

# 汚泥濃縮・脱水工程における高分子凝集剤の選定について

水質管理課 ○福田 好史 宗像 克郎  
 南部汚泥処理センター 堀 義彦 藤田 進

## 1. はじめに

汚泥処理において汚泥濃縮・脱水の各工程は、汚泥中の固形物と水分を分離して後の工程を効率的に実施するための重要な工程である。濃縮性・脱水性を改善するために、高分子凝集剤を汚泥に添加することは一般によく行われているが、汚泥性状の変化、運転状況などによって適合する高分子凝集剤は変わってくる。しかし凝集剤選定においてすべての納入業者が、実機の運転状況に反映可能な試験機を所有しているわけではなく、簡易のテーブル試験で選定作業を行っているところも少なくない。そのためしばしば凝集剤の不適合により濃縮性・脱水性が悪化し、その後の工程に悪影響を与えるとともに、凝集剤添加量の増加に伴う処理コスト増大などの問題が発生する。特にこのことはまだテーブル試験方法が確立していない遠心濃縮機・遠心脱水機においては顕著に現れている。

そこで横浜市南部汚泥処理センターでは遠心濃縮機・遠心脱水機の運転に伴って数種類の凝集剤選定試験を行い、これを実機での結果と比較検討することにより、高分子凝集剤選定に適したテーブル試験方法を見出すことができたので報告する。

表-1 過去4年間高分子納入業者テーブル試験項目  
 (横浜市南部汚泥処理センター)

遠心濃縮	凝集汚泥SV60	1社	遠心脱水	卓上遠心脱水機	5社
	凝集汚泥CST	3社		ケーキTS	6社
	凝集汚泥ろ過速度	2社		フロック径	1社
	凝集汚泥フロック径	1社		手絞りによるフロック強度	6社
	遠心SS回収率	3社		重ろ過ろ液量	3社
	遠心濃縮汚泥TS	3社		圧搾によるケーキTS	1社
分離	上澄水SS	3社	凝集汚泥CST	1社	
	濃縮倍率	1社			

## 2. 設備概要と現状の高分子選定方法

当センターでは、平成元年11月より市南部方面6処理場から送泥管で圧送された汚泥の集約処理を開始した。平成11年度の処理量は平均8800m<sup>3</sup>/日である。

当センターでは遠心濃縮機、脱水機の運転に際して、各々65kg/日、462kg/日(平成11年度実績平均)の高分子凝集剤を使用している。高分子凝集剤の選定は各納入業者が汚泥性状から判断し、テーブル試験の後、実機試験を行って最終的に決定しているが、テーブル試験方法は表-1に示す様にまちまちであり、結果として、図-1、2に示す様にSS回収率・分離液性状などが悪化することも少なくない。これは個々のテーブル試験が実機の状態を反映していない上に、テーブル試験から実機試験、さらに実際の凝集剤納入までに時間を要するため、汚泥性状の急激な変化に対応できていないためだと考えられる。

## 3. 実験方法

実機運転結果に適合するテーブル試験方法の調査は以下の方法で行った。

### 1) 遠心濃縮機

#### ①供試高分子凝集剤:

ポリアクリル酸エステル系 (A), ポリメタクリル酸エステル系 (B), ビニルホルムアミド (ポリアミジン) 系 (C) の各1種, 各0.2%水溶液

#### ②供試汚泥: 混合生汚泥 (pH5.0~5.4, TS1.3~1.5% VTS72~76%)

#### ③テーブル試験: 薬添率0.067%/SS

#### ④凝集剤溶液と汚泥との攪拌条件... 300rpm60秒, 1000rpm20秒

図-1 遠心濃縮機運転状況

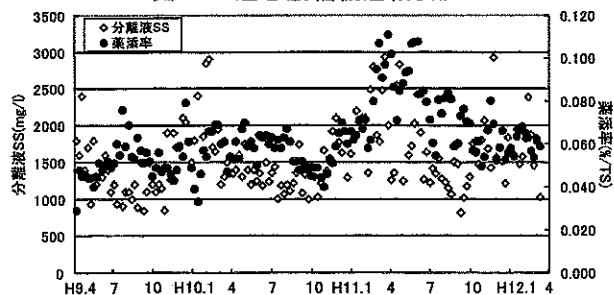
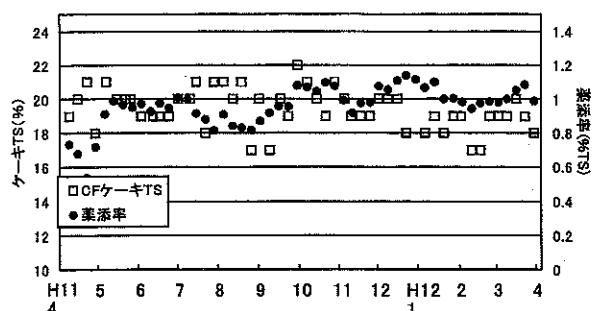


図-2 遠心脱水機運転状況



⑤判定方法

- ・遠心分離(1000, 2000, 3000rpm)…上澄みSS, 濃縮汚泥濃度
- ・試験管沈降試験…100ml比色管に試料を静置, SV60および上澄みの状態

⑥実機試験…テーブル試験を行った凝集剤3種を実機試験

- ・試験機…デカンタ式, 処理能力120m<sup>3</sup>/時。濃縮汚泥濃度が5%となるよう差速制御
- ・判定方法…分離液SS, SS回収率

2) 遠心脱水機

①供試高分子凝集剤:

- 第1回…ポリアクリル酸エステル系3種(A, B, C)各0.2%水溶液
- 第2回, 第3回…ポリアクリル酸エステル系3種(A, D, E)各0.2%水溶液

②供試汚泥: 消化汚泥(pH7.3, TS2.4%, VTS67%およびpH7.4%, TS3.3%, VTS64%の2回)

③テーブル試験: 凝集剤溶液と汚泥との攪拌条件…1300rpm30秒, 2000rpm30秒, 0.82%/TS

④判定方法

- A フロック径判定(目視)
- B 自然ろ過試験(プフナー漏斗でポリエステルろ布を用い, 試料を50ml自然ろ過)  
\*ろ過面積10cm<sup>2</sup> ろ過時間5分…ろ過量, ケーキTS測定
- C 自然ろ過ケーキ手絞り試験
- D 遠心分離試験(試料を50ml, 3000rpm/60秒遠心分離, 沈殿TSを測定)
- E 脱水セル法遠心分離試験 \*1)  
(Dのケーキをナイロン網に入れ遠心分離機3000rpm/600秒脱水, TS測定)
- F CST試験(CST試験装置を使い, 試料のCSTを測定)
- G 加圧ろ過試験…湿式酸化灰さケーキ脱水用ろ布5~7kg/cm<sup>3</sup>, 時間5分(ケーキTS測定)
- H 卓上遠心脱水機(3000rpm/60秒, ケーキTS測定)

⑤実機試験:

- ・試験機…デカンタ式, 処理能力30m<sup>3</sup>/時
- ・判定方法: ケーキTS20%程度を維持できる薬添率から判定

4. 結果および考察

1) 遠心濃縮機

表-2に遠心濃縮機の実機試験による高分子凝集剤の適合優劣順位と, テーブル試験各条件での優劣順位を示す。実機では, この時高分子凝集剤Cを使った場合に最も回収率が高く(88%), ついでA, Bの順で, 汚泥濃度からみても同様の結果だった。テーブル試験

表-2 遠心濃縮機高分子凝集剤実機試験とテーブル試験の比較

		SS回収率	濃縮濃度	
実機試験 高分子適合順位		C>A>B	C>A>B	
汚泥との混合条件		遠心分離条件		
300rpm60s	1000rpm60s	A>B>C	A>B>C	
300rpm60s	2000rpm60s	B>A>C	B>A>C	
300rpm60s	3000rpm60s	B>A>C	B>A>C	
1000rpm20s	1000rpm60s	A>B>C	A>B>C	
1000rpm20s	2000rpm60s	C>A>B	C>A>B	
1000rpm20s	3000rpm60s	C>A>B	C>A>B	
シリンダー攪拌	シリンダー静置	C>A>B	A>B>C	*SV60で判定
1000rpm20s	シリンダー静置	C>B>A	A>B>C	*SV60で判定

A:ポリアクリル酸エステル系 B:ポリメタクリル酸エステル系 C:ポリアミン系

で同様の傾向を示したのは, 凝集剤と汚泥との混合攪拌が1000rpmと厳しい条件で, さらに遠心分離条件は2000rpm以上というものだった。ジャーテスターによる緩速攪拌では順位が逆転するなどの問題が現れた。これは遠心濃縮機が, 実際には2000rpm近い高速回転で凝集剤と混和しつつ, 短時間で固液分離を行うという機構であるため, フロックに大きな剪断力がかかり破壊され易いからである。緩速攪拌では大きなフロックを作るものが有利になるが, このような凝集剤は実機においてはフロックが破壊され分離液が悪化する。本試験の結果から, 高速で試料を攪拌しフロックに剪断力をかけることで実機の状態と同様の状況を作り出せると考えられる。

2) 遠心脱水機

表-3に遠心脱水機実機試験による高分子凝集剤の適合優劣順位と, テーブル試験各条件での優劣順位

を示す。3回の実機試験とテーブル試験の比較で最も順位が等しく現れたのは2000rpmで攪拌した凝集後の試料をろ布で重ろ過、ろ液量を測定する方法だった。1300rpmの攪拌条件ではフロックが大きく、ろ液量を測定した場合検体間の差が小さかった。

手絞り試験は簡便であるが、ある程度フロック強度を把握することができ、補助的に利用することが望ましい。遠心分離後の沈殿汚泥のTSを測定する方法は、1300rpmの攪拌速度では順位が実機と相違していたが、攪拌速度を2000rpmに上げた場合比較的等しい順位を示した。脱水セル遠心法、卓上遠心脱水機による方法は順位は正しいが凝集剤間の差が小さい。またCSTは実機とはかなり異なる結果となった。これはCSTは毛細管を利用した方法で分離液中のSSによる目詰まりが結果に影響を与えるため、遠心力を利用する実機とは作用機構が異なっているためだと思われる。重ろ過法はろ布を使用するためCSTほど目詰まりの影響は出なかった。加圧ろ過法も形成されたケーキの毛細管を通して脱水する方法であるため遠心脱水法とは合わなかった。

図-3 遠心脱水機高分子凝集剤選定実機試験とテーブル試験の比較

	第1回試験 (H12.12)	第2回試験 (H13.1)	第3回試験 (H13.1)
攪拌速度 1300rpm	手絞り試験	A>B=C ○	A=E>D ○
	重ろ過 30s		A>E=D ○
	120s		A=E=D ○
	300s	A>B>C ◎	A>E>D ◎
攪拌速度 2000rpm	重ろ過ケーキTS	A>B>C ◎	
	遠心分離沈殿TS	C>B>A	A=D=E
	脱水セル残渣TS		A=E=D
	卓上遠心脱水機		A≥E≥D ○
攪拌速度 1300rpm	手絞り試験	A>B>C ◎	A>E=D ○
	重ろ過 30s		A>E=D ○
	120s		A>E=D ○
	300s	A>B=C ○	A>E>D ◎
攪拌速度 2000rpm	重ろ過ケーキTS	B>C>A	
	遠心分離沈殿TS	A>B>C ◎	A>E=D ○
	脱水セル残渣TS		A=E=D
	加圧ろ過TS	C>B>A	
実機試験結果	A>B>C	A>E>D	

### 5. 適用の例

4で明らかになった高分子凝集剤テーブル試験と実機の関係の元を、当センターでは高分子凝集剤業者と凝集剤選定を行ない、分離液改善、脱水性の向上に取り組んでいる。その事例を挙げる。

#### [H. 11. 4. 8送泥設備故障に伴う処理場貯留汚泥の処理]

1ヶ月に渡って貯留した腐敗汚泥を処理することとなり、分離液の悪化が予想されたため、遠心濃縮設備において本法を実施し、腐敗汚泥に対応した高分子凝集剤の選定を行った。テーブル試験結果を図-3に載せる。試験の結果、ポリアミジン系とメタクリル酸エステル系高分子の混合品が有効と判定し、これを使用したところ図-4に示すようにSS回収率が改善した。

### 6. まとめ

遠心濃縮・遠心脱水機運転の際、汚泥性状の変化によって濃縮性・脱水性および薬添率は大きく変動するが、以下のような実機条件に即したテーブル試験方法を行うことで汚泥性状に適合した高分子凝集剤を選定し、濃縮・脱水性の向上、薬添率の低減を図ることができた。

- 1) 遠心濃縮機では下水汚泥に凝集剤添加後、1000rpmの高速攪拌で強い剪断力をかけた試料を遠心分離し、上澄水のSSで判定する方法が適切である。弱い攪拌では実機の状態を反映しない。
- 2) 遠心脱水機は消化汚泥に凝集剤添加後、2000rpmで攪拌した試料を重ろ過し、ろ液量を測定する方法が簡便でよい結果が得られる。

今後これらの知見を元に適切な高分子凝集剤の使用と運転方式の最適化について更に検討を進めて行く。最後に本試験を実施するにあたりご協力いただいた高分子凝集剤関連各社に謝意を表します。

参考文献：1) 平松達夫，武川幸一，第31回下水道研究発表会講演集. p. 605. (1994)

