

II-370

多孔板フロッキュレーターに関する研究

宮崎大学工学部 正員 渡辺 義公

宮崎大学大学院 学員 福井 雅之

1 はじめに

昭和40年代には、凝集と沈澱を同一装置で行いうる高速凝集沈澱池がかなり普及したが、原水濁度が大幅に変動する浄水プロセスでは問題点も多く、今日では、(パドル式フロッキュレーター) + (傾斜板沈澱池) + (砂ろ過池) といった浄水システムが定着している。パ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はん強度を調整できる長所を持つ反面、機械部分の破損や攪はん動力費の面で不経済である。著者らは、¹⁾ 多孔板を通過する噴流による攪はん作用によりフロックを形成させる方式(以下、多孔板フロッキュレーターと言う)の研究を行っている。本文では、多孔板フロッキュレーターのエネルギー消費特性と機能に関する実験結果について報告する。

2 実験装置と実験方法

実験装置の略図を図-1に示す。多孔板は塩化ビニル製で、板の片側半分に直径6mmの孔を20コ開けた。開孔率は0.72%である。多孔板を水槽内に11cm間隔に19枚、孔の開いている側が交互になるように置いた。水道水を原水として、濁質としてカオリン、凝集剤としてPACを用いた。実験条件は表-1の通りである。凝集剤添加後のpHは6.8前後。水温は約14℃であった。多孔板通過枚数とフロック形成度の関係を求めるために、多孔板間の水を不攪乱採水し、浮遊フロックとマイクロフロックの濃度を測定した。浮遊フロックの濃度はフロックを破壊して濁度として測定した。マイクロフロック濃度はフロック群を30分沈澱させた上澄水の濁度として測定した。

表-1 実験条件

(a) 水理学的条件

流速 (ℓ/min)	6.5	4.5	3.5
孔内流速 (cm/min)	19.2	13.3	10.3
滞留時間 (min)	11.5	16.5	21.3

(b) フロック形成条件

流入濁度 (mg/ℓ)	50	20	10
凝集剤添加率 (Aℓ) (mg/ℓ)	7.8~4.2	5.9~3.2	5.9~3.2

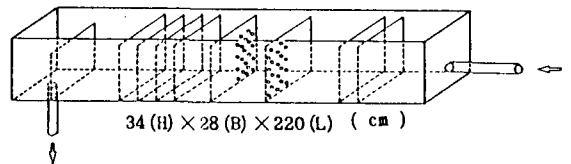


図-1 実験装置の概略図

3 実験結果

3-1 多孔板フロッキュレーターのエネルギー消費特性

図-2は食塩をトレーサーとして求めた本装置の残余濃度曲線である。装置内のフローパターンは押し出し流れに近い。本装置は、水理学的には“潜りオリフィス”として解析できるが、孔が複数である事と噴流が次の板に反射する事により、単純な潜りオリフィスの連続とはみなし得ない。図-3は孔内通過流速 v と全損失水頭 H の関係であり、 H は v の3乗に比例している。これは、水路のレイノルズ数が100程度であり、オリフィスの損失係数が流速に比例しているため

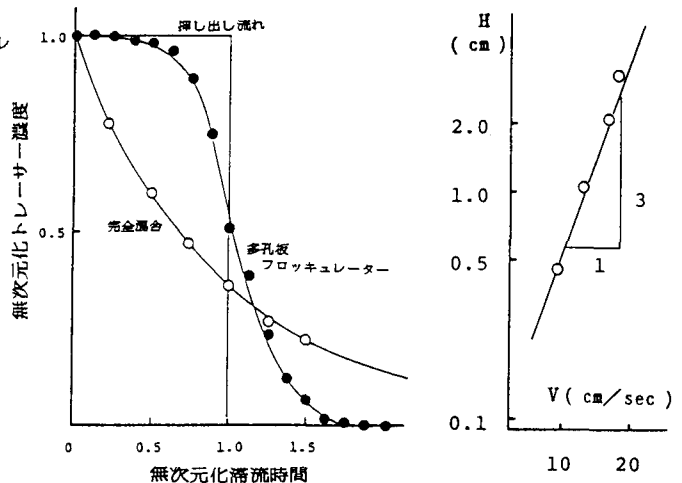


図-2 残余濃度曲線

図-3 孔内通過流速と全損失水頭の関係

と考えられる。多孔板間の流れを観察すると、水は孔を通過する噴流と次の板に反射された噴流により乱されている事が分かる。従って、多孔板間の乱れの強度は、多孔板通過速度と多孔板間隔により主に決まる。

フロッキュレーターの有効エネルギー消費率 ϵ_0 を、渡辺と丹保の方法²⁾（実測したマイクロフロック減少速度とフロック最大径から、理論式により逆算する）により求めた。マイクロフロックの減少速度とフロック最大径を求めるために、図-1の装置の多孔板を孔径 1cm, 孔数10, 間隔 5cm として実験を行った。これは、多孔板間隔を狭めてフロックの沈澱を防ぎ ϵ_0 を求めるための理論と実験条件を一致させるためである。

渡辺と丹保の方法によって計算された ϵ_0 と多孔板通過速度の関係は図-4 のようである。 ϵ_0 は v の3乗に比例している。この関係は乱流下のものであり、層流中に多孔板を挿入する事により、乱流に遷移した事が示されている。図-3,4 より、 H と ϵ_0 は比例関係にあることが明らかとなった。ただし、比例定数は多孔板の間隔により決まると考えられる。

3-2 多孔板フロッキュレーターの機能

多孔板フロッキュレーター内には、パドル式フロッキュレーター内に存在するような大きな渦はないので、多孔板間隔を相当狭めなければフロックが沈澱する。図-5,6 はそれぞれ、流入濁度が50mg/lと10mg/lの場合に、水路内流量を4.5 l / 分とした時の、多孔板通過枚数と浮遊フロックの濃度と残留マイクロフロックの関係である。すべての実験条件において、比較的短い滞留時間においてフロックの形成と沈澱が同時に進行し、流出水中のフロック濃度は3 mg/l以下になった。

4 おわりに

本研究で得られた結果は次の2点に要約される。

- (1) 多孔板フロッキュレーターでは、多孔板を通過する噴流と、噴流が次の板で反射される事によって、フロック形成のための乱れが生ずる。しかし、多孔板間隔が極端に短い場合を除くと、大きなスケールの渦が存在しないために、ある寸法以上のフロックは沈澱する。その結果、10分程度の滞留時間においても、流出水中のフロック濃度は極めて低くなる。
- (2) 多孔板間の攪はんの強さは、多孔板通過速度と多孔板間隔により決まる。また、多孔板を通過する際の損失水頭とフロック形成に有効なエネルギー消費率は比例し、比例定数は多孔板間隔により決まる。

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, 第37回全国水道研究発表会講演集 (昭和61,4)
- 2) 渡辺, 丹保 : フロッキュレーターにおけるマイクロフロックの減少速度の定式化, 水道協会誌, No.589 (昭和58,10)

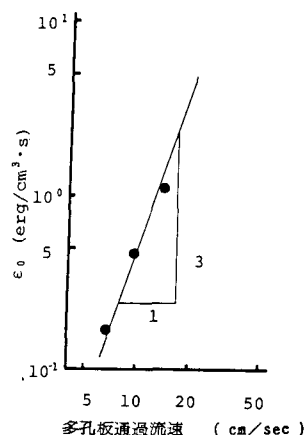


図-4 有効エネルギー消費率と孔内通過流速の関係

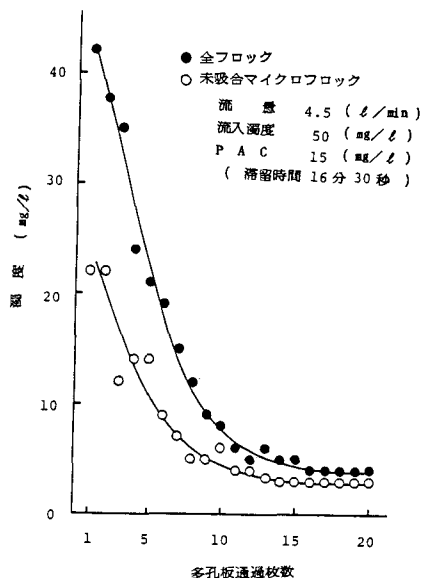


図-5 多孔板通過枚数と濁度変化

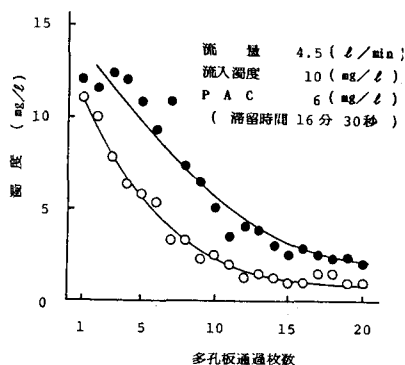


図-6 多孔板通過枚数と濁度変化