

[28] ベルトプレス型脱水機の自動運転・制御の実用研究報告

久保田鉄工(株) 環境技術研究所 徳永清彦 植田俊彦
○藤波 進

1. 概要

ベルトプレス型脱水機(図1)の自動化に関する。汚泥性状にあわせて、汙布速度・薬品注入量を自動設定し、最適化運転ができる。

2. システムの設計方針

(1) 自動化の促進……ベルトプレス型脱水機は、無人に近い状態で連続運転可能である。しかし、ほとんどがON-OFF制御の段階であり、汚泥性状の変動に対して追従できない。「運転パラメータ(汙布速度、薬注率等)を、汚泥性状が適した値に自動設定し、常に最適運転(脱水機的能力が十分発揮され、かつ、経済的)を実現するような自動制御」が望まれる。

(2) 凝集の重要性……ベルトプレス型脱水機運転の経験をもつ人は、「ベルトプレス型脱水機の運転で、最大のポイントは汚泥の凝集状態である。」という意見に異存がないであろう。「汚泥の凝集状態をどのように把握し、どのように操作情報として加工するか」が、ベルトプレス型脱水機の自動化の要点である。

(3) センサー……精度および信頼性の検証なしに、センサーを制御系に入れることは危険である。またセンサーによる測定項目の特性が明確でないかぎり、これを制御系に入れることは危険である。「単純なセンサーで制御できるなら、それが最良である。」

3. 注目した脱水原理と基本特性

- (1) 薬注率が脱水性能に与える影響は大きい。(図2)
- (2) 「薬品の比例注入」が最適か、疑問である。(図3)
- (3) 重力脱水性を最大にする薬注率が最適である。(図4)
- (4) 汙布速度が遅いほど、ケーキ含水率が下がる。(図5)

4. 制御方式

- (1) 重力脱水ゾーンでの凝集汚泥レベルが一定になるように汙布速度を制御する。
- (2) 制御された汙布速度が最小となるように、薬品注入量を制御する。
- (3) 制御された汙布速度が一定以上に大きいとき、(凝集)異常とみなす。

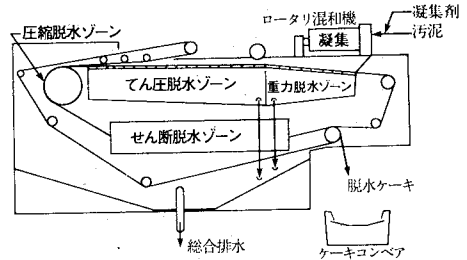


図1. ベルトプレス型脱水機

使用凝集剤	グレード	△	▽	□	ハ
汚泥濃度	%	3.9~4.0	1.54~2.25		
ろ布速度	m/min	1.3~1.8			
ろ布緊張圧	kg/cm ²	6.5	5.5		

(下水処理場の混合生汚泥)

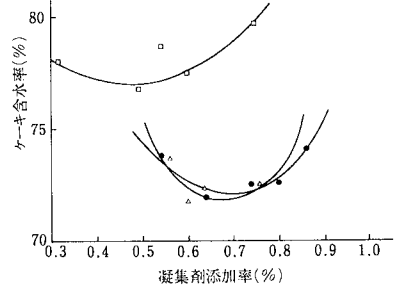


図2. 薬注率-ケーキ含水率

図3. 汚泥濃度と最適薬注率

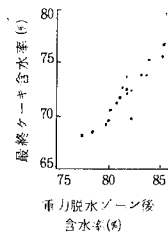
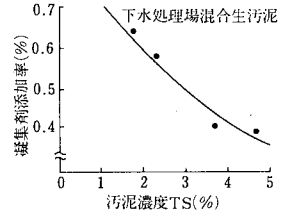
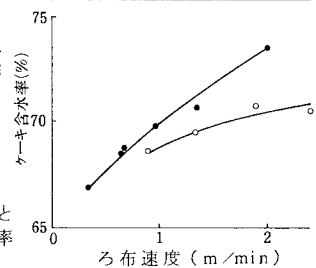


図4. 重力脱水ゾーンの機能

実験汚泥	下水処理場の混合生汚泥	
汚泥濃度	4.12~4.48%	3.27~4.96%
汚泥供給量	11.8~21.0m ³ /h	6.1~25.2m ³ /h
使用凝集剤	G	C
凝集剤添加率	0.81~0.91%	0.45~0.60%

図5. 汙布速度とケーキ含水率



(4) 計装フローシートを図6に示す。

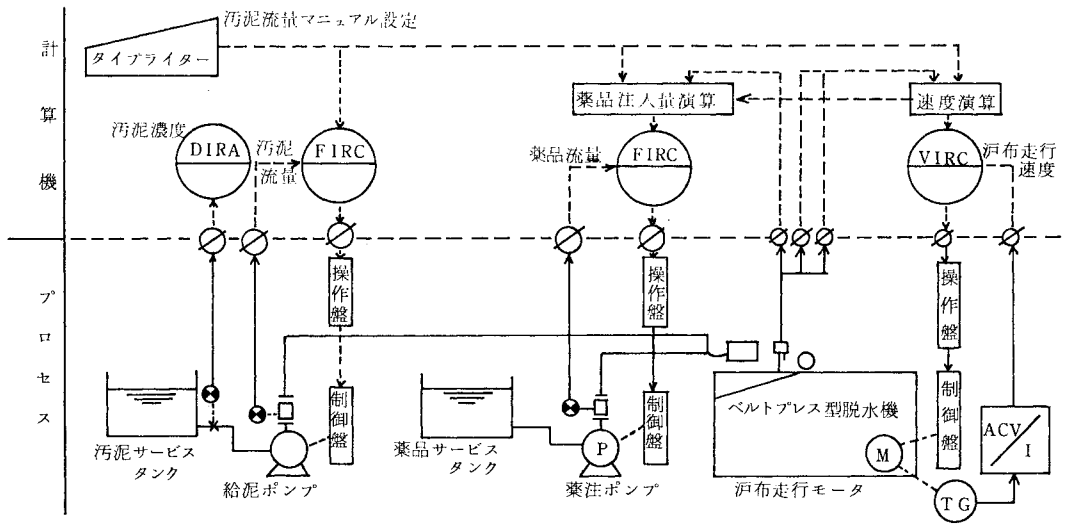


図6. 計装フローシート

5. 実験方法および結果

5.1 構成

- | | |
|--------------|--|
| (1) 脱水機 | ベルトプレス型脱水機 (有効汚布幅 1,350 mm クボタバンドフィルタ) |
| (2) 電子計算機 | HITAC 10 II A |
| (3) 計装フローシート | 図6。 |
| (4) 供試汚泥 | 下水処理場の混合生汚泥 |

5.2 実験結果 (総括)

- (1) 無入化を促進できる。
- (2) 凝集不良検出が可能である。
- (3) 最適薬注率制御が可能である。
- (4) ケーキ含水率低下の効果がある。
- (5) 制御特定は安定している、などの効果が確認できたので以下に考察する。

5.3 連続運転結果について (図7)

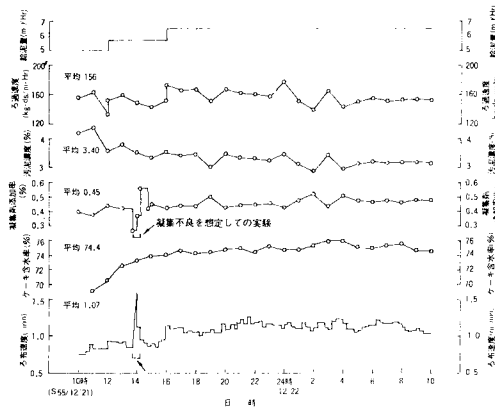


図7. 24時間運転

連続運転における、汚泥濃度・脱水性能の24時間経時変化を図7に示す。

汚泥の性状変化（濃度変化）に追従し、汙布速度が自動的に最適値に設定されている。

5.4 凝集不良検出について

凝集剤注入量を変え、故意に凝集不良を発生させた。図7のように汙布速度が急上昇した。

すなわち、制御された汙布速度を監視することにより、凝集不良を検出することができる。

5.5 最適薬注率制御について

凝集剤添加率を変えたときの、汙布速度制御結果を図8に示す。薬注率が適正であると重力脱水が良好におこなわれ汙布速度は遅くなる。図より、0.5～1.0%が良い薬注率である（重力水抜けが良く含水率がさがる）ことがわかる。すなわち、制御された汙布速度が最低あるいは一定値以下になるような薬注率を設定するプログラムにより、最適薬注率制御が可能である。

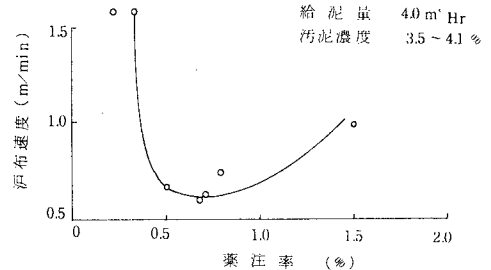


図8. 薬注率と汙布速度

5.6 ケーキ含水率低下について

汙布速度とケーキ含水率との関係を表1に示す。

重力脱水後のケーキ含水率に、汙布速度の影響が強くあらわれており、制御の効果がよくわかる。ただし、重力脱水ゾーン後の脱水長さが長い脱水機であるため、最終ケーキ含水率の差が小さくなっている。

本制御によれば、汙布速度は（一定処理量を確保するという条件のもとに）最低となり、ケーキ含水率も最も低くなる。

表1. 汙布速度とケーキ含水率

汙布速度 (m/min)	制御	ケーキ含水率 (%)	
		重力脱水後	最終ケーキ
0.85	自動	80.9	68.9
0.96	手動	84.5	69.2
1.09	手動	85.6	70.4
1.36	手動	88.7	70.3

ただし (汚泥濃度 4.3%
給泥量 4.0m³/h
薬注率 0.58%)

5.7 制御の安定性について

給泥量の変化に対する汙布速度の追従性を、図9に示す。

インプット（ここでは給泥量）の急激な変動に対しても追従できる、安定した制御系といえる。

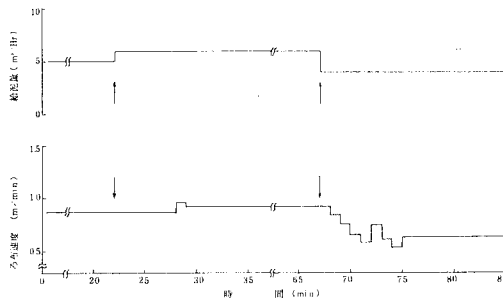


図9. 制御特性

6. 制御の効果

(1) 定性的な効果

省力化、最適薬注化による薬品費の低減、ケーキ含水率低下によるケーキ処分費の低減、等がある。薬注率に敏感な汚泥では最適薬注化の効果が大きく、脱水時間に敏感な汚泥（一般に難脱水性汚泥）ではケーキ含水率低下の効果が大きい。汚泥性状の変動が大きいと、いずれもよく追従し、効果も大きい。

(2) 定量的な効果

汚泥の特質によって異なる。薬注率で0.7%から0.6%への低減、ケーキ含水率で7.5%から7.3～7.4%への低下程度と思われる。

7. システム設計例

7.1 構成

(1) マイクロコンピュータ

- 1) CPU 8bit CPU (INTEL 8080 相当品)
- 2) メモリー ROM 2Kバイト ; RAM 2Kバイト
- 3) I/O 4桁ディスプレイ付テンキー
- 4) プロセスI/O A/I 4点 ; A/O 3点 ; D/I 5点

(2) 汙布速度および流量制御

- 1) 制御方式 うず電流継手方式 (VSモートル)
- 2) 操作盤 手動-自動切換スイッチ付
手動時 速度設定抵抗器
自動時 外部信号 (4~20mA DC)

7.2 複数機を制御する場合

(1) 機能分担

- 1) 制御は、各脱水機個別のマイコンによる。
- 2) 表示は、各脱水機個別のアナログ指示計による。
- 3) 日報・月報等の作成は、データ処理用計算機があれば、これによる。なければ、脱水機側の積算計で設備管理する。

(2) システム構成 図10による。

7.3 汚泥処理系全体を制御する場合

前処理 (濃縮機等) あるいは後処理 (焼却炉、ケーキホッパー等) で脱水処理量を設定し、脱水機制御系へ信号渡す。

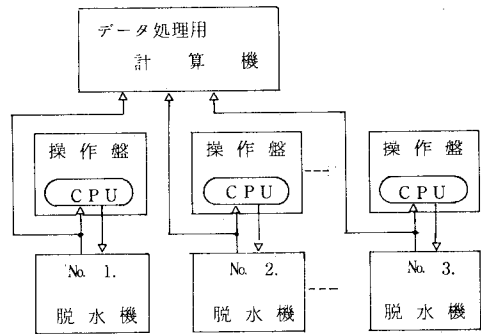


図10. システム構成 (複数機制御)

8. まとめ

汚泥の凝集状態にあわせて汙布速度を制御する、という技術の応用により、ケーキ含水率の低下、薬注率の最適化、凝集不良の検出、運転管理の省力化、等を図ることが実用的にできることがわかった。本論文においては、システムの設計方針・脱水の基本特性、制御方式、実験方法および結果の効果、設計例、等について述べた。

同じような目的のために、CST、各種センサー (汚泥濃度計、濁度計、等) の利用など様々な方法が考えられる。紙面の都合上、言及できなかったが、興味深い課題であり、今後とも改良研究を続けたい。

9. 参考文献

- (1) 古家ら：「設計の立場からみた下水処理の計装について」、環境技術 Vol. 8, 4, (1979), P432
- (2) 大西ら：「CSTによる下水汚泥脱水処理の管理について」、環境技術 Vol. 9, No. 3, (1980), P206
- (3) 阿部ら：「ベルトプレスによる汚泥脱水性について」、第16回下水道研究発表会講演習、日本下水道協会、(1979)、P 649
- (4) 森峰ら：「ベルトプレス型脱水機 (有効汙布幅 3 m) の運転結果」、第17回下水道研究発表会講演習、日本下水道協会、(1980)、P17
- (5) 徳永ら：「ベルトプレス型脱水機の開発と運転実績」、クボタ技法 第5巻第1号 (1980年) P45