

高効率型圧入式スクリープレス脱水機 技術マニュアル

1. はじめに

下水道整備の進展や高度処理の実施に伴い、下水汚泥の発生量は着実に増加しており、汚泥の安定的処理処分は大都市のみならず、新たに下水処理を開始した中小市町村においても緊急の課題となっている。下水汚泥の処理については、より一層の効率化や省エネルギー化、維持管理の簡素化が求められており、汚泥脱水処理においても下水汚泥処理施設の重要な一施設として、これらの課題への対処が求められている。

今回紹介する高効率型圧入式スクリープレス脱水機（以降高効率型 SP と称す）は、平成 11・12 年度に当下水道機構と民間 6 社で共同研究を行った従来型圧入式スクリープレス脱水機（以降従来型 SP と称す）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、従来型より脱水性能の向上を図ったものである。

本マニュアルでは、高効率型圧入式スクリープレス脱水機の概要、構造、脱水原理等について、従来型からの改良点を交えて説明するとともに、他機種との比較を行い、期待できる導入効果について示した。また、本脱水機の特長、性能を明確にした上で、本脱水機を用いた脱水設備の計画、設計、施工、維持管理に係わる技術的事項や手順をわかりやすく取りまとめた。

2. 構造

高効率型 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を与えている。その結果、濃縮ゾーンでの搬送効率が上がり汚泥充填率を向上させている。続くろ過・圧搾ゾーンでは、従来型 SP より高い汚泥充填率で圧搾脱水されるため、最終的に脱水性能の向上が得られる。

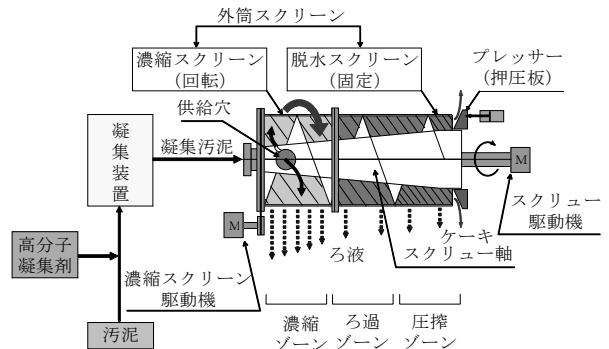


図-1 構造図

3. 実証実験

夏季と冬季に高効率型 SP と従来型 SP の 2 機種の実証実験機（スクリーン径 $\phi 300\text{mm}$ ）を同一場所に設置し、脱水運転条件を変化させて脱水性能の比較調査を行った。

3.1 実験結果

(1) 濃縮スクリーンの回転効果

高効率型 SP の濃縮スクリーンの回転効果を調査するため、嫌気性消化汚泥に対して薬注率 0.85%程度でスクリーン回転数を 0.62min^{-1} で一定にして、濃縮スクリーンの回転数変化実験を行った。このとき汚泥性状の影響を検証するため、従来型 SP を高効率型 SP と同じスクリーン回転数 0.62min^{-1} で同時に運転した。

1) 処理量に対する効果

濃縮スクリーン回転数と処理量の関係を図-2 に示す。濃縮スクリーンの回転数が 0 回転では、従来型 SP と処理量がほぼ同じであり、濃縮スクリーンの回転数を徐々に上げていくと 0.05min^{-1} で処理量が最大となった。さらに回転数を上げていくと 0.15min^{-1} までは処理量の大きな変化はなく、 0.2min^{-1} 以上では処理量が低下した。

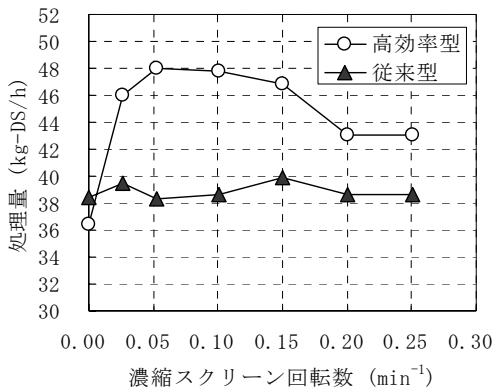


図-2 濃縮スクリーン回転数と処理量の関係

2) 脱水ケーキ含水率に対する効果

濃縮スクリーン回転数と脱水ケーキ含水率の関係を図-3 に示す。濃縮スクリーンの回転数が 0 回転では、従来型 SP と脱水ケーキ含水率がほぼ同

じであり、濃縮スクリーンの回転数が 0.03min^{-1} で脱水ケーキ含水率が 1.2 ポイント低下した。さらに、回転数を上げていくと 0.15min^{-1} までは脱水ケーキ含水率の大きな変化はなく、 0.2min^{-1} 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。

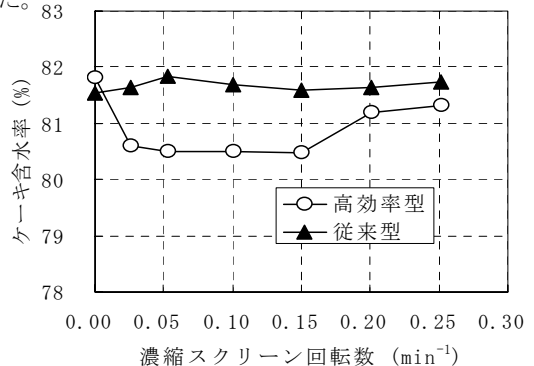


図-3 濃縮スクリーン回転数と脱水ケーキ含水率の関係

(2) 処理量と脱水ケーキ含水率の関係

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-4 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。

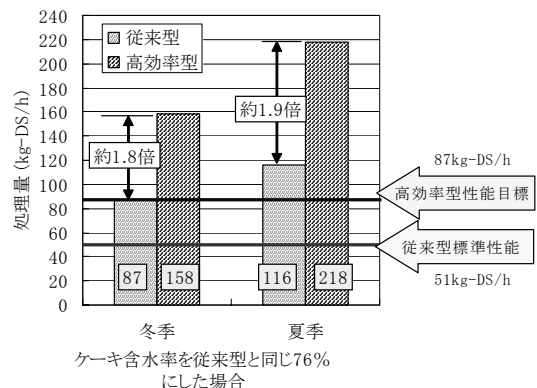
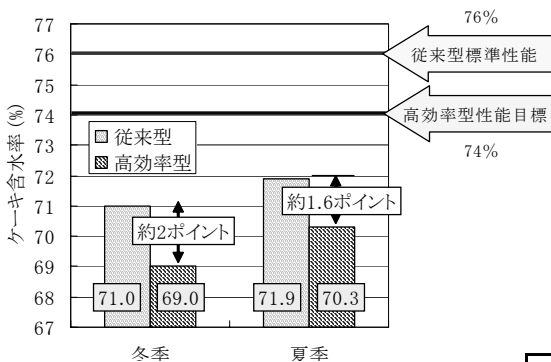


図-4 処理量の比較（機械濃縮混合生汚泥）

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-5 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。



処理量を従来型と同じ51kg-DS/h にした場合

図-5 脱水ケーキ含水率の比較 (機械濃縮混合生汚泥)

4. 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-1 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。

表-1 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	SS回収率
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	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	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。

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-2 に混合生汚泥の標準脱水性能を示す。

表-2 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					
	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(100μシユ) (%)		10		20		10		20		10		20		10		20		10		20			
一液調質	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		
	重力濃縮	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	74	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	50	50		
	機械濃縮	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	
		薬注率(対TS) (%)	1.3以下				1.3以下				1.2以下				1.2以下				1.3以下		1.2以下		1.0以下	
		脱水ケーキ含水率 (%)	76	78	74	76	76	78	74	76	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		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。

5. 導入効果

小規模（1,000m³/日）、中規模（10,000m³/日）、大規模（200,000m³/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。

(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-6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。

(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-7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。

6. まとめ

本マニュアルでは、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取りまとめた。

今後、本マニュアルの適切な利用が図られることを願う次第である。

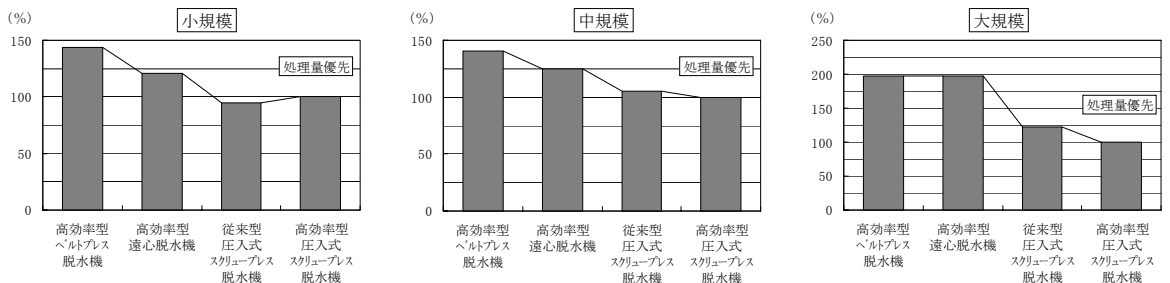


図-6 機器費比較

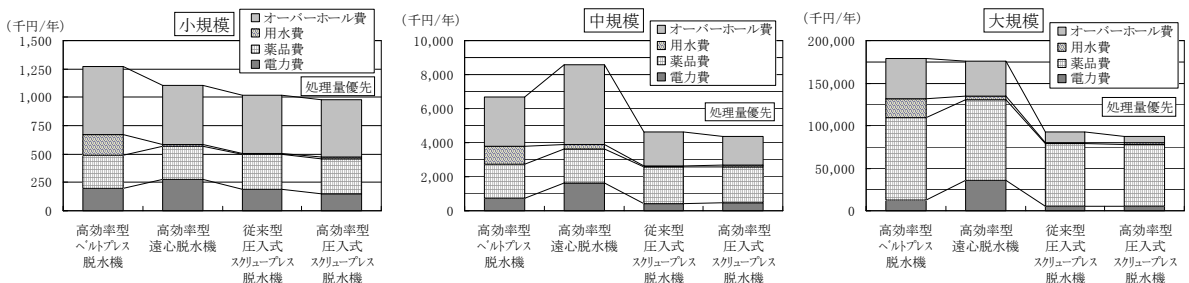


図-7 維持管理費比較