

## エバラバリュースラッジシステム稼働実績報告

楠本 勝子\* 若菜 正宏\*

### Performance Report of a Sludge Dehydration System for Excess Sludge Recycling Plants

by Katsuko KUSUMOTO, & Masahiro WAKANA

A sludge dehydration system, namely the Ebara Value Sludge System, capable of outputting sludge with a moisture content of lower than 70% max., has been developed for recycling excess sludge, following the approval of combustion improver usage at sludge recycling plants. The system constitutes 3 main components: a shaft-sliding type screw-press dehydrator, a concentrator, and a flocculation reactor. The shaft-sliding mechanism of the dehydrator prevents excess sludge clogging in the dehydrator, a typical phenomenon which occurs during sudden drops in sludge moisture content in conventional screw-press dehydrators. This system is currently being used at 5 plants and excellent feedback is being reported.

**Keywords:** Combustion improver, Shaft sliding type screw-press dehydrator, Low sludge moisture, The resource recycling center of excess sludge, Human-waste treatment plant, Concentrator, Flocculation reactor

#### 1. はじめに

2004年、汚泥再生処理センター（し尿処理施設）の新しい資源化技術として汚泥の助燃剤化が環境省に認められ交付金対象設備となった。

汚泥の助燃剤化とは、次の二項目を満足する汚泥再生処理センターの新たな資源化技術である。

(1) 汚泥再生処理センターから発生する汚泥の含水率が70%程度であること。

(2) (1)で得た汚泥を混焼率15%以下で熱回収施設のごみ焼却炉に投入し、補助燃料を要さず安定した燃焼を行い、かつ従来のし尿処理施設で焼却処理することにより電気及び燃料の使用量を低減するもの。

従来、し尿処理施設で発生した余剰汚泥は含水率83～85%まで脱水され、その後施設内で乾燥及び焼却、もしくは堆肥化処理を行うことが一般的であった。

軸摺動型スクリーブレス脱水機（写真1）を導入した低含水率脱水システム（当社商標名：バリュースラッ



08-74 01/220

写真1 軸摺動型スクリーブレス脱水機  
Photo 1 Shaft sliding type screw-press



08-74 02/220

写真2 脱水汚泥（含水率70%以下）  
Photo 2 Dehydration sludge

\* 環境事業カンパニー 水処理事業本部 廃棄物資源化統括部  
廃棄物資源化統括室 技術第二グループ

第29回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, 2008.1  
第18回環境工学総会シンポジウム2008講演原稿集, 2008.7.10  
以上一部加筆・修正した。

ジシステム)は、難脱水性の余剰汚泥を単独で脱水するのではなく、易脱水性の搬入し尿等を余剰汚泥と混合し直接脱水することで脱水汚泥含水率70%以下(写真2)を達成し、助燃剤化施設に対応できるシステムである。

本報では2007年度までに納入した低含水率脱水システムの性能実績について報告する。

## 2. 低含水率脱水システムの特長

以下に低含水率脱水システムの特長を列举する。

### 2-1 低含水率脱水システムの構成

本システムは、(1)供給汚泥を凝集剤と混合し凝集させる二連式凝集反応槽、(2)凝集汚泥を濃縮する重力分離式濃縮機、(3)濃縮汚泥を脱水する軸摺動型スクリープレス脱水機の3部構成となっている。

### 2-2 軸摺動型スクリープレス脱水機の採用

従来のスクリープレス脱水機は、スクリー軸と外筒スクリーンの中に凝集汚泥を投入し、スクリー軸を回転させながら圧搾するものである。これに対し、当社開発の軸摺動型スクリープレス脱水機は、従来の脱水機構に加えてスクリー軸駆動装置に軸スライド機構を搭載した構造とした(図1)。

スクリープレス脱水機で極端な低含水率脱水を行う場合、脱水機の内部に脱水汚泥が閉塞し運転が困難となる現象がしばしば見られる。これに対し軸摺動型スクリープレス脱水機は、スクリー軸自体を前後に移動できる軸スライド機構を設けているため強制的な汚泥の排出が可能であり、閉塞トラブルを回避できるものとした。また、スクリー軸をスライドすることにより脱水機出口部付近の汚泥を背圧装置によって強制的にプレス

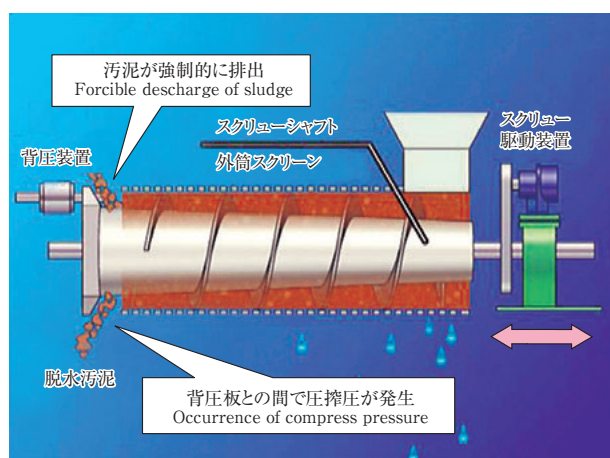


図1 軸中動型スクリープレス脱水機の構造  
Fig. 1 Shaft sliding mechanism

することができるため、含水率の低下に寄与することができる。

### 2-3 濃縮機の採用

従来のスクリープレス脱水機は脱水機本体に濃縮部と脱水部を設けているものが多いが、本システムでは脱水機とは別に濃縮機を単独で設けた。脱水機本体に濃縮機構をもたせた場合、システムに投入される原液汚泥の濃度が急変した際に脱水機に過大な負荷が掛かることとなり、脱水性能の悪化につながる。濃縮機を単独に設けることで脱水機に投入される濃縮汚泥濃度を均一に保つことを可能とし、原液汚泥の変動に対応可能な構造とした。

濃縮機は重力分離式濃縮機を採用している。供給汚泥は濃度変動が激しく0.4~2.0%の幅で変動するが、濃縮機では一律4.0~8.0%まで濃縮することが可能である。したがって供給汚泥の変動にかかわらず、脱水機に投入する汚泥はほぼ一定濃度となり、安定した脱水性能を得ることを可能とした。

## 3. バリュースラッジシステム納入実績

### 3-1 標準概要フロー

低含水率脱水システムの標準的な概要フローを示す(図2)。ただし、愛知県D市及び宮崎県E町納入物件は、前処理設備(ドラムスクリーン及びスクリープレス)をバイパスして運転している。一般的にスクリープレス脱水機の場合、汚泥中に含まれる繊維状物の量が多いほど脱水汚泥含水率が低下することは周知である。軸摺動型スクリープレス脱水機についても同様であり、供給汚泥中の繊維状物量が多いほど脱水性能が向上するため、前段処理は不要、もしくは粗目スクリーンによる除渣が望ましい。また無機凝集剤と高分子凝集剤との二液添加を標準フローとし、無機凝集剤としてはポリ硫酸第二鉄が好ましいとの結果を得ている。凝集反応槽は二連式とし、無機凝集剤は前段で供給汚泥と混合し凝集させ、後段で凝集汚泥に高分子凝集剤を混合させることにより脱水に適したフロックを得るものである。

### 3-2 納入実績

2007年度までの低含水率脱水システムの納入実績を表1に示す。前段処理は前処理無し、粗目スクリーンによる除渣、細目スクリーンによる除渣の3パターン、後段処理は標準脱窒素処理方式、高負荷脱窒素処理方式、希釈下水放流と各種処理方式に対応している。

## 4. 脱水性能の評価

表2に納入物件ごとの平均的な脱水性能を示す。

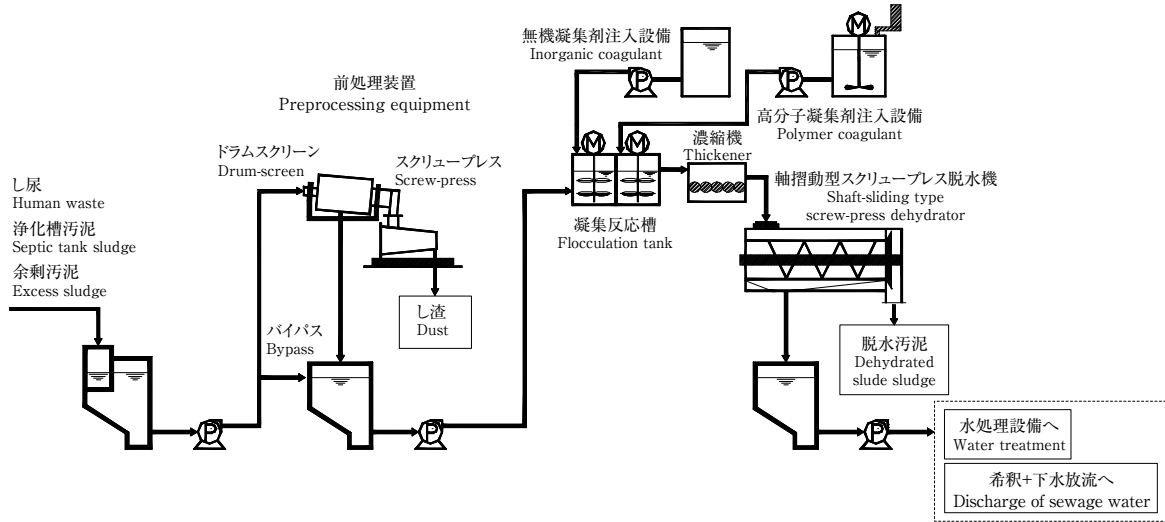


図2 低含水率脱水システム標準概要フロー  
 Fig. 2 Flow of the low sludge moisture dehydration system

表1 低含水率脱水システム納入実績 (2008年4月中旬時点)  
 Table 1 The delivery record (As of the middle of April, 2008)

納入先 User	処理対象汚泥 Object	前段処理 Pre-treatment	後段処理 Post-treatment	稼働実績 Operation result
高知県A組合 Kochi Prefecture A union	生し尿, 浄化槽汚泥, 余剰汚泥 Human waste, septic tank, excess sludge	粗目スクリーン除渣 Coarse mesh	標準脱窒素処理 Standard denitrification treatment	1年3箇月 1 year and 3 months
岡山県B組合 Okayama Prefecture B union	生し尿, 浄化槽汚泥, 余剰汚泥 Human waste, septic tank, excess sludge	細目スクリーン除渣 Fine mesh	膜分離高負荷脱窒素処理 Heavily-loaded membrane-denitrification treatment	1年5箇月 1 year and 5 months
山口県C市 Yamaguchi Prefecture C city	生し尿, 浄化槽汚泥 Human waste, septic tank	粗目スクリーン除渣 Coarse mesh	希釈+下水放流 Dilution + Discharge of sewage water	1年2箇月 1 year and 2 months
愛知県D市 Aichi Prefecture D city	生し尿, 浄化槽汚泥, 余剰汚泥 Human waste, septic tank, excess sludge	前処理無 None	標準脱窒素処理 Standard denitrification treatment	1年 1 year
宮崎県E町 Miyazaki Prefecture E town	生し尿, 浄化槽汚泥, 余剰汚泥 Human waste, septic tank, excess sludge	前処理無 None	高負荷脱窒素処理 Heavily-loaded denitrification treatment	3箇月 3 months

表2 納入物件ごとの脱水性能  
 Table 2 The hydration performance

納入先 User	処理量 Amount kg-DS/h	無機凝集剤 注入量 Inorganic coagulant %Fe/kg-DS	高分子凝集剤 注入量 Polymer coagulant %/kg-DS	脱水汚泥 含水率 Sludge water content %
A組合 A union	110	9.9	3.2	67.1
B組合 B union	110	9.4	3.0	66.4
C市 C city	110	9.7	0.8	63.5
D市 D city	160	4.9	1.1	68.0
E町 E town	110	5.0	1.0	64.1

4-1 脱水ケーキの含水率

低含水率脱水システムによる脱水汚泥の含水率は各納入物件で70%以下を達成した。特に山口県C市及び宮崎県E町では、平均含水率が62~68%と低い値で運転を継続している。

4-2 薬注率

当システムにおける計画薬注率は搬入物の性状によって異なるが、一般的に無機凝集剤(ポリ硫酸第二鉄)で5.0~7.0%-Fe/kg-DSであり、高分子凝集剤で1.0~2.5%/kg-DSである。今回挙げた5物件の計画薬注量はすべての物件で、無機凝集剤が5.0%-Fe/kg-DSであり、高分子凝集剤が2.5%/kg-DSであった。

物件ごとの無機凝集剤の注入率を見ると当初の計画値では5.0%-Fe/kg-DSであったのに対し、愛知県D市及び

宮崎県E町で5.0%-Fe/kg-DS以下であった以外は各物件で9.0%-Fe/kg-DS以上と高い値となった。これは凝集汚泥のpHが供給汚泥のMアルカリ度の影響を受け、計画値の無機凝集剤注入量では、今回使用した高分子凝集剤の最適凝集pH域まで低下しなかったことが要因として挙げられる。

図3に山口県C市の運転における凝集汚泥pHと脱水汚泥含水率との相関を示す。凝集汚泥pHが上がるにつれ、脱水汚泥の含水率は悪化した。無機凝集剤は本来pH調整のためではなく、凝集フロックの強度を増すために注入するものである。したがって供給汚泥のMアルカリ度を消費させた上で無機凝集剤を注入すると、無機凝集剤の注入率を低下させることが可能であると考え、実際に供給汚泥のMアルカリ度を消費させる運転を宮崎県E町において試みた。供給汚泥のMアルカリ度を消費するためには硫酸を使用した。

結果として硫酸の併用により無機凝集剤の使用量が設計値以内で脱水汚泥含水率70%以下を満足できたことから、供給汚泥のMアルカリ度をあらかじめ消費させることで無機凝集剤の注入率抑制が可能であることが認められた。なお、硫酸使用量は供給汚泥のMアルカリ度に依存するため差異があり、硫酸を要せずに性能を満足する運転も確認できた。

しかしながら一般的にし尿及び浄化槽汚泥の直接脱水では供給汚泥のMアルカリ度が高い傾向にあり、使用高分子凝集剤の最適凝集pH域が低い場合には供給汚泥のMアルカリ度を消費させる必要があると考えられる。

高分子凝集剤の注入率は当初の計画値2.5%/kg-DSに対し、今回挙げた5物件のうち3物件が1.0%/kg-DSと設計値よりも低い値で性能を満足した。3.0%/kg-DSと高

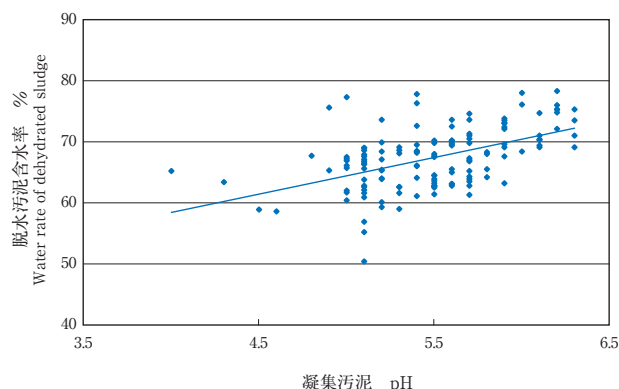


図3 凝集汚泥pHと脱水汚泥含水率の相関

Fig. 1 Correlation between pH and sludge water content

い値となったのは高知県A組合及び岡山県B組合納入の2物件である。これは供給汚泥に対して最適の高分子凝集剤でなかったことから、設計値よりも高い注入率を要したと考えられる。

今後、機器稼働前あるいは運転後適宜供給汚泥の凝集試験を行い最適な高分子凝集剤を選定することによって、高分子凝集剤の使用量の低下が可能となる。

### 4-3 繊維状物量

一般的にスクリーンプレス脱水機の場合、供給汚泥中の繊維状物含有量が多いほど脱水性能が向上することは前述したとおりである。

繊維状物量と脱水性能との関連を確認するため前記5物件の稼働確認時において、繊維状物量の参考指標として74  $\mu\text{m}$  残留浮遊物質量を測定した。74  $\mu\text{m}$  残留浮遊物質量は、供給汚泥を標準篩(74  $\mu\text{m}$ )で水洗した残留物を乾燥させた質量の浮遊物質量に締める割合として算出した。

供給汚泥中の74  $\mu\text{m}$  残留浮遊物質量を測定したところ、脱水汚泥含水率に密接な関係があることが確認できた。74  $\mu\text{m}$  残留浮遊物質量が多い場合には脱水汚泥含水率は低下し、逆に少ない場合には脱水汚泥含水率が上昇し、脱水性能も悪化した。

## 5. 総括

(1) 当社の開発した軸摺動型スクリーンプレス脱水機は従来のスクリーンプレス脱水機の脱水構造に加えてスクリーン軸自体を前後に移動させる機能を設けた。この機能により従来の低含水率脱水時に起こりがちであった閉塞トラブルを回避することが可能であり、安定した低含水率脱水システムを確立した。

(2) 当社が2007年度までに納入した低含水率脱水システムは5件であり、すべての物件において目標の脱水汚泥含水率70%以下を達成している。

(3) 本低含水率脱水システムにおける最適な薬注は無機凝集剤(ポリ硫酸第二鉄)及び高分子凝集剤(ポリマ)の二液添加であった。無機凝集剤の注入量は供給汚泥の性状や、また併用する高分子凝集剤の適正pHによっては供給汚泥のMアルカリ度にも影響された。高分子凝集剤は供給汚泥に対して最適なものを使用すると1.0%/kg-DS程度で性能を満足することが可能であった。

(4) 脱水性能にはし尿と浄化槽汚泥の比率が大きく関与していると考えられる。一般的にし尿の比率が高いと繊維状物が多くなり脱水性が向上するのに対し、浄化槽汚泥は腐敗が進んでいる場合があり、繊維状物も少



08-74 03/220

写真3 宮崎県E町施設外観

Photo 3 External view of facility at E town in Miyazaki Prefecture

ないために脱水しにくいとされる。しかし物件によっては、浄化槽汚泥過多であったにもかかわらず、繊維状物がともに高く脱水も容易な場合があり、し尿と浄化槽汚

泥の比率だけでは脱水性能を測れない場合もあると考えられる。

(5) 現在軸摺動型スクリープレス脱水機を利用した低含水率脱水システムに繊維状脱水補助剤の添加を組み合わせた、難脱水性汚泥の低含水率化を検討中である。汚泥再生処理センター対応だけでなく、既設の汚泥処理設備改修提案に対しても低含水率による外部搬出費用の削減や焼却・乾燥などに使用する化石燃料の削減等が可能であり、地球温暖化抑制にも寄与できるものと考えている。

(6) 軸摺動型スクリープレス脱水機はし尿処理施設だけでなく民間排水場などでも稼働しており、多様な分野で適用が可能である。

## 6. 謝 辞

本システムの稼働にあたり御助言、御尽力を頂いた関係各位に対し深く御礼申し上げます（写真3）。