

# 高効率型圧入式スクリーンプレス脱水機 に関する研究

## 1. 研究目的

従来型圧入式スクリーンプレス脱水機（以降従来型 SP と称す）は、平成11・12年度に当下水道機構と民間6社で共同研究を行い、その成果として技術マニュアルを発行した。この技術マニュアルにより、圧入式スクリーンプレス脱水機の省エネルギー性や維持管理の容易性等が広く認識され、平成16年度には国内で100台を超える実績を有するまでになった。しかしながら、さらなる脱水性能の向上を要望する声は多く、特に難脱水性の消化汚泥等に対して脱水性能の向上が課題となっていた。

ここに紹介する高効率型圧入式スクリーンプレス脱水機（以降高効率型 SP と称す）は、従来型 SP の特徴である省エネルギー性や維持管理の容易性を継承しつつ、濃縮ゾーンの外筒スクリーンを回転させる機構を組み込むことで、従来型 SP より脱水性能の向上を図ったものである。本研究では、高効率型 SP の特徴、脱水性能を明確にした上で、設計諸元および維持管理に関する技術的事項を取りまとめることを目的とする。

## 2. 研究体制

本共同研究は、(財)下水道新技術推進機構、(株)石垣、(株)荏原製作所、川崎重工業(株)、(株)神鋼環境ソリューション、住友重機械工業(株)、

(株)日立プラントテクノロジー、前澤工業(株)が共同で実施した。

## 3. 研究内容

本研究では、高効率型 SP と従来型 SP の実証実験機による比較実験や高効率型 SP の運転状況調査から、混合生汚泥、嫌気性消化汚泥およびOD法余剰濃縮汚泥に対する脱水性能を定めるとともに、省エネルギーや省スペース効果を確認し、計画、設計、施工、維持管理等に係わる技術的事項や留意事項をわかりやすく取りまとめた。

### 3.1 構造概要

従来型 SP の脱水構造部は、ろ室を形成する金属製外筒スクリーンとスクリー軸、ろ室内の汚泥に脱水力を与えるスクリー羽根、最終的に脱水ケーキ水分を調整するプレッサー装置およびスクリー軸を駆動する装置からなる。高効率型 SP の構造図を図-1に示す。高効率型 SP が従来型 SP と異なる点は、従来型 SP において一体型であった外筒スクリーンを高効率型 SP では濃縮ゾーン（濃縮スクリーン）とそれ以降のろ過・圧搾ゾーン（脱水スクリーン）で分割し、脱水運転時に濃縮スクリーンをスクリー軸の回転方向に対して逆方向に回転させる機構を付加したことである。

この濃縮スクリーンの回転は、スクリーン面のクロスフロー効果を高めるとともに、濃縮汚泥に剪断作用



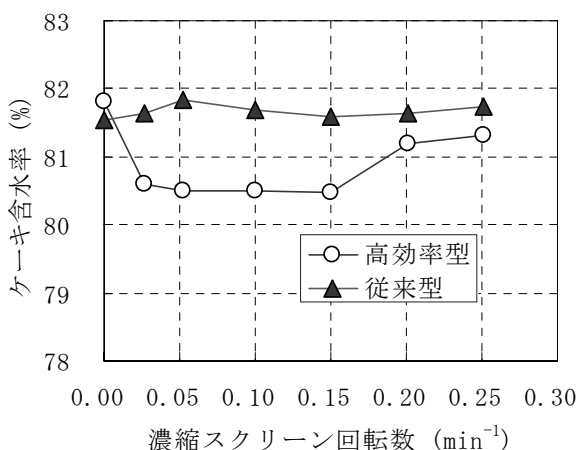


図-3 濃縮スクリーン回転数と脱水ケーキ含水率の関係

さらに、回転数を上げていくと 0.15min<sup>-1</sup>までは脱水ケーキ含水率の大きな変化はなく、0.2min<sup>-1</sup>以上になると脱水ケーキ含水率は高くなる傾向を示した。

3) SS回収率について

濃縮スクリーン回転数とSS回収率の関係を図-4に示す。SS回収率は、濃縮スクリーンの回転数が0~0.15min<sup>-1</sup>の範囲では従来型SPとほぼ同じであったが、それ以上回転数を上げるとSS回収率は低下した。

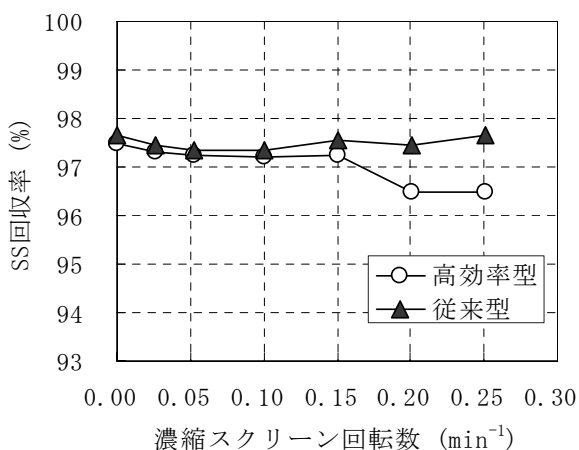


図-4 濃縮スクリーン回転数とSS回収率の関係

(2) 処理量と脱水ケーキ含水率の関係

1) 嫌気性消化汚泥 (機械濃縮)

脱水ケーキ含水率を従来型SPの標準脱水性能である81%にした場合の従来型SPと高効率型SPの処理量の比較を図-5に示す。性能目標は、脱水ケーキ含水率81%において処理量が

39kg-DS/h以上(従来型SPの1.3倍以上)であり、冬季・夏季ともに性能目標を満足した。従来型SPとの比較においては、冬季の高効率型SPの処理量は従来型SPの約1.4倍、夏季は約1.5倍であった。

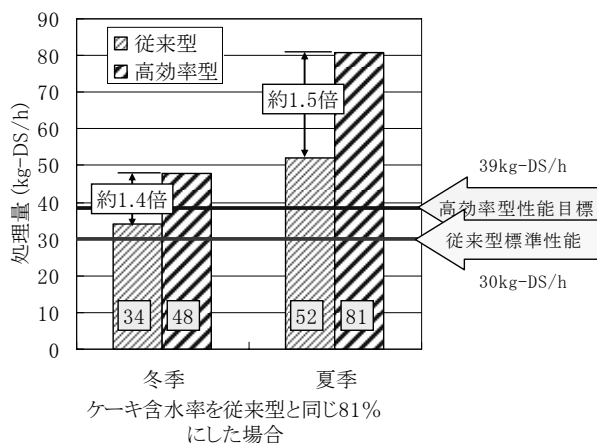


図-5 処理量の比較 (嫌気性消化汚泥)

また、処理量を従来型SPの標準脱水性能である30kg-DS/hにした場合の従来型SPと高効率型SPの脱水ケーキ含水率の比較を図-6に示す。性能目標は処理量30kg-DS/hにおいて脱水ケーキ含水率が79%以下(従来型SPより1.5~2ポイント低減)であり、冬季・夏季ともに性能目標を満足した。従来型SPとの比較においては、冬季の高効率型SPの脱水ケーキ含水率は従来型SPより約1.5ポイント低く、夏季は約1.7ポイント低い結果であった。

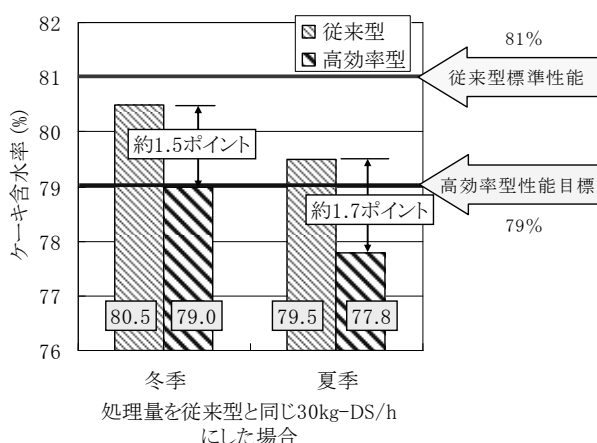


図-6 脱水ケーキ含水率の比較 (嫌気性消化汚泥)

2) 混合生汚泥 (機械濃縮)

脱水ケーキ含水率を従来型SPの標準脱水性能である76%にした場合の従来型SPと高効率

型 SP の処理量の比較を図-7に示す。性能目標は脱水ケーキ含水率 76%において処理量が 87kg-DS/h 以上（従来型 SP の 1.7 倍以上）であり、冬季・夏季ともに性能目標を満足した。従来型 SP との比較においては、冬季の高効率型 SP の処理量は従来型 SP の約 1.8 倍、夏季は約 1.9 倍であった。

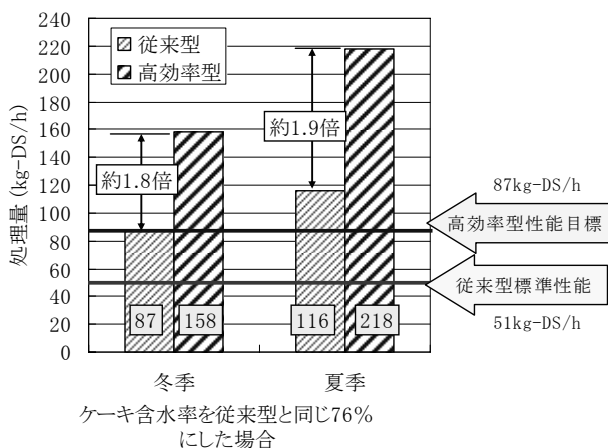


図-7 処理量の比較 (機械濃縮混合生汚泥)

また、処理量を従来型 SP の標準脱水性能である 51kg-DS/h にした場合の従来型 SP と高効率型 SP の脱水ケーキ含水率の比較を図-8に示す。性能目標は処理量 51kg-DS/h において脱水ケーキ含水率が 74%以下（従来型 SP より 1.5～2 ポイント低減）であり、冬季・夏季ともに性能目標を満足した。従来型 SP との比較においては、冬季の高効率型 SP の脱水ケーキ含水率は従来型 SP より約 2 ポイント低く、夏季は約 1.6 ポイント低い結果であった。

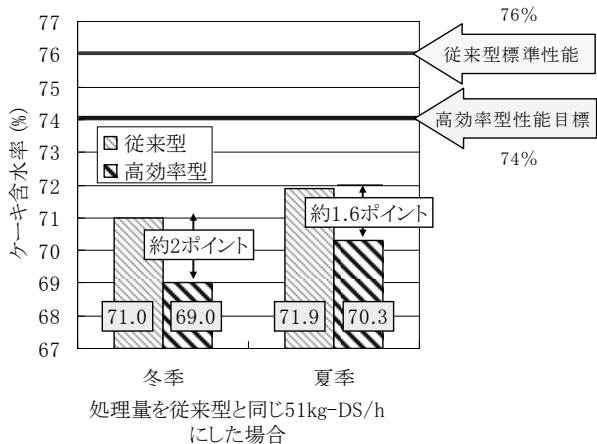


図-8 脱水ケーキ含水率の比較 (機械濃縮混合生汚泥)

3) 受泥汚泥 (重力濃縮)

脱水ケーキ含水率を従来型 SP の標準脱水性能である 77%にした場合の従来型 SP と高効率型 SP の処理量の比較を図-9に示す。性能目標は脱水ケーキ含水率 77%において処理量が 44kg-DS/h 以上（従来型 SP の 1.3 倍以上）であり、冬季・夏季ともに性能目標を満足した。従来型 SP との比較においては、冬季の高効率型 SP の処理量は従来型 SP の約 1.4 倍、夏季は約 1.5 倍であった。

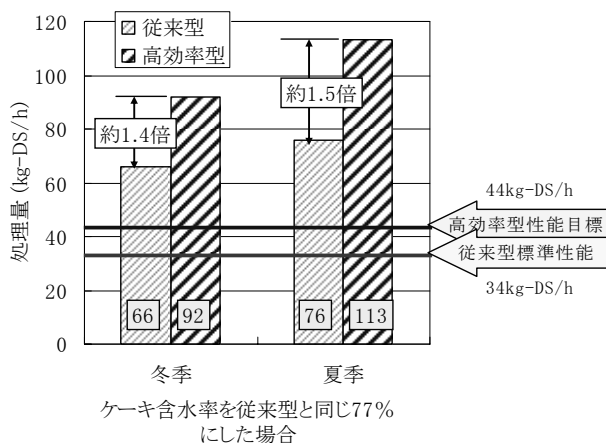


図-9 処理量の比較 (受泥汚泥：重力濃縮)

また、処理量を従来型 SP の標準脱水性能である 34kg-DS/h にした場合の従来型 SP と高効率型 SP の脱水ケーキ含水率の比較を図-10に示す。性能目標は処理量 34kg-DS/h において脱水ケーキ含水率が 75%以下（従来型 SP より 1.5～2 ポイント低減）であり、冬季・夏季ともに性能目標を満足した。従来型 SP との比較においては、冬季の高効率型 SP の脱水ケーキ含水率は従来型 SP より約 1.5 ポイント低く、夏季は約 1.6 ポイント低い結果であった。

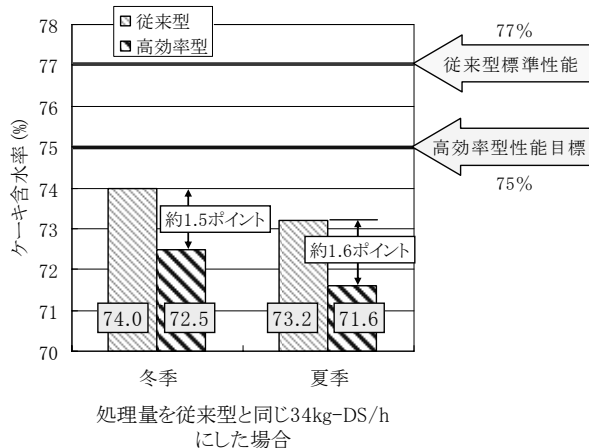


図-10 脱水ケーキ含水率の比較 (受泥汚泥：重力濃縮)

### 3.3 標準脱水性能

実証実験の結果に他の処理場における実験結果を加えて、標準脱水性能を定めた。高効率型 SP の脱水性能は、従来型 SP の低含水率の脱水性能に対して、処理量を優先した場合と脱水ケーキ含水率を優先した場合の2ケースを設定した。

各種汚泥に対する高効率型 SP と従来型 SP の脱水性能（処理量、脱水ケーキ含水率、薬注率、固形物回収率）の比較を表-2に示す。処理量優先運転とは、脱水ケーキ含水率を従来型 SP と同じにした場合で処理量を向上させる運転を行うもので、機械濃縮した混合生汚泥は従来型 SP に対して処理量が70%向上し、その他の汚泥に対しては30%向上する。脱水ケーキ含水率優先運転とは、処理量を従来型 SP と同じにした場合で脱水ケーキ含水率を低減させる運転を行うもので、OD法余剰濃縮汚泥は従来型 SP に対して脱水ケーキ含水率が1ポイント低減し、その他の汚泥に対しては2ポイント低減する。なお、薬注率と固形物回収率に関しては、高効率型 SP と従来型 SP は同じ値とした。

標準脱水性能は、混合生汚泥、嫌気性消化汚泥、OD法余剰濃縮汚泥について、スクリーン径φ300mmの

性能を定めた。表-3に混合生汚泥の標準脱水性能を示す。

設備設計における脱水機の所要スクリーン径は、脱水機1台当たりの所要処理固形物量とスクリーン径φ300mmの標準脱水性能から次式により算出する。

$$A_o = \left( \frac{Q_o}{Q_{300}} \right)^{\frac{1}{2.2}} \times 300$$

ここに、

$A_o$  :  $Q_o$ に対する所要スクリーン径 mm

$Q_o$  : 脱水機1時間当たり所要処理固形物量 kg-DS/(h・台)

$Q_{300}$  : スクリーン径φ300mmの標準脱水性能 kg-DS/(h・台)

スクリーン径の選定は、ここで求めた所要スクリーン径から100mm刻みに切り上げた径とする。なお、最大スクリーン径はφ1,200mmとする。

### 3.4 導入効果

小規模（1,000m<sup>3</sup>/日）、中規模（10,000m<sup>3</sup>/日）、大規模（200,000m<sup>3</sup>/日）の3ケースの処理場規模において、従来の汚泥脱水機である高効率型ベルトプレ

表-2 高効率型 SP と従来型 SP の脱水性能比較

運転方法		処理量優先運転				脱水ケーキ含水率優先運転			
		脱水性能項目	処理量	脱水ケーキ含水率	薬注率	SS回収率	処理量	脱水ケーキ含水率	薬注率
混合生汚泥	重力濃縮	30%UP	従来型と同じ	従来型と同じ	従来型と同じ	従来型と同じ	2ポイント低減	従来型と同じ	従来型と同じ
	機械濃縮	70%UP					2ポイント低減		
嫌気性消化汚泥	重力濃縮	30%UP					2ポイント低減		
	機械濃縮	30%UP					2ポイント低減		
OD法余剰濃縮汚泥		30%UP				1ポイント低減			

注1) 処理量優先運転における処理量は、従来型の含水率優先運転の脱水性能に対する向上率を示す。

注2) 脱水ケーキ含水率優先運転における脱水ケーキ含水率は、従来型の含水率優先運転の脱水性能に対する低減率を示す。

表-3 混合生汚泥の標準脱水性能

(表中の処理量はφ300における性能である)

脱水対象汚泥性状	型式		高効率型										従来型							
	水処理方式		標準活性汚泥法										標準活性汚泥法							
	汚泥の種類		混合生汚泥										混合生汚泥							
汚泥性状	強熱減量 (VTS) (%)	(%)	80 ~ 83		77 ~ 80		75 ~ 77		80 ~ 83		77 ~ 80		75 ~ 77							
	供給汚泥濃度 (TS)	重力式 (%)	1.5		2.0		2.5		1.5		2.0		2.5							
		機械式 (%)	3.5程度		3.5程度		3.5程度		3.5程度		3.5程度		3.5程度							
	繊維状物(100メッシュ) (%)	(%)	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20						
運転方法	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先						
	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先	含水率優先	処理量優先						
一液調質	脱水ケーキ含水率 (%)	(%)	77	79	75	77	76	78	74	76	74	76	72	74	79	77	78	76	76	74
	処理量(kg-DS/h・φ300)	(%)	26	34	34	44	34	44	42	55	42	55	50	65	26	34	34	42	42	50
	固形物(SS)回収率 (%)	(%)	95以上		95以上		95以上		95以上		95以上		95以上		95以上		95以上		95以上	
	薬注率(対TS) (%)	(%)	1.3以下		1.3以下		1.2以下		1.2以下		1.0以下		1.0以下		1.3以下		1.2以下		1.0以下	
機械濃縮	脱水ケーキ含水率 (%)	(%)	76	78	74	76	76	78	74	76	-	-	-	-	78	76	78	76	-	-
	処理量(kg-DS/h・φ300)	(%)	42	71	51	87	42	71	51	87	-	-	-	-	42	51	42	51	-	-
	固形物(SS)回収率 (%)	(%)	95以上		95以上		95以上		95以上		-		-		95以上		95以上		-	
	薬注率(対TS) (%)	(%)	1.0以下		1.0以下		1.0以下		1.0以下		-		-		1.0以下		1.0以下		-	

注1) 従来型の標準性能は含水率優先運転の値である。

ス脱水機、高効率型遠心脱水機、従来型 SP と高効率型 SP について導入効果の試算比較を行った。高効率型 SP については、処理量優先運転と脱水ケーキ優先運転の2条件にてサイズ選定を行った。その結果、処理量優先運転の条件で脱水機サイズを選定すると、小規模では最小機種(スクリーン径φ300mm)のためサイズダウン効果がないが、中規模では従来型 SP に比べ1ランク、大規模では2ランク小型の機種となった。各処理場規模における各脱水機の諸元表を表-4に

示す。

(1) イニシャルコストの低減効果

脱水機本体および補機の機器費について試算を行った。試算結果(高効率型 SP は処理量優先運転条件)を図-11に示す。小規模における高効率型 SP の機器費は、最小機種のためサイズダウン効果がなく従来型 SP より高くなったが、中・大規模ではサイズダウン効果により従来型 SP に比べ安価となった。

表-4 各処理場規模における各脱水機の諸元表

処理場規模	機種 項目	高効率型 ベルトプレス 脱水機	高効率型 遠心脱水機	従来型圧入式 スクリーンプレス 脱水機	高効率型圧入式 スクリーンプレス脱水機	
					処理量優先	脱水ケーキ含水率 優先
小規模処理場 (1,000m <sup>3</sup> /日) ・水処理方式 : OD法 ・脱水対象汚泥 : OD法余剰濃縮汚泥 ・汚泥濃度 : 1.5% ・脱水機運転時間 : 7h/日×5日/週 ・脱水ケーキ処分方法 : 産廃処理	脱水機容量 及び数量	ベルト幅 1m ×1台	処理量 5m <sup>3</sup> /h ×1台	スクリーン径φ300 ×1台	スクリーン径φ300 ×1台	スクリーン径φ300 ×1台
	処理能力	60kg/m <sup>2</sup> ・h×1m =60kg-DS/h	5m <sup>3</sup> /h (75kg-DS/h)	36kg-DS/h	47kg-DS/h	36kg-DS/h
	薬注率	1.4%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
	脱水ケーキ含水率	82%	83%	83%	83%	82%
	固形物回収率	90%	95%	90%	90%	90%
中規模処理場 (10,000m <sup>3</sup> /日) ・水処理方式 : 標準活性汚泥法 ・脱水対象汚泥 : 嫌気性消化汚泥 ・汚泥濃度 : 2.0% ・脱水機運転時間 : 7h/日×5日/週 ・脱水ケーキ処分方法 : セメント原料委託	脱水機容量 及び数量	ベルト幅 2m ×2台	処理量 7m <sup>3</sup> /h ×2台	スクリーン径φ600 ×2台	スクリーン径φ500 ×2台	スクリーン径φ600 ×2台
	処理能力	80kg/m <sup>2</sup> ・h×2m =160kg-DS/h	7m <sup>3</sup> /h (140kg-DS/h)	140kg-DS/h	119kg-DS/h	140kg-DS/h
	薬注率	1.3%	1.3%	1.4%	1.4%	1.4%
	脱水ケーキ含水率	81%	81%	81%	81%	79%
	固形物回収率	90%	95%	95%	95%	95%
大規模処理場 (200,000m <sup>3</sup> /日) ・水処理方式 : 標準活性汚泥法 ・脱水対象汚泥 : 分離濃縮混合生汚泥 ・汚泥濃度 : 3.5% ・脱水機運転時間 : 24h/日×7日/週 ・脱水ケーキ処分方法 : 焼却処理	脱水機容量 及び数量	ベルト幅 3m ×7(1)台	処理量 30m <sup>3</sup> /h (21m <sup>3</sup> /h)×4(1)台	スクリーン径φ1,000 ×4(1)台	スクリーン径φ800 ×4(1)台	スクリーン径φ1,000 ×4(1)台
	処理能力	140kg/m <sup>2</sup> ・h×3m =420kg-DS/h	21m <sup>3</sup> /h (735kg-DS/h)	710kg-DS/h	752kg-DS/h	710kg-DS/h
	薬注率	1.3%	1.3%	1.0%	1.0%	1.0%
	脱水ケーキ含水率	79%	79%	76%	76%	74%
	固形物回収率	93%	95%	95%	95%	95%

注) 高効率型ベルトプレス脱水機および高効率型遠心脱水機の脱水性能および薬注率は、日本下水道事業団編著の機械設備標準仕様書記載の性能値とし、従来型圧入式スクリーンプレス脱水機は当下水道機構が2001年3月に発行した技術マニュアル記載の脱水性能値とした。

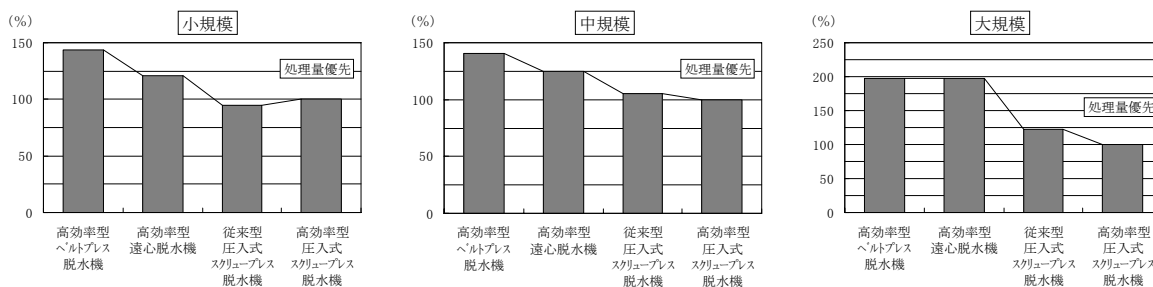


図-11 機器費比較

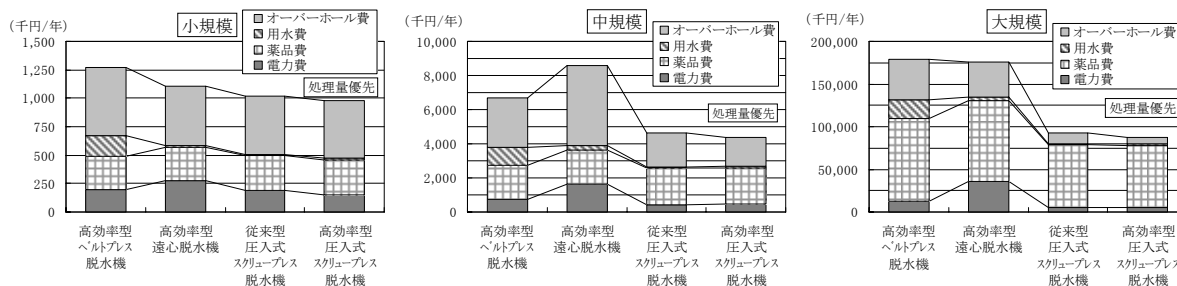


図-12 維持管理費比較

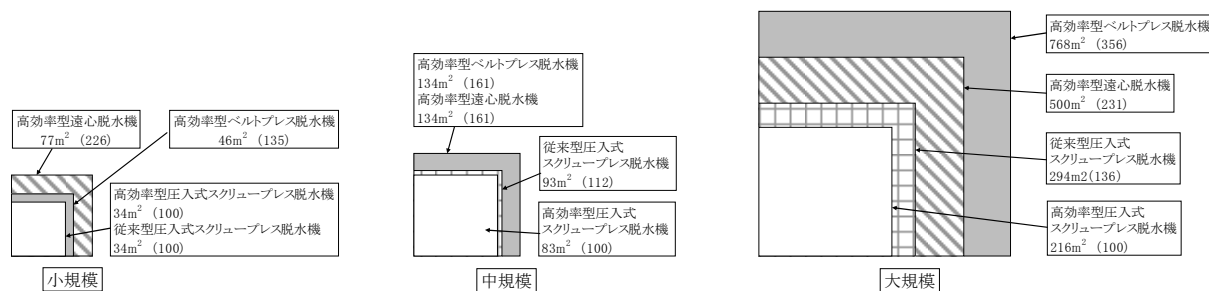


図-13 設置スペース比較

(2) ランニングコストの低減効果

維持管理費に関する電力費、薬品費、用水費、オーバーホール費について試算を行った。試算結果(高効率型 SP は処理量優先運転条件)を図-12に示す。高効率型 SP の維持管理費は、小規模では実運転時間の短縮による電力費削減効果、中・大規模ではサイズダウン効果によりオーバーホール費が低減し従来型 SP に比べ安価となった。

(3) 省スペース効果

脱水機本体の設置スペースについて試算を行った。試算結果(高効率型 SP は処理量優先運転条件)を図-13に示す。高効率型 SP の設置スペースは、小規模では最小機種のため従来型 SP と同程度であるが、中・大規模ではサイズダウン効果により従来型 SP に比べ省スペースとなった。

第2節 設備の構成

第3節 運転操作因子と脱水性能の関係

第4節 脱水性能

第5節 容量計算

第6節 運転操作

第5章 施工計画

第1節 施工計画

第2節 施工手順

第3節 試運転

第6章 設備の維持管理

第1節 設備の運転調整

第2節 設備の保守・点検

資料編

1. 各種実験結果
2. 実証実験結果
3. モデル設計
4. 他機種との比較例
5. 積算資料
6. 標準配置図
7. 付属装置図
8. 資料の問い合わせ先

4. 技術マニュアルの構成

第1章 総則

- 第1節 目的
- 第2節 適用範囲
- 第3節 用語の定義

第2章 設備の概要

- 第1節 汚泥脱水処理の現状
- 第2節 構造と脱水原理
- 第3節 従来型との比較
- 第4節 特長と導入効果

第3章 設備の計画

- 第1節 適用条件
- 第2節 留意事項

第4章 設備の設計

- 第1節 設計の手順

5. まとめ

本研究の実証実験では、高効率型 SP と従来型 SP の実証実験機を同一場所に設置して比較実験を行い、従来型 SP との脱水機構の違いや従来型 SP に対する脱水性能の向上を確認した。また、従来の汚泥脱水機である高効率型ベルトプレス脱水機、高効率型遠心脱水機や従来型 SP と試算比較を行い、イニシャルコストの低減効果、ランニングコストの低減効果、省エネルギー効果、省スペース効果や脱水ケーキ処分費の低減効果等に関する導入効果を確認した。

本研究の成果として、高効率型 SP の概要、構造、脱水原理等について従来型 SP からの改良点を交えて説明するとともに、混合生汚泥、嫌気性消化汚泥および OD 法余剰濃縮汚泥に対する標準脱水性能を定め、本脱水機を用いた脱水設備の計画、設計、施行、維持管

理に係わる技術的事項を技術マニュアルに取りまとめた。

今後、下水道管理者が汚泥脱水設備の計画、設計等を行う際の一助になれば幸いである。

---

●この研究を行ったのは

研究第二部長  
研究第二部総括主任研究員  
研究第二部主任研究員  
研究第二部研究員

松浦 将行  
桐原 隆  
関 一  
山本 白

●この研究に対するお問い合わせは

研究第二部長  
研究第二部総括主任研究員  
研究第二部総括主任研究員  
研究第二部研究員

松浦 将行  
目黒 享  
関 一  
山本 白