



1 はじめに

近年、下水道事業においては、温室効果ガス排出量削減や更なる汚泥の有効利用、減容化、またそれらを意識した経済的かつ効率的な汚泥処理システムが望まれている。そこで、更なる低含水率化、省スペース化および省エネルギー化を目的として、二重円筒加圧脱水機が開発された。本脱水機は、脱水汚泥の低含水率化、縦型配置による省スペース化を図ることができるため、維持管理費および建設費の削減が可能である。また、低動力・高性能化を達成しているため、汚泥処理設備全体での温室効果ガス発生量を抑制することが可能である。

本研究では、二重円筒加圧脱水機の特長、構造および脱水性能を整理し、計画・設計に関する基本事項や維持管理などの技術的事項を明確にすることを目的とし、その結果として技術マニュアルを取りまとめたので、ここに報告する。

2 研究体制

本共同研究は、月島機械（株）、（株）クボタ、（財）下水道新技術推進機構、の計3者が共同で実施した。

3 研究内容

3.1 脱水機構造概要

二重円筒加圧脱水機の構造図を図-1に示す。

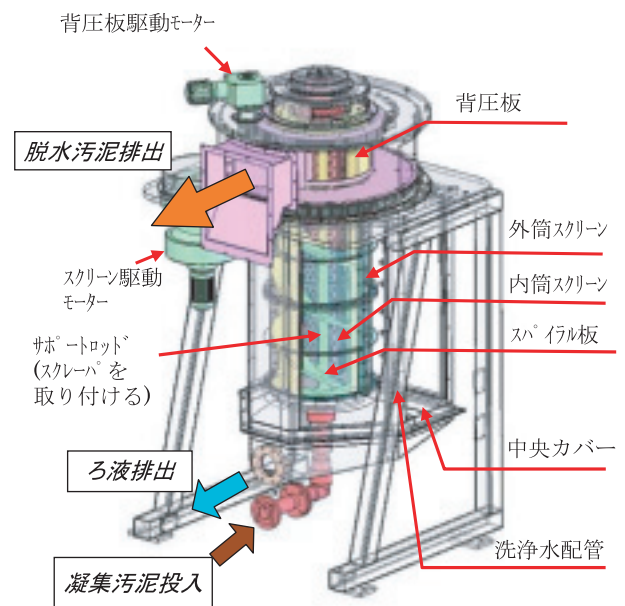


図-1 脱水機構造図

本脱水機の主な構成部品は、直径の異なる内外筒スクリーンと両スクリーンの間に配置されたスパイラル板、脱水汚泥排出口付近に設けられた背圧板である。内外筒スクリーンが回転し、スパイラル板は固定されている。また、背圧板は、脱水汚泥排出断面積を調整する場合のみ稼動する。

本脱水機では、以下の原理で脱水が進行する。

- (1) 脱水機前段の凝集混和槽で高分子凝集剤によって調質された汚泥が、内外筒スクリーンの間に連続的に圧入される。
- (2) 凝集汚泥は、投入直後にろ室内を流動して充填され、内外筒スクリーンによってろ過濃縮が行われて固形物濃度が上昇する。

- (3) ろ過濃縮により固形物濃度が上昇して流動性を失った汚泥は、回転する内外筒スクリーンとの間に摩擦力が生じ、円周方向に搬送される。
- (4) 円周方向に搬送された汚泥は、固定されたスパイラル板に干渉して垂直方向に搬送される。汚泥はろ室内を旋回しながらスパイラル板からの圧搾力と内外筒スクリーンによる高い搬送力を受けながら上方へ搬送され、固液分離が進行する。
- (5) 脱水汚泥排出部まで搬送された汚泥は、背圧板により更に含水率を低下され機外に排出される。

- (5) 脱水機設置容量
- (6) CO₂排出量

3.2 目標性能

本研究では、以下の汚泥を対象に脱水実験を行った。

- (1) 重力濃縮混合生汚泥
- (2) 機械濃縮混合生汚泥
- (3) 重力濃縮消化汚泥
- (4) 機械濃縮消化汚泥

従来の高効率型脱水機が設置されている下水処理場に二重円筒加圧脱水機の実験機を設置し、二重円筒加圧脱水機および高効率型脱水機の両者の性能評価を実施した。同等薬注率および同等負荷率※において、混合生汚泥で含水率を4ポイント低減、消化汚泥で含水率を1ポイント低減することを目標とした。

※負荷率は、標準性能値に対する実際のろ過速度の割合を示す。

3.3 導入効果検討

小規模 (5,000m³/日, 重力濃縮混合生汚泥 (VTS83~80%)), 中規模 (50,000m³/日, 重力濃縮混合生汚泥 (VTS80~77%)) および機械濃縮消化汚泥 (VTS64~61%), 大規模 (200,000m³/日, 機械濃縮混合生汚泥 (VTS83~80%)) のモデル処理場において、二重円筒加圧脱水機導入による効果を試算した。導入効果は、以下の6項目について試算を行い評価した。

- (1) 建設費
- (2) ランニングコスト
- (3) エネルギー消費量
- (4) 脱水機設置スペース

4 研究結果

4.1 脱水実験結果

4.1.1 各種汚泥に対する脱水機性能比較

濃縮方式および性状が異なる汚泥を対象に、脱水性能比較を実施した。比較結果を図-2~5に示す。

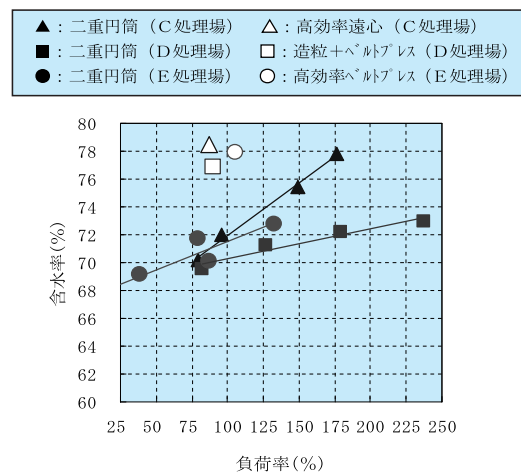


図-2 脱水性能比較結果 (重力濃縮混合生)

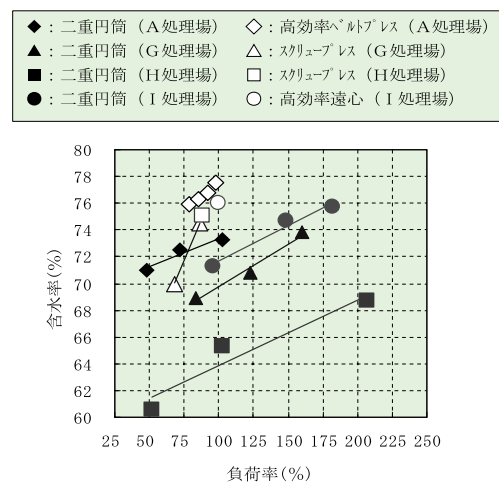


図-3 脱水性能比較結果 (機械濃縮混合生)

二重円筒加圧脱水機は、混合生汚泥を対象とした場合に従来の高効率型脱水機よりも含水率を4ポイント以上低減、消化汚泥を対象とした場合に含水率を1ポ

イント以上低減し、研究目標値を満足する性能が得られた。

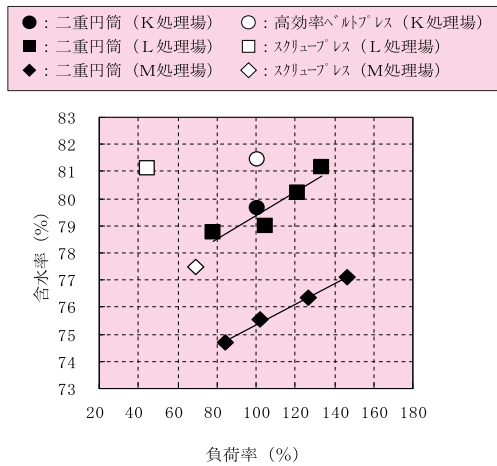


図-4 脱水性能比較結果（重力濃縮消化）

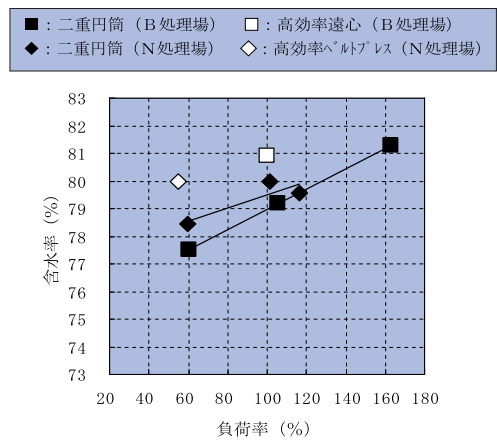


図-5 脱水性能比較結果（機械濃縮消化）

4.1.2 標準脱水性能表

各種汚泥に対する脱水実験結果を元に、混合生汚泥および消化汚泥に対する標準脱水性能表を設定した。表-1に標準脱水性能表を示す。なお、今回設定した標準脱水性能表では各汚泥性状区分毎に、標準運転、含水率優先運転および処理量優先運転の3つの性能値が設定されている。

4.2 導入効果検討結果

本報告では、導入効果試算結果の一例として、中規模処理場における混合生汚泥を対象とした試算結果について示す。

4.2.1 ランニングコスト

図-6に汚泥処分費を含んだランニングコスト合計、図-7に汚泥処分費を除いたランニングコストの比較を示す。ランニングコスト合計では、二重円筒加圧脱水機が脱水汚泥の低含水率化により汚泥処分費を最も低減することができる試算結果となった。汚泥処分費を除いたランニングコストでは、二重円筒加圧脱水機、スクリープレス脱水機、回転加圧脱水機がほぼ同等で優位な結果となった。これは、①高効率型ベルトプレス脱水機の設置台数が他機種よりも多くオーバーホール費用が高い、②洗浄水量が多い、③高効率型遠心脱水機の消費電力量が大きい、等が理由として挙げられた。

4.2.2 エネルギー消費量

エネルギー消費量は、消費電力量により評価を行った。図-8にエネルギー消費量比較を示す。二重円筒

表-1 標準脱水性能表

汚泥の種類		混合生汚泥												嫌気性消化汚泥																
汚泥性状	強熱減量 (VTS) (%)	83~80						80~77						77~75			67~64			64~61			61~57							
	汚泥濃度 (TS)	(分流式) 1.5						2.0						(合流式) 2.5			1.5			(分流式) 2.0			(合流式) 2.5							
	繊維状物 (100μm)	3.5程度						3.5程度						3.5程度			—			2.0			2.5							
重力濃縮	運転方式 (%)	10			20			10			20			10			20			5			5			5				
	脱水ケーキ含水率 (%)	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c		
機械濃縮	ろ過速度 (kg-DS/m ² ·h)	19	38	57	25	50	75	25	50	75	29	57	86	29	57	86	34	68	102	16	20	24	20	25	30	24	30	36		
	薬注率(対TS) (%)	1.3以下						1.2以下						1.0以下						1.5以下			1.4以下			1.2以下				
	固形物回収率 (%)	95以上						95以上						95以上						95以上			95以上			95以上				
	運転方式 (%)	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b
重力濃縮	脱水ケーキ含水率 (%)	74	76	78	72	74	76	74	76	78	72	74	76	73	75	77	71	73	75	—	80	81	82	78	79	80	—	—	—	
	ろ過速度 (kg-DS/m ² ·h)	34	68	102	39	77	116	34	68	102	39	77	116	34	68	102	39	77	116	—	20	25	30	24	30	36	—	—	—	
	薬注率(対TS) (%)	1.0以下						1.0以下						1.0以下						—			1.7以下			1.6以下				
	固形物回収率 (%)	95以上						95以上						95以上						—			95以上			95以上				

a; 含水率優先運転 b; 標準運転 c; 処理量優先運転 ; 標準汚泥に対する標準設計性能を示す。

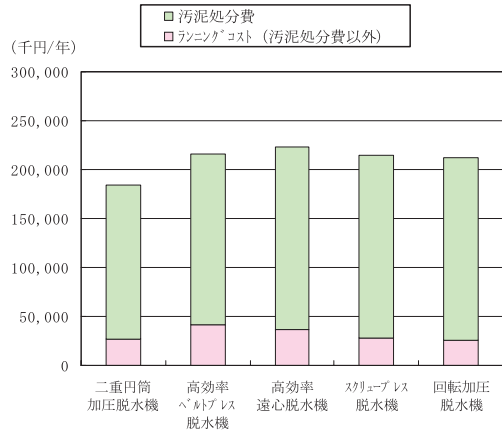


図-6 ランニングコスト比較①
(ランニングコスト合計)

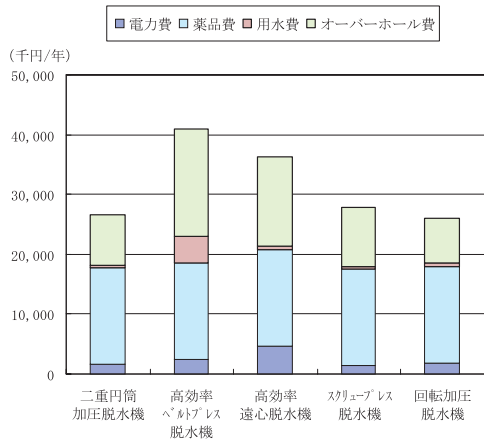


図-7 ランニングコスト比較②
(汚泥処分費除く)

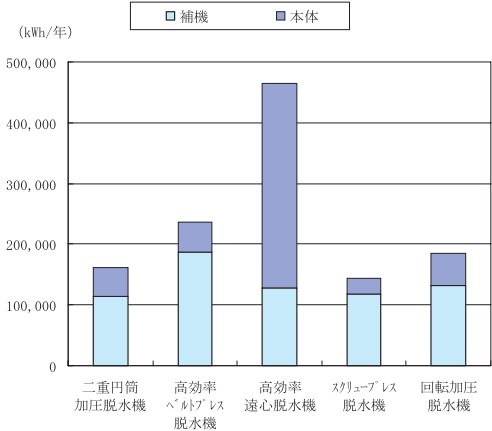


図-8 エネルギー消費量比較

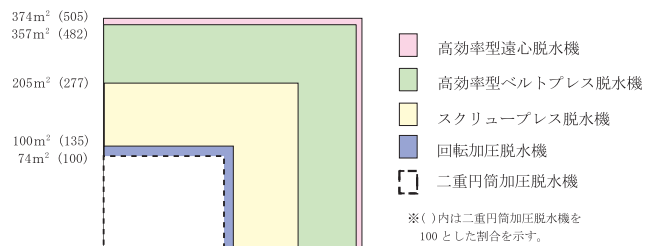


図-9 設置面積比較

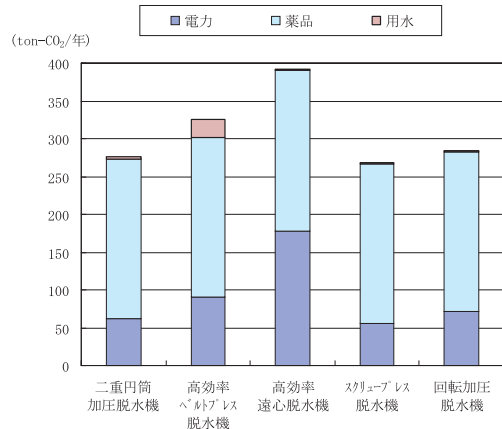


図-10 CO₂排出量比較

加圧脱水機は、高効率型遠心脱水機および高効率型ベルトプレス脱水機よりも消費動力を低減する結果となった。

4.2.3 脱水機設置スペース

図-9に脱水機設置スペース比較を示す。二重円筒加圧脱水機が最も設置スペースが小さくなる試算結果であった。

4.2.4 CO₂排出量

図-10にCO₂排出量比較を示す。二重円筒加圧脱水機を含む金属ろ材脱水機は、低速回転機器であるため消費電力量が少なく、また間欠洗浄であるため使用水量が少ないことから、CO₂排出量が最も少ない結果となった。

5 まとめ

本研究では、濃縮方式および性状の異なる汚泥に対して、二重円筒加圧脱水機と従来の高効率型脱水機との脱水性能比較を行った。得られた実験結果より、二重円筒加圧脱水機が従来の高効率型脱水機よりも含水率を低減可能である性能を確認し、混合生汚泥および嫌気性消化汚泥に対する標準脱水性能を定めた。また、本脱水機の導入効果（ランニングコストの削減、省エネルギー、省スペース）を定量的に示した。