

北海道大学工学部 正 丹保憲仁 小沢源三 松井佳彦 松田英貴 中埜渡丈嘉

1. はじめに 清澄沈殿池は、傾斜板や傾斜管などの池内構造物を装架することにより表面負荷率、レイノルズ数を低下させ、除去能力を大幅に向上させてきた。傾斜板沈殿池は横流式であるのに対し、傾斜管沈殿池は底流入斜上向流式沈殿池であり傾斜管束部の下部に均等流入と排泥の為の大容量の流入帯を持つ。

従って、傾斜管沈殿池を評価しようとすれば、流入帯部と傾斜管束部を直列2段分離機構として評価する必要がある。ここでは、傾斜管束部と、流入帯部の流れの状況をトレーサー法により、可視化し、流入帯の濃度の分布を調べ、傾斜管沈殿池総体としての固液分離パターンを検討し、定量評価の為の基礎となる知見を得たので報告する。

2. 実験方法 実験は、図-1に示されるような、傾斜管束部の流れパターンを観測できる小型縦型のプラントAと、図-2に示されるような、より実際の池に近く、傾斜管流入帯部の流れパターンと濃度分布測定可能なプラントBを用いた。プラントAを用いた傾斜管内の流れの観測は、電解テルコロイド雲による流れの可視化法により、プラントBを用いた流入帯の流況の観測は過マンガン酸カリウムトレーサー法によった。

札幌市藻岩浄水場の原水、または浄水をプラント原水とし、カオリンを濃度 10, 20, 50, 100, 500, 1000 mg/l の6水準に加濁したものを原水とし、pH 7で、PACを凝集剤としてフロック形成を行なった。A/LT比を濁度10 mg/lの0.4から1000 mg/lの0.04の間にとった。処理速度は、上昇速度3 m/hr(5 cm/min)~9 m/hr(15 cm/min)の間に变化させた。

3. 実験結果 3-1 100 mg/l以下系 図-3に流入濁度 100 mg/l、池内上昇流速 3 m/hrの傾斜管内の流速分布を示す。実測された流れパターンを概観すると、流れは何れも完全な層流であって、管内に乱れは生じない、傾斜管下面の沈積汚泥の下方向移動流の為管上部の流速が高めであるが、この傾向は高流速側では均一化が進み、層流の典型的なパターンである放物線形に近づく。このような流速分布のパターンから、流れは平行層流であり、大規模な循環流を生ずることがないので、フロック群の除去は表面負荷率を基準として、理想的沈殿池として評価して良いと考えられる。この流況は濁度 100 mg/l以下の全ての上昇流速について観察された。このことは、傾斜管流入出口の沈降速度分布より表面負荷率理論を用いた計算除去率と、実測値の除去率がほぼ良い一致を見たことより確認された。この条件下での流入帯部の流れパターンと濁度分布を図-4に示す。流入濁度が100 mg/l以下の場合、流入水は密度流の為、流入帯の下部に流入し、反対側の壁で折り返す折り返し流れとなり、そ

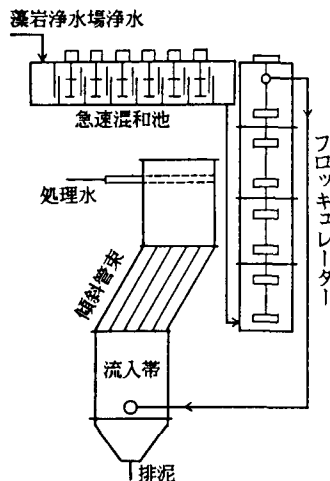


図-1 傾斜管沈殿池実験装置 A

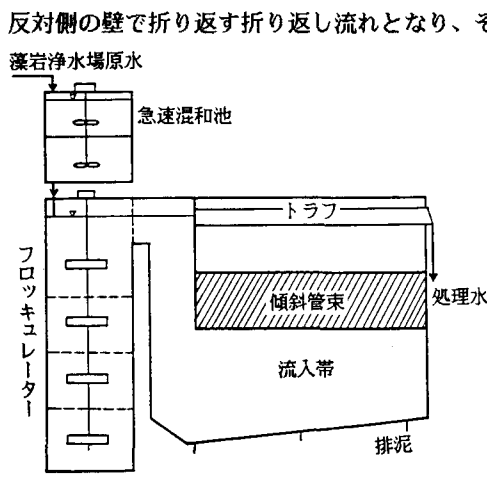
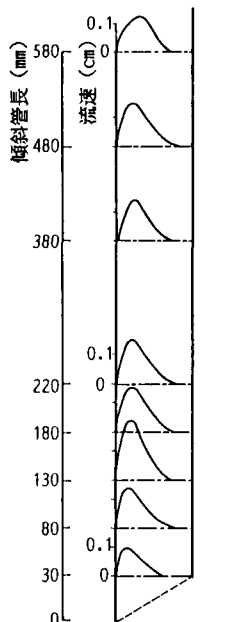


図-2 傾斜管沈殿池実験装置 B

図-3 流速分布
(管内上昇流速 3m/hr)
初期濁度 (100 mg/l)

れに伴う処理流量の100%程度の循環流を伴う。流入帯部の表面負荷率が小さい場合は、流入帯部が有効な沈殿池として働くため、図-4の実線に示されるように流入帯の上下方向に濁度分布が形成される。しかしながら、流入帯部の表面負荷率がフロックの沈降速度より大きい場合は、流入帯部の濁度は流入濁度よりやや高い形でばば一様となった。

3-2 500 mg/l 以上系 濁度500 mg/l以上になるとフロック粒子群の沈降は他のフロックの影響を受けて、個々に沈降し得ず、集団沈降する。図-5-Bは濁度1000 mg/lのフロック群の沈降速度を示す。集団沈降の為フロック群の沈降速度は、全実験条件下で、流入帯部の表面負荷率より小さいため、流入帯部は沈殿池として有効に働かず、流入帯部の濃度は流入濃度より高く混合のためばば一様になる。上昇流速がさらに高くなると図-6に示されるように、上部より下部が高い縦方向の濁度分布が形成され、流入帯上部は、集団沈降域、流入帯下部は圧密沈降域となる。このため、流入水は集団沈降域の等濃度に近い層に流入する。この場合の傾斜管内の状況を模式的に示すと図-7のようになり、傾斜管内に、集団沈降の界面が存在する。管内では、傾斜管側上側に薄層の清澄流を伴った集団沈降域があり、その上に単粒子沈降域が存在する。

4. まとめ 以上の結果を傾斜管沈殿池の傾斜管東部と流入帯部に分けてまとめると、傾斜管東部は単粒子沈降と集団沈降の場合分けを行なって表面負荷率理論を用いて評価できる。流入帯部は表面負荷率が低いと上下の濁度分布が形成され表面負荷率が高いと全層の濁度が一様となる。濁度500 mg/l以上では干渉沈降が傾斜管内にまで及び傾斜管沈殿池はシックナーのように機能する。今後、これらの実測データをもとに、傾斜管沈殿池の定量評価を試み、様々な条件下での固液分離特性を検討したい。

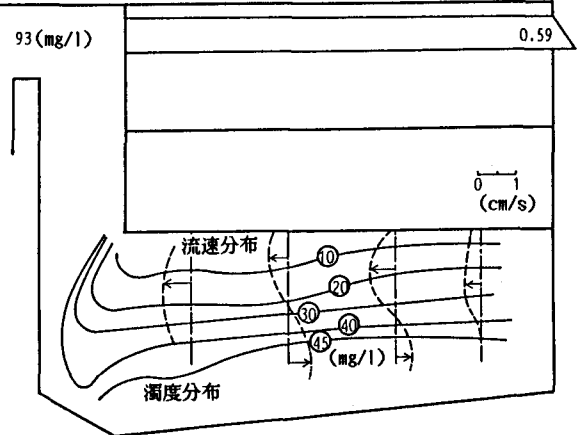


図-4 濁度分布・流速分布
(濁度 100 mg/l, 垂直上昇流速 3 m/hr)

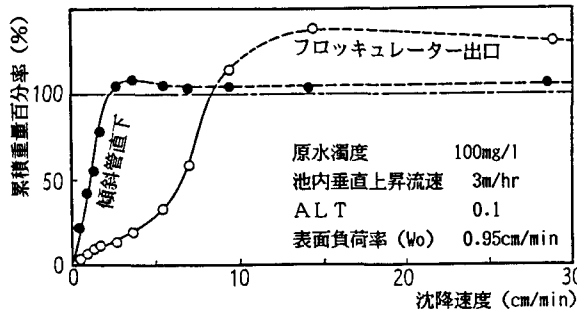


図-5-A 累積沈降速度分布

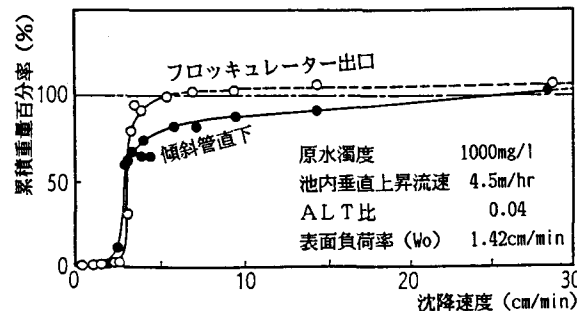


図-5-B 累積沈降速度分布

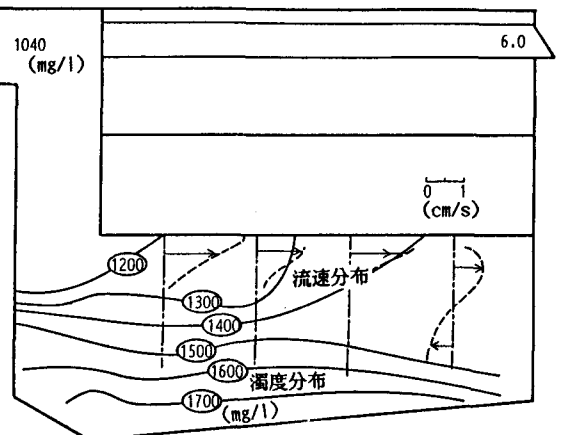


図-6 濁度分布・流速分布
(濁度 1000 mg/l, 垂直上昇流速 4.5 m/hr)

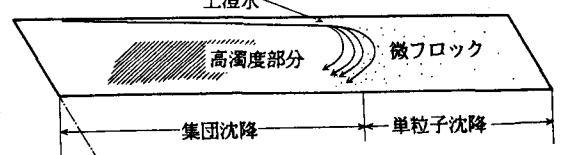


図-7 傾斜管内流況 (500 mg/l 以上系)