

# 難脱水対応強化型スクリープレス脱水機の下水汚泥への適用

## Application to the Sewage Sludge of the Difficult-to-Dewater Enhanced Screw Press Dehydrator



中村暢大\*  
Nobuhiro Nakamura

多様な汚泥にて多くの脱水実績を持つ「難脱水対応強化型スクリープレス脱水機」について、下水処理場で導入が進む難脱水性の消化汚泥および現行下水処理場で多く採用される混合生汚泥に対する脱水性能実証試験を行った。凝集部で適正な凝集フロックを形成し、脱水部でその収縮に合わせた適正な力を加えることで、従来スクリープレス脱水機では難しいと思われていた消化汚泥、さらには消化汚泥を含む高VTS（Volatile Total Solid、汚泥中の有機物の指標）汚泥などの難脱水性汚泥に対しても、脱水の低動力・低含水率化を実証した。

Sewage treatment plants produce a lot of digested sludge, mixed raw sludge (digested sludge of high-VTS content) and other types of sludge that are difficult to dewater. It was long believed difficult to dewater these kinds of sludges with a conventional screw press dehydrator. The “enhanced screw press dehydrator” has a mechanism—consisting of a coagulation section for appropriately forming flocs and a dehydration section for applying an appropriate force for compacting them—that has proven effective at dewatering a variety of sludges. Dehydration performance of the “enhanced screw press dehydrator” was tested on the aforementioned difficult-to-dewater sludges and verified to reduce the water content of dewatered sludge with less power than required by conventional equipment.

### Key Words :

脱	水	Dehydration
濃	縮	Concentrated
凝	集	Coagulation
フ	ロ	Floc
ッ	ク	
スクリー	プレス	Screw Press

### 【セールスポイント】

- ・凝集部で適正な凝集フロックを形成し、脱水部でその収縮に合わせて適正な力を加えることにより、確実に難脱水汚泥を低含水率化する
- ・スクリープレスであるため、低動力である。
- ・低動力および低含水率化により、LCC および温室効果ガス排出量を低減する。

まえがき<sup>1), 2)</sup>

下水汚泥処理における含水率および動力の低減は、焼却など後段プロセスの処理費用やCO<sub>2</sub>排出量の低減に寄与する重要な技術課題である。

近年、食生活の変化などによる汚泥性状の変化(高VTS化)、国策である下水エネルギー利活用の推進による消化設備(消化汚泥)の増加、下水道施設の広域化・共同化の推進などによる汚泥の難脱水化が進んでいる。難脱水汚泥の低含水率化に対応する脱水機の開発は進んでいるが、仕様、能力を満足する結果を得られない場合も出てきており、確実に難脱水汚泥を低動力で低含水率化できる脱水機の開発が求められている。

代表的な低動力型機器としてはスクリープレス脱水機があり、高分子凝集剤の性能向上および価格低減とあいまって適用が拡大している。このたび、多様な汚泥にて多くの脱水実績を持つ「難脱水対応強化型スクリープレス脱水機」の下水汚泥への適用について、日本下水道事業団、(株)北凌、(株)神鋼環境ソリューションの3者共同で実証試験を実施したので、その結果について報告する。対象汚泥は、難脱水性の消化汚泥および現行下水処理場で多く採用される混合生汚泥とした。

## 1. 脱水機のフローおよび特長

本脱水機の概略図を図1、フローおよび特長を図2に示す。消化汚泥と比較して脱水が容易である混合生汚泥試験では、前濃縮と2次凝集操作を行わないシンプルなフローとした。本脱水機は適正な凝集フロックを形成し、その凝集フロックの収縮に合わせ適正な力を徐々に加えて脱水することで低含水率、低動力化を実現する。脱水機の主要な特長は下記のとおり。

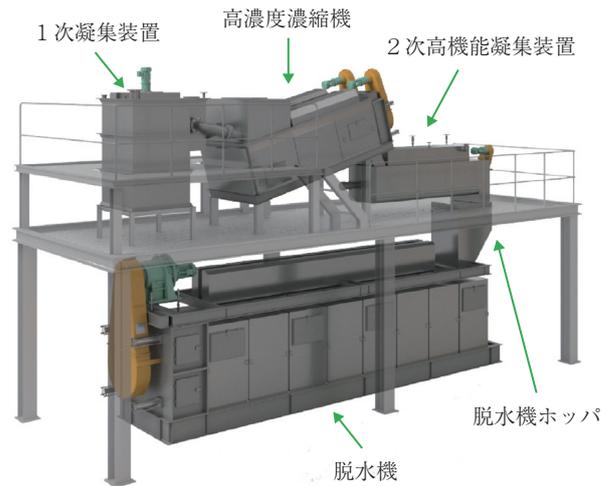


図1 脱水機概略図

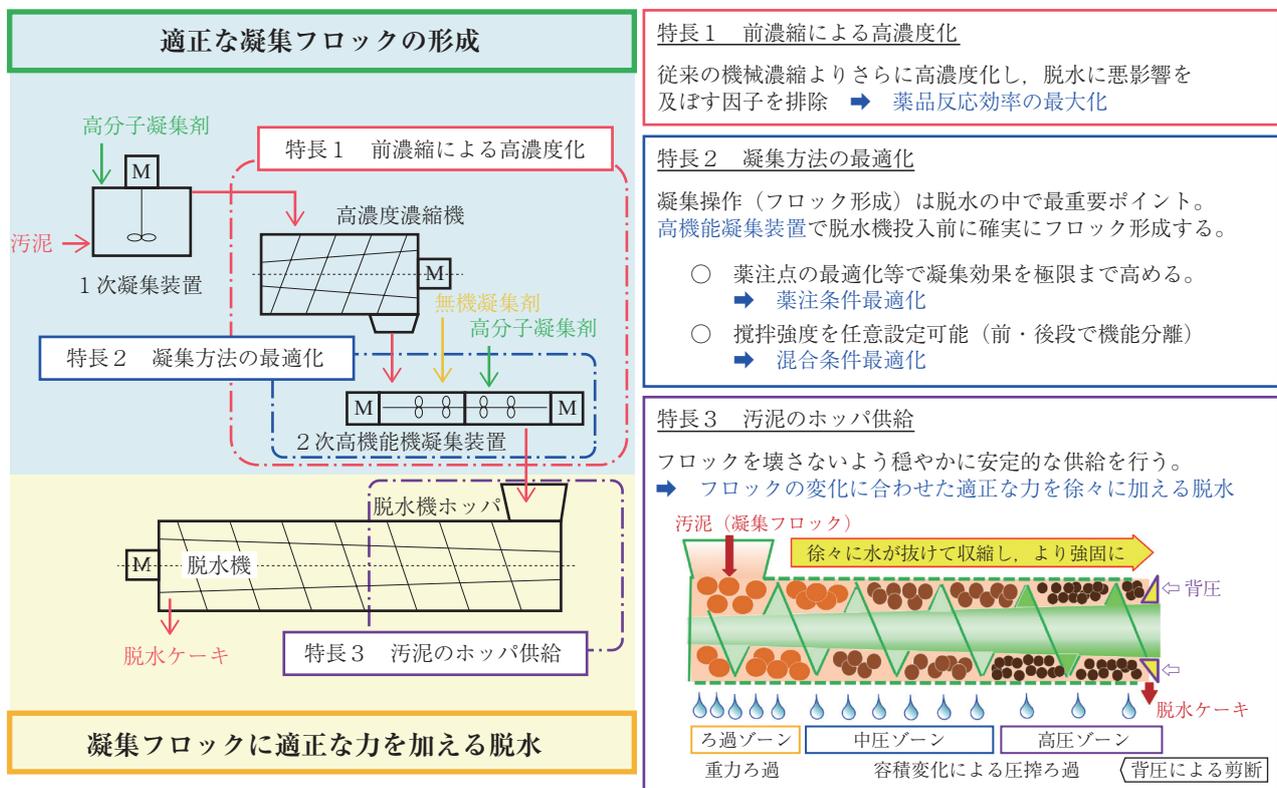


図2 脱水機のフローおよび特長

表1 脱水試験性能目標値

項 目			消化汚泥				混合生汚泥					
汚泥性状	TS (機械濃縮汚泥)	%	1.0~2.0程度				3.5					
	VTS	%	79~76	76~73	73~70	70~67	88~86	86~83	83~80			
	#100繊維状物	%	5				10	20	10	20	10	20
脱水試験性能目標値	実証機スクリーン径	mm	φ1000				φ200					
	処理量	kg-DS/h	210				15	19	15	19	17	20
	脱水ケーキ含水率 <sup>*1</sup>	%	79	78	77	76	76	75	75	74	74	72
	高分子凝集剤添加率	%対TS	2.2		2.1		1.4		1.3		1.2	
	無機凝集剤添加率	%対TS	30				0					
	SS回収率	%	93				95					
従来型スクリーンプレス脱水性能	脱水ケーキ含水率	%	—			85	—		82	81	81	79
	無機凝集剤添加率	%対TS	—			0 <sup>*2</sup>	—		0			

※1 日本下水道事業団「標準仕様書」の圧入式スクリーンプレス脱水機の脱水性能から消化汚泥で9ポイント、混合生汚泥で7ポイント低減を目標とした。

※2 日本下水道事業団における消化汚泥の脱水は、高分子凝集剤のみの1液調質を標準とする。

### 1) 前濃縮による高濃度化

高濃度濃縮機により、脱水機前段で水分を排出して汚泥を減容化し、脱水時間を確保する。さらにアルカリ度など脱水に悪影響を及ぼす因子を分離液に排出して低減することで、薬品反応効率を上げることが可能である。

### 2) 凝集方法の最適化

高機能凝集装置は薬品の多段注入などにより薬注条件を最適化するだけでなく、可変速攪拌機2台を持ち、攪拌強度を個別調整することで、汚泥に合わせた最適な混合条件を調整できる構造である。また前濃縮による高濃度化を行う場合、濃縮後に2次高機能凝集装置にて再凝集操作を行うことで無機、高分子凝集剤を確実かつ効果的に機能させ、最適な凝集フロックを形成し、脱水機に供給することが可能となる。前濃縮前段の1次凝集装置は攪拌機1台のシンプルな構造としている。

### 3) 汚泥のホッパ供給

凝集フロックの収縮に合わせた適正な力で徐々に脱水していくために、脱水機ホッパに受入れた凝集フロックをその自重とスクリーンによる搬送のみで、無理なく機内に取込むホッパ供給を採用する。

供給部では負荷をかけずに重力ろ過を行い、凝集フロックの収縮に合わせてスクリーンによる搬送力をゆっくりと増して脱水することで、凝集フロックの内部まで水を抜き、低含水率で安定した運転を実現する。

表2 試験条件

項 目	消化汚泥	混合生汚泥
試験場所	A 処理場	B 処理場
処理水量 (m <sup>3</sup> /d)	約200 000	約12 000
水処理方式	高度処理	
濃縮方式	機 械 式	
TS (%)	平均2.04 (1.9~2.2)	平均2.8 (2.3~3.4)
VTS (%)	平均74 (71~77)	平均84 (79~89)
#100繊維状物 (%)	平均5.1 (2.3~8.2)	平均19 (2.9~41)
スクリーン径 (mm)	φ1000	φ200
脱水方式	高効率 二段凝集方式	高効率 単段凝集方式
薬注方式	2液 (高分子+無機)	1液 (高分子のみ)

## 2. 目標値および試験条件

表1に今回の脱水試験性能目標値(以降、目標値)、表2に試験条件を示す。目標値は日本下水道事業団「標準仕様書」<sup>1)</sup>の既存スクリーンプレス脱水機性能表の脱水ケーキ含水率を消化で9ポイント、混合生で7ポイント低減する数値とした。消化汚泥試験は、脱水機スクリーン径φ1000mmの実

証機を用いて、処理水量約200 000 m<sup>3</sup>/dのA処理場で実施した。混合生汚泥試験は、脱水機スクリーン径φ200 mmの実証機を用いて、約12 000 m<sup>3</sup>/dのB処理場にて実施した。高分子凝集剤はアミジン系を含まないカチオン系とし、無機凝集剤はポリ硫酸第二鉄を使用した。

### 3. 試験結果

#### 3.1 消化汚泥試験結果

図3に、消化汚泥において処理量を210~420 kg-DS/hにおける脱水ケーキ含水率の関係を示す。また図4に、処理量と無機凝集剤添加率の関係を示す。四季を通じて目標値を達成した。

含水率低減を優先すると、処理量、薬注率およびSS回収率の目標値（以降、目標処理量、目標薬注率、目標回収率）を達成した状態で、脱水ケーキ含水率を表1の目標値からさらに2.8~4.6ポイント低減できた。

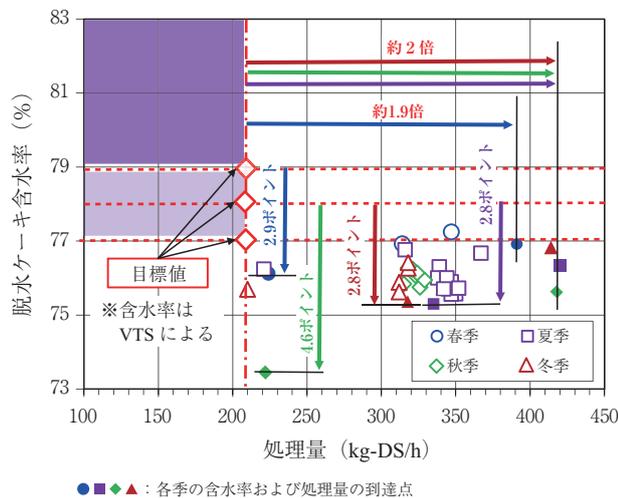


図3 消化汚泥試験の処理量と含水率の関係

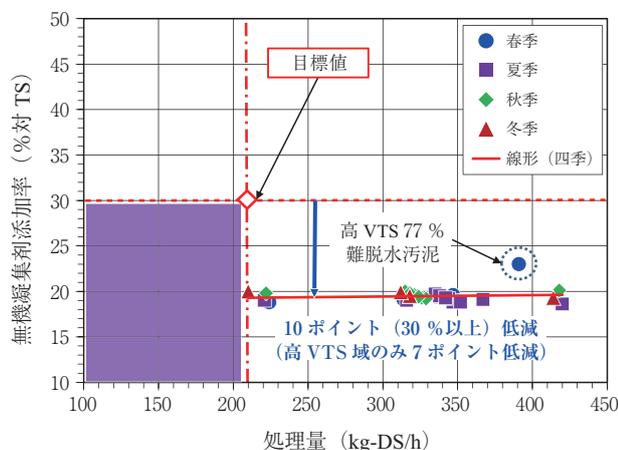


図4 消化汚泥試験の処理量と無機凝集剤添加率の関係

減できた。また、処理量を優先すると、脱水ケーキ含水率の目標値（以降、目標含水率）、目標薬注率および回収率を達成した状態で、目標処理量の約2倍（390~420 kg-DS/h）を処理できた。このとき、高分子凝集剤添加率は目標値と同等であったが、無機凝集剤添加率は20%対TS以下と、目標値の30%対TSから大幅に低減可能であった。

#### 3.2 混合生汚泥試験結果

図5に、混合生汚泥において処理量を19~39 kg-DS/hにおける脱水ケーキ含水率の関係を示す。また図6に、処理量を増減させたときの高分子凝集剤添加率のデータを示す。四季を通じて目標値を達成した。

含水率低減を優先すると、目標処理量、薬注率、回収率を達成した状態で、脱水ケーキ含水率を目標値からさらに4.3~9.7ポイント低減できた。また、

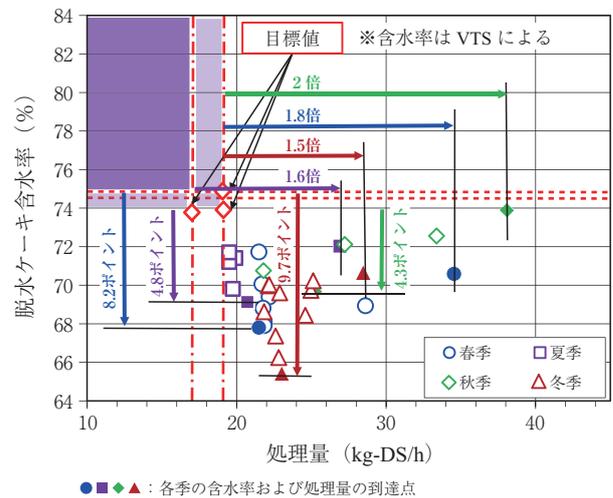


図5 混合生汚泥試験の処理量と含水率の関係

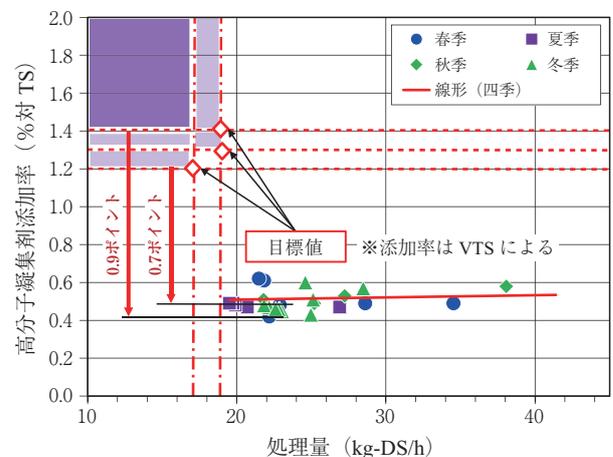


図6 混合生汚泥試験の処理量と高分子凝集剤添加率の関係

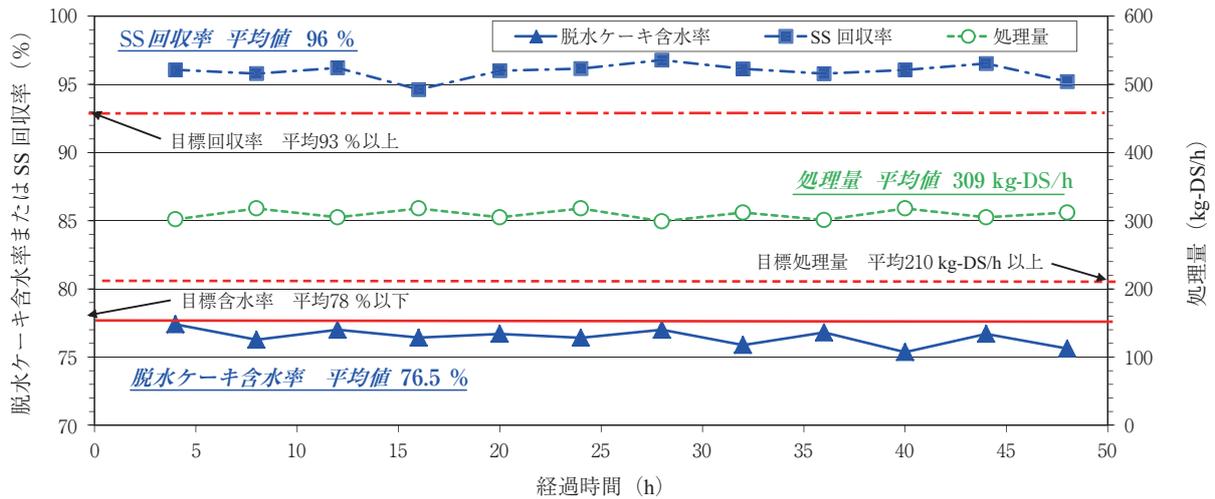


図7 消化汚泥試験の連続運転結果

処理量を優先すると、目標含水率、薬注率および回収率を達成した状態で、目標処理量の1.5～2倍（27～35 kg-DS/h）を処理できた。このとき、高分子凝集剤添加率を目標値からさらに0.7～0.9ポイント低減でき大きな改善を達成した。

### 3.3 連続運転結果

消化汚泥試験では、実機レベルのφ1000実証機にて四季ごとの48～92時間連続運転を実施し、脱水機の安定運転を確認した。図7に、一般的にもっとも脱水が難しいといわれる冬季の連続運転結果を示す。脱水ケーキ含水率平均76.5%，SS回収率平均96%，処理量平均309 kg-DS/hで安定した運転を確認した。このときの高分子凝集剤添加率は平均2.2%対TS、無機凝集剤添加率は平均20%対TSであった。連続運転中は基本的にスクリー回転数などの運転操作条件の変更を行わなかった。

混合生汚泥試験では、処理場の既設脱水設備の運転が日中のみであったため、4～6時間の連続運転を行い、安定して性能を満足した。

### むすび

難脱水対応強化型スクリープレス脱水機の実証試験を実施し、以下の結果が得られた。

- 1) 難脱水性である消化汚泥に対して、四季を通じて目標値を達成した。

- (1) 脱水ケーキ含水率は、目標処理量を達成しつつ、目標値からさらに2.8～4.6ポイントの低減が可能であった。
  - (2) 処理量は、目標含水率を達成しつつ、目標値の約2倍での運転が可能であった。
- 2) 混合生汚泥に対して、前濃縮を行わないシンプルなフローで、四季を通じて目標値を達成した。
- (1) 脱水ケーキ含水率は、目標処理量を達成しつつ、目標値からさらに4.3～9.7ポイントの低減が可能であった。
  - (2) 処理量は、目標含水率を達成しつつ、目標値の1.5～2倍の運転が可能であった。
- 3) 消化汚泥および混合生汚泥において連続運転を実施し、安定した性能が発揮できることを確認した。

最後に、共同研究者である日本下水道事業団、株式会社北凌およびフィールド提供などの多大なご協力をいただきました関係者の方々に深く感謝の意を表します。

### [参考文献]

- 1) 日本下水道事業団：標準仕様書，平成31年度版，p.12-44
- 2) 中村：第56回下水道研究発表会講演集，令和元年度，p.1160-1162