

大規模処理場における 回転加圧脱水機の適用 に関する研究

1. 研究目的

下水道事業における汚泥処理・処分の重要性が一段と認識されているなか、汚泥の有効利用の促進・コスト縮減・処理の安定性等を意識した効率的な汚泥処理システムが望まれている。今後、汚泥脱水機に求められるニーズは、大都市、中小都市、小規模などの処理規模に応じて多様化していくものと考えられる。

本機構では、平成10～11年度に回転加圧脱水機の基本性能調査を行い、特に標準活性混合生汚泥において既存脱水機と同等以上の脱水性能が確認され、その結果を「回転加圧脱水機 技術マニュアル」として反映している。

しかしながら、実稼働施設の汚泥処理工程に本機を適用した場合の検証はなされていないため、今回の研究においては、大規模処理場を対象とした実証実験を行い、処理規模に応じた条件での回転加圧脱水機の適用性の検証を行うこととした。

大規模処理場では、脱水工程の後段に焼却システムを採用している場合が多く、中小規模の処理場に比べて過酷な運転が要求され、早期に稼働している施設が多いため更新が早く進むと予測される。よって、後段設備の条件に合わせた脱水性能の検証および耐久性の確認が可能であること、本脱水機の特徴を生かした導入需要が見込めることなどから、実証施設として大規模処理場を選定した。

本研究では、大規模処理場設備（脱水－焼却システム）への適用を想定し、安定した連続運転の最適条件を下水処理場での実証実験により調査・検討するとともに、脱水－焼却システム導入時のメリットをケーススタディにより評価し、「回転加圧脱水機技術マニュアル・大規模処理場編」の作成を目的とする。

2. 研究体制

本研究は財団法人 下水道新技術推進機構、株式会社クボタ、三機工業株式会社、巴工業株式会社、日本ガイシ株式会社の5者が共同で実施している。

3. 研究の内容

平成12年度から2ヶ年にわたり実施する共同研究の内容は、以下のとおりである。

(1) 実証実験 [平成12年度]

東京都下水道局多摩川上流処理場の汚泥処理工程に実験機を適用し、連続運転の最適条件を調査検討する。

(2) ケーススタディ [平成13年度]

実証実験データより、実設備に適用時の適用条件を設定し、①脱水－既設焼却システムに導入、②脱水－新規焼却システムに導入の2ケースについてケーススタディを行って、脱水性能、経済性について評価を行う。

(3) 技術マニュアルの作成 [平成13年度]

実証実験およびケーススタディの結果を、「回転加圧脱水機 技術マニュアル・大規模処理場編」としてまとめる。

4. 研究成果の概要

4.1 実験概要

研究フローを、図-1に示す。

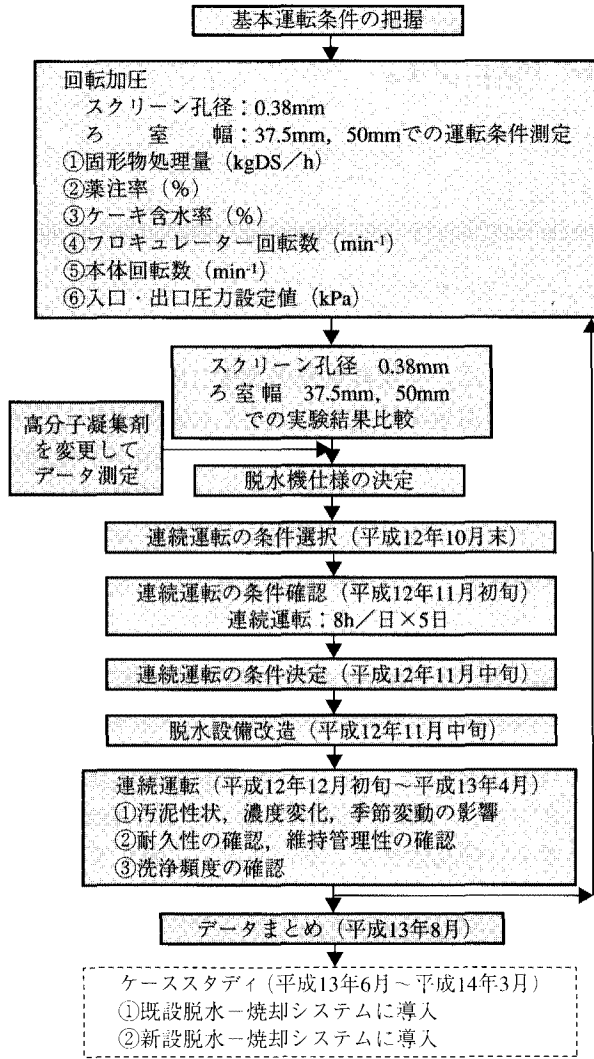


図-1 研究フロー

実証実験は多摩川上流処理場にて、平成12年7月から平成13年4月にかけて行った。同処理場は脱水工程の後段設備として焼却システムを採用しており、後段設備の条件に適応した脱水性能が要求される。実験では連続運転の最適条件を選択するために、基本運転条件設定後、繰り返し実験により脱水機仕様、高分子凝集剤を選定した。さらに、連続運転の

条件を選択後、条件確認運転を経て連続運転条件を決定し、以下の3つの運転方法にて本脱水機の性能を確認した。

- ① 薬注率優先運転
- ② 処理量優先運転
- ③ ケーキ含水率優先運転

実証実験に際しての脱水機仕様、実験設備フローおよび実証実験状況を表-1、図-2、図-3に示す。

表-1 回転加圧脱水機仕様

脱水機名称	回転加圧脱水機
脱水機仕様	φ1,200×1チャンネル
ろ過面積	1.5m ²
スクリーン孔径	0.38mm
ろ室幅	37.5mm, 50mm
処理量	3~9m ³ /h
電動機	3.7kW×4P×400V
ユニット概略寸法	9.3m×2.5m×3.8mH

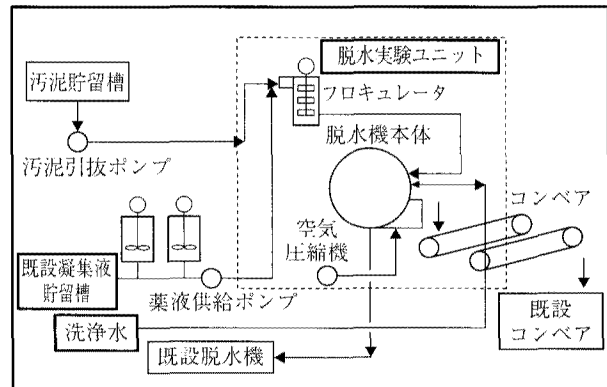


図-2 実験設備フロー

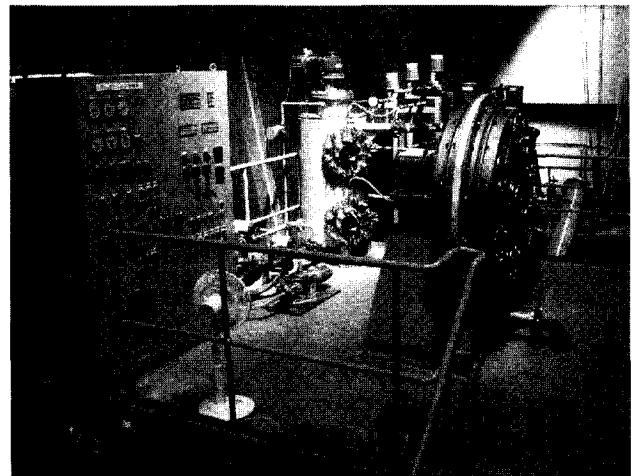


図-3 実証実験状況

4.2 実験結果

4.2.1 薬注率優先運転

平成11年度に実施した大規模処理場での標準活性混合生汚泥を対象とした脱水実験の結果では、薬注率を0.5%程度に設定することで安定した脱水性能が得られた。今回の実験では、多摩川上流処理場で稼働している既設脱水機（ベルトプレス）の運転状況も考慮に入れ、0.4%を目標値とし、連続運転を実施した。なお、0.4%の薬注率は、図-4に示す全国処理場の薬注率とケーキ含水率の関係から見ると非常に低い値と言える。

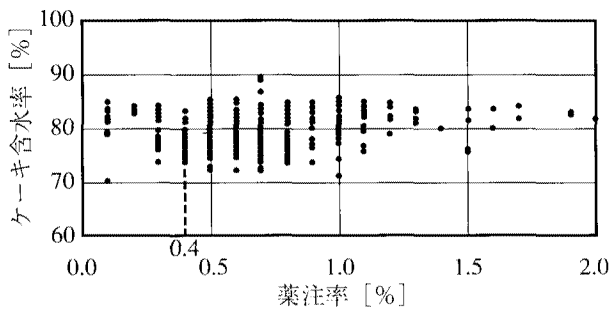


図-4 全国処理場における薬注率とケーキ含水率の関係

(1) 実験目標値

本脱水機の能力を処理場の既設ベルトプレス（標準型、ろ布幅3m）のろ布幅1m相当と想定し、表-2に示すような目標値を設定した。

表-2 実験目標値（薬注率優先）

回転加圧脱水機	
脱水機仕様	φ1,200×1チャンネル
汚泥量	約3.0m ³ /h
固形物処理量	約100kgDS/h
薬注率	0.40%以下
ケーキ含水率	78%

(2) 運転条件

薬注率優先運転における連続運転条件を、表-3に示す。

表-3 連続運転条件（薬注率優先）

回転加圧脱水機	
脱水機仕様	ろ室幅：37.5mm (1.5inch) スクリーン孔径：0.38mm
凝集剤	アクリル酸エステル+ アクリルアミド
フロキュレータ回転数	40~50min ⁻¹
本体回転数	0.4min ⁻¹
入口圧力設定値	20~25kPa
出口圧力設定値	60kPa

(3) 運転結果

50時間連続運転の結果を、表-4および図-5に示す。結果から、以下のことが言える。

- ・固形物処理量は目標値100kgDS/hを下回り、平均で77kgDS/hとなっている。
- ・ケーキ含水率は、比較的短い周期で変動している。
- ・薬注率は、目標値をほぼ満足している。

表-4 連続運転結果（薬注率優先）

連続運転結果（平均）	
固形物処理量	77kgDS/h
薬注率	0.41%
ケーキ含水率	78.90%
SS回収率	97.10%

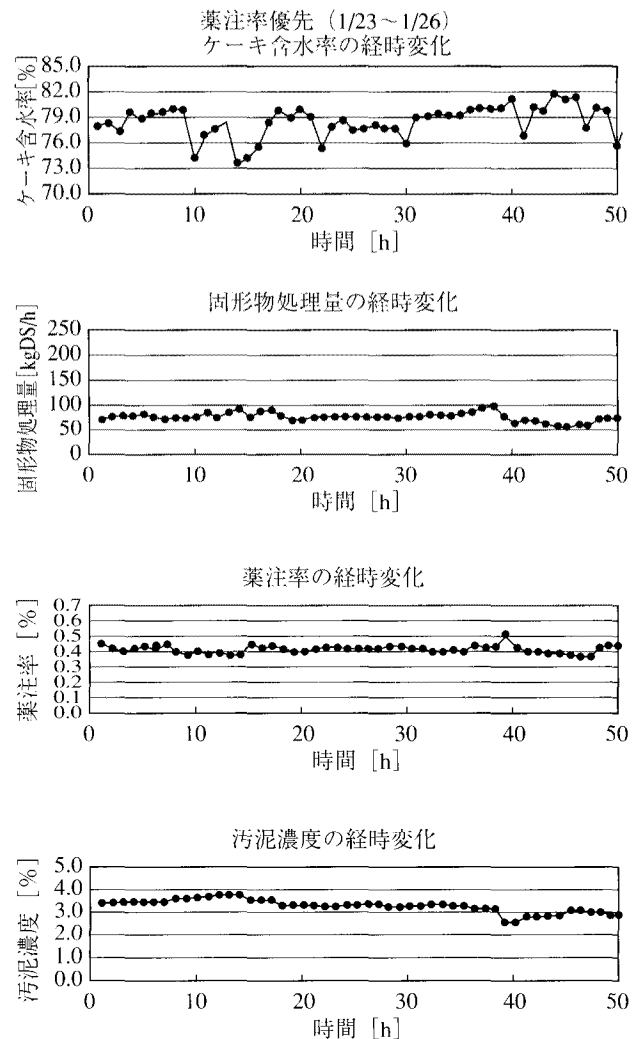


図-5 連続運転結果（薬注率優先）

(4) 考察

実験結果に対する考察は、以下のとおりである。

- ・ 固形物処理量が目標値を下回った理由は、供給汚泥に占める余剰汚泥固形物の比率が目標設定時に0.3程度であったのに対し、連続運転時が0.4~0.5と上昇したためであると考えられる。
- ・ ケーキ含水率の変動は、余剰汚泥および低薬注率により汚泥フロックの強度にバラツキが生じ、安定したフロックが形成されなかったためと推測される。
- ・ ケーキ含水率は短い周期で変動するが、平均的には後段の焼却設備に適した含水率となっていることから、支障はないと判断できる。

4.2.2 処理量優先運転

固形物処理量の増加を目的として、脱水機仕様、薬注率および本体回転数等の設定パラメータを調整し、連続運転を実施した。

(1) 実験目標値

処理量優先運転での実験目標値を、表-5に示す。薬注率は日本下水道事業団の標準仕様値（ベルトプレス、汚泥濃度1.5%、繊維状物20%）以下、ケーキ含水率は焼却設備を考慮した値とした。

表-5 実験目標値（処理量優先）

	回転加圧脱水機
脱水機仕様	1,200×1チャンネル
汚泥量	-
固形物処理量	-
薬注率	0.5~0.6%以下
ケーキ含水率	78~79%
SS回収率	95%以上

(2) 運転条件

供給汚泥に対して固形物処理量が最大となるように設定した連続運転条件を、表-6に示す。

表-6 連続運転条件（処理量優先）

	回転加圧脱水機
脱水機仕様	ろ室幅：50mm (2inch) スクリーン孔径：0.38mm
凝集剤	アクリル酸エステル+ アクリルアミド
フロキュレータ回転数	60~70min ⁻¹
本体回転数	0.7~0.8min ⁻¹
入口圧力設定値	50kPa
出口圧力設定値	100kPa

(3) 運転結果

処理量優先とした連続運転結果を、表-7と図-6に示す。なお、余剰汚泥固形物の比率は、0.4未満であった。この結果から、以下のことが言える。

- ・ 平均固形物処理量は、191kgDS/hと良好な結果となった。
- ・ 薬注率、ケーキ含水率およびSS回収率は、目標値を満足した。
- ・ ケーキ含水率は薬注率優先運転の場合とは異なり、安定した結果となっている。

表-7 連続運転結果（処理量優先）

	連続運転結果（平均）
固形物処理量	191kgDS/h
薬注率	0.54%
ケーキ含水率	78.60%
SS回収率	97.70%

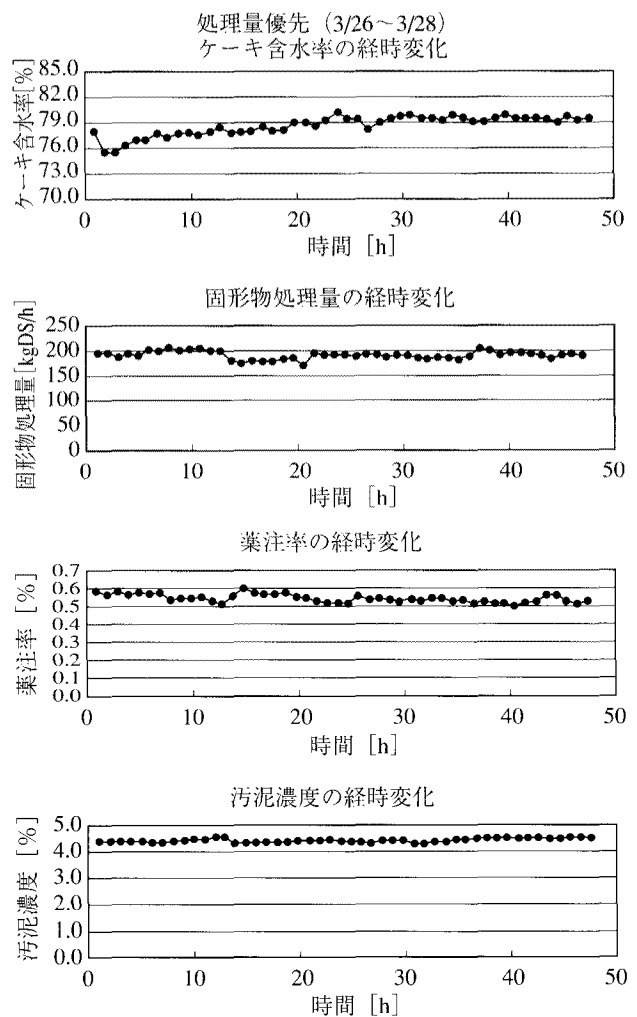


図-6 連続運転結果（処理量優先）

(4) 考察

処理量優先運転と薬注率連続運転を比較することで、次のことが言える。

- ・薬注率を0.15%増量することで、固形物処理量は約2倍となり、ベルトプレスろ布幅2m（標準型）相当の処理も可能となる。
- ・ケーキ含水率の安定性に薬注率が大きく影響しており、汚泥フロックの状態管理が重要であると考えられる。

4.2.3 ケーキ含水率優先運転

脱水工程の後段に焼却システムがなく、脱水ケーキの運搬処分が必要な場合を想定して、ケーキ含水率の低減を優先させた連続運転を実施した。

(1) 実験目標値

ケーキ含水率低減を優先とした運転での実験目標値を、表-8に示す。固形物処理量は薬注率優先運転の場合と同様に既設ベルトプレスのろ布幅1m相当とし、薬注率は日本下水道事業団の標準仕様値に設定した。

表-8 実験目標値（ケーキ含水率優先）

	回転加圧脱水機
脱水機仕様	φ1,200×1チャンネル
汚泥量	2~3m ³ /h
固形物処理量	約100kgDS/h
薬注率	0.5~0.6%以下
ケーキ含水率	—
SS回収率	95%以上

(2) 運転条件

ケーキ含水率を低減するために設定した脱水機仕様および連続運転条件を、表-9に示す。

表-9 連続運転条件（ケーキ含水率優先）

	回転加圧脱水機
脱水機仕様	ろ室幅：37mm（1.5inch） スクリーン孔径：0.38mm
凝集剤	アクリル酸エステル+ アクリルアミド
フロキュレータ回転数	50~60min ⁻¹
本体回転数	0.4~0.5min ⁻¹
入口圧力設定値	25kPa
出口圧力設定値	120kPa

(3) 運転結果

連続運転結果は表-10および図-7であり、こ

の結果から以下のことが言える。なお、余剰汚泥固形物の比率は約0.3であった。

- ・ケーキ含水率は5%程度の範囲で変動が見られるが、平均値では薬注率優先運転に比べ約2%の低減が可能となった。
- ・固形物処理量の経時変化は小さく、平均値で目標値を満足した。
- ・薬注率は連続運転期間を通して0.6%以下、SS回収率は約98%と目標値を満足した。なお、薬注率は、汚泥濃度の変動に対し、連動している。

表-10 連続運転結果（ケーキ含水率優先）

	連続運転結果（平均）
固形物処理量	103kgDS/h
薬注率	0.51%
ケーキ含水率	76.90%
SS回収率	97.90%

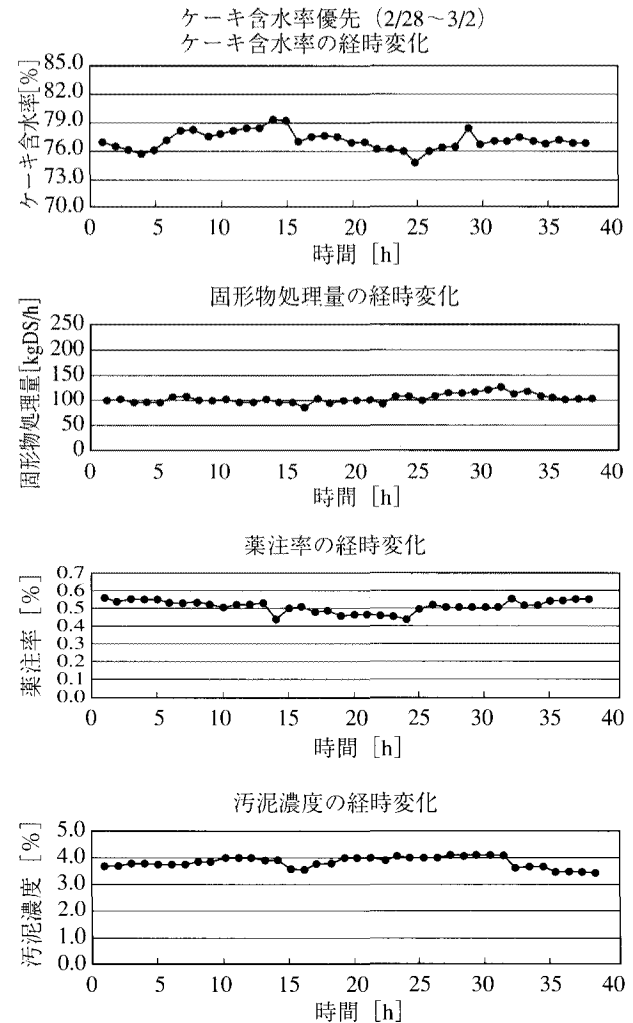


図-7 連続運転結果（ケーキ含水率優先）

(4) 考察

連続運転結果に対し、以下のことが言える。

- ・ ケーキ含水率の低減は、フロキュレータ回転数、本体回転数および入口圧と出口圧の差圧の調整より可能である。
- ・ 薬注率を増加させることで、ケーキ含水率を低減することが可能となる。

4.2.4 実験結果のまとめ

薬注率、処理量およびケーキ含水率を優先させた実験結果をまとめると表-11のようになり、以下のことが明らかとなった。

- ・ 本脱水機は汚泥濃度管理、薬注率、処理量等を調整することで、それぞれの条件に合わせた運転が可能である。
- ・ 各運転方法におけるろ室1チャンネル当たりの処理能力をベルトプレス（標準型：ろ布幅3m）のろ布幅に換算すると、薬注率優先運転では約0.8m、処理量優先運転では約1.9m、ケーキ含水率優先運転では約1.0mとなる。
- ・ イニシャルコスト（設備費）および設置スペースを考慮すると、処理量優先運転が有効となる。

表-11 実験結果総括表

条件	薬注率 (%)	ケーキ含水率 (%)	固形物処理量 (kgDS/h)	ベルトプレスろ布幅換算* (m)
薬注率優先運転	0.41	78.9	77	0.8
処理量優先運転	0.54	78.6	191	1.9
ケーキ含水率優先運転	0.51	76.9	103	1.0

*ベルトプレス（標準型：ろ布幅3m）の固形物処理量を300kgDS/hとし、回転加圧脱水機φ1,200×1チャンネル当たりの処理量を換算した場合

4.3 維持管理性

(1) 洗浄頻度

洗浄の時期については、入口圧力、ケーキ含水率、SS回収率の変化を基準として判断した。しかし、どの運転方法においても連続運転中、上記のパラメータの極端な変化は見られなかった。このことから、洗浄頻度としては、1回/24時間（または運転終了後）で、脱水性能の保持は可能と考えられる。

(2) 耐久性

耐久性については、実験の前後にスクリーン厚さ、開口状況を測定し、スクリーンの摩耗状況を確認する予定である。

(3) 騒音振動

脱水運転中に騒音値および振動値を測定した結果、両値とも低レベルであり、作業環境に与える影響は小さいと判断できる。

5. 今後の予定

実証実験での各連続運転結果を考慮し、本脱水機を①脱水-既設焼却システムに導入した場合、②脱水-新設焼却システムに導入した場合、またその他の場合も想定したケーススタディを行い、脱水性能、経済性等を評価する。さらに、実証実験とケーススタディの結果を反映した「回転加圧脱水機 技術マニュアル [大規模処理場編]」を作成する予定である。

●この研究を行ったのは

研究第二部長 中里 卓治
 研究第二部主任研究員 市川 裕一
 研究第二部研究員 田中 孝
 研究第二部研究員 星 隆伸

●この研究に関するお問い合わせは

研究第二部長 高相 恒人
 研究第二部主任研究員 市川 裕一
 研究第二部研究員 田中 孝
 研究第二部研究員 星 隆伸