

N-8 急速攪拌の適正化による PAC・有機性ポリマーの二段凝集法の処理性改善

北見工業大学工学部 海老江 邦 雄

同 上 ○樋口 真也

同 上 田村 繁生

同 上 川口 倫由

1. ま え が き 有機性ポリマー（以下、ポリマー）は、外国では、凝集助剤やろ過助剤として浄水処理に広く使用されてきた。ポリマーを凝集助剤として併用する場合、急速攪拌槽内に無機の主凝集剤と同時注入するのが一般的である。しかしながら、それら凝集剤の作用機序は全く異なるから、急速攪拌槽を直列二段に配置し、主凝集剤で初期粒子の凝集と微フロック形成とを進行させた後に、微フロックの架橋作用の促進にポリマーを機能させる二段凝集法が、従来の一段同時注入法よりも、優れた凝集沈澱効果を発揮するものと考えられる。

ここでは、二段注入凝集法の有効性を検証するために、PAC・ポリ系ポリマーを用いた実験を、急速攪拌の強度 G_R 値及び時間 T_R 値（ T_R 値 = T_{RM} 値 + T_{RA} 値、 T_{RM} 値は PAC 注入からポリマー注入までの時間、 T_{RA} 値はポリマー注入から急速攪拌終了までの時間）を変動させて行った。その結果、処理水の濁度、STR 及び粒子個数濃度の動きから、二段注入凝集法の有効性などが明らかになったので報告する。

2. 実 験 図1は回分式の凝集実験装置（最大 G_R 値 3,000 s^{-1} ）であり、矩形水槽（容量 8L）及び攪拌機で構成されている。実験には、水温 20℃ に調節した大学水道水にカリン 20mg/L、PAC10mg/L 及びポリマー 0.1mg/L を注入した試料水（pH6.8 ± 0.1）を用いた。また、急速攪拌（ G_R 値 150 ~ 1500 sec^{-1} 、 T_R 値 2 ~ 10min）、緩速攪拌（ G_S 値 20 sec^{-1} 、 T_S 値 20min）、静置 20min を採用し、上澄み水の濁度を濁度・色度計（日本電色工業製、WA2000N）で、粒子個数濃度を微粒子カウンター（富士電機製、ZVM Hybrid Particle Counter）で測定した。STR については、処理水 500mL 及び同量の蒸留水（吸引時間は、20℃ で 60sec）を孔径 0.45 μm の MF で吸引（到達真空度 26.7kPa）するに要した時間の比から算出した。

3. 実験結果及び考察

3・1 浄水場で多用の急速攪拌条件でポリマー併用時の処理性

我が国の浄水場で多用される G_R 値 150 sec^{-1} 及び T_R 値 2min を採用し、 T_{RM} 値を段階的に上昇させた実験の結果を表 1 に示す。PAC・ポリマー同時注入（ T_{RM} 0min）時の濁度は、PAC 単独注入時より僅かに改善（6.81 → 6.49 度）されたが、STR は僅かに上昇した。 T_{RM} 値を 0 → 1min にすると、濁度は 6.49 → 4.63 度へ低下して最低となった。 T_{RM} 値を更に延長させると、濁度は上昇に転じ、 T_{RM} 値 2.0min 時（緩速攪拌の直前）の濁度は PAC 単独注入時と同程度になったが、STR は 21.4% 上昇した。その原因は、 T_{RM} 値が短過ぎるため、ポリマーによる架橋効果が減少し、残留凝集剤量が増加した結果と考えられる

3・2 T_R 値の延長に伴う二段凝集法の処理性

二段凝集法による処理効果を更に高めるために、 T_R 値を 5 及び 10min に延長した実験の結果を図 2 及び図 3 に示す。濁度及び STR も大幅に改善されており、 T_R 値延長の重要性が示唆される。処理水濁度が最低となった T_{RM} 値は、 T_R 値 5min の場合には 2.5min、 T_R 値 10min の場合には 7.5min であった。また、 T_{RM} 値 2.5min

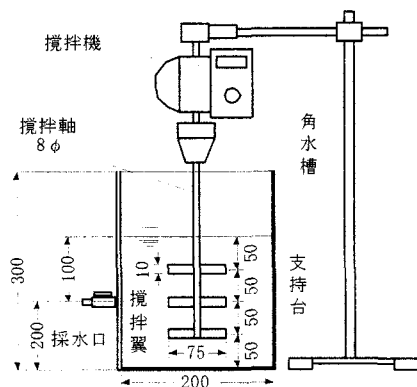


図1 凝集実験装置の模式図 (mm)

表1 T_{RM} 値の延長に伴う処理性
(G_R 値: 150 s^{-1} 、 T_R 値 2min)

凝集剤	T_{RM} 値 (min)	濁度 (度)	STR (-)
PAC	-	6.81	5.94
PAC	0	6.49	6.04
PAC	0.5	6.23	6.14
+	1.0	4.67	6.10
ポリマー	1.5	5.47	6.36
	2.0	6.92	7.21

で T_{RM} 値を2.5 (図2)→7.5min (図3) とすると処理水濁度の改善は61.0% (2.34→0.94度)、 T_{RM} 値2.5min で T_{RM} 値を2.5min (図2)→7.5min (図3) に延長させると、改善は43.3% (2.34→1.33度) となり、 T_{RM} 値2.5min が確保されれば、 T_{RM} 値の延長のほう が濁度改善に大きく寄与することが分かった。

表2は、 T_R 値10minの場合における処理水中の 粒子個数濃度を示している。径 $15\mu\text{m}$ 以上の粒子 は、ポリマーの併用時に798からほぼ250個/mLへ減 少しているが T_{RM} 値による変化に小さい。変化が最 も激しかった径 $1\sim3\mu\text{m}$ の粒子は、 T_{RM} 値7.5min 時に最低 (19,672→7,442個/mLへと62.2%減少) となった。それに比べ、 T_{RM} 値0min時には、PAC 単独時よりも増加している。このように、PAC と ポリマー同時注入時には、PAC単独時よりもろ層に流 入する捕捉効率の低い微細粒子が増加するので、 ろ過水水質への影響が懸念される。

3.3 G_R 値の上昇に伴う二段凝集法の処理性

凝集沈澱効果を高める方法として G_R 値の上昇に よる最適化が提唱されている。図4及び図5は、

T_R 値10minと設定し、PAC単独時及び3.2で濁度処理性が最も良かった T_{RM} 値7.5minとする二段注入時にお ける G_R 値の上昇に伴う処理結果を示している。ポリマー併用時には濁度は低くなり改善が進んでいるが、STR は逆に高くなっている。 G_R 値の上昇に伴って、いずれの場合にも濁度及びSTRは低下して行くが、PAC単独 処理時の濁度は 450s^{-1} 、STRは 1000s^{-1} で、また、二段注入時の濁度、STRはともに 1000s^{-1} で最低となった。

粒子個数濃度は、いずれの場合にも、 G_R 値の上昇に伴って一 旦は減少するが、その後、径の大きな粒子ほど低い G_R 値から 上昇 (フロックの破壊)を開始している。それに対し、二段注入 時の変動幅はPAC単独時よりも小さく、併用時よりも高い G_R 値で上昇を開始している。これは、二段注入時には強度が大 きなフロックが形成されていたことを示すと理解される。また、 G_R 値を径 $1\sim3\mu\text{m}$ の粒子個数濃度がほぼ最低となった 1000s^{-1} 付近に設定すれば、濁度及びSTRとも最低となっているから、 最良のろ過処理を行うことができると推測される。

4. ま と め ポリマー併用時における凝集沈澱の処理性を高 めるためには、PAC・ポリマーの同時注入法よりも二段注入凝集 法が有効であることを実証した。また、ポリマー注入後の T_{RM} 値 は2.5min程度必要であること、及び G_R 値 1000s^{-1} 付近で最良 の結果となることを示した。しかしながら、二段注入凝集法 ではPAC単独時よりも処理水のSTRが上昇するため、その抑 制方法の開発が今後の課題と考えられる。当面は、沈澱後に 配置されるろ過池を複層 (アンサイト+珪砂) とするなど、損失 水頭の抑制対策を採ることが必要であろう。

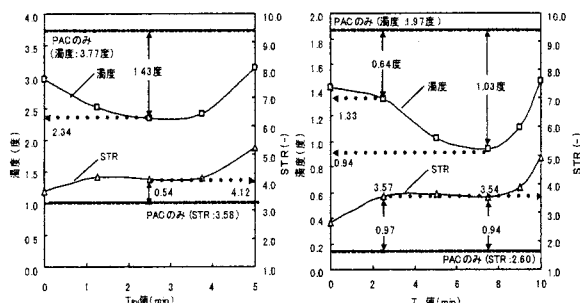


図2 T_{RM} 値の延長に伴う処理性 (G_R 値: 150s^{-1} , T_R 値: 5min) 図3 T_{RM} 値の延長に伴う処理性 (G_R 値: 150s^{-1} , T_R 値: 10min)

表2 T_{RM} 値の延長に伴う粒子個数濃度

凝集剤	T_{RM} 値 (min)	粒子個数濃度 (個/mL)			
		1-3 μm	3-7 μm	7-15 μm	15 μm +
PAC	—	19,672	2,823	1,174	798
PAC + ポリマー	0	21,735	2,830	1,202	246
	2.5	16,330	2,474	1,124	246
	5.0	9,829	2,541	1,130	255
	7.5	7,442	2,450	1,092	281
	9.0	8,754	2,547	1,001	245
	10.0	14,438	3,050	972	225

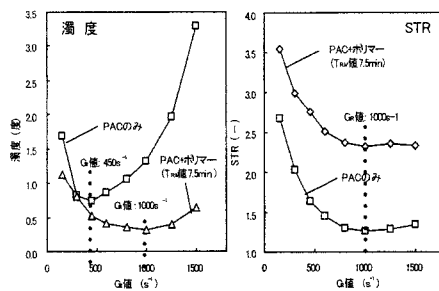


図4 G_R 値の上昇に伴う処理性

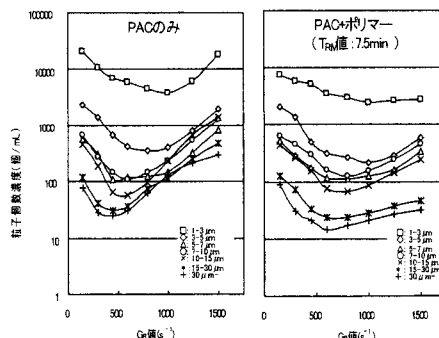


図5 G_R 値の上昇に伴う粒子個数濃度