

シラスを利用した凝集方法の開発

向吉郁朗*

Development of Coagulation Treatment Using SHIRASU

Ikuro MUKOYOSHI

風化したシラスに硫酸を作用させた凝集剤（以下、シラス凝集剤）と無機凝集剤を組み合わせ、養豚廃液、米ぬか懸濁液及びカオリン懸濁液について凝集効果を検討した。その結果、養豚廃液、米ぬか懸濁液に無機凝集剤とシラス凝集剤を添加すると、凝集したフロックの沈降が速くなった。また、カオリン懸濁液の場合は、フロックの沈降速度はほとんど変わらなかった。浮遊物質の比重がシラス粒子と比較して軽い場合に、フロックの沈降が速くなると思われ、廃液中の懸濁物質によって効果の有無が生じることが示唆された。

Keyword : 凝集剤, シラス, 排水処理

1. 緒言

筆者らは、風化したシラスである鹿屋土に硫酸を作用させた塗装廃液用のシラス凝集剤を開発した¹⁾。シラス凝集剤と原料の鹿屋土の写真を図1に示す。普通のシラスは、ガラス質であるため硫酸を作用させてもほとんど反応しないが、鹿屋土に硫酸を作用させると鹿屋土に含まれるアルミニウム (Al) の一部が硫酸と反応し硫酸アルミニウムを生成する。これを凝集剤として利用したものである。鹿屋土は、風化によりAlの形態が酸に溶けやすい状態に変化していると推察される。

シラス凝集剤は、不溶解性のシラス粒子が約80%であり、凝集処理の際にフロックに取り込まれる。そのためフロックの比重が増え沈降速度が向上する効果がある。塗装廃液に使用した場合、凝集性・沈降性は良好であった。

また、塗装廃液の凝集に必要なシラス凝集剤の添加量は、溶出するAl量に依存することから、一般排水に適用する場合も、Al量に依存することが予想される。また、シラス凝集剤の使用量が多いとシラス粒子も増加し、発生する汚泥が増加することが考えられるためシラス凝集剤の使用量は少ない方が好ましい。そこで本研究では、養豚の盛んな本



原料の鹿屋土

シラス凝集剤

図1 シラス凝集剤と鹿屋土

県において多量に発生する養豚排水、焼酎製造において発生する米のとぎ汁のモデル排水として米ぬか懸濁液、凝集試験で一般的に使用されるカオリン懸濁液の3種類のモデル廃液に対して、硫酸アルミニウム（以下、硫酸バンド）、ポリ塩化アルミニウム（以下、PAC）等の一般的な無機系凝集剤とシラス凝集剤を組み合わせ凝集試験を行い、フロックの沈降速度向上に効果が発揮される条件を検討したので報告する。

2. 実験方法

2.1 シラス類

使用したシラスは、以下の3種類を用いた。

- ①鹿屋土を分級した平均粒径 $30\mu\text{m}$ のもの（以下、鹿屋土S）
- ②鹿屋土を分級した平均粒径 $150\mu\text{m}$ のもの（以下、鹿屋土M）
- ③普通シラスをJETミルで微粉碎したもの

2.2 凝集剤

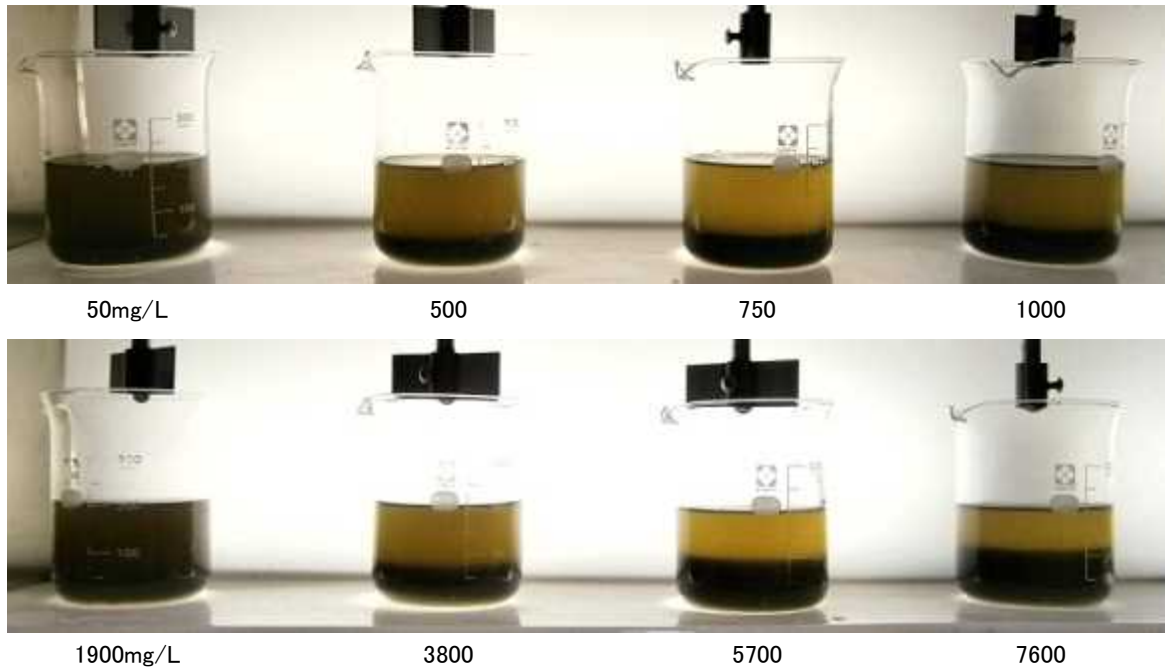
凝集剤は、以下の3種類を用いた。

- ①硫酸バンドは、市販の化学用硫酸アルミニウム（無水）を適宜水に溶かして使用した。含有率は約85%であるため、Al含有量は、約13.4%として調整した。
- ②PACは、市販のものを使用した。Al₂O₃として10~11%であるため、Al含有量は約5.6%として調整した。
- ③シラス凝集剤は、鹿屋土Mに硫酸を反応させて製造した粉末で、可溶性のAl含有量は約1.8%であった。

2.3 モデル廃液

モデル廃液は、以下の3種類を用いた。

- ①養豚廃液は、県内養豚業者の糞尿分離廃液（糞尿が分離され、尿に糞が少量であるが混合している廃液）を使用した。



上：硫酸バンド，下：シラス凝集剤 写真下の数字は，凝集剤の添加量 (mg/L)

図2 養豚廃液の凝集処理, 5分静置後の沈降の様子

②米ぬか懸濁液は，米ぬかを水に懸濁させた液を以下のとおり調整し，米のとぎ汁のモデル排水として使用した。市販の米ぬか125 gに適量の水を加えミキサーで混合した。混合液に水を加え1 Lにしたのち，静置し大きな粒子を沈降させた懸濁液をつくった。この懸濁液を使用時に50倍に希釈しモデル排水とした。

③カオリン懸濁液は，市販のカオリン12 gを1 Lに混合した懸濁液を使用時に100倍に希釈して使用した。

2. 4 凝集試験

モデル廃液500mLに，シラス類および無機凝集剤を所定量添加し，ジャーテスターを用いて攪拌し，沈降具合を目視で判定した。

3. 試験結果

3. 1 養豚廃液の凝集試験

3. 1. 1 無機凝集剤の選定

養豚廃液に表1に示すように凝集剤を添加し，凝集試験を行った。ただし，pHの調整は行わなかった。その結果，PACは試験濃度範囲においてほとんど凝集が見られなかった。硫酸バンド及びシラス凝集剤では，添加したA1量が67 mg/L以上で凝集が確認できた。図2に硫酸バンドとシラス凝集剤による凝集沈殿の写真を示す。添加したA1量は写真の上下でほぼ同量であるため沈降の様子は同様であるが，シラス凝集剤の方が沈降性が高い傾向が見られた。

そこで，硫酸バンドにシラス凝集剤を添加する凝集試験を行った。

表1 凝集剤と添加量及び凝集の有無

PAC	添加量(mg/L)	500	750	1000	2500
	A1量(mg/L)	28	42	56	140
	凝集の有無	無	無	無	無
硫酸バンド	添加量(mg/L)	250	500	750	1000
	A1量(mg/L)	34	67	100	130
	凝集の有無	無	有	有	有
シラス凝集剤	添加量(mg/L)	1900	3800	5700	7600
	A1量(mg/L)	34	67	100	130
	凝集の有無	無	有	有	有

3. 1. 2 シラス凝集剤の混合試験

A1濃度が100mg/Lになるようにシラス凝集剤と硫酸バンドを調整し添加した。添加量を表2に示す。養豚廃液は界面を生じて沈降したため，凝集後の液をメスシリンダーに移し沈降界面の深さの時間変化を観察した。結果を図3に示す。シラス凝集剤を添加していないrun1は沈降に時間がかかったが，シラス凝集剤を添加したrun2からrun6は，いずれも同程度に速く沈降した。シラス凝集剤が沈降速度を向上させる事が確認できた。

表2 シラス凝集剤と硫酸バンドの添加量(mg/L)

実験番号	run1	run2	run3	run4	run5	run6
シラス凝集剤	0	950	1900	2850	3800	5700
硫酸バンド	750	625	500	375	250	0

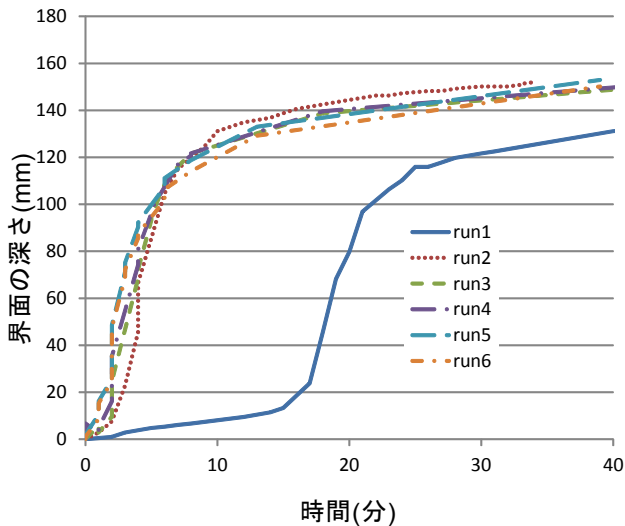


図3 沈降界面の深さの時間変化

3. 2 米ぬか懸濁液の凝集試験

3. 2. 1 シラス凝集剤の混合比率について

米ぬか懸濁液は、PAC及び硫酸バンド共にpH調整なしで凝集したため、生成したフロックがより大きいPACを用いて凝集試験を行うこととした。米ぬか懸濁液に表3のとおり、シラス凝集剤を添加し、PACを400mg/Lになるように加え凝集させた。シラス凝集剤無添加のrun7と比較して、添加したrun8～run11は沈降が速く、run9～run11はほぼ同じ速さであった。この条件ではシラス凝集剤を200mg/Lになるよう

表3 シラス凝集剤の添加量と沈降の速さ

実験番号	run7	run8	run9	run10	run11
シラス凝集剤 (mg/L)	0	100	200	300	400
沈降の速さ	-	やや速い	速い	速い	速い

に添加すれば沈降速度が向上することがわかった。

3. 2. 2 シラスの種類と酸処理の効果について

米ぬか懸濁液に表4に示すシラス類を200mg/Lになるように添加し、さらにPACを400mg/Lになるように加え凝集させた。凝集例として酸処理をしたシラス類による沈降性の違いを示す写真を図4に示す。結果、シラス無添加のrun12と比較して、シラスを添加した方が速く沈降することがわかった。普通シラスについては、酸処理の有無でほとんど速さは変わらなかった。風化シラスは粒度に関係なく酸処理した方が速く、シラス凝集剤とほぼ同じ速さであった。酸処理が沈降速度の向上に有効であることがわかった。

3. 3 カオリン懸濁液の凝集試験

カオリン懸濁液で同様の凝集試験を行ったが、シラス無添加と、シラス類やシラス凝集剤を添加した場合を比較しても沈降速度はほとんど変わらなかった。

表4 シラス類の添加と沈降の速さ

	run12	run13	run14	run15	run16	run17	run18	run19
シラスの種類	無し	普通シラス		鹿屋土M		鹿屋土S		シラス凝集剤
酸処理の有無※		無し	有り	無し	有り	無し	有り	
沈降の速さ	-	やや速い	やや速い	やや速い	速い	やや速い	速い	速い

※酸処理：シラス1gに10%硫酸2mLを添加し、90℃で1時間加熱して調整

シラス類の添加量：それぞれ200mg/L

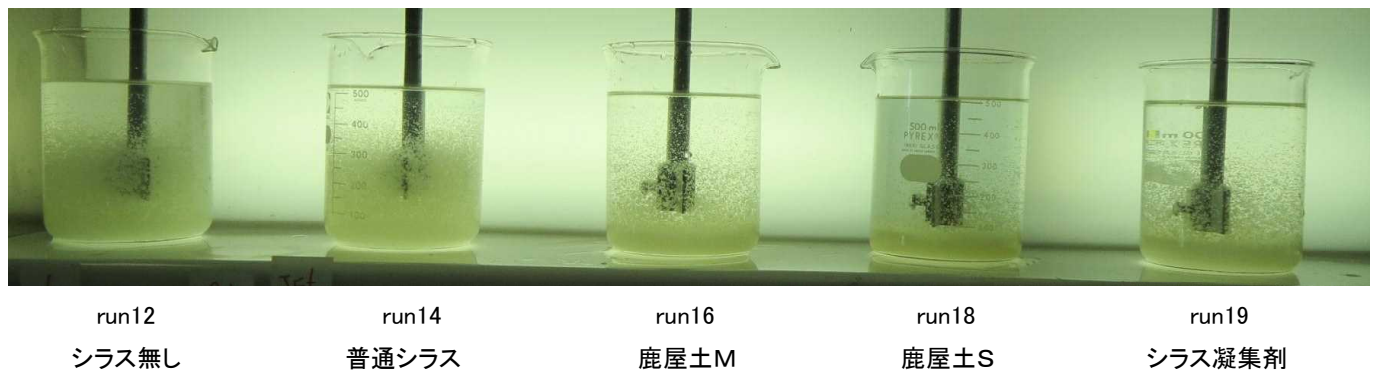


図4 酸処理をしたシラス類による沈降性の違い

4. 結 言

カオリン懸濁液は、シラス類を添加しても沈降速度は向上しなかったが、養豚廃液と米ぬか懸濁液は、無機凝集剤にシラス類を添加することで沈降速度が向上した。特に鹿屋土を酸で処理した場合、さらに沈降性が向上した。これはシラス浮遊物質の比重がシラス粒子と比較して軽いため、シラス粒子が取り込まれることでフロックの比重が重くなり沈降速度が向上したと思われる。一方、カオリン粒

子は、シラス粒子と比重がほぼ同じであるため添加の有無に関係なく、沈降速度がほとんど変わらなかったと思われる。廃液中の懸濁物質によって効果の有無が生じることが示唆された。

参 考 文 献

- 1) 向吉郁朗, 袖山研一, 吉村幸雄: 特願2013-532446 (2013)