

超高塩基度 PACI を用いた凝集+砂ろ過に適した急速攪拌要件の検討

大阪工業大学 学生会員 ○中川 俊志
大阪工業大学 正 会 員 笠原 伸介

1.はじめに … 近年、浄水処理の分野では、凝集性に優れた塩基度 70 %の超高塩基度ポリ塩化アルミニウム (以下、高 PACI) が開発され、多くの実証データが報告されている¹⁾。しかし、その適用条件と浄水処理効果の関係が体系的に示された事例は少なく、とりわけ、急速砂ろ過におけるろ過水質や圧力損失と前段の凝集攪拌条件との関連性についてはこれまであまり有益な情報が得られていない。そこで、本研究では、高 PACI の性能を引き出し得る急速攪拌要件を明らかにするため、従来の塩基度 50 %のポリ塩化アルミニウム (以下、PACI) と高 PACI によるろ過特性の比較実験を行い、高 PACI によるろ過性改善に及ぼす攪拌強度および攪拌時間の影響について検討した。

2.実験 … 図 1 に、実験装置の概要を示す。実験装置は、回転数可変の攪拌機を装着した 3 槽直列の急速混和槽 (1 槽あたりの攪拌翼：幅 1.5 cm ×長さ 3.5 cm × 6 枚、1 槽あたりの有効容積：約 4.1 L) およびろ過筒 (直径 7 cm の円形断面) より構成され、ろ過筒内部には有効径 0.64 mm、均等係数 1.4 の珪砂をろ層厚 60 cm、空隙率 44.3 %で充填した。実験原水として濃度 20 mg/L のカオリン懸濁液を用い、凝集剤として PACI または高 PACI を葉注率 6 ppm で注入後、表 1 の条件で急速攪拌を行った。急速攪拌後の水は直ちにろ過速度 240 m/d でろ過筒に通水した。

3.攪拌強度 (G 値) の影響 … 図 2 に、各種 G 値で形成された急速混和後のフロック径分布を示す。これによると、高 PACI は PACI に比べて高い凝集性²⁾を有しているにもかかわらず、本実験では G 値が同じであれば、両凝集剤で形成されたフロック径分布に大きな違いは見られなかった。また、いずれの凝集剤を用いても、粒径 20 μm 以下の粒子については、高い G 値で攪拌するほど粒径分布が大径側にシフトしたが、粒径 20 μm 以上の粒子については、G 値 115 s⁻¹を境に粒子数が減少し、G 値 325 s⁻¹では水流のせん断による破壊が顕著に起こっている様子が示唆された。

次に、ろ過挙動の比較を示した図 3 によると、いずれの凝集剤においても、G 値を高めるとろ過水濁度を維持したまま損失水頭の上昇速度が緩和され、高 PACI を用いた場合も従来の PACI と同様、ろ過性改善のために急速攪拌 G 値の最適化が重要であることが示唆された。また、PACI と高 PACI における損失水頭の上昇速度を比較すると、その差は最大でも 10 %程度に止まり、本実験条件では、ろ過を行う上での高 PACI の優位性は確認されなかった。

4.攪拌時間 (T 値) の影響 … 図 4 に、各種 T 値で形成された急速混和後のフロック径分布を示す。これに

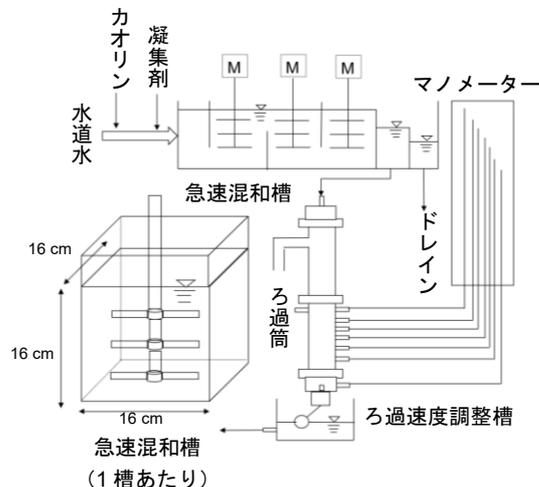


図 1 実験装置の概要

表 1 急速攪拌条件

(a) 攪拌強度 (G 値) の検討

凝集剤	G 値 (s ⁻¹)	T 値 (min)	GT 値 (-)
PACI	22	5	6,600
PACI	115	5	34,500
PACI	325	5	97,500
高 PACI	22	5	6,600
高 PACI	115	5	34,500
高 PACI	325	5	97,500

(b) 攪拌時間 (T 値) の検討

凝集剤	G 値 (s ⁻¹)	T 値 (min)	GT 値 (-)
PACI	115	1	6,900
PACI	115	5	34,500
PACI	115	10	69,000
高 PACI	115	1	6,900
高 PACI	115	5	34,500
高 PACI	115	10	69,000

キーワード：凝集剤、超高塩基度 PACI、急速攪拌、G 値、T 値、砂ろ過

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 TEL：06-6954-4165

よると、T 値が同じであれば、両凝集剤で形成されたフロック径分布に大きな違いは見られず、G 値同様、本実験では凝集性の違いによる急速混和槽内でのフロック形成速度の差は確認されなかった。また、いずれの凝集剤を用いても、T 値が長いほど急速攪拌後の粒径分布が大径側にシフトし、粒径分布が平衡状態に到達する前に急速混和が打ち切られた様子が示唆された。

次に、ろ過挙動の比較を示した図 5 によると、PACI では、T 値が長いと損失水頭の上昇速度のみが緩和され、ろ過水濁度はほぼ変化しなかったのに対し、高 PACI では、T 値が長いと損失水頭の上昇速度が緩和されるとともに、ろ過水濁度も大きく低下した。また、PACI と高 PACI における損失水頭の上昇速度を比較すると、高 PACI は PACI に対して T 値 1 min で 0.97 倍、T 値 5 min で 1.11 倍、T 値 10 min で 1.17 倍となり、T 値が長いほど高 PACI で高い損失水頭が発現する傾向が見られた。ここで、T 値 10 min におけるろ過開始 18 hr 後の損失水頭に注目すると、凝集剤の違いによる損失水頭の差はほぼ表層 10 cm で発現しており、高 PACI を用いるとフロックが表層で抑留される傾向が強くなり、その傾向は T 値が長いほど顕著となることが分かった。さらに、ろ過開始 1 hr 以降の平均ろ過水濁度に注目すると、T 値が 5 min 以上では、PACI より高 PACI において良好な水質が得られたが、T 値が 1 min では、逆に PACI において良好な水質が得られた。このことから、高 PACI を採用する場合は、凝集反応に必要な最低限の攪拌時間を確保することが重要と考えられる。

5. おわりに … 本研究により、砂ろ過の前段で高 PACI を適用する場合、十分な攪拌時間を確保することが重要であることが示された。

最後に、本研究を行うにあたり、データ採取にご協力いただいた本学卒業生の清水啓之君と松本桂樹君に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 古林 祐正 他：パイロットプラントを用いた高塩基度 PAC の濁度の除去性及びアルミニウム残留性に関する評価，水道協会雑誌，第 80 巻，第 3 号，pp. 2-11，2011.3
- 2) 笠原 伸介 他：超高塩基度 PACI を用いた凝集集塊性に関する基礎的検討，日本水環境学会年会，2017.3

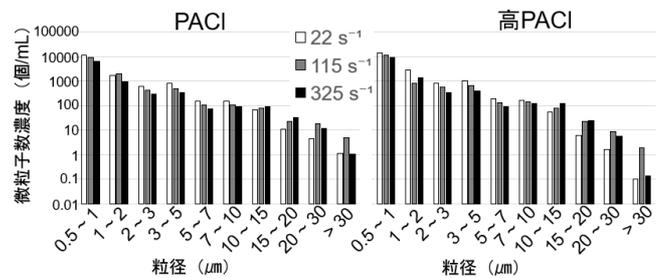


図 2 各種 G 値で形成された急速混和後のフロック径分布 (T 値：5 min)

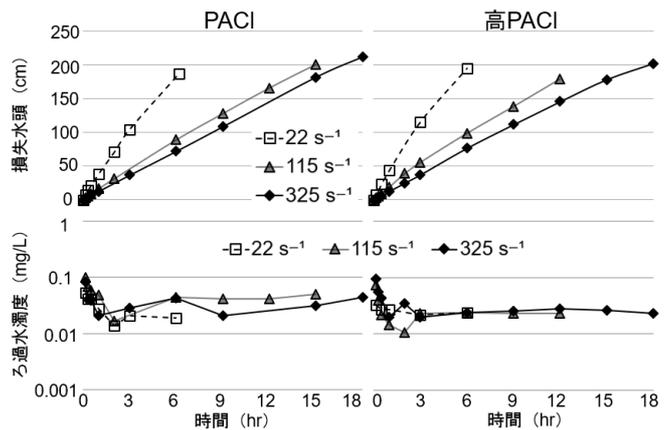


図 3 損失水頭とろ過水濁度に及ぼす G 値の影響

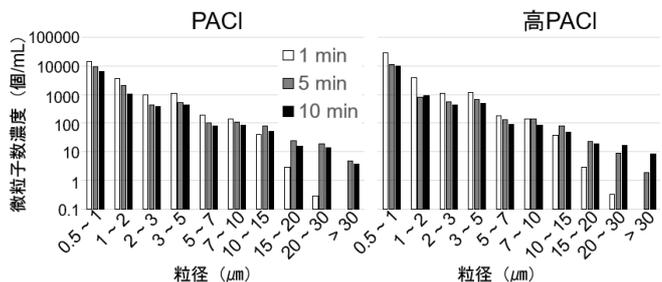


図 4 各種 T 値で形成された急速混和後のフロック径分布 (G 値：115 s⁻¹)

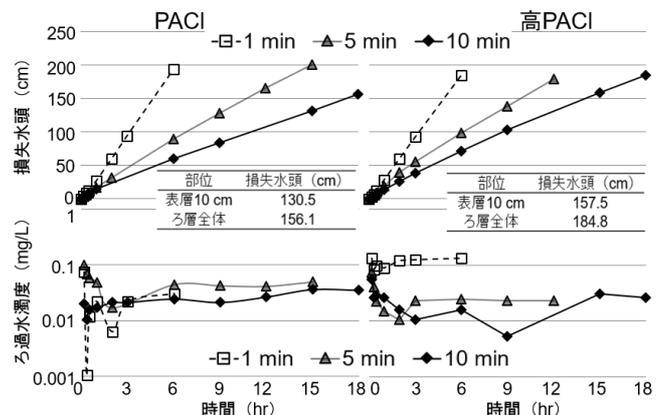


図 5 損失水頭とろ過水濁度に及ぼす T 値の影響 (図中の表は、T 値 10 min におけるろ過開始 18 hr 後の損失水頭)