

# 市町村合併に対応した汚泥処理の方式 — 移動式汚泥乾燥機

Mobile Sludge Dryer System for Wide Area Treatment to Cope with Mergers of Municipalities

森川 彰 林 幸司

■ MORIKAWA Akira

■ HAYASHI Koji

東芝は、移動式汚泥脱水乾燥システムを開発してきた。これらのシステムは、複数の小規模下水処理場から発生する汚泥を乾燥処理することができる。

今回、新たに処理能力を増加させたシステムを開発した。このシステムは、巡回汚泥処理に適している。また、臭気の発生も少なく、乾燥させた汚泥は発酵に適していて、緑農地還元利用できる。

Toshiba has been developing mobile sludge dryer systems that are capable of drying the sludge of small sewage treatment facilities.

Recently, we have developed a larger system than the conventional types. This system permits the mobile treatment of sludge and does not emit unpleasant odors. The dry sludge can be fermented and used as fertilizer.

## 1 まえがき

わが国の下水道整備率は2002年度末で約70%に達しているが、人口50万人以上の都市の整備率が70%以上になっているのに対し、人口5万人未満の中小市町村のほとんどが50%に達していない。このような背景から、今後の下水道整備は、整備率の低い中小市町村を中心に進められることになると思われる。

中小市町村では、大都市と違って広い行政区域に集落が散在しており、各地区に小規模下水処理場が整備される状況となっている。近年進められている中小市町村の合併が進むと、この傾向は更に顕著になってくると思われる。

中小市町村での下水道整備が進むにつれて問題となってくるのが、下水処理場から排出される汚泥の処理である。大都市と異なって小規模下水処理場が散在しているため、各処理場に汚泥処理設備を設置する方法では設置台数が多く、稼働率も上がらず処理コストが増大する。また、バキューム車で引き抜いてし尿処理場などで集約処理する方法では、輸送コストがかさみ処理コストが増大する。そのため、中小市町村の下水処理場で発生する汚泥を効率よく処理できる設備が求められている。

そこで、東芝では、点在する小規模下水処理場を巡回して汚泥を乾燥処理し、一つの設備を効率的に運用できる移動式汚泥乾燥機を製品化し、これまで8台の納入実績を持っている。今回、市町村合併に伴う更なる広域処理化に対応するため、従来の伝熱面積 $0.5\text{m}^2$ の遠心薄膜乾燥機（以下、 $0.5\text{m}^2$ 乾燥機と略記）に比べて2倍の処理能力を持つ $1.0\text{m}^2$ 乾燥機を新たに開発し、トラックに搭載した装置を製品化した。

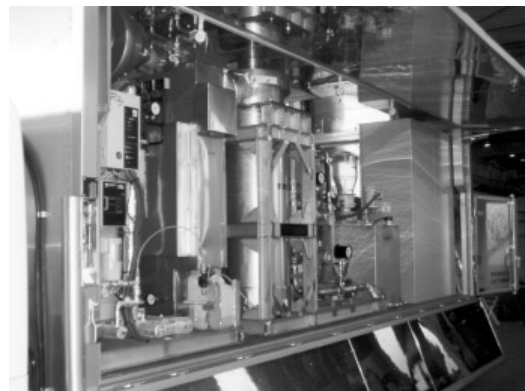
この装置の製品化により、今後整備が進められる中小市町村への適用範囲が大幅に広がった。

## 2 移動式汚泥乾燥機

$1.0\text{m}^2$ 乾燥機を搭載した移動式汚泥乾燥機（以下、 $1.0\text{m}^2$



(a) 走行時の状態



(b) 搭載機器

図1. 移動式汚泥乾燥機 — 走行時の状態と搭載機器を示す。汚泥乾燥設備が、ウイングボディ内にコンパクトに収納されている。

Mobile sludge dryer system

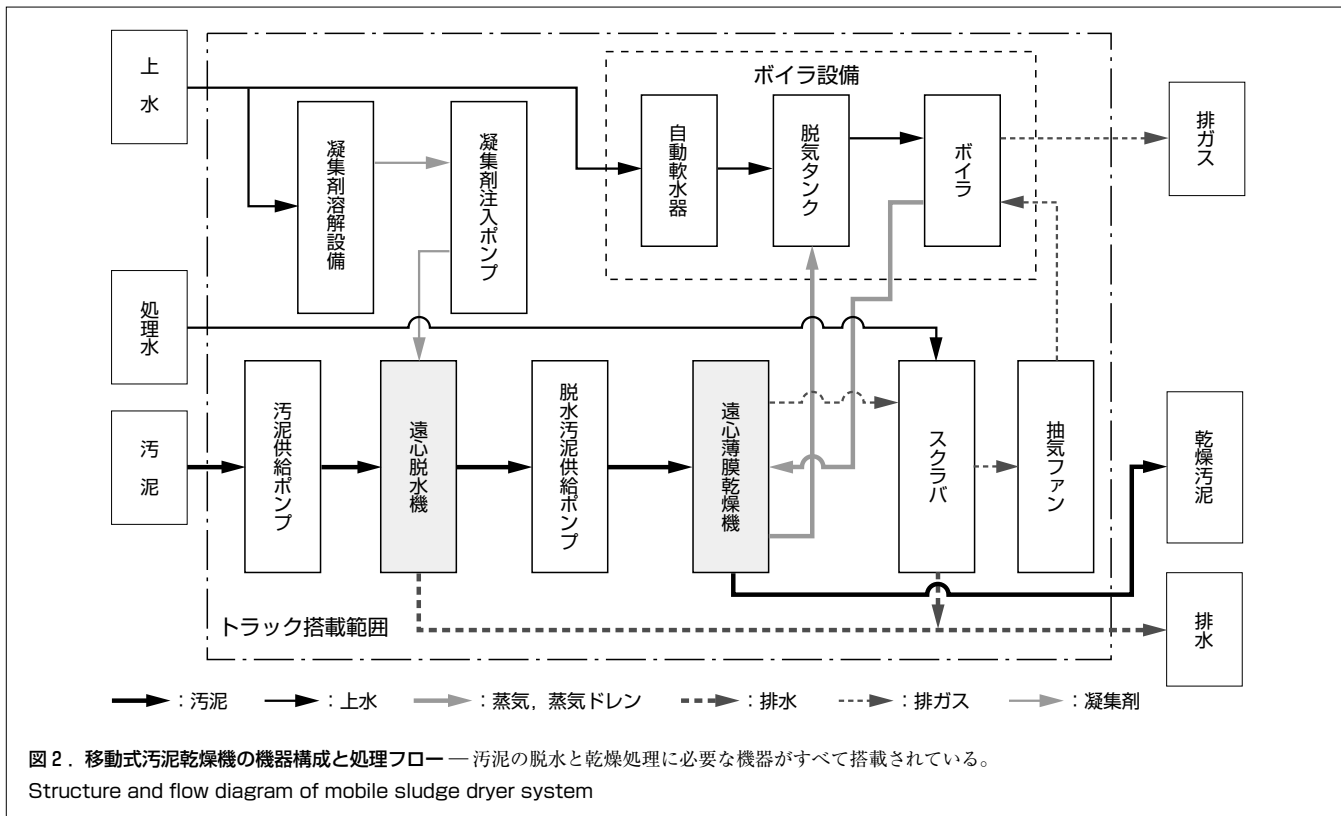


表1. 移動式汚泥乾燥機の仕様  
Specifications of mobile sludge dryer system

項目	仕様	
	0.5 m <sup>2</sup> 搭載機	1.0 m <sup>2</sup> 搭載機
汚泥処理能力 (含水率98.5%) (m <sup>3</sup> /h)	1.0	2.0
トラック仕様	6トン車	8トン車
パッケージ発電機	搭載	搭載
乾燥機伝熱面積 (m <sup>2</sup> )	0.5	1.0
乾燥汚泥含水率 (%)	55程度	同左
凝集剤注入率 (%)	1.5以下	同左

搭載機と略記)の外観を図1に、機器構成と処理フローを図2<sup>(1)</sup>に示す。機器構成は、従来の0.5 m<sup>2</sup>搭載機とまったく同じであり、処理能力の2倍化に伴って各構成機器の能力を増大している。1.0 m<sup>2</sup>搭載機と0.5 m<sup>2</sup>搭載機の仕様の比較を表1に示す。

乾燥汚泥の含水率は発酵性の良い55%程度であり、重金属含有の問題がなければ緑農地還元を行うことができ、汚泥処理コストを更に削減することができる。

### 3 伝熱面積 1.0 m<sup>2</sup>遠心薄膜乾燥機

1.0 m<sup>2</sup>乾燥機は、以下のコンセプトで開発を行った。

- (1) 0.5 m<sup>2</sup>乾燥機の2倍の能力を備える。

- (2) トラックに搭載するため、伝熱胴の長さを0.5 m<sup>2</sup>乾燥機と同一とする。
- (3) ブレードは0.5 m<sup>2</sup>乾燥機と共通とし、枚数はその2倍未満とする。

0.5 m<sup>2</sup>乾燥機と1.0 m<sup>2</sup>乾燥機の仕様の比較を表2に示す。乾燥性能を確認するため、小規模下水処理場である農業集落排水処理施設(以下、農集と略記)と、特定環境保全公共下水道(以下、特環と略記)の汚泥を対象とした乾燥試験を実施した。乾燥汚泥含水率に対する脱水汚泥供給量の影響(ブレード回転数は700 min<sup>-1</sup>)を図3に、ブレード回転数の影響(脱水汚泥供給量190 L/h)を図4に示す。

農集の水処理方式は嫌気・好気式活性汚泥方式であり、特環の水処理方式はオキシデーションディッチ方式である。

表2. 遠心薄膜乾燥機の仕様  
Specifications of centrifugal film dryer

項目	仕様	
	0.5 m <sup>2</sup> 乾燥機	1.0 m <sup>2</sup> 乾燥機
伝熱胴径 (mm)	206	340
伝熱胴長さ (mm)	1,180	1,180
ブレード列数 (列)	4	6
ブレード段落数 (段)	9	9
ブレード枚数 (枚)	36	54
汚泥処理能力 (含水率85%) (L/h)	95	190

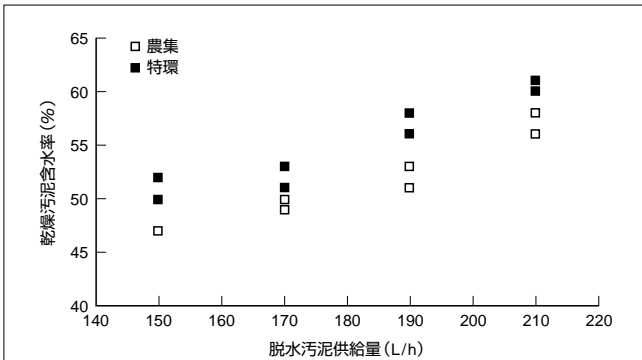


図3. 乾燥汚泥含水率に対する脱水汚泥供給量の影響 — 脱水汚泥供給量を下げると乾燥汚泥含水率も下がる。

Dehydrated sludge feed rate vs. dried sludge water content

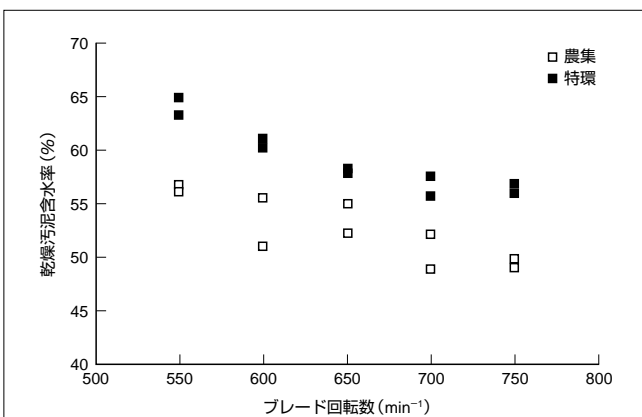


図4. 乾燥汚泥含水率に対するブレード回転数の影響 — ブレード回転数を上げると乾燥汚泥含水率が下がる。

Blade rotation rate vs. dried sludge water content

どちらの汚泥も0.5m<sup>2</sup>乾燥機の定格処理量95L/hの2倍となる190L/hで含水率55%程度の乾燥汚泥が得られている。

しかし、農集の汚泥と特環の汚泥で乾燥特性が異なり、含水率で5%以上の開きがあり、乾燥性能は汚泥性状の影響を受けることが確認できた。含水率は脱水汚泥供給量とブレード回転数を変化させることで制御できるため、汚泥性状に合わせて運転条件を設定し、汚泥性状の影響を最小限に抑えることが可能である。

#### 4 汚泥性状が乾燥特性に及ぼす影響

移動式汚泥乾燥機は、水処理方式の異なる複数の処理場から排出される汚泥の乾燥処理を行う必要があるため、様々な性状の汚泥を乾燥処理しなければならない。

汚泥性状を示す項目のうち、繊維状物と粗タンパク<sup>(注1)</sup>の

(注1) タンパク質の割合を全窒素量から換算した指標。

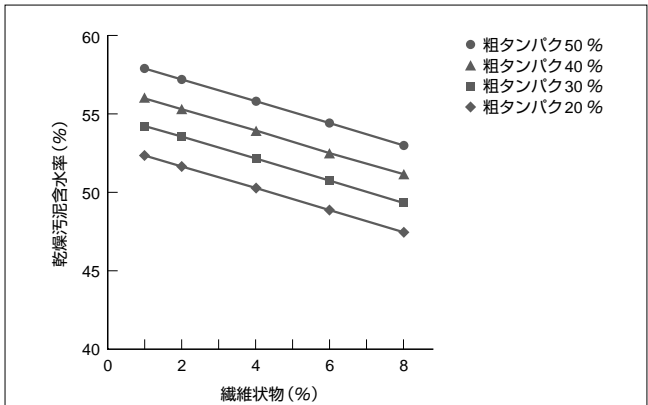


図5. 乾燥汚泥含水率に対する汚泥性状の影響 — 汚泥に含まれる繊維状物と粗タンパクの割合が乾燥性に影響を与える。

Sludge properties vs. dried sludge water content

割合に対して乾燥汚泥の含水率がどのように影響を受けるかを確認した。結果を図5に示す。

図5に示すように、繊維状物が多いほど、また、粗タンパクが少ないほど乾燥汚泥含水率が低くなる傾向がある。

これまでの事例から、オキシデーショントッチ法の汚泥については、繊維状物の割合が少ないことから乾燥汚泥含水率が比較的高くなる傾向があり、図3、図4もその傾向を示している。

#### 5 巡回汚泥処理と緑農地還元

各処理場で乾燥処理した乾燥汚泥(図6)は粒径が約5~20mmφで、土のう袋などに10~15kgずつ袋詰めして好気状態で保管しておくことと一次発酵が進み、およそ2週間~3か月で完了する。これらの簡易発酵汚泥は緑農地還元でき、汚泥処分費用の更なる削減につながる。汚泥中に重金属などの



図6. 乾燥汚泥 — 乾燥汚泥は粒形状で取り扱いやすい。  
Dried sludge

表3. 乾燥汚泥の成分分析結果例

Example of dry sludge composition analysis results

測定項目	単位	数値	基準
水分	%	44.7	対象外
pH	—	6.6	対象外
強熱減量	%	85.5	35以上
窒素全量	%	6.6	2以上
リン酸全量 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0.27	2以上
カリウム全量	%	0.17	対象外
アルカリ分	%	6.0	25以下
C/N (炭素/窒素) 比	—	5.9	10以下
総水銀	mg/kg	< 0.02	2*
カドミウム	mg/kg	0.36	5*
鉛	mg/kg	0.43	100*
ニッケル	mg/kg	13	300*
クロム	mg/kg	16	500*
ヒ素	mg/kg	1.6	50*
銅	mg/kg	130	600
亜鉛	mg/kg	180	1,800

(注) 固形物当たりの換算値を示す。\*は、肥料取締法規定値。

有害物質が含まれない場合は、普通肥料として登録することも可能である。乾燥汚泥成分の一例を表3に示す。基準は、肥料取締法に規定されている数値及び有機質等肥料に対する基準値であるが、いずれも満足している。また、各処理場にて袋詰め作業を行うため、原汚泥や脱水汚泥を運搬する場合に比べて、汚泥の運搬費用が削減できるとともに、取扱いが容易である。

したがって、複数の小規模下水処理場から発生する汚泥を処理する場合、各処理場に汚泥乾燥機を各々設置する場合に比べて、移動式汚泥乾燥機1台で巡回処理する方式は投資効果に優れていると言える。

## 6 臭気について

移動式汚泥乾燥機では、図2に示すように、乾燥処理時に発生する蒸発蒸気をスクラバで水洗浄し、その後乾燥機加熱用ボイラの燃焼空気として燃焼させ脱臭している。そのため、悪臭物質については基準値以下である。

一方、乾燥汚泥は、乾燥機下部から排出されトラック床下にて容器に受けるが、排出直後は臭気はほとんど感じない。しかし、乾燥汚泥は、前章で述べたように発酵が進行していくため、1日経過するとアンモニア臭を発するようになる。一次発酵時に発生するアンモニア濃度の変化を図7に示す。

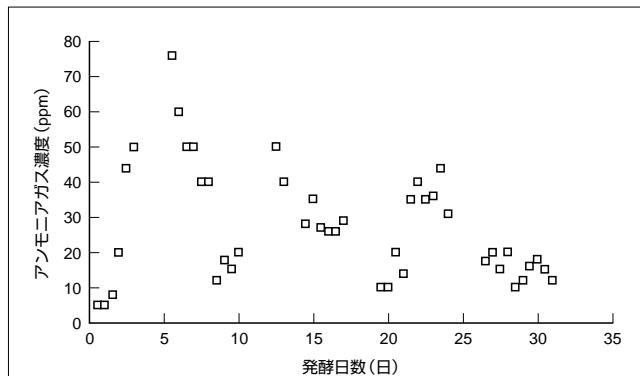


図7. 一次発酵時のアンモニア発生濃度の変化—発酵初期はアンモニア濃度が高いが、発酵が進むにつれて徐々に少なくなっている。

Ammonia concentration variation in fermentation process

以上のように、装置からは臭気の発生はほとんどないが、乾燥汚泥を放置すると臭気が発生する。したがって、袋詰めした乾燥汚泥は適宜保管庫に収納し、管理することが必要である。

## 7 あとがき

当社の移動式汚泥乾燥機は、従来の0.5 m<sup>2</sup>搭載機に加えて新たに1.0 m<sup>2</sup>搭載機を製品化したことにより、更に適用範囲が広がり、様々なニーズに応えられるようになった。

## 文献

- (1) 森川 彰,ほか .汚泥のリサイクルを可能にした移動式汚泥乾燥機 .東芝レビュー . 59 ,1 ,2004 ,p.30 - 33 .



森川 彰 MORIKAWA Akira

電力・社会システム社 府中電力・社会システム工場 社会インフラシステムソリューション部主査。水処理・汚泥処理システムの装置設計業務に従事。技術士(水道部門) Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



林 幸司 HAYASHI Koji

電力・社会システム社 社会システム事業部 公共システム技術第三部主務。汚泥乾燥設備の計画設計業務に従事。技術士(水道部門) Infrastructure Systems Div.