

直胴型遠心脱水機 技術マニュアルの概要

1. はじめに

下水汚泥の脱水処理にもちいられる脱水機は、無機系凝集剤を使用した真空脱水機、フィルタープレス脱水機が主流の時期を経て、現在では高分子凝集剤を使用する脱水機が主流となっている。また、高分子凝集剤を使用する脱水機については、ベルトプレス脱水機から、臭気対策が容易で洗浄水量も少ない遠心脱水機、スクリープレス脱水機等の機種への転換が進んでいる。

一方、脱水工程により発生した脱水ケーキは、そのまま埋立処分される場合や、焼却やセメント資源化等後段プロセスによりさらに処理される場合があるが、いずれの処理においても、脱水ケーキの減量化、焼却プロセスにおける補助燃料の低減が大きな課題となっている。このため最近では、脱水ケーキの低含水率化の要求が非常に高まっている。また、脱水工程自体での維持管理費の低減も強く求められており、省エネルギー化や薬注率の低減が可能な脱水機の開発が期待されている。

現在、下水汚泥用の遠心脱水機としては、ボウル部

を円筒部+円錐部で構成するデカンタ型遠心脱水機（以降、デカンタ型と呼ぶ）が広く採用されているが、近年、ボウル部が全て円筒状の構造を持つ直胴型遠心脱水機（以降、直胴型と呼ぶ）が開発され、導入実績も増加している。

本技術マニュアルでは、直胴型と共同研究メンバーが保有している従来型のデカンタ型との処理性能を、テスト機による比較実験を行って検証し、直胴型の概要、構造、特長、脱水原理等について従来型からの改良点を交えて解説するとともに、本脱水機の計画、設計、施工、維持管理に係わる技術的事項をわかりやすく取りまとめた。

2. 構造概要

デカンタ型と直胴型の構造概念図を図-1に示す。直胴型は、デカンタ型に対して下記の構造上の特徴を持ち、脱水性能の向上を図っている。

① ボウル形状が直胴型である

直胴型のボウルでは、デカンタ型と比較して機内に多くの汚泥を溜め込むことができ、汚泥滞留時間が長

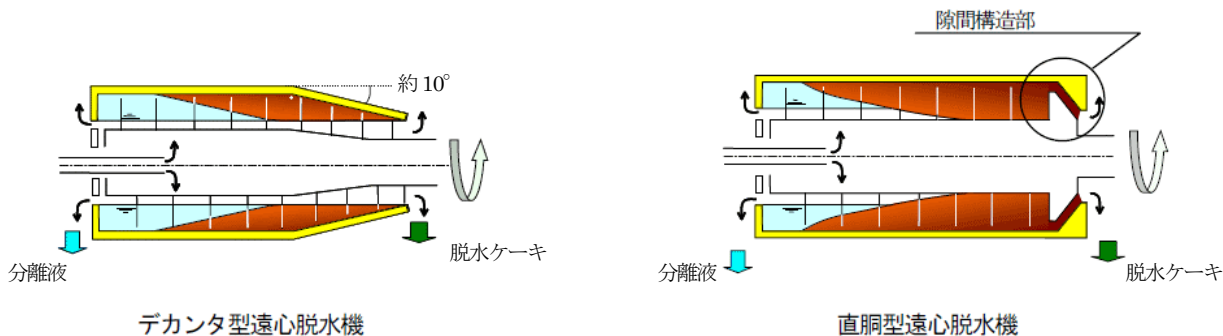


図-1 デカンタ型と直胴型の模式図

く、かつ脱水に有効な厚い汚泥層が形成できる。

② 脱水ケーキの排出部に隙間構造部を有する

脱水ケーキ排出部近傍の隙間構造部では、急激な断面積の変化があるため、排出抵抗が大きくなる。その結果、汚泥層は排出口近傍のボウル内空間が完全に脱水ケーキで満たされ、脱水汚泥に強い圧搾作用が働きながら脱水が進行し排出される。

③ 含水率の低い脱水ケーキのみを排出できる

ボウル内に沈降した汚泥は、ボウル内壁に近いほど圧密作用を強く受け、低含水率化する。直胴型では、この最大遠心効果で脱水された脱水ケーキのみが隙間構造部に押し込まれるため、含水率の低い脱水ケーキのみを排出することが可能である。

3. 実証実験

3.1 実験内容

直胴型の各種汚泥（混合汚泥、消化汚泥、OD汚泥等）に対する処理性能を規定するため、以下の2項目に関する実証実験を行った。

① テスト機による処理性能比較調査

混合汚泥、消化汚泥、OD汚泥を対象として、デカンタ型と直胴型のテスト機（0.5m³/h）による、運転性能比較調査を夏期および冬季に実施した。

② 直胴型の実機による四季の運転状況調査

直胴型の実機を設置している処理場の、四季の運転状況を調査した。また、夏季、冬季は実機と同運転条件でテスト機を運転し、スケールアップの妥当性についても検討した。

3.2 実験結果

(1) テスト機による処理性能比較調査結果

① 薬品添加率と含水率の関係

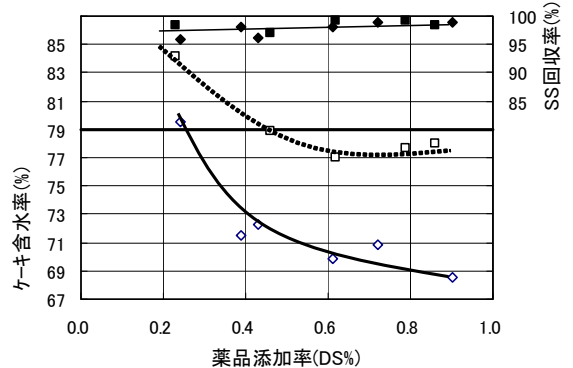
混合汚泥を対象とした場合の、薬品添加率と脱水ケーキ含水率およびSS回収率の関係を図-2(a)に示す。デカンタ型において最も低含水率化（約77%）が図られた薬品添加率0.6%の場合について見ると、直胴型の場合には約7ポイント含水率を低下させることが可能であった。また、デカンタ型における最低含水率（約77%：薬品添加率0.6%）を直胴型で得る

ために必要な薬品添加率は、約0.3%であり、含水率をデカンタ型と同等とする場合には薬品費を50%程度削減することが可能であることが分かった。

② 遠心効果と含水率の関係

混合汚泥を対象とした場合の、遠心効果と脱水ケーキ含水率およびSS回収率の関係を図-2(b)に示す。デカンタ型における最低含水率（約77%：遠心効果2,500G）を直胴型で得るために必要な遠心効果は、1,000G以下であり、含水率をデカンタ型と同等とする場合には省エネ化が可能であることが分かった。

(a) 薬品添加率と含水率、SS回収率の関係



(b) 遠心効果と含水率、SS回収率の関係

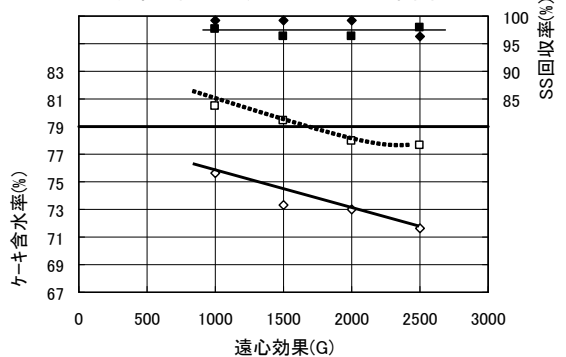


図-2 テスト機による比較実験結果

(□：デカンタ型含水率、■：デカンタ型回収率
◇：直胴型含水率、◆：直胴型回収率)

同様にして、消化汚泥およびOD汚泥についても比較実験を実施し、表-1に示す結果を得た。いずれの

汚泥を対象とした場合も、直胴型はデカンタ型と比較して良好な結果が得られた。

表-1 テスト機による比較実験結果の総括

項目	対象汚泥	実験結果
ケーキ含水率 (デカンタ型に対する直胴型の含水率)	混合汚泥	7～8 pt 低下
	消化汚泥	3～4 pt 低下
	OD汚泥	2.5～3 pt 低下
薬注率 (デカンタ型と同等の含水率を得るための薬注率)	混合汚泥	デカンタ型の40～50%
	消化汚泥	デカンタ型の30～60%
	OD汚泥	デカンタ型の50～60%
遠心効果 (デカンタ型と同等の含水率を得るための遠心効果)	混合汚泥	1500G 程度 低減
	消化汚泥	1000G 程度 低減
	OD汚泥	500～800G 低減

デカンタ型と直胴型のテスト機による運転性能比較実験および直胴型の実機による四季の運転状況調査結果から、直胴型の標準脱水性能を規定した。混合汚泥に対して規定した標準脱水性能を表-3に示す。

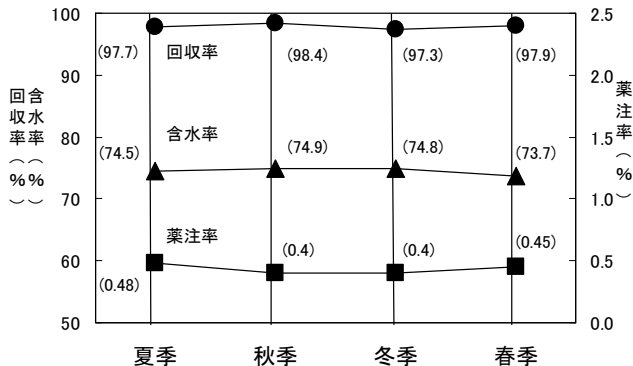


図-3 実機による四季の運転状況 (混合汚泥)

(2) 直胴型の実機による四季の運転状況調査

混合汚泥を対象とした場合、実機による四季の運転性能調査結果を図-3に示す。薬注率、含水率および回収率は四季を通じてほぼ一定であり、安定した運転性能を発揮できることが分かった。

また、実機と同等の条件でテスト機を運転した結果、表-2に示すとおり同程度の性能が得られた。消化汚泥およびOD汚泥を対象とした場合にも同様の結果が得られており、スケールアップの妥当性が確認できた。

4. 標準脱水性能

5. 導入効果

直胴型を導入することにより、以下の効果が期待できる。

① 脱水運転の安定化および維持管理性の向上

直胴型は、構造上および油圧制御 (差速自動制御) の採用により、供給汚泥の性状や濃度の変動する場合でも、細かな設定変更を行うことなく、自動的に供給条件の変動を吸収し、安定した脱水運転を行うことが可能である。また、薬注率や遠心効果の調整により、脱水ケーキの含水率調整が容易に行えることから、自由度の高い運転・運用が可能であり、利用用途に応じた含水率の脱水ケーキを得ることができる。

表-2 テスト機のスケールアップ特性

	遠心効果 (G)	処理量 (m ³ /h)	差速 (rpm)	薬注率 (%)	投入濃度 (%)	ケーキ含水率 (%)	SS回収率 (%)
実機	2000	20	1.9	0.39	3.05	74.9	97.7
			1.7	0.41	2.96	74.8	97.1
テスト機	2000	0.65	1.0	0.35	3.06	73.8	87.5
			1.2	0.36	3.01	74.5	97.0
			1.4	0.35	3.04	75.1	97.5

② 脱水ケーキの低含水率化

直胴型は、ボウル形状を直胴型とし、汚泥排出部に隙間構造を採用したことにより、「低含水率運転」が可能である。

そのため、脱水ケーキの発生量を低減でき、脱水ケーキの処分コスト（埋立処分費、もしくは焼却処分費）を含めたトータルでの汚泥処理コスト（電力費＋薬品費＋ケーキ処分費）を低減することができる。

③ 維持管理費低減

同時に運用している他の脱水機から発生する脱水ケーキと同程度の含水率に合わせたい場合、脱水ケーキの移送ポンプの制約等から、75～76%程度以下の低含水率化が要求されない場合等、「低含水率運転」が要求されない場合には、目標となる含水率に応じて薬注率を低減する「低薬注運転」を行うことが可能である。

④ 省エネルギー対策

③と同様に「低含水率運転」が要求されない場合には、「低薬注運転」を行う代わりに、ボウル回転数を下げて遠心効果を低減した「低遠心効果運転」を選択することで、省エネルギー化を図ることが可能になる。

⑤ 逆流水負荷低減

直胴型はベルトプレス脱水機等に比べ固形物回収率がが高く、また、脱水運転時の連続洗浄が必要なく、

停止時の洗浄水量も少ないため、水処理への逆流水負荷の低減が期待できる。

洗浄は運転終了時に短時間で、洗浄水量も少ないため、用水設備・排水設備も軽減できる。また、洗浄水は特に高圧を必要としない。

⑥ 作業環境の改善

直胴型は防音カバー内に収められているため、振動・騒音が少ない。また、密閉構造のため必要脱臭風量も小さく、臭気対策が容易であることから、作業環境の改善が期待できる。

6. まとめ

本マニュアルでは、直胴型の概要、構造、脱水原理等についてデカンタ型との相違を交えて説明するとともに、直胴型のデカンタ型に対する脱水性能の向上を確認したデータを元に、混合汚泥、消化汚泥およびOD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、施工、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。

本マニュアルが、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。

表-3 混合汚泥の標準脱水性能表

水処理方式			標準活性汚泥法 等								
汚泥の種類			混合生汚泥								
汚泥性状	強熱減量(V T S)		%	86.0～83.0		83.0～80.0		80.0～77.0		77.0～75.0	
	供給汚泥濃度(T S)	重力式	%	1.0		(分流式) 1.5		2.0		(合流式) 2.5	
		機械式	%	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
重力濃縮	脱水ケーキ含水率		%	77	76	76	74	75	73	73	71
	処理量		m ³ /h	標準処理量		標準処理量		標準処理量		標準処理量	
	固形物(S S)回収率		%	95		95		95		95	
	薬注率(対T S)		%	1.2		1.1		1.0		0.9	
機械濃縮	脱水ケーキ含水率		%	77	76	76	74	75	73	73	71
	処理量		m ³ /h	標準処理量		標準処理量		標準処理量		標準処理量	
	固形物(S S)回収率		%	95		95		95		95	
	薬注率(対T S)		%	0.9		0.9		0.9		0.9	