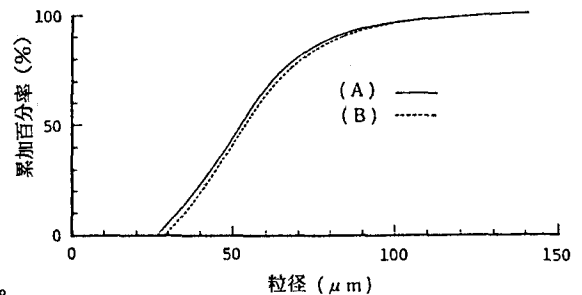


図-5 浮遊ブロックの粒度分布

参考文献

- (1) 渡辺、松岡；多孔板によるフロッキュレーション、全国水道研究発表会 1986.5 (2) 渡辺、丹保；フロッキュレーターにおけるマイクロブロックの減少速度の定式化、水道協会誌, NO.589 1984.10 (3) 渡辺、久保田、福井；多孔板フロッキュレーターによる固液分離、土木学会西部支部研究発表会講演集, 1988.3