

急速攪拌条件の適正化に関する基礎的研究

北見工業大学 フェロー 海老江 邦雄 学生員 東 義洋
学生員 山 木 暁

1. ま え が き わが国では比較的弱く、短い急速攪拌(G_R 値 $100 \sim 200s^{-1}$ 、 T_R 値 $1 \sim 5min$)が採用され、過剰な凝集剤注入(Sweep 型の凝集が卓越)が行われている。それゆえ、汚泥発生量の増加だけではなく、残留凝集剤による砂ろ過池の短時間閉塞などの問題を引き起こしている。本論では、広範な G_R 値の下でカオリン試料水を用いた凝集実験を行い、沈澱処理後に残留する濁度および凝集剤量を低減化し、沈澱処理後に配置される砂ろ過池の損失水頭の抑制に繋がる Al 系、Fe 系凝集剤の適正な G_R 値について検討した。また、損失水頭の発生に寄与する沈澱処理中の因子を三元配置法で分散分析した。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。



写真1 凝集実験装置

2. 実験方法および条件 写真1に示す凝集実験装置(容量8Lの水槽と攪拌機とから成り、広範な G_R 値が設定可能)を用いた。凝集実験は、急速攪拌(G_R 値 $60 \sim 2500s^{-1}$ 、 T_R 値 300sec)、緩速攪拌(G_S 値 $20s^{-1}$ 、 T_S 値 1200sec)、静置時間 40min で行い、凝集剤として Al 系の Alum と PAC、Fe 系の $FeCl_3$ と PSI-3 (鉄:シリカのモル比 1:3) の4種類を用いた。ろ過抵抗の指標である吸引過時間指標 STI 値(T_t/T_d)は、孔径 $0.45 \mu m$ メンブランフィルター(70mm)による沈澱水 500mL の吸引時間 T_t と蒸留水(20 ± 0.1)の吸引時間 T_d (63sec)の比から算出した。

3. 実験結果と考察

1) 凝集剤注入率の上昇に伴う凝集沈澱処理 カオリン 5mg/L の試料水(20 ± 0.1)を、 G_R 値 $150s^{-1}$ で凝集処理した結果を図1および図2に示す。同図から、注入率 $0.02mmol-metal/L$ における濁度除去率は、PAC の場合 44.3、PSI-3 の場合 80.6% であり、比較的少ない凝集剤注入率で容易に低濁化でき、特に PSI-3 の濁度除去性が優れている。他方、注入した凝集剤については、PAC 60.1、PSI-3 50.0% の残存率となっている。そこで、注入率を 0.02 から $0.08mmol-metal/L$ に増加させ、これら値の更なる低減化を試みた。その結果、濁度除去率は PAC で 44.3 85.5%、PSI-3 で 80.6 91.4% と非常に高くなったのに対し、凝集剤の残存率は、いずれの凝集剤においても 40% を上回っており、濁度のような大幅な改善は認められなかった。また、Alum および $FeCl_3$ を用いた場合にも、同様の傾向であった。したがって、 G_R 値 $150s^{-1}$ で凝集剤注入率を上昇させる方法では、濁度については低減しうるが、凝集剤残留量については十分に低減化出来ないことが分かった。ついで、これらにおける STI 値の動きを図3で見ると、いずれの凝集剤を用いた場合にも、凝集剤注入率を上昇させても大幅には低下していない。また、これらの値は濁度ではなく凝集剤残留量の動きと近い傾向を示した。このことは、STI 値の変動要因は濁度ではなく、凝集剤残留量であることを窺わせる。

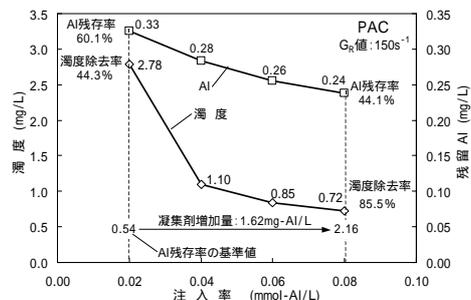


図1 PAC注入率に伴う処理性

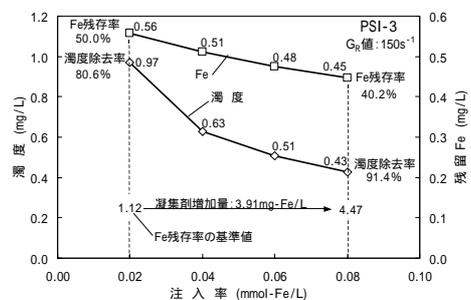


図2 PSI-3注入率に伴う処理性

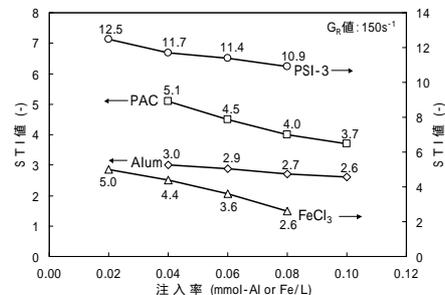


図3 凝集剤注入率に伴うSTI値

キーワード： G_R 値、STI 値、凝集剤残留量

連絡先：〒090-8507 北見市公園町165番地 北見工業大学 TEL0157-24-9501 FAX0157-23-9408

2) 三元配置法による STI 値の影響因子の解析

通常の沈澱処理水中に残留する程度の濁度および凝集剤量を持つ試料を調整し、以下の検討を行った。図4で凝集剤濃度が一定でカオリン濃度を増加させた場合の STI 値を見ると、いずれの凝集剤の場合にも、濁度の増加に伴う STI 値の上昇は僅かである。一方、図5のカオリン濃度一定で凝集剤残留濃度を増加させた場合には、STI 値は凝集剤の残留濃度の増加に比例して高くなっている。このことから、STI 値の変動要因は、沈澱水中の濁度ではなく凝集剤であることが示唆される。また、いずれの場合においても G_R 値が高い場合ほど STI 値は低くなっている。Alum と $FeCl_3$ の場合についても、同様の結果であった。

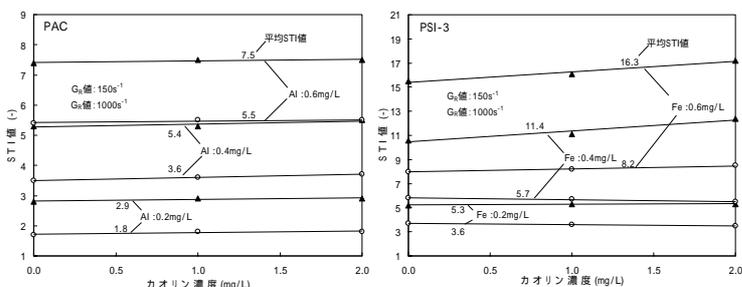


図4 カオリン濁度に伴う STI 値

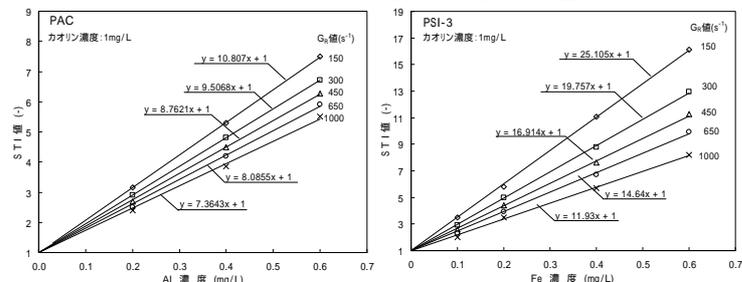


図5 凝集剤量に伴う STI 値

ついで、STI 値の寄与因子を明確にするために、通常の沈澱処理水に残留する程度の濁度(0, 1, 2mg/Lの3水準)および凝集剤量(Al or Fe:0.2, 0.4, 0.6mg/Lの3水準)と G_R 値(150, 550, 1000s⁻¹の3水準)を主因子とした三元配置法で一連の凝集試験を行った。その分散分析結果を表1に示す。同表より、STI 値の変動に対しては凝集剤量による寄与率が最大(Alum:93.4, PAC:83.9, $FeCl_3$:68.6, PSI-3:59.8%)であった。これに次ぐ寄与因子としては G_R 値であった。これらに比べ、濁度は STI 値の変動に殆ど寄与していない。

表1 STI 値の分散分析

凝集剤	因子	自由度	変動	分散	F検定	寄与率
Alum	Al濃度(A)	2	24.99	12.49	**	93.4
	G_R 値(G)	2	1.40	0.70	**	5.2
	濁度(T)	2	0.02	0.01		0.1
	誤差	8	0.01	0.00		1.3
	計	26	26.76	13.20		100.0
PAC	Al濃度(A)	2	72.36	36.18	**	84.3
	G_R 値(G)	2	12.80	6.40	**	14.6
	濁度(T)	2	0.01	0.00		0.1
	誤差	8	0.02	0.00		1.0
	計	26	86.21	42.59		100.0
$FeCl_3$	Fe濃度(F)	2	4.37	2.19	**	68.6
	G_R 値(G)	2	1.42	0.71	**	22.3
	濁度(T)	2	0.02	0.01		0.4
	F×G	4	0.55	0.14	**	8.6
	誤差	8	0.00	0.00		0.1
計	26	6.38	3.05		100.0	
PSI-3	Fe濃度(F)	2	243.72	121.86	**	61.7
	G_R 値(G)	2	126.44	63.22	**	29.3
	濁度(T)	2	1.43	0.71		0.5
	F×G	4	33.01	8.25	**	7.5
	誤差	8	0.57	0.07		1.1
計	26	407.04	194.11		100.0	

**は、F検定で1%有意を表す

3) G_R 値の上昇に伴う凝集沈澱処理 図6は、カオリン濁度 5mg/L の試料水を G_R 値 60~2500s⁻¹ で凝集沈澱処理した後の残留濁度、凝集剤残留量および STI 値を示している。濁度の動きを見ると、いずれの凝集剤の場合にも G_R 値の増加に伴い濁度は低下し、PAC 450, PSI-3 650s⁻¹ で最低値をとっている。また、同様に Alum および $FeCl_3$ については、それぞれ 150, 300s⁻¹ で最低となった。ついで、凝集剤残留量は、濁度と同様に G_R 値の上昇に伴って低下するが、最低となる G_R 値は、いずれの凝集剤の場合にも濁度処理に対する最適 G_R 値より高く、PAC で 1000, PSI-3 で 1350s⁻¹ となり、Alum および $FeCl_3$ については、それぞれ 300, 650s⁻¹ であった。また、STI 値が最低となる G_R 値は、前述した三元配置法の結果から予想されるように、凝集剤残留量が最低となる値と一致していた。以上の結果より、沈澱処理後に配置される砂ろ過の損失水頭の抑制を考えた場合には、濁度が若干上昇しても、凝集剤残留量および STI 値が最低となる G_R 値に採用すべきである。

4.まとめ 今回の実験から、いずれの凝集剤を用いた場合にも、沈澱水濁度と凝集剤残留量とが最低となる G_R 値は異なること、また、 G_R 値を適正化すれば、凝集沈澱処理がレベルアップされ、従来 G_R 値では成し得なかった STI 値の大幅な低下を実現できることなどが明らかになった。

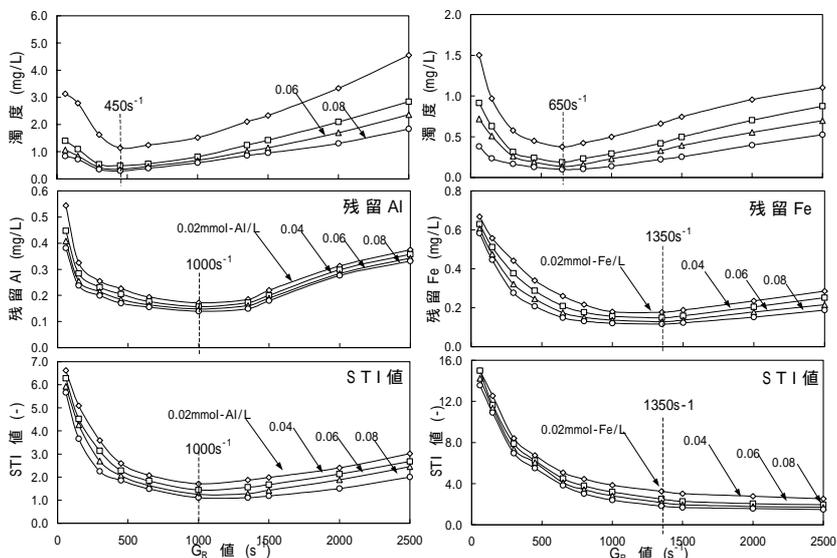


図6 G_R 値に伴う処理性