

「No. 2 遠心脱水機の運転について」

公益財団法人山梨県下水道公社
釜無川浄化センター

1 目的

令和4年度末に更新され新たに設置されたNo. 2 遠心脱水機は高い脱水性能を有するが、供用後4ヶ月程度経過後から油圧を制御しきれない状況が生じるなど、制御が不安定になる状況が認められるようになった。No. 2 遠心脱水機については供用後間もないこともあり現時点では不明な点が多いことから、運転状況の整理を行う中で今後の運転方法について調査を行った。併せて、従来使用してきた高分子凝集剤の主成分であるポリアミジンが販売中止となるため、改めて最適高分子凝集剤の再選定を行った。

2 No. 2 遠心脱水機概要

No. 2 遠心脱水機は直胴型遠心脱水機であり、従来のデカンタ型遠心脱水機より高い遠心力を長時間汚泥に作用させることができる。

更新前後のNo. 2 遠心脱水機運転状況を表1に、更新直後のNo. 2 遠心脱水機運転状況を図1に示す。更新後のNo. 2 遠心脱水機は、更新前と比較して薬注率で0.41ポイント、含水率で1.1ポイント低減することができた。また、更新直後の運転制御は油圧、差速ともに非常に安定したものであった。

表1 No. 2 遠心脱水機運転状況

項目	更新前 (%)	更新後 (%)	変化 (ポイント)
薬注率	0.96	0.55	-0.41
含水率	74.3	73.2	-1.1

※更新前：R3, 4 の平均値

※更新後：R5, 6 の平均値

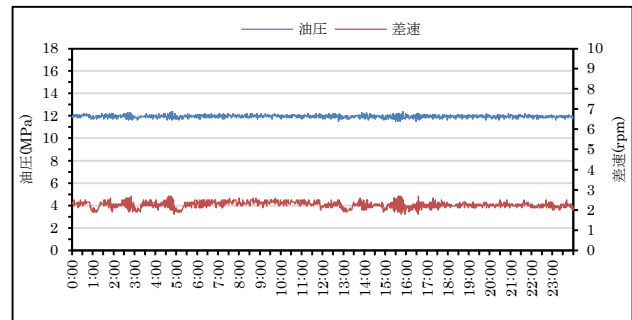


図1 No. 2 遠心脱水機運転状況 (R5. 4. 3)

3 油圧高警報の発生について

3.1 油圧高警報の発生

令和5年8月3日8時30分頃、油圧高警報によりNo. 2 遠心脱水機が停止した。その時の運転状況を図2に示す。油圧高警報は、ボウル内の汚泥固形物量が増加し、汚泥を搬送するスクリーコンベアの油圧が異常上昇した場合に発生する。この日は油圧が上昇しているにもかかわらず差速が上限値となり、油圧を制御しきれない状況となったため、油圧高警報が発生する状況となった。

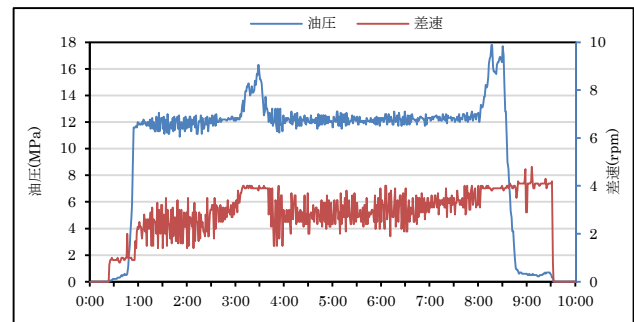


図2 No. 2 遠心脱水機運転状況 (R5. 8. 3)

3.2 油圧高警報発生への対応

油圧を差速で制御しきれず、ボウル内に汚泥固形物が残りすぎている状況は、ボウル内の汚泥が過度に脱水されていることが一番の原因と推測されることから、以下の対応を行うこととした。

【基本対応①】汚泥性状に併せてボウル回転数を調整

【基本対応②】差速制御範囲の拡大（4rpm から 5.7rpm に変更）

【応急対応】運転中に油圧が上昇した場合には脱水機供給汚泥量を低下

3.3 運転制御の調査

3.3.1 調査の目的

No. 2 遠心脱水機の自動制御はトルク一定制御と搬送負荷一定制御の選択が可能であり、油圧の上昇抑制に適した制御を見つけ出すことを目的とした。

3.3.2 調査結果

調査結果を図3、4に示す。トルク一定制御は12MPaで油圧が制御されていたが、搬送負荷一定制御は12MPaから13MPaに上昇していた。この結果から目標油圧が変動する可能性がある搬送負荷一定制御より油圧一定制御の方がNo. 2 遠心に適した制御と判断した。

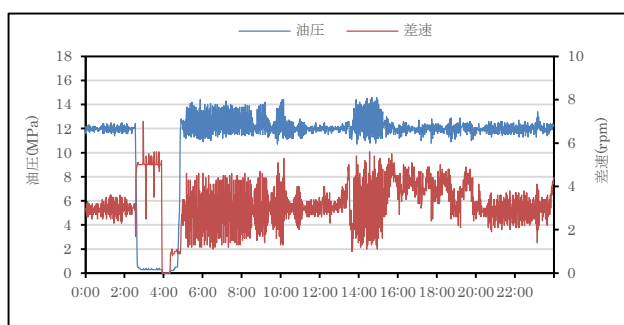


図3 No. 2 遠心脱水機運転状況（トルク一定制御）

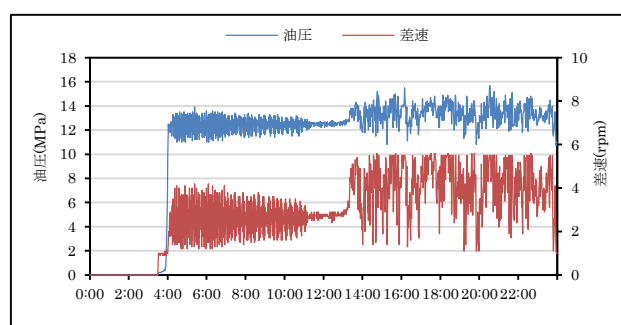


図4 No. 2 遠心脱水機運転状況（搬送負荷一定制御）

4 分離液の悪化について

令和6年4月上旬より、No. 2 遠心脱水機の分離液が極端に悪化し、脱水ケーキ発生量が減少する現象が発生するようになった。その時のNo. 2 遠心脱水機運転状況を図5に示す。分離液悪化時は差速が下限値の1rpmまで下がっているにも関わらず、油圧が上昇しにくい状況であり、何らかの理由で高分子凝集剤の添加量が不足し、フロックが形成されず、脱水機内で固液分離しにくくなっている状況と推測される。しかし、凝集剤の溶解や添加状況に問題はなく、現時点においては明確な原因は不明である。

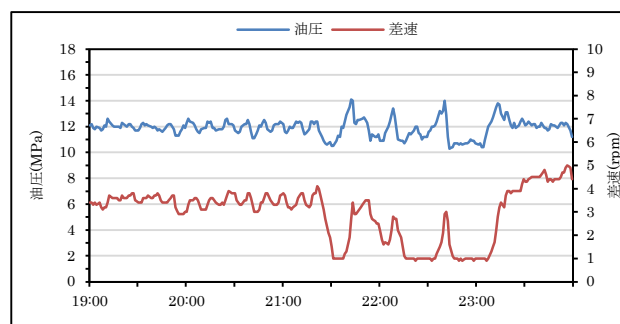


図5 No. 2 遠心脱水機運転状況（R6.7.2）

5 最適高分子凝集剤の選定

5.1 目的

現在、脱水用の高分子凝集剤としてポリアミジンとメタクリレート混合品（以下「ポリアミジン混合品」という。）を使用しているが、令和7年度でポリアミジンが製造中止となる状況を踏まえ、No. 2 遠心脱水機における最適凝集剤を再選定することを目的とした。

5.2 選定試験

5.2.1 実機試験方法

No. 2 遠心脱水機を手動制御として差速を固定し、薬品注入率を段階的に変化させ、No. 2 遠心脱水機の油圧の挙動及び脱水ケーキ含水率の変化を調査した。なお、実機試験で採用した高分子凝集剤は机上試験最適品であるクロスリンクとメタクリレートの混合品（以下「クロスリンク混合品」という。）と下水汚泥の処理としては一般的なメタクリレート単品とした。

【No. 2 遠心脱水機運転条件】 本体回転数：2,600rpm 運転制御：手動制御（差速一定制御 差速 2.5rpm）

5.2.2 No.2 遠心脱水機との親和性の評価

1) 評価方法

No.2 遠心脱水機との親和性の評価は油圧の変化を踏まえて評価を行った。評価のポイントは以下のとおりである。

- ・油圧ピーク：ある程度高い方が脱水性に優れる。
- ・油圧上昇速度：緩やかな方が制御の安定性に優れる。

2) 調査結果

油圧の変化を表2に示す。調査の結果、油圧ピークが高く、油圧上昇速度が緩やかなメタクリレート単品がNo.2 脱水機の運転制御の親和性の面からは望ましいと思われる。

表2 油圧の変化

薬品名	油圧ピーク (MPa)	油圧上昇速度 (MPa/min)	備考
クロスリンク混合品	12.5	0.53	
メタクリレート単品	15.9	0.17	

5.2.3 コストの評価

1) 評価方法

薬品コスト、汚泥処理コストからトータルコストを算出しコストの評価を行った。なお、コストについては現行品であるポリアミジン混合品を対照薬品としてコスト変動額を算出し比較を行った。

2) 調査結果

コスト変動額を表3に示す。トータルコストについてはクロスリンク混合品よりもメタクリレート単品の方がコストが低い結果となったが、現行品であるポリアミジン混合品よりはコストが高い結果となった。以上から、コストの面からはNo.2 遠心脱水機に最適な凝集剤はメタクリレート単品と判断する。

表3 コスト変動額

薬品名	コスト変動額 (千円/年)		
	薬品コスト	汚泥処理コスト	トータルコスト
クロスリンク混合品	+8,768	+20,280	+29,048
メタクリレート単品	-5,902	+24,103	+18,201

5.3 最適高分子凝集剤

高分子凝集剤の比較結果を表4に示す。No.2 遠心脱水機における最適凝集剤は、No.2 脱水機運転制御との親和性の面、またコストの面から、メタクリレート単品と判断する。

表4 高分子凝集剤の比較結果

比較項目	比較結果
No.2 脱水機との親和性	クロスリンク混合品 < メタクリレート単品
コスト面	クロスリンク混合品 < メタクリレート単品

6 まとめ

- ・No.2 遠心脱水機は更新前と比較し、より高い遠心力を汚泥に作用させることができ、高分子凝集剤の使用量を削減する中で含水率を低減することができる。
- ・No.2 遠心脱水機は脱水性能が良すぎる面があり、油圧上昇を差速により制御しきれない状況が生じた。
- ・油圧上昇を抑制するためには、基本的には汚泥性状に合わせてボウル回転数を調整する必要があるが、それでも上昇してしまう場合には脱水機供給汚泥量を下げの必要がある。また運転制御としては、搬送負荷一定制御よりトルク一定制御が望ましいと考えられる。
- ・運転中、脱水機の分離液濁度が著しく悪化する状況が生じた。油圧の状況や分離液の外観などから、薬注率が不足している状況と考えられるが、原因は不明であり、今後の課題として原因調査を継続する必要がある。

- ・ポリアミジン製造中止後における No. 2 遠心脱水機の最適高分子凝集剤としては、No. 2 遠心脱水機との親和性の面、コストの面からメタクリレート単品と判断する。ただし、点検等によりデカンタ型の No. 1 遠心脱水機を使用することがあるため、No. 1 遠心脱水機におけるメタクリレートの脱水性を調査する中で、最適凝集剤を決定する必要がある。

○専門用語解説（五十音順・アルファベット順）

用 語	解 説
こうぶんしぎようしゅうざい 高分子凝集剤	汚泥処理において、汚泥中の粒子を凝集させ、脱水性を向上させるための薬剤。
ちよくどうがたえんしんだっすいき 直胴型遠心脱水機	遠心脱水機：浄化センターから発生する汚泥の水分を遠心力を用いて除去する設備。 直胴型遠心脱水機：遠心脱水機において高速回転し汚泥に遠心力を作用させる部分をボウルという。多くの遠心脱水機では、ボウル部の一部が円錐形となっているが、円錐形を円筒形にすることで、高い遠心力を従来より長時間作用させることができるようにした設備。
デカント型 えんしんだっすいき 遠心脱水機	遠心脱水機：浄化センターから発生する汚泥の水分を遠心力を用いて除去する設備。 デカント型：遠心脱水機において高速回転し汚泥に遠心力を作用させる部分をボウルという。デカント型遠心脱水機は従来機の多く見られる脱水機で、ボウル部の一部が円錐形となっている。
トルク一定制御 いってばいぎよ	遠心脱水機に投入された汚泥は、高速回転するボウル内部のスクリーにより掻き寄せられ脱水機の外に排出される。ここでボウルとスクリーとの回転差を差速といい、汚泥を排出する際にスクリーにかかる力をトルクという。トルク一定制御は、スクリーにかかるトルクを一定になるよう差速を変化させる自動運転制御のことをいう。
はんそゐか、いってばいぎよ 搬送負荷一定制御	上記トルク一定制御とは異なり、目標トルクは設定せず、トルク変化に対しては、プログラムされた「トルク-差速直線」に対応する差速電流値を出力し制御する自動運転のことをいう。メーカーが設定した最適圧力に自動制御される。
ポリアミジン	高分子凝集剤の一種でアミジン基という化合物を多くもつもの。難脱水性の汚泥（汚水処理の過程で発生する余剰な活性汚泥が多い状態等の汚泥）の凝集剤として用いられている。
メタクリレート	高分子凝集剤の一種でメタクリル酸エステルという化合物を主成分としたもの。下水汚泥用の凝集剤として一般的に用いられている。