

鉄系凝集剤 PSI による濁質処理の基礎的研究

北見工業大学 フェロー 海老江 邦雄 学生員 水 森 豊
 学生員 東 義洋 学生員 山 木 暁

1. ま え が き ポリシリカ鉄は塩化第二鉄に重合珪酸を導入した鉄系の凝集剤であり、そのモル比(Si・Fe 比)を自由に変更できる特徴を有している。同凝集剤を用いた研究はこれまで多数報告されているが、急速ろ過プロセスまでを含めた濁質の処理性に関しては、十分に検討されたとは言えない。

そこで、Si・Fe 比の異なる 4 種類の PSI を使用し、凝集沈澱及び急速ろ過における濁質の処理性を把握するとともに、処理性の改善を目的とした一連の実験を行った結果、急速攪拌 G_R 値の適正化は、凝集沈澱だけでなく急速ろ過効果の処理性を改善することなど重要な知見が得られたので、以下に報告する。

2. 実験方法及び条件 凝集実験は、急速攪拌(G_R 値 $150\sim 1500s^{-1}$ 、 T_R 値 300sec)、緩速攪拌(G_S 値 $20s^{-1}$ 、 T_S 値 1200sec)、静置(表面負荷率 $0.25cm/min$ 、沈澱 40min)の条件で行った。凝集沈澱装置は、水槽(容量 8L)と攪拌機(回転数 $10\sim 800rpm$ の任意値に設定可能)とから成り、その特徴は高 G_R 値(最大: $3000s^{-1}$ 程度)で実験を行うことができる点にある。また凝集沈澱・急速ろ過実験については、連続流の急速ろ過プロセス用装置で行った。

凝集剤は、塩化第二鉄(PSI-0)、及び Si・Fe 比が 0.5 (PSI-0.5)、1 (PSI-1)、3 (PSI-3) に調整された合計 4 種類の PSI を用いた。凝集 pH は濁質の最適 pH 域内の $pH6.3 \pm 0.1$ に設定され、処理水の Fe は 1,10-フェナントリンによる吸光度法で定量された。ろ過抵抗の指標である STI は、口径 $0.45 \mu m$ MF による試料水 500mL と等量の蒸留水との吸引時間(到達真空度 $26.7kPa$ 、sec)の比から算出された。

3. 実験結果と考察

1) 凝集沈澱による処理性及びその向上 図 1 に、 G_R 値を $150\sim 1500s^{-1}$ に上昇させた際の凝集沈澱処理の結果を示す。同図から、いずれの PSI(注入率 $2.0mg-Fe/L$)を用いた場合にも、 G_R 値の上昇に伴い濁度、Fe 及び STI は低下し、最低値に到達後は上昇に転じている。最低値における G_R 値、即ち最適 G_R 値は、PSI-0 では濁度、Fe 及び STI それぞれ 300、650、 $650s^{-1}$ 、PSI-0.5 では 550、1000、 $1250s^{-1}$ 、PSI-1 では 600、1150、 $1350s^{-1}$ 、PSI-3 では 650、1350、 $1500s^{-1}$ となり、Si・Fe 比及び処理対象項目によって異なることが分かった。また、濁度及び Fe はいずれの G_R 値においても Si・Fe 比が高い PSI ほど低下しているが、STI はこれらとは異なり逆に上昇している。このような結果となったのは、PSI に含まれるシリカが大きく関与しているものと考えている。いずれにしてもこれらの結果から、Si・Fe 比については、必要とされる処理性を考慮して慎重に選定すべきことが示唆される。

2) 急速ろ過による処理性 急速ろ過プロセス用装置による実験結果を表 1 に示す。 G_R 値としては $150s^{-1}$ 、及び前述の

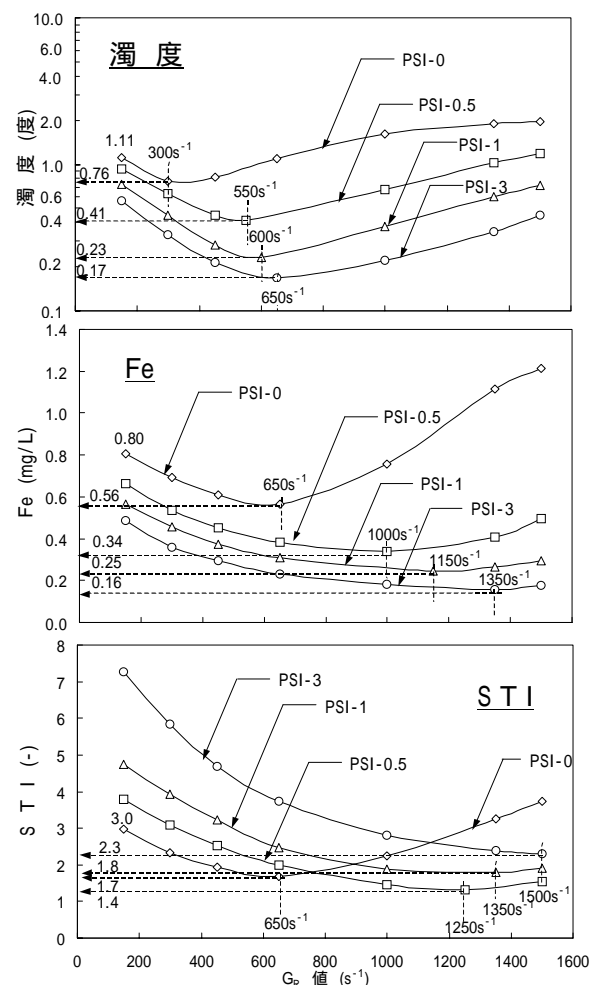


図 1 G_R 値の上昇に伴う処理性

キーワード：PSI、 G_R 値、損失水頭、熟成層導入ろ過

連絡先：〒090-8507 北見市公園町 165 番地 北見工業大学 TEL 0157-24-9501 FAX 0157-23-9408

実験で得られた濁度処理の最適 G_R 値を採用した。同表から、 G_R 値を最適化すると、いずれの PSI を用いた場合にも、ピーク濁度は上昇するがろ過の安定期(2hrs 以降)における平均濁度及び Fe は低下している。また PSI-0、-0.5、-1、-3 を用いた場合、 G_R 値の最適化によって、損失水頭(ろ過 12hrs 後)は、それぞれ 4.1%、11.4%、30.6%、33.1%改善された。しかし G_R 値を適正化しても、Si・Fe 比の高い PSI を用いた場合には損失水頭はまだまだ大きく、ろ過段階でさらなる改善を図ることが必要となる。

3) ろ材径の上昇による損失水頭の抑制 ろ過損失水頭を抑制するには、ろ層における濁質の阻止率を小さくすることが効果的であることから、珪砂の有効径を 0.60 0.84mm に上昇させた場合について実験を行った。表 2 の損失水頭は、有効径の上昇によって、PSI-1 使用の場合 77.6 36.3cm、PSI-3 使用の場合 122.7 63.6cm と、大幅に低下している。また、表 3 のろ過水水質を見ると、ろ材径の上昇に伴って、ろ過の安定期における平均濁度は低下したが、ろ過初期(0~2hrs) のピーク及び平均濁度は上昇している。これらのことから、ろ材径を上昇させると損失水頭を大幅に減少する反面、ろ過初期の水質は悪化してしまう。

4) 薄い熟成層の急速形成による濁質の漏出抑制 濁質の初期漏出の抑制を目的に、熟成層導入ろ過の効果について検討した。薄い熟成層をろ層上部に形成するために、ろ過開始前にろ速 40m/d で沈殿処理水を 20 分間ろ過する方法を採用した。通常急速ろ過と熟成層導入の急速ろ過とにおけるろ過初期の濁度を示す図 2 から、熟成層導入ろ過では、通常急速ろ過(0.60mm)に比べて、ピーク濁度は PSI-0.5 使用の場合には 0.050 度、PSI-1 使用の場合には 0.030 度抑制され、平均濁度はそれぞれ 60.8、75.1%改善されている。その結果、ろ材径の上昇と熟成層導入ろ過とを抱き合わせて採用すれば、通常急速ろ過(0.60mm)におけるより、ろ過水水質を大幅に改善することが明らかになった。

4.まとめ 今回の実験的検討から、PSI を用いて濁質処理を高効率化するためには、採用した凝集剤の Si・Fe 比に適する急速攪拌 G_R 値を採用することによって STI を極力抑えること、及びろ過段階においてはろ材径の増加と熟成層導入ろ過を採用すれば損失水頭を大幅に抑制させうることなどろ過水水質を 0.001 度程度まで下げうることを検証した。

表 1 ろ過処理の結果(ろ材径 0.60mm)

凝集剤	G_R 値 (s^{-1})	ろ過0~2時間		ろ過2~12時間		損失水頭 (cm)
		ピーク濁度 (度)	平均濁度 (度)	平均濁度 (度)	平均 Fe (mg/L)	
PSI-0.0	150	0.041	0.019	0.057	0.08	54.3
	300	0.093 (-126.8)	0.028 (-47.4)	0.024 (57.9)	0.03 (63.6)	52.1 (4.1)
PSI-0.5	150	0.040	0.013	0.009	0.01	68.5
	550	0.065 (-62.5)	0.012 (7.7)	0.002 (77.8)	0.01 (0.0)	60.7 (11.4)
PSI-1.0	150	0.022	0.012	0.016	0.02	111.8
	600	0.041 (-86.4)	0.011 (8.3)	0.003 (81.3)	0.01 (50.0)	77.6 (30.6)
PSI-3.0	150	0.021	0.014	0.050	0.02	183.5
	650	0.027 (-28.6)	0.011 (21.4)	0.013 (74.0)	0.01 (50.0)	122.7 (33.1)

カッコ内は G_R 値 150s⁻¹ の値を基準にした改善率(%)
損失水頭については、ろ過12hrs後

表 2 ろ材径の上昇に伴う損失水頭

凝集剤	有効径 (mm)	総損失 0~60	ろ層の深さ (cm)			
			0~10	10~20	20~60	
PSI-1	0.60	77.6	67.9 (87.5)	8.8 (11.3)	0.9 (1.2)	
	0.84	36.3	28.1 (77.4)	5.8 (16.0)	2.4 (6.6)	
PSI-3	0.60	122.7	113.7 (92.7)	6.7 (5.5)	2.3 (1.8)	
	0.84	63.6	54.4 (85.5)	6.7 (10.5)	2.5 (4.0)	

カッコ内は総損失に対する割合(%)

表 3 ろ材径の上昇に伴うろ過水水質

凝集剤	有効径 (mm)	ろ過0~2時間		ろ過2~12時間	
		ピーク濁度 (度)	平均濁度 (度)	平均濁度 (度)	平均 Fe (mg/L)
PSI-1	0.60	0.041	0.011	0.003	0.01
	0.84	0.122	0.036	0.003	0.04
PSI-3	0.60	0.027	0.011	0.013	0.01
	0.84	0.094	0.028	0.007	0.03

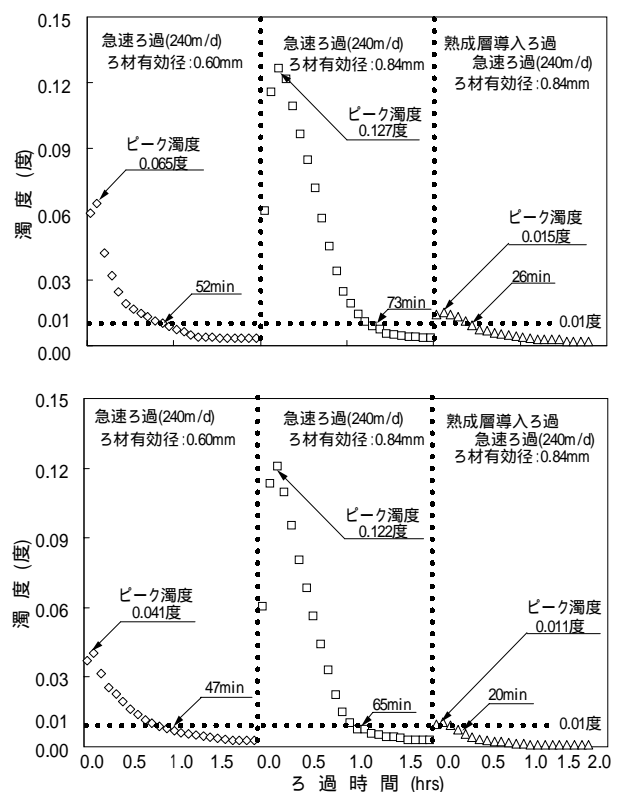


図 2 熟成層導入によるピーク濁度の低減化