

## 凝集・沈澱処理に及ぼす急速攪拌条件の基礎的検討

北見工業大学工学部

フェロー 海老江 邦雄

学生員 東 義洋

学生員 山木 暁

学生員 李 宰昊

1. ま え が き： 浄水処理の最初の工程である凝集操作の良否は、最終的な処理水質に大きく影響する。凝集に影響する要因には、Camp らが提唱した攪拌強度(G 値)と攪拌時間(T 値)がある。従来、わが国の凝集操作で一般的に採用されてきた急速攪拌強度は  $100 \sim 150s^{-1}$  程度であるが、原水水質および凝集剤によって最適な攪拌強度ならび攪拌時間が異なることは当然と考えられる。今回は、河川表流水を対象に、アルミニウム系と鉄系凝集剤に適する攪拌強度と攪拌時間を明らかにすることを目的に、凝集試験と吸引ろ過試験を行った。その結果、いくつかの知見が得られたのでここに報告する。

2. 実験方法と条件： 図 - 1 に示す角型水槽に河川表流水を 8L 容れ、所定の急速攪拌 G 値の下で凝集剤を注入し、所定時間の攪拌を行った。その後、G 値  $20s^{-1}$  で 20min の緩速攪拌を行い、静置開始時から所定時間間隔ごとに水面から 10cm 下にある採水口から処理水を採取した。採取試料の濁度の減少割合から沈降速度分布を求めた。また、G 値の算出は以下の式によった。

$$G = \sqrt{\frac{C \times A \times \omega^3}{2 \times \mu \times V}}$$

ここで、C：攪拌係数(-)、A：攪拌翼面積( $m^2$ )、 $\omega$ ：周辺速度(m/sec)  
 $\mu$ ：動粘性係数( $m^2/sec$ )、V：攪拌槽容量( $m^3$ )

なお、凝集剤には、鉄シリカ系高分子凝集剤(以下、PSI)と PAC を用い、PSI としては鉄とシリカのモル比が 1 : 1 (以下、PSI-1)を用いた。吸引ろ過試験では、500ml の処理水を  $0.45 \mu m$  メンブランフィルターで吸引ろ過(到達真空度 27.6kPa)するの

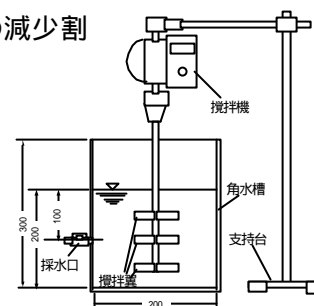


図 - 1 攪拌装置の外形図

## 3. 実験結果と考察：

1) 急速攪拌 G 値と処理性： 図 - 2 に G 値を 60、150、300、650、 $1000s^{-1}$  の 5 条件に設定し、その攪拌時間を 5min とした場合の沈降時間に伴う処理水濁度の動きを、凝集剤として PAC、PSI-1 の 2 種類を用いた場合について示す。まず、PAC の場合には、

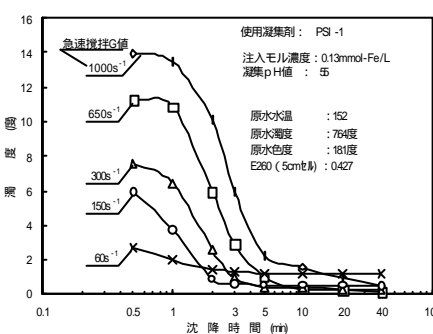
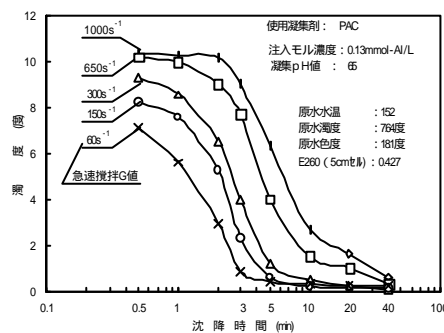


図 - 2 沈降時間に伴う濁度の動き

G 値  $60s^{-1}$  および  $150s^{-1}$  では沈降初期の濁度低下は著しいが、10min 以降は緩慢に推移している。また、G 値を  $300s^{-1}$  以上に設定した場合には、沈降初期における低下割合は小さいが、10min 以上でも濁度は緩やかに低下しており、沈降 40min 後には G 値を  $300s^{-1}$  とした場合に最も低い濁度となった。他方、PSI-1 の場合においても、G 値が小さい場合ほど沈降初期における低下割合が大きく、早い段階で平衡状態に達したが、フロックに取り込まれない濁質粒子が多く残留する傾向となっている。また、G 値が  $300s^{-1}$  以上の場合には、沈降時間の経過に伴って濁度は緩やかに減少し、沈降 40min 後には G 値  $650s^{-1}$  で濁度は最も低くなった。以上の結果から、高強度の G 値を採用した場合には、沈降初期の低下割合は減少するが、沈降時間を長く設定することにより、濁質の除去率を

キーワード：攪拌強度、攪拌時間、沈降速度、ろ過抵抗、PAC、PSI

連絡先：〒090-8507 北見市公園町 165 番地 北見工業大学 TEL :0157-26-9501 FAX:0157-23-9408

高めうる事が明らかになった。

2) 急速攪拌 G 値と沈降速度分布： 図 - 3 は一例として、図 - 2 の PSI-1 を用いた場合における粒子の沈降速度分布を示している。同図より、G 値が  $300\text{ s}^{-1}$  以下の場合には、 $10\text{cm/min}$  以上の沈降速度を有する粒子の割合が多く、 $60\text{ s}^{-1}$  では  $57.8\%$  にも上っている。一方、G 値が  $300\text{ s}^{-1}$  以上となると  $10\text{cm/min}$  以上の粒子の割合は少なくなり、 $3.3\text{cm/min}$  以下の粒子が増加している。しかしながら、G 値が大きくなるにつれて  $0.25\text{cm/min}$  以下の粒子の割合は少なくなり、G 値  $60\text{ s}^{-1}$  と  $650\text{ s}^{-1}$  とで比較すると、後者は  $23\%$  程度少なくなった。したがって、G 値の上昇は、沈降速度の速い粒子と遅い粒子の両方の割合を低下させることとなる。

3) 急速攪拌時間と処理性： 図 - 4 に急速攪拌時間を  $0.5$ 、 $1$ 、 $3$ 、 $5$ 、 $7\text{min}$  の 5 条件に設定した場合の沈降時間に伴う濁度の動きを、凝集剤別に示した。なお、G 値は PAC の場合に  $300\text{ s}^{-1}$ 、PSI-1 の場合に  $650\text{ s}^{-1}$  とした。いずれの凝集剤を用いた場合にも、急速攪拌時間が

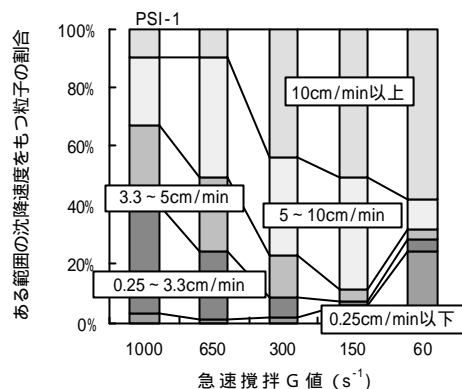
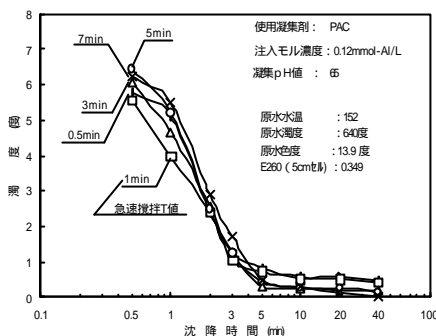


図 - 3 濁質粒子の沈降速度分布

長いほど濁度は低下している。また、いずれの攪拌時間においても、初期の濁度低下割合は殆ど同程度であるが、攪拌時間が短いほど多くの濁質粒子が残存し、早い段階で平衡状態に達している。つぎに、沈降時間  $40\text{min}$  で急速攪拌時間  $0.5\text{min}$  と  $7\text{min}$  との場合を比べると、後者の方が PAC の場合  $90.0\%$ 、PSI-1 の場合  $90.1\%$  も改善される結果となった。

4) 吸引ろ過試験の結果： 表 - 1 は、一例として、PAC を用いた沈降  $40\text{min}$  後の処理水水質と吸引ろ過時間を示している。また、吸引ろ過時間と残留 Al および残留濁度との直線回帰分析を行った結果を図 - 5 に示す。まず、表 - 1 より、残留 Al は、攪拌 G 値が  $1000\text{ s}^{-1}$  の場合に最も低くなっており、他の残留物質とは異なる処理性を示している。また、吸引ろ過に要した時間も G 値が大きいくほど短く、すなわち、ろ過抵抗が小さくなる傾向を示している。図 - 5 においてろ過抵抗と残留物質との関係を見ると、残留濁度とろ過所要時間における相関係数 ( $R=0.12$ ) は非常に低いのに対し、残留 Al では非常に高い相関係数 ( $R=0.97$ ) が得られている。このことから、ろ過抵抗の主因子は、濁度ではなく凝集剤由来の残留 Al であることが分かった。

4.あ と が き： 従来、急速攪拌の G 値としては  $150 \sim 100\text{ s}^{-1}$  程度が広く採用されてきたが、今回の結果によると、PAC および PSI のいずれを用いた場合にも、従来値より G 値を増加させることにより処理性は向上し、併せてろ過抵抗が著しく低減することが分かった。また、凝集・沈澱処理性の評価においては、濁度と色度だけでなく残留 Al をも含めて評価をすべきことを明らかにした。

図 - 4 沈降時間に伴う濁度の動き

表 - 1 G 値に伴う処理性と吸引ろ過時間

攪拌 G 値 ( $\text{s}^{-1}$ )	残留濁度 (度)	残留色度 (度)	残留 E260 (ABS/5cm <sup>2</sup> )	残留 Al (mg/L)	吸引ろ過所要時間 (sec)
60	0.34 (1.1)	2.2 (1.3)	0.082 (1.0)	0.53 (1.0)	912 (1.0)
100	0.32 (1.0)	1.7 (1.0)	0.082 (1.0)	0.51 (1.0)	899 (1.0)
150	0.28 (0.9)	1.7 (1.0)	0.080 (1.0)	0.39 (0.8)	598 (0.7)
300	0.17 (0.5)	1.5 (0.9)	0.079 (1.0)	0.37 (0.7)	439 (0.5)
650	0.29 (0.9)	1.6 (0.9)	0.082 (1.0)	0.32 (0.6)	272 (0.3)
1000	0.31 (1.0)	1.7 (1.0)	0.083 (1.0)	0.23 (0.5)	203 (0.2)
1350	0.52 (1.6)	1.7 (1.0)	0.088 (1.1)	0.31 (0.6)	269 (0.3)

( )内の数値は、攪拌G値1000<sup>s</sup>-1における値を10倍とした場合の倍率

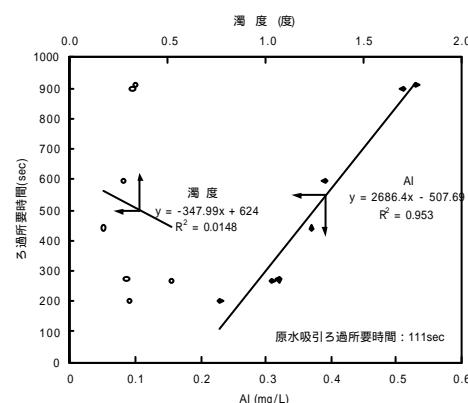


図 - 5 残留物質と吸引ろ過時間