



Title	高効率遠心脱水機の開発と脱水特性
Author(s)	鈴木, 登; 松尾, 英介; 水上, 浩良 他
Description	第5回衛生工学シンポジウム (平成9年11月6日 (木) -7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 2 評価・モデル . 2-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 5, 62-67
Issue Date	1997-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7705
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-2-2_p62-67.pdf



2-2

高効率遠心脱水機の開発と脱水特性

鈴木 登、松尾英介、水上浩良、吉田泰之（株式会社 クボタ）

1. はじめに

下水処理で発生する汚泥を処理するシステムとして、濃縮→（消化）→脱水→焼却等が一般的であるが、この中でも脱水処理は汚泥の減量化に非常に重要な役割を果たしている。この脱水処理の方法として、フィルタープレス、ベルトプレス、遠心脱水機などがあるが、最近では高効率形の開発により遠心脱水機の実績が増加している。そこで今回、高効率遠心脱水機の脱水特性について調査したので以下に報告する。

2. 高効率遠心脱水機開発の背景

遠心脱水機は、他の脱水機と比較して、

- 1) 洗浄は停止時のみであるため、使用水量が少なく済む。
- 2) 設備がコンパクトで省スペースである。
- 3) 補機が少なく、維持管理が容易。
- 4) 密閉式であるため臭気拡散が無く、脱臭が容易。

等のメリットがあるが、近年の汚泥の難脱水化によるケーキ含水率の上昇や、高効率ベルトプレス脱水機の開発により実績は減少傾向にあった。そこで差速装置に油圧モータを採用した高効率遠心脱水機を開発、これによって大幅にケーキ含水率を低下、高効率ベルトプレス脱水機と同等の脱水性能を発揮できるようになり、実績は増加傾向にある。

3. 高効率遠心脱水機の特徴

(1) 高効率遠心脱水機の構造

図-1 に、高効率遠心脱水機の装置概要を示す。

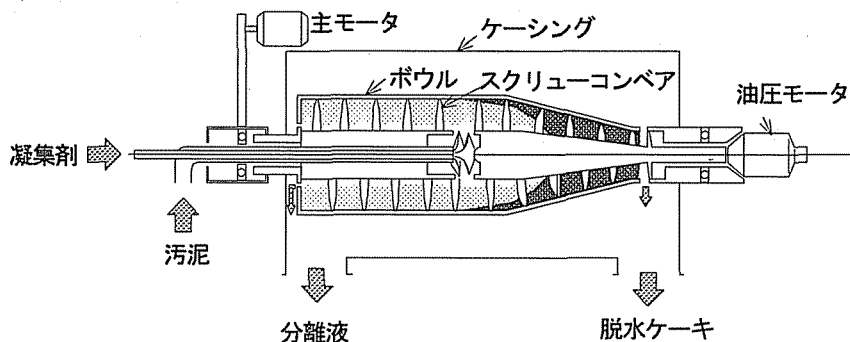


図-1 高効率遠心脱水機装置概要

遠心脱水機は、高速回転するボウルとスクリーコンベア、主モータ、差速装置、ケーシング等からなり、遠心力場において凝集剤によってフロック化された汚泥を固液分離・脱水するものである。脱水ケーキは、脱水機内部のボウルとスクリーコンベアの回転差（差速）によってケーキ排出口へ搬送され、分離液はケーキと反対側の排出口より排出される。

本機の差速装置には油圧モータを用いており、ケーキの搬送トルクを油圧で検知して差速を制御することができる。ケーキ含水率が高くなり搬送トルクが低下すると、差速を小さくしてケーキの排出量を下げ、機内に汚泥を貯め込むことにより脱水を促進させる。これによりケー

キ含水率は低下し、搬送トルクが上昇する。従って搬送トルクを一定範囲に自動的に制御することにより、安定した低含水率の脱水ケーキを得ることができる。

油圧モータの採用により、高トルク、低差速での安定運転を可能とし、また、円錐部の形状をケーキの圧密が次第に増す様にして、圧密・圧搾が促進できる構造とした。これにより、更に脱水ケーキの低含水率化を可能にした。

(2) 高効率遠心脱水機の脱水特性

OD汚泥を脱水したときの脱水特性についてまとめた結果を以下に示す。これらのデータはすべてSS回収率が95%以上の条件で行った時のものである。

図-2に、投入汚泥量を $2.5\text{m}^3/\text{時}$ に固定して、遠心効果を変化させたときの差速とケーキ含水率の関係を示す。差速を小さくすると含水率は低下し、遠心効果については2500Gの方が2000Gに比べ含水率が約1%低下しており、遠心効果が高いほどケーキの圧密を促進でき含水率が低下している。

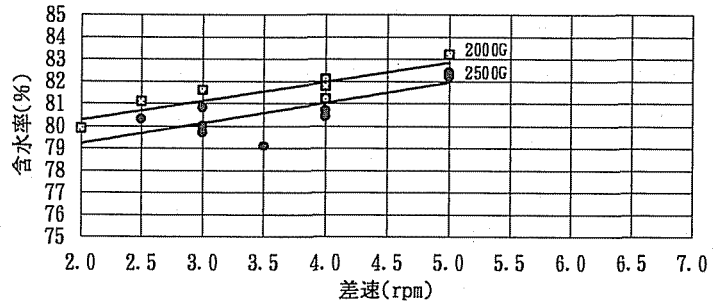


図-2 差速-含水率

図-3に、各汚泥量における差速と油圧の関係を示す。図-4に、差速とケーキ含水率の関係を示す。同じ汚泥量では差速が小さいほど、同じ差速では汚泥量が多いほど、機内に汚泥を貯め込むことになり、油圧が上昇し含水率は低下する。

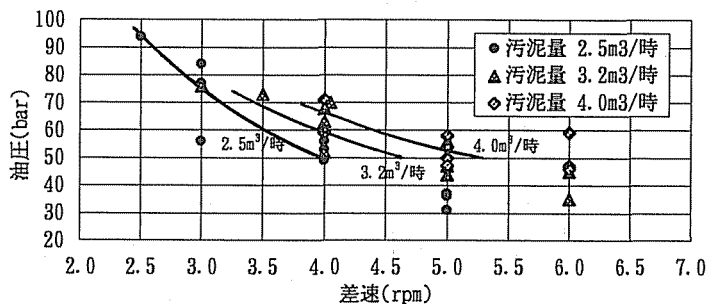


図-3 差速-油圧

一般に、投入汚泥量（固形物量）によって差速の適用範囲があり、この範囲よりも差速を大きくするとケーキ含水率が上昇し、小さくするとSS回収率が悪化する。今回の場合、汚泥量 $4.0\text{m}^3/\text{時}$ では差速 $4\sim 5\text{rpm}$ 、 $2.5\text{m}^3/\text{時}$ では $2.5\sim 4\text{rpm}$ が適用範囲となる。

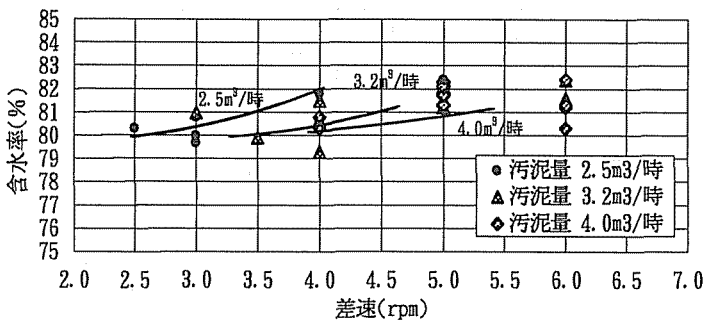


図-4 差速-含水率

次に、油圧モータによる差速制御の方法と特性について述べる。

図-5に、図中の実線にのりような油圧制御を行った時の差速と油圧の値を、図-6に、その経時変化を示す。油圧が低い（機内に汚泥が貯まっていない）時には、差速は初期設定値(2.6rpm)を維持して機内に汚泥を貯めようとする。その後設定油

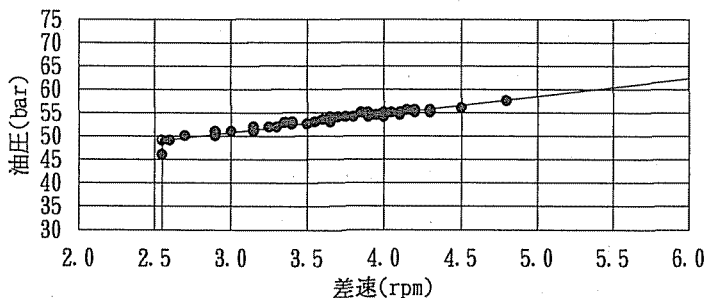


図-5 差速-油圧

圧(48bar)以上になると、油圧の上昇に伴って差速も上昇する。そして、図-6に示すように、ボウル内脱水ケーキの圧密状態の変動によって変化する油圧に差速が追随し、油圧をある程度の範囲に制御できる。これによって、機内の汚泥を常に高い値でほぼ一定の圧密条件下に保持し、安定した低含水率の脱水ケーキを得ることが出来る。

図-7に、油圧とケーキ含水率の関係を示す。図-3、図-4に示したような、差速と油圧、差速とケーキ含水率の相関関係から、図-7のように、油圧を管理することによってケーキ含水率をある程度の範囲に制御できることがわかる。この場合、同じ汚泥であれば汚泥量の影響はみられなかった。

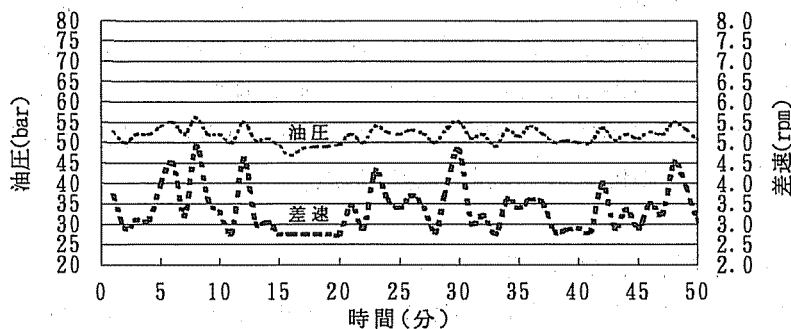


図-6 差速と油圧の経時変化

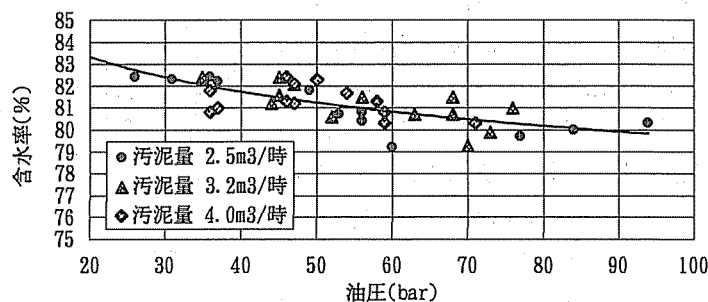


図-7 油圧-含水率

表-1に、現在までに数ヶ所で行った脱水調査の結果を示す。

表-1 脱水調査結果

処理場	水処理方式	投入汚泥			薬注率 有機 (%/TS)	ケーキ 含水率 (%)	SS 回収率 (%)
		種類	TS (%)	VTS (%/TS)			
S	標準法	混合生	3.6	81	0.6 (1.3以下)	72 (79以下)	99 (95以上)
T	標準法	消化洗浄	1.3	71	1.2	78	99
		濃縮余剰	4.5	84	1.3	80	98
M	標準法	消化	1.1	73	1.1 (1.3以下)	79 (81以下)	99 (95以上)
Y	OD法	濃縮	1.5	81	0.9	81	99
			1.5	81	1.1	79	96
N	OD法	濃縮	1.1	71	0.8 (1.5以下)	79 (83以下)	99 (95以上)

※ () 内数値は、“日本下水道事業団「機械設備標準仕様書」”の標準性能値を示す。

どの処理場においても、ケーキ含水率、SS回収率共に標準性能値を十分クリアしており、ケーキ含水率は、標準法混合生汚泥：72%、消化汚泥：79%、OD汚泥：81%程度、SS回収率はいずれも95%以上の脱水性能であった。

以上の結果から、混合生汚泥はもとより、従来型遠心脱水機ではあまり含水率を低下できない難脱水性汚泥に対しても高い脱水性能を発揮しており、ケーキの圧密を促進できる高効率遠心脱水機としての特徴が表れている。また、本機の特徴である油圧制御運転を行うことにより、低濃度汚泥に対しても脱水が可能であると思われ、次にその適用について述べる。

4. 低濃度汚泥への適用

水処理施設を良好に運転するため、最近ではASRT制御が導入されてきているが、これを効率良く行うために、反応槽から直接汚泥を引き抜く方法がある。その場合、例えばツービート法やOD法では低濃度汚泥（濃度：約0.3%）を対象とした処理が必要となる。又、従来の汚泥処理（最終沈殿池→重力濃縮槽→汚泥脱水機）では、汚泥が重力濃縮槽や汚泥貯留槽等で長時間嫌気状態におかれ、汚泥側に固定されたリンが再溶出して返流水として水処理に戻されたり、汚泥の腐敗による脱水性能の悪化が問題になる。

このような課題に対処するため、汚泥の貯め込み運転が可能な高効率遠心脱水機で、OD反応槽や最終沈殿池から引き抜いたままの低濃度汚泥を直接脱水するシステムについても調査を行ったので以下に報告する。

(1) システムフロー

図-8に、今回行った処理設備のフローシート（OD法）を示す。

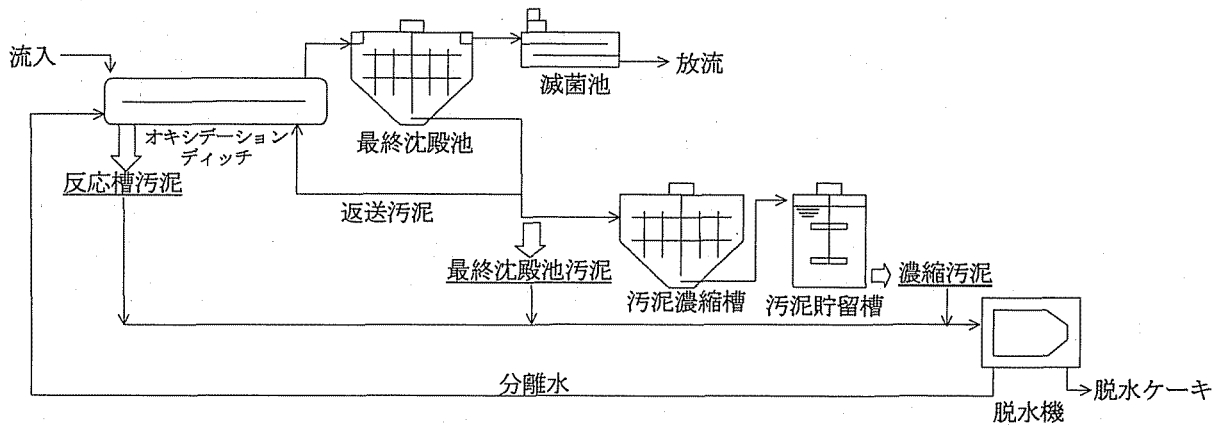


図-8 フローシート

(2) 調査対象汚泥

表-2に、反応槽汚泥、終沈（最終沈殿池）汚泥、濃縮（重力濃縮）汚泥それぞれの汚泥性状を示す。

表-2 汚泥性状

汚泥	PH	TS (mg/l)	SS (mg/l)	VTS (%/TS)	粗繊維分 (%/TS)
反応槽汚泥	6.6	2,960	2,460	76.0	6.7
終沈汚泥	6.5	11,100	10,500	77.0	5.3
濃縮汚泥	6.1	14,400	13,600	80.8	7.0

(3) 脱水性能

図-9に、SS回収率を95%以上とした時の処理汚泥量とケーキ含水率の関係を示す。

ケーキ含水率：83%以下の条件では、処理汚泥量は

濃縮汚泥：2.0m³/時、

終沈汚泥：3.0m³/時、

反応槽汚泥：8.0m³/時となる。

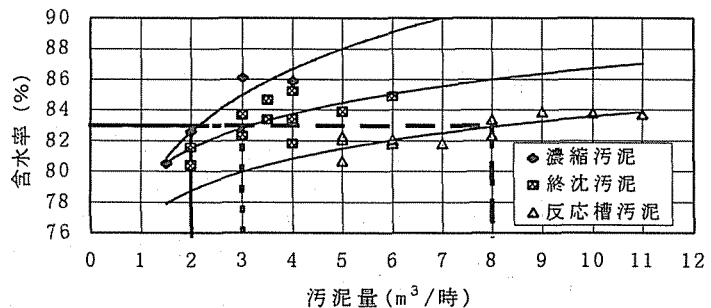


図-9 汚泥量-含水率

つまり、処理汚泥量の比率は、濃縮汚泥：終沈汚泥：反応槽汚泥=1.0:1.5:4.0 と原汚泥濃度が低くなるほど処理流量は増加しているが、これを処理固形物量で比較すると 1.0:1.1:0.8 であり、反応槽汚泥の場合、濃縮汚泥や終沈汚泥と比較すると若干低い値になる。これは、ある程度の濃度(1.5→1.0%)までは固形物負荷による影響を受け、それ以下(1.0→0.3%)になると水量負荷による影響を受けるためと考えられ、反応槽汚泥(0.3%)の処理固形物量は濃縮汚泥の80%程度となる。

(4) リンの固定

表-3に、本調査におけるリンの濃度を示す。

原汚泥の全リンに対する溶解性リンの割合を比較すると、濃縮汚泥や終沈汚泥に比べ反応槽汚泥の

表-3 汚泥及び脱水分離液中のリン濃度 (1液薬注)

	濃縮汚泥		終沈汚泥		反応槽汚泥	
	原汚泥	分離液	原汚泥	分離液	原汚泥	分離液
TS (mg/l)	14,500	—	10,100	—	2,700	—
SS (mg/l)	14,000	220	9,500	60	2,500	60
全リン (mg/l)	262	17.1	183	19.0	80	5.2
溶解性リン (mg/l)	18.5	14.9	20.0	18.8	2.7	2.6
※(%/T-P)	7.1	87.9	11.0	99.0	3.3	50.0

※全リンに対する溶解性リンの割合 (溶解性リン/全リン×100%)を示す。

それは低くなっており、処理工程が後段になるに従い嫌気時間が長くなるためにリンが溶出していることを示している。よって、好気状態が保たれているためにリンがあまり溶出していない反応槽汚泥を直接脱水することにより、リンを脱水ケーキ側に固定でき返流水のリン濃度を低下させることができる。

以上より、反応槽汚泥等の低濃度汚泥を直接脱水することが可能であり、これによってSS回収率の向上や、リンのケーキ側への固定など、返流水による水処理への負荷を低減できることがわかった。

5. 2液薬注脱水の効果

(1) 2液薬注

2液薬注による脱水性能の評価を行うため、下記の方法で比較調査を行った。

凝集剤：1液薬注脱水……カチオン系高分子凝集剤

2液薬注脱水……ポリ硫酸第二鉄+両性高分子凝集剤

二液薬注の場合は、1液目のポリ硫酸第二鉄をPH=4.5となるように流量を調整した後、2液目の両性高分子凝集剤を注入した。

(2) 脱水性能

表-4に、1液薬注と2液薬注の脱水調査結果を示す。

表-4 脱水調査結果

処理場	水処理方式	投入汚泥			薬注率		ケーキ含水率 (%)	SS回収率 (%)
		種類	TS (%)	VTS (%/TS)	無機 (%-Fe/TS)	有機 (%/TS)		
T	標準法	消化洗浄	1.3	71	—	1.2	78	99
			1.5	68	4.5	1.5	76	99
Y	OD法	濃縮	1.5	81	—	0.9	81	99
			1.5	81	1.7	1.1	79	99

上記2処理場共、二液薬注では一液薬注と比較してケーキ含水率が約2%減少しており、2液薬注を行うことにより、更に含水率の低い安定した脱水を行うことができる。

(3) リンの固定

表-5に、終沈汚泥、反応槽汚泥をそれぞれ1液薬注、2液薬注で脱水した場合の分離液中のリン濃度を示す。

いずれの汚泥についても分離液中のリン濃度は2液薬注で3ppm以下と1液薬注に比べて低くなっており、無機凝集剤を添加することでリンを脱水ケーキ側に固定できる。

表-5 脱水分離液中のリン濃度

薬注方法		終沈汚泥		反応槽汚泥	
		1液	2液	1液	2液
薬注率	有機(%/TS)	1.2	1.0	1.2	1.0
	無機(%-Fe/TS)	—	1.1	—	1.3
全リン (mg/l)		19.2	2.8	8.3	1.0

以上より、2液薬注を行うことにより、更なるケーキ含水率の低下や、リンを脱水ケーキ側に固定して、返流水中のリン濃度を低下できることが確認された。

7. まとめ

今回の調査により、下記に示すような結果が得られた。

- ①差速装置に油圧モータを採用した高効率遠心脱水機の開発により、従来型に比べケーキ含水率を低減することが可能になった。
- ②油圧（ケーキ搬送トルク）とケーキ含水率には相関関係があり、油圧を制御することによりケーキ含水率を設定する事が可能。
- ③低濃度汚泥を直接遠心脱水することが可能であり、ケーキ含水率、SS回収率共、通常の濃縮汚泥の脱水と同様良好な運転性能が得られた。
- ④低濃度汚泥を直接脱水する場合、ある程度の濃度（1.5%→1.0%）までは固形物負荷に影響されるが、それ以下（1.0→0.3%）になると水量負荷による影響を受け、その分岐点となる濃度は今回の場合1%以下であり、0.3%汚泥では固形物量で濃縮汚泥の80%程度である。
- ⑤濃縮・脱水行程を単一のプロセスで行うことにより、従来のSS回収率（濃縮：90%、脱水：95%、合計：85.5%）を向上（直接脱水：95%）できることが確認された。
- ⑥低濃度汚泥を直接脱水することにより、汚泥をできるだけ嫌気状態におかず脱水することになり、リンの溶出を低減することができる。
- ⑦2液薬注により、更にケーキ含水率の低下や、リンを脱水ケーキ側に固定することができる。
- ⑧上記⑤⑥⑦により水処理への返流水負荷を低減することができる。

今後はさらにデータ収集を重ね、スケールアップや、濃度変化による処理能力・薬注率への影響についても検討していく予定である。