

宮崎大学工学部 正員 渡辺 義公
宮崎大学工学部 学員 宮ノ下友明

1 はじめに

著者らは^{1,2)}、フロック形成過程においてマイクロフロックの吸合能力はフロックが大きくなる程小さくなる点に着目して、多孔板を通過する噴流による攪拌作用を利用して、フロックの形成と沈澱分離を同時に行う装置 (Jet Mixed Separator, 以下JMSと略称) を考案した。既往の研究では、JMSの水理学的特性 (多孔板通過流速と損失水頭の関係、多孔板間の流況) とJMSの固液分離特性について報告した。

本研究では、(1) 沈澱項を持つフロック形成基本式の数値解によるJMSによる固液分離機構のシミュレーション、(2) 回分式フロッキュレータによるJMSの模擬実験、(3) 多孔板配置とJMSの固液分離効率の関係、について報告する。

2 沈澱項を持つフロック形成基本式の数値解

著者ら³⁾が提案したフロック形成基本式 (式-1) をある大きさ (S') 以上のフロックは形成後直ちに沈澱分離されると仮定して、 $S=500$, $K_p=1.2$ についてその数値解を求めた。

$$\begin{aligned} \frac{dN_R}{dm} = & -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{R-1} \alpha_0 \left(1 - \frac{R}{S+1}\right)^n \left\{ i^{\frac{1}{3-K_p}} + (R-i)^{\frac{1}{3-K_p}} \right\}^2 N_i N_{R-i} \\ & - N_R \sum_{i=1}^{R-1} \alpha_0 \left(1 - \frac{R+i}{S+1}\right)^n \left\{ R^{\frac{1}{3-K_p}} + i^{\frac{1}{3-K_p}} \right\}^2 N_i \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 $N_R=R$ -倍粒子の無次元個数濃度、 m =無次元フロック形成時間、 K_p =フロック密度関数の指数
 α_0 =初期衝突合一確率、 $n=6$ 程度の定数

図-1、2にその結果を示す。

図-1は、($S'=301$)の場合のものであり、図-2は、($S'=151$)の場合のものである。

(ここでは、初期衝突確率 α_0 が未知なので、式(1)の両辺を α_0 で除し、独立変数 m の代わりに $\alpha_0 m$ として、数値解析を行った。)

両図を比較すると、大きなフロックの沈降は微フロック ($R=1-50$) の減少過程にほとんど影響していない事がわかる。この点は、簡略化した微フロックの減少速度式 (式-2) からすすでに予想した。

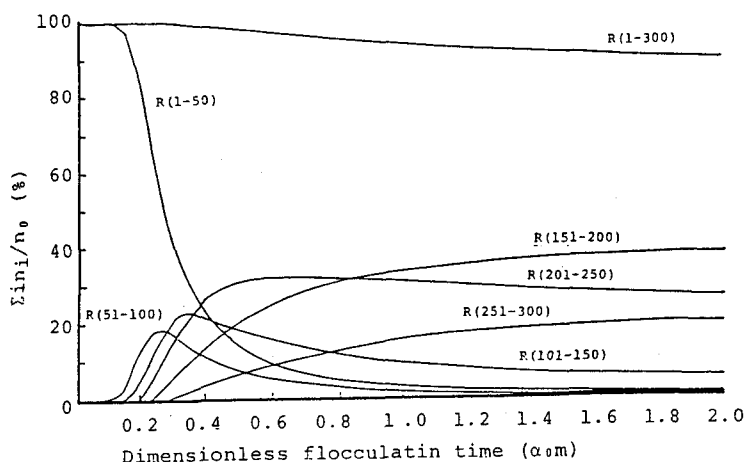


Fig.1 Numerical solution of flocculation kinetics with settling term ($S'=301$)

ここで、 ε_0 =有効エネルギー消費率、 μ =粘性係数
 K_i = i -倍粒子への微フロック吸合確率

$$\frac{dn_i}{dt} \approx -\frac{9}{\sqrt{15}} \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu}} \left(\alpha_0 \sum_{i=1}^S K_i \right) n_i \quad (2)$$

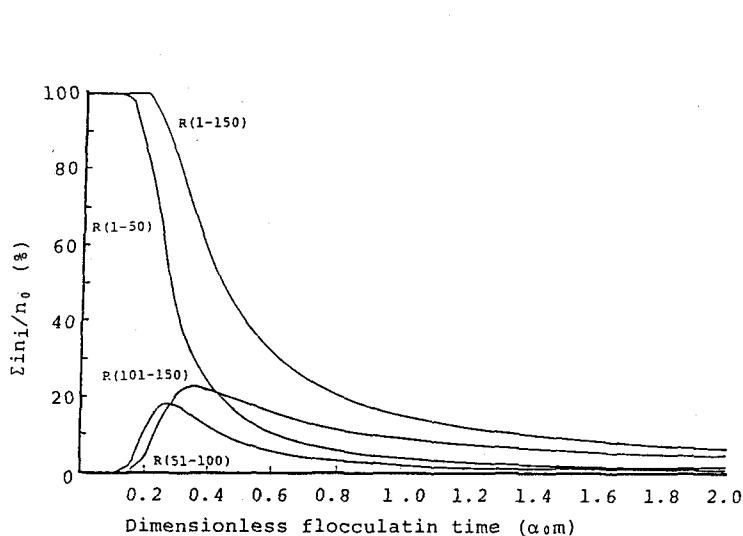


Fig.2 Numerical solution of flocculation kinetics
with settling term($S'=151$)

3 回分式フロッキュレータによる模擬実験

表面積 3600cm^2 のバドル式フロッキュレータをバドルの半分が水没するようにして運転(沈澱を促進するため)して、微フロックと全フロックの減少過程を調べた。その結果の一が図-3である。この実験結果からも、フロックの成長と降が同時に進行している事がわかる。図-4、5はバドルの回転速度とフロックと全フロック濃度の関係である。フックの成長と沈澱が同時に生ずる最適の攪拌速度が存在する事が明示されている。

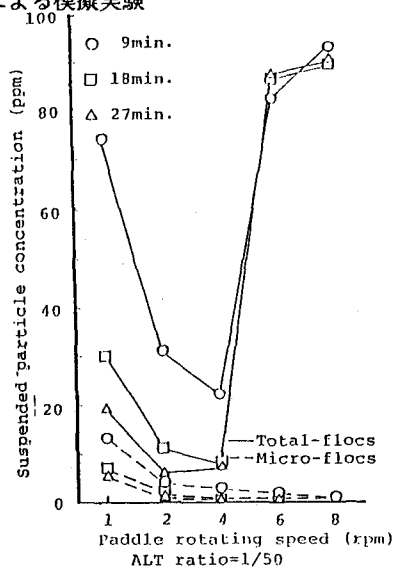


Fig.4 Experimental result in
paddle flocculator

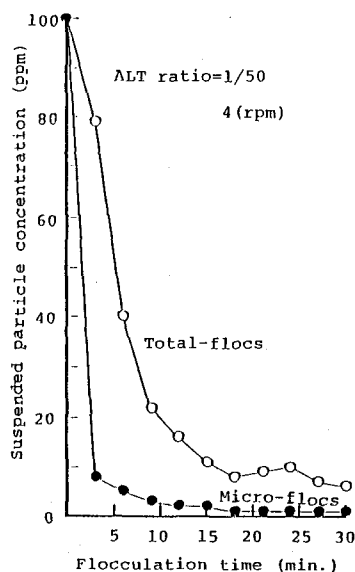


Fig.3 Experimental result in
paddle flocculator

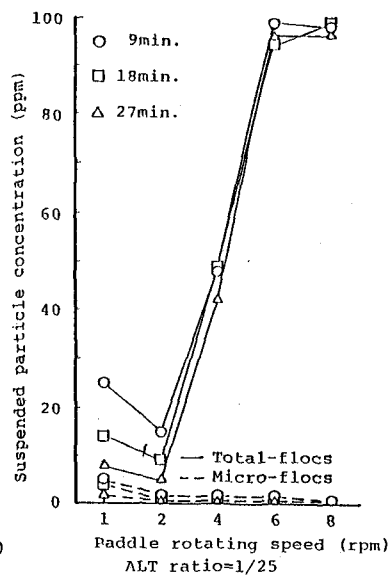


Fig.5 Experimental result in
paddle flocculator

4 JMSの多孔板配置と除濁効率の関係

多孔板間隔を一定にしたJMS(図-6)と変化させたJMS(図-7)を用いて、除濁効率に及ぼす多孔板間隔の影響を調べた。多孔板は高さ 34cm 、幅 28cm で半面に直径 6mm の孔を開け

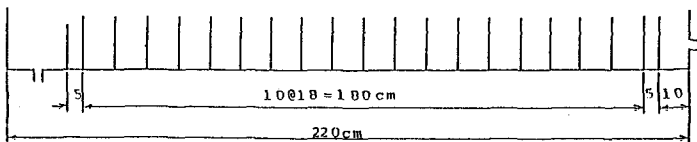


Fig.6 JMS arranged at a constant distance of plates

たものである。図-8は微フロック濃度の減少に及ぼす多孔板間隔の影響、図-9は全フロック濃度の減少に及ぼす多孔板間隔の影響を示した実験結果である。両図より、JMSの前半部の多孔板間隔を狭くして攪拌強度を上げ、後半部では沈澱のために多孔板間隔を広げる様な配置が、高い除濁効果を与えることが解る。

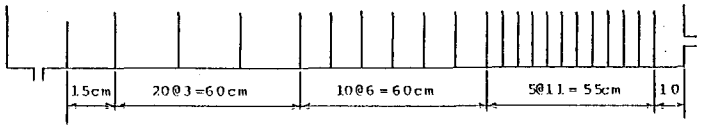
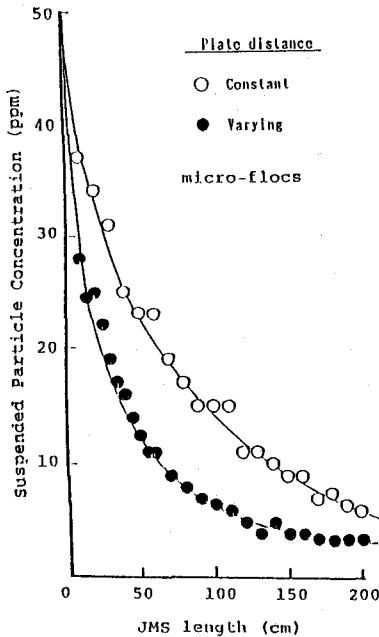
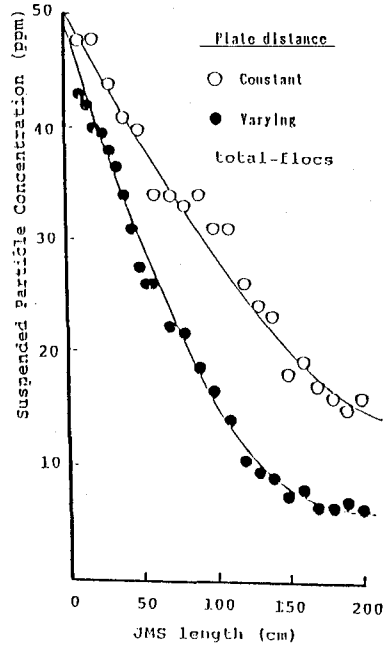


Fig.7 JMS arranged at varying distance of plates



Detention time=31 min.
ALT ratio=1/25

Fig.8 Effect of plate distance on micro-floc reduction



Detention time=31 min.
ALT ratio=1/25

Fig.9 Effect of plate distance on total-floc reduction

5 おわりに

本研究では、JMSの除濁機構を沈澱項を持つフロック形成基本式の数値解とバドル式フロッキュレータによる模擬実験により再現し、フロックの成長と沈澱を同時に生じさせる除濁装置の合理性を証明した。更に、JMSの除濁効果と多孔板配置の関係についても言及し、前半部の攪拌を強くし後半部の攪拌を弱くする多孔板配置が高い除濁効率を与えることを明らかにした。

参考文献

- 1)渡辺、福井；噴流による攪拌作用を利用した固液分離装置、第44回土木学会年講概要集2（平成1.10）
- 2)Watanabe,Y. and Fukui,M.;Performance of a Jet Mixed Separator,Proc. of IAWPRC-IWA Joint Specialist Conference on Coagulation,Flocculation,Filtration ,Sedimentation and Flotation in Water and Wastewater Treatment,Jonkoping,Sweden(April,1990)
- 3)丹保、渡辺；フロッキュレータの合理的設計（3）、水道協会誌、第449号、（昭和47.2）