

急速攪拌槽の横断面形状の改良による G 値の低減化

東北工業大学 正会員 ○斎藤 孝市 今野 弘
学生会員 六澤 徳道 平野 匡美
三上 泰裕

1.はじめに

浄水処理プロセスは自然現象を科学的に応用している技術が少ないが、その中でも大きなエネルギーを必要とするプロセスが導入されているのも事実であり、浄水プロセスにおいても省エネルギー化、環境影響の少ない技術に関する研究が注目されてきている。そこで、ひとつの方法として、攪拌エネルギー低減化のために急速攪拌槽における横断面形状の改良を行うことで、急速攪拌の G 値低減化を試みた。

2.実験装置および条件

本研究では、標準として断面形状が円(丸槽)と正方形(角槽)の二種類の急速攪拌槽を使い、その中に共回りを防止するためのじゃま板を取り付けた場合の凝集実験を行い、攪拌強度 G 値低減化を試みた。まず実験装置は、図 1 に示したような攪拌装置を使用した。急速攪拌槽は丸槽と角槽で、じゃま板は図 2 のように配置されている。じゃま板を 0,2,4 枚の場合で比較をした。

原水は粘土粒子であるカオリンを使用し、実験条件を表に、実験手順を図 3 に示した。通常のジャーテストを実施した後に、沈澱除去率は、(原水濃度－上澄水濃度) / (原水濃度)×100(%)の式から算出した。なお攪拌強度 G 値を次式から算出した。またじゃま板は、化学工学の分野でいう完全じゃま板条件^{*)}になるように配置した。

$$G = \frac{\rho C a u^3}{\sqrt{2} \mu V}$$

ρ : 密度(kg/m³) μ : 粘性係数(kg/m.s)
 u : 攪拌翼平均速度(m/s) a : 攪拌翼面積(m²)
 C : 攪拌翼抵抗係数(-) V : 攪拌槽容量(m³)

$$\left(\frac{B}{D}\right)^{1.2} \times n = 0.35^{**})$$

B : じゃま板の幅(mm)
 D : 攪拌槽の幅(mm)
 n : じゃま板の枚数(枚)

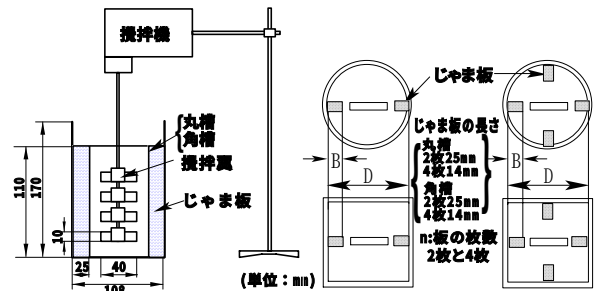


図 1 実験装置

図 2 じゃま板配置図

表 実験条件

項目	種類	カオリン
		濃度 (mg/L)
原水	pH	7.0(調整)
	アルカリ度 (mg/L)	90
	導電率	原水
凝集剤	種類	PAC(ポリ塩化アルミニウム)
	投与量 (mg/L)	100
	AL 濃度 (mg/L)	2.5
攪拌	攪拌強度 (s ⁻¹)	15~300
	回転数 (rpm)	丸(46~336) 角(50~367)
	攪拌時間 (min)	2
	攪拌速度 (s ⁻¹)	丸(8) 角(7)
	回転数 (rpm)	30
	攪拌時間 (min)	10
静置	攪拌時間 (min)	10
	静置時間 (min)	2

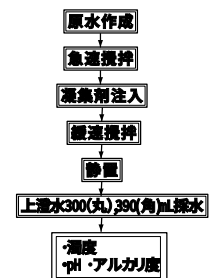


図 3 実験手順

3.実験結果および考察

3.1 急速攪拌槽にじゃま板を設置した事による流況の変化

急速攪拌槽にじゃま板を設置した場合、槽内の流れの変化状況を目視により詳細に観察した。結果を図 4 に示した。丸槽の急速攪拌槽にじゃま板 2 枚を設置した場合を図 4 の左上の図に示した。この図では、じゃま板の左下と右上は攪拌翼の流れがじゃま板に激しくあたり、じゃま板を境に反対側(図では左じゃま板の左上と右じゃま板の右下)へと流れが吸い込まれるようになっている。そのため左じゃま板の左上と右じゃま板の右下で、小さな渦ができ、その部分にはフロックが若干堆積してしまう。全体的には流れはじゃま板を境に対称になっている。フロックの大きさは、目視ではじゃま板 0 枚の場合に比べて小さくなるようであるが、成長したフロックはじゃま板の陰の箇所に堆積することが確認できた。じゃま板が 4 枚になると、2 枚の場合と同様にフロックサイズが小さくなるようであるが、じゃま板が増えた分だけじゃま板の陰の部分が多くなって、フロックの堆積箇所が 2 倍に増えることがわかった。これらか

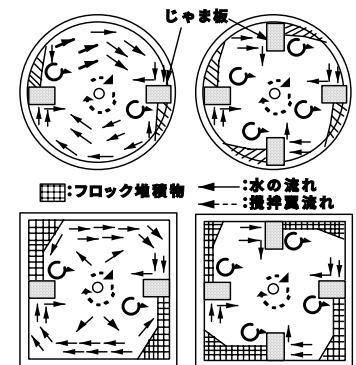


図 4 槽内の流況変化

ら、じゃま板が設置されることにより、円周方向の様な流れが乱され、小さな渦が三次元的に発生してそれが、薬品と濁質の接触機会を増加させて凝集効果を増しているように考えられる。じゃま板の存在は内部の一部に速い流速部を発生させるためにブロックはあまり大きくはならないが、ブロックはできやすくなると考えて良い。角槽の場合でも、じゃま板2、4枚とも丸槽とほぼ変わらない流況で、槽の隅で微細な左回りの流れが起こり、ブロックが堆積することが分かった。

以上の流況から、じゃま板を設置することで、流れが複雑になり、小さな渦が発生して凝集に効果的に働くことが類推できた。

3.2 G 値上昇による凝集実験結果

図5にG値と沈澱除去率の関係を示した。

じゃま板0枚におけるG値と沈澱除去率の関係は、丸槽の場合には、G値を増加させると、沈澱除去率がそれに応じて上昇し、G値が $100(\text{s}^{-1})$ 程度まで達すると最高の沈澱除去率を示し、それ以上G値を増加させても上昇せず、ほぼ一定値を示し、やがて若干ではあるが、低下するようである。

角槽の場合には、G値の増加による沈澱除去率の向上は同程度に起こるが、最高値後のG値の増加による除去率の低下が丸槽よりは顕著に表れるようである。これらから丸槽、角槽ともG値が一定値(ここではG値 $100(\text{s}^{-1})$)までは効果が増し、それ以上の高G値は無駄ということになる。じゃま板を2、4枚と設置した場合においても、じゃま板0枚の場合と同様に、G値を増加させると沈澱除去率の最高値に達し、その後除去率は低下するという傾向である。

沈澱除去率の増減状況を明らかにするために図6を示した。これまでより丸槽、角槽とも、傾向は同じであるが、図6を見るとじゃま板0枚の場合よりも、小さいG値で最高値を得ることができ、じゃま板の枚数を増やすことでさらにG値は小さくできるようである。また、 $G > 100(\text{s}^{-1})$ においては、一部で急激に除去率が減少したりといった結果になるので、このような適用は考えなくて良い。

3.3 G 値低減の検討

G値の低減状況を数値化するために図7を作成した。図によると、斜線部より下側にデータが存在すれば、じゃま板が設置されていないそのときの横軸のG値より、縦軸のG値分だけ同じ沈澱除去率を得るためのG値が低減できることを示している。したがって、じゃま板が無い場合のG値が $100(\text{s}^{-1})$ 程度の場合、丸槽でじゃま板2枚、4枚と角槽でじゃま板4枚の場合には、約50%のG値低減が可能であることを示している。

4. おわりに

本研究では、急速攪拌槽の形状やじゃま板の設置による急速攪拌の効果を検討した。

- その結果、①じゃま板は供回りを防止し、小さな渦を発生させて凝集効果を高めることが期待できること、
②じゃま板は丸槽、角槽とも設置することで効果があり、じゃま板が無い時のG値 $100(\text{s}^{-1})$ 程度では、50%程度のG値で同等の沈澱除去率を得ることができること、などが明らかになった。

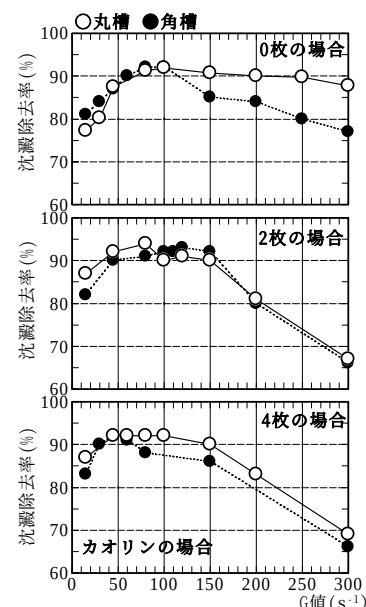


図5 G 値と沈澱除去率の関係

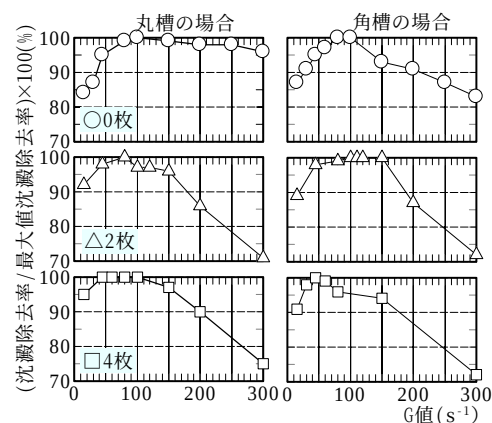


図6 G 値と(除去率/最大値除去率)の関係

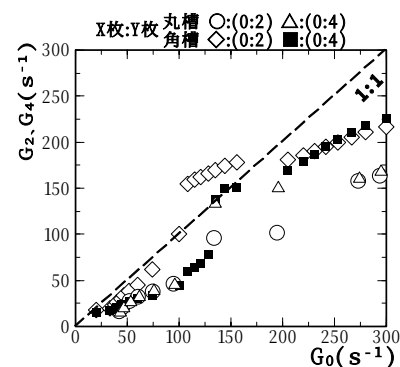


図7 G 値の低減状況