

急速攪拌槽へのじゃま板設置による G 値低減化の試み

東北工業大学 学生会員 六澤 徳道 遠藤 正晴
正会員 今野 弘 斎藤 孝市

1.はじめに

急速攪拌の攪拌強度 G 値を上昇させることが、凝集沈澱処理の高効率化をもたらすと認識されている。しかし、一方で現在の社会は省エネルギー化の技術開発も進んでいる。この両者を満足させるための一工夫として、急速攪拌槽にじゃま板を取り付けることを考えた。本研究では、じゃま板の有無による凝集沈澱処理の違いを比較し、急速攪拌の高効率化について検討した。

2.実験条件および方法

実験は表に示す実験条件で行った。原水は、pH7.0 およびアルカリ度 30mg/L に調製し、濁質として標準カオリン¹⁾を精製して濃度 10mg/L に調製した。また、実験は図1のように行った。原水を所定量作成した後、試料を採水して、濁度、pH、アルカリ度を測定した。原水の容量を 1000mL に調製した後、予備実験の結果より求めた AL 濃度 3(mg/L)を注入した。凝集剤注入後に図2に示した攪拌装置を用い、所定攪拌強度、攪拌時間で攪拌を行った。その際に、攪拌強度 G 値は次式から算出した。

表 実験条件

| 濁度 | 種類 | 標準カオリン | |
|-------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | 濃度(mg/L) | | 10 |
| アルカリ度(mg/L) | 濃度(mg/L) | 30 | |
| | pH | 7.0付近 | |
| 凝集剤 | 種類 | PAC(ポリ塩化アルミニウム) | |
| | 希釈倍率 | 100 | |
| | AL濃度(mg/L) | 3 | |
| 攪拌 | 攪拌時間(min) | 5 | |
| | 静置時間(min) | 10 | |
| じゃま板 | 攪拌強度(s ⁻¹) | 5,10,25,30,40,50,60,80,100 | |
| | 無 | 回転数(rpm) | 24,38,71,80,97,112,127,154,179 |
| | じゃま板 | 攪拌強度(s ⁻¹) | 5,10,15,20,30,40,50,60,70,80 |
| | 有 | 回転数(rpm) | 24,38,50,61,80,97,112,127,141,154 |

$$G = \sqrt{\frac{Cau^3}{2\mu}}$$

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

攪拌後 10 分静置を行い、上澄水 300mL を採水し、0.45μmメンブランフィルターでろ過を行い、溶解性 AL を測定する。また、pH、アルカリ度、全 AL を測定し、濁度除去率は((原水濁度 - 上澄水濁度) / 原水濁度) × 100% の式で求めた。全 AL、溶解性 AL はアルミノン法による吸光光度分析法を用いて求めた。

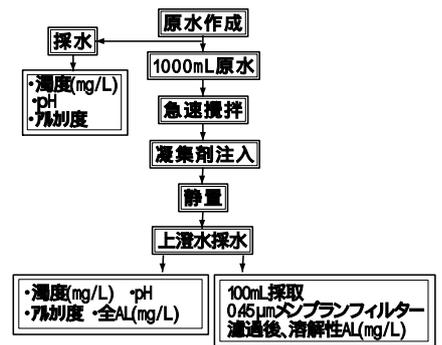


図1 実験手順

3.実験結果および考察

3.1 じゃま板の有無による流況変化

じゃま板の有無の攪拌槽での流れを目視によりよく観察した。

その結果を、図3の模式図に示した。図3からじゃま板無の攪拌槽では水中のフロックは、攪拌翼の回転と同じ方向に流動していて、フロックは攪拌槽の上から見た容器の外側に堆積し、攪拌を止めると中心に多く堆積した。次に、じゃま板有の攪拌槽では図4を見てわかるように、複雑な流れになっている。まず、流れはじゃま板を境に対称になっており、図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、図のように左回りの渦ができる。また、左上と右下は攪拌翼の回転に引き込まれるような流れになり、同じ左回りの渦ができ、左下と右上より流れが弱くなり、その結果フロックが左上と右下側に堆積する。またフロックがじゃま板無の場合に比べて小さくなった。これは、今回の攪拌装置の条件では、じゃま板と攪拌翼の間隔が 1.5mm と狭いことが原因であると考えられる。

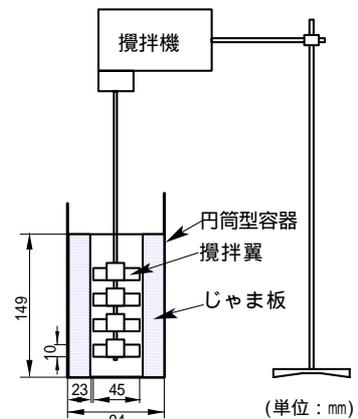


図2 攪拌装置

これらより、じゃま板は小さな渦や流れを多く生成させる働きをして、粒子同士を互いに接触させ、ひいては凝集させる効果を高めていることがわかるが、攪拌翼の大きさやじゃま板の長さによってフロックが大きくなり、ちぎれてしまう可能性も有り得ることが考えられた。

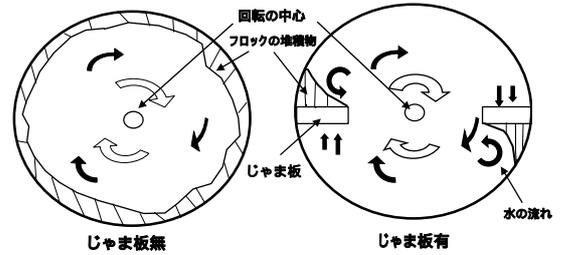


図3 じゃま板有無での流況変化

3.2 じゃま板の有無による濁度除去率の違い

図4は、じゃま板の有無によるG値と濁度除去率の結果である。じゃま板有のとき攪拌強度G値が $20(s^{-1})$ のとき濁度除去率がピークを迎え、濁度除去率が図で山状になった。まず、G値が $20(s^{-1})$ になるまで濁度除去率が上昇し、 $20(s^{-1})$ をピークに濁度除去率は低下した。また、じゃま板無ではG値が $60(s^{-1})$ のときに濁度除去率がピークを迎え、G値が $60(s^{-1})$ になるまで濁度除去率上昇し、 $60(s^{-1})$ をピークに濁度除去率は低下した。じゃま板の有無を比べてみると、どちらも濁度除去率のピーク値はほぼ同程度になったが、じゃま板無に比べてじゃま板有の方が濁度除去率の上昇が早く見られる結果となった。これは、じゃま板の存在が小さなG値で同等程度の沈澱除去率をもたらすこと示していると考えられる。

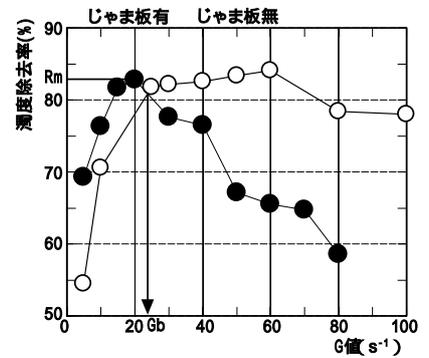


図4 じゃま板有無での濁度除去率の違い

3.3 じゃま板の有無による等価G値の検討

同一の濁度除去率を示すときのG値をもってじゃま板有のときの等価G値(G_y)と称することとし、それとじゃま板無の床にG値(G_n)を図5に示した。まず、図のX軸はじゃま板無のときのG値でY軸はじゃま板有のときの G_y 値である。図には、図4に示したじゃま板有のときの濁度除去率のピーク(R_m)までのG値を示した。図に示した点から斜線までの差分が、じゃま板設置で低減できたG値と評価できる。

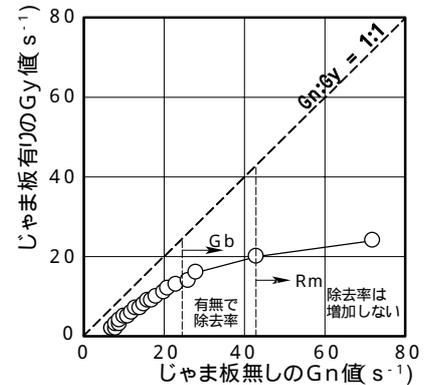


図5 等価G値の検討

図から判断すると、だいたい1/2程度のG値で、同じくらいの濁度除去率が得られると考えられる。しかし、 R_m を超えると、濁度除去率は増加せず、図4に示したじゃま板の有無で濁度除去率の値が交差する点(G_b)を超えてしまうと、じゃま板無の濁度除去率の値よりもじゃま板有の濁度除去率の値が下回る一方なので、じゃま板を設置した場合、 $G > G_b$ のG値で攪拌してもじゃま板の効果は無いと言える。

3.4 じゃま板の有無での全ALの違い

図6はじゃま板の有無による全AL濃度の違いを示した。図を見ると、それぞれの濁度除去率の増加に伴い、全ALが減少している。しかし、じゃま板の有無で比較すると、じゃま板無の全ALに比べ、じゃま板有の全ALの方が、多少多く見られる結果となった。

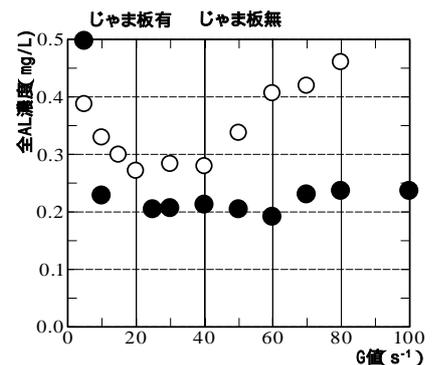


図6 じゃま板有無での全ALの関係

4. おわりに

本研究では、じゃま板の有無による凝集沈澱処理の違い、じゃま板の高効率化について検討した。その結果、じゃま板有がじゃま板無よりも、より小さなG値で濁度をじゃま板無と同等の除去率を得られること、今までの約1/2程度のエネルギーで攪拌が行えること、などが明らかになった。

参考文献) 上水試験方法, 日本水道協会, pp.82~85, 2001