

# 回転加圧脱水機の実用化 に関する研究

## 1. 研究の背景と目的

全国的に下水道整備が進み下水道普及率が高まるにつれて、下水汚泥の発生量は年々増加している。しかしながら、最終埋立処分地の残存容量が減少していることや最終処分地の新規設置が極めて困難なことから、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。このような状況のなか、汚泥の有効利用を進めることを含め、コスト縮減や処理の安定性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、さらに高い脱水性能を有し、維持管理性に優れ、省スペース、省エネを達成できる全体的にバランスのとれた脱水機の開発・商品化が求められている。

今回の研究対象である回転加圧脱水機の外観を図-1に示す。本脱水機は、微粒粉体を含むパルプ排水等のろ過装置として、カナダのフォーニア社で開発され、その高いろ過性能と維持管理の容易さから下水汚泥脱水機としての適用が進み、カナダ国内の下水処理場において短時間に約30台の納入実績を得た、新型の下水汚泥脱水機である。

本研究では、新発想の脱水原理・構造により、様々な特徴を有する回転加圧脱水機について、日本国内の下水汚泥に対する実用性、性能等を調査、評価するとともに、その適用条件・利用用途を明確にし、さらに仕様書等の積算資料を整備した技術マニュアルを作成することを目的とする。

## 2. 研究体制

本研究は、財団法人下水道新技術推進機構と下記4企業との共同研究により実施しているものである。

株式会社クボタ  
三機工業株式会社  
巴工業株式会社  
日本碍子株式会社

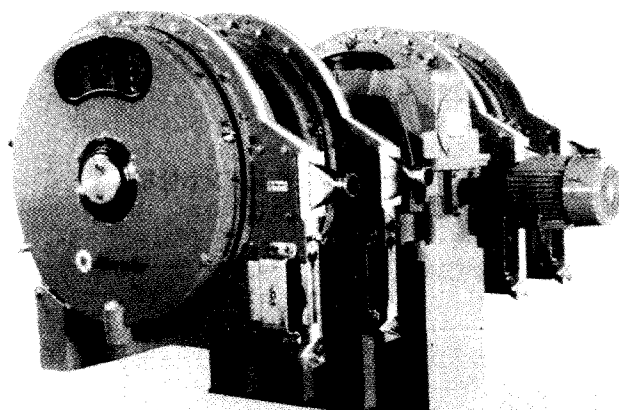


図-1 回転加圧脱水機の外観  
※最大機 (1200mmφ × 4ch仕様)

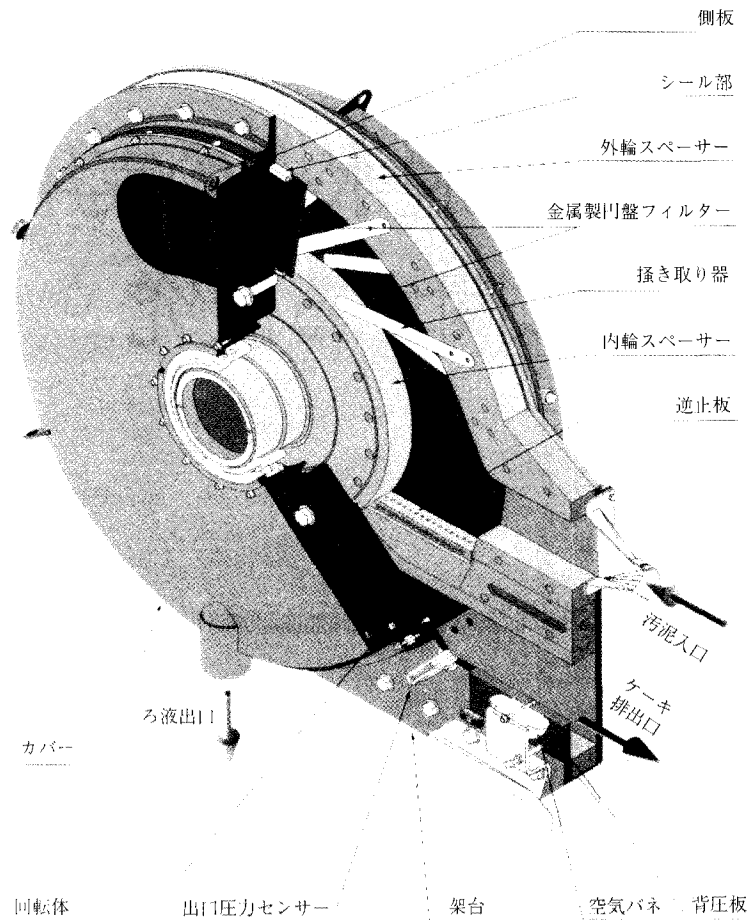


図-2 回転加圧脱水機の構造

### 3. 研究内容

平成10年度及び平成11年度の2年にわたる研究内容を以下に示す。

- ① 回転加圧脱水機の技術調査
  - ・既存資料の整理
- ② 回転加圧脱水機の性能評価
  - ・国内における既存実験データの整理
  - ・国内数カ所における実証実験
- ③ 回転加圧脱水機の実用性評価
  - ・利用用途、適用範囲の検討
- ④ 回転加圧脱水機の計画手法の確立
- ⑤ 回転加圧脱水機の設計・積算方法の確立
- ⑥ 技術マニュアルの作成

### 4. 成果の概要

#### 4.1 回転加圧脱水機の概要

##### 4.1.1 構造

図-2に回転加圧脱水機の構造を示す。

ろ室は低速で回転する2枚の金属製円盤フィルターと、内・外輪スペーサーで構成される。ケーキの排出部には背圧弁が設けられており、ろ室内でケーキ化された汚泥は、この背圧弁を押し退けて機外に排出される。金属製円盤フィルターはステンレス製の微細な孔のあいたパンチングメタルであり、汚泥の脱水性により孔径の違うフィルタエレメントを選択できる。表-1にフィルタエレメントの仕様を示す。

表-1 フィルタエレメント仕様

	フィルタ孔径
微細フィルタエレメント	0.18mm φ
標準フィルタエレメント	0.25mm φ
粗目フィルタエレメント	0.38mm φ

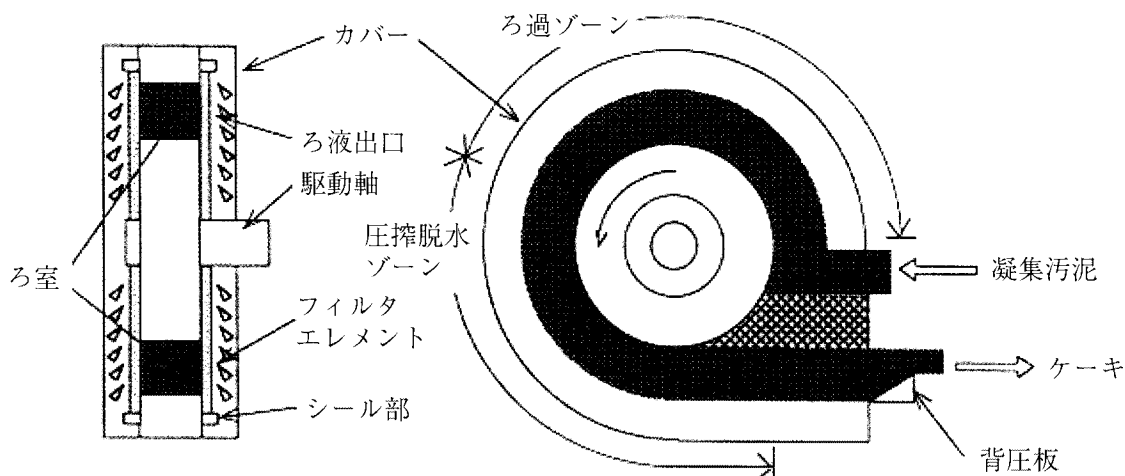


図-3 回転加圧脱水機の脱水機構概念図

さらに、樹脂製の内・外輪スペーサの厚みを変更することにより汚泥性状に合ったろ室容積が選択できる。ろ室幅は標準で50mmであるが、12.5mmから75mmまで12.5mmきざみで選択できる。また、金属円盤フィルタ径に、 $\phi 300\text{mm}$ 、 $\phi 600\text{mm}$ 、 $\phi 1200\text{mm}$ の3種類があり、それぞれ小型機、中型機、大型機として機種設定され、処理規模に応じた選択が可能となっている。なお、大型機（フィルタ径： $\phi 1200\text{mm}$ ）は、1駆動でろ室数（チャンネル数）を複数にすることができ、1チャンネル仕様から4チャンネル仕様まで可能である。

#### 4.1.2 脱水原理

図-3に回転加圧脱水機の脱水機構概念図を示す。回転加圧脱水機の脱水機構、脱水原理は下記の通りである。

- (1) 金属製円盤フィルタ2枚で構成されるろ室が0.5～1.3回転/min.の低速で回転する。
- (2) 高分子凝集剤で調質された汚泥は、汚泥圧入ポンプによりろ室内に最大100kPaの圧力で連続給泥され、ろ過ゾーンにおいて初期ろ過が行われる。
- (3) 初期ろ過が進行して、フィルタ表面にケーキ層が徐々に形成され、そのろ滓でのろ過・脱水により固形物の捕捉が向上し、ろ液がさらに清澄になる。
- (4) ろ過ゾーンから圧搾脱水ゾーンに移行する過程で汚泥は流動性を失い、円盤フィルタの回転力により排出口方向へ押し出される。
- (5) 一方、排出口においては、空気バネで支持され

る背圧板により、ろ室内の背圧が最大600kPaの一定圧力（可変）で保持され、その背圧により汚泥が圧搾脱水される。

- (6) さらに圧搾脱水ゾーンでは、フィルタ面の水分の低下した汚泥は回転速度に見合って排出口へ移動されるが、ろ室中央部分の比較的水分の高い汚泥は、フィルタ面の汚泥との間にスリップが生じ、その速度差で発生するせん断力により脱水が促進される。
- (7) 一連の脱水工程を経たケーキは、背圧板を押し退けて機外へ排出される。
- (8) フィルタの洗浄は、運転中は不要であり、運転終了時に約5～10分間程度の洗浄を行う。

#### 4.1.3 設備の構成

回転加圧脱水機の設備は、高分子凝集剤を用いる既存の脱水機（ベルトプレス、遠心脱水機）とはほぼ同様な設備構成となるが、汚泥は、汚泥圧入ポンプにより貯留槽等から引き抜かれ、密閉構造のフロキュレータ（凝集装置）に供給される。図-4に本設備の概略フローを示す。

#### 4.1.4 特徴

回転加圧脱水機は下記の特徴を有している。

- ① 構造がシンプルである。  
始動、停止に特別な工程を必要とせず、構造がシンプルで構成部品も少ないため、運転・維持管理が容易である。
- ② 幅広い処理規模に対応できる  
チャンネルの増室が容易であるため、幅広い処

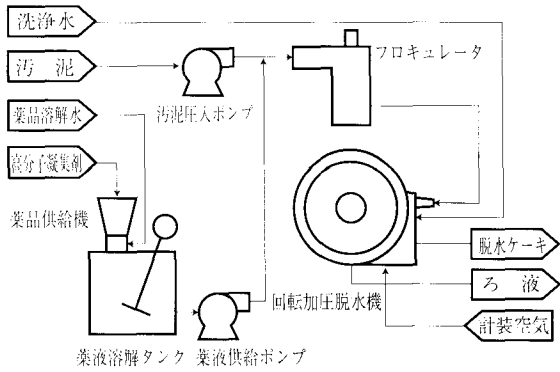


図-4 回転加圧脱水機の概略設備フロー

理量に対応できる。φ1200mm機には、1チャンネルから4チャンネルまでの機種があり、多チャンネルの機種を当初1チャンネルだけで使用することも可能であり、将来的に増室といった対応も可能である。

- ③ 計量でコンパクトである。  
 回転加圧脱水機は脱水機本体径（金属製円盤フィルタ径）が最大φ1200mmであり、従来脱水機に比べ軽量かつコンパクトであるといえる。
- ④ 密閉構造のため臭気対策が容易である  
 完全密閉構造で臭気漏れがなく、臭気対策が容易である。
- ⑤ 動力費を低減できる  
 所要動力はわずかであり、本体回転数は0.5～1.3回転/min.と遅いため、振動・騒音も極めて小さい。
- ⑥ 洗浄水量がわずかである  
 金属製フィルタで目詰まりがなく、洗浄水量はわずかである。必要洗浄水量は、φ1200mm×1チャンネル当たり130～180 l/分（8～11m<sup>3</sup>/h）であり、停止時に5～10分間程度の洗浄を行うだけであり、運転中の洗浄は原則として必要ない。

#### 4.2 回転加圧脱水機の性能評価

回転加圧脱水機の性能については、日本国内における実証実験結果より評価を行った。

以下に対象汚泥毎の脱水性能について記す。

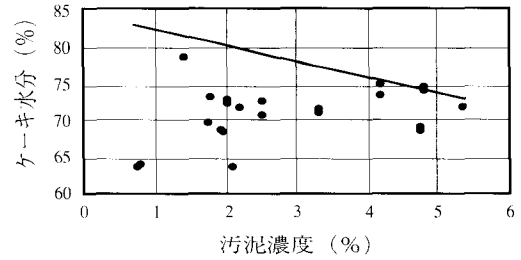
##### 4.2.1 標準活性汚泥法混合生汚泥

全国6カ所の下水処理場で実施した、標準活性汚泥法混合生汚泥における回転加圧脱水機の実証実験結果を図-5に示す。

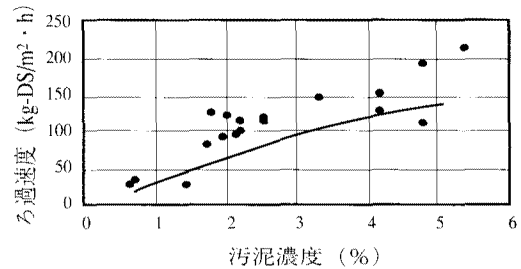
##### a. ケーキ水分について

図中に示す線は、実験結果から推測されるケーキ

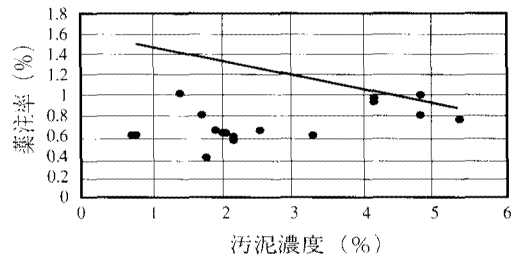
水分の設計性能値であり、標準形ベルトプレス脱水機の性能値に対し同等の値である。実際のケーキ水分は、この値より低く、標準活性汚泥法混合生汚泥



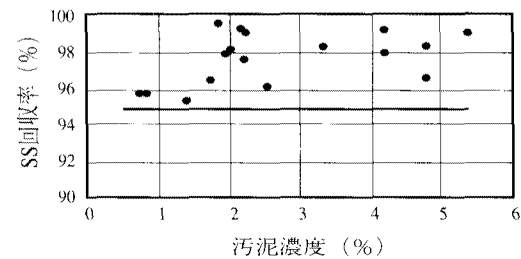
a. ケーキ含水率



b. ろ過速度



c. 薬注率



d. SS回収率

図-5 標準活性汚泥法混合生汚泥実験結果

について回転加圧脱水機で効率よく脱水が可能であると判断できる。

##### b. ろ過速度について

図中に示す線はφ1200×1チャンネル当たり4～5m<sup>3</sup>/hの処理量における汚泥濃度に対するろ過速度の設計性能値であり、実験結果により、この値以上のろ過速度が得られた。

##### c. 薬注率について

図中に示す線は、実験結果から推測される薬注率の設計性能値である。この値は標準形ベルトプレス

脱水機，標準形遠心脱水機の仕様値よりも0.1～0.4%高い値であるが，実際の結果は同直線より低い数値となっていること，また前述の通り，ケーキ水分が低いことにより，実際は標準形ベルトプレス脱水機，標準形遠心脱水機とほぼ同等の薬注率での運転が活用であるものと考えられる。

d. SS回収率について

図中に示す線は標準形遠心脱水機の仕様値であり，本脱水機は，それ以上の回収率で脱水運転できるものと考ええる。

e. 評価

以上より，本脱水機は標準活性汚泥法混合生汚泥を効率よく脱水可能であると判断できる。

4.2.2 オキシデーションディッチ法余剰汚泥

全国3カ所の下水处理場で実施した，オキシデーションディッチ法の余剰汚泥における回転加圧脱水機の実証実験結果を図-6に示す。

全図とも，グラフ中の線は，実験結果から推定される設計性能値である。なお，本研究においては，実験データ数が少ないことから，本値を現状までの参考値として扱うこととする。

a. 評価 (全項目総合)

投入汚泥濃度とケーキ水分の関係は，標準形ベルトプレス脱水機の性能値に対し同等の値であるが，標準法の混合生汚泥と比較すると，高いケーキ水分を示している。また，他のグラフより，ろ過速度が低く，薬注率も高い結果となっている。但し，SS回収率については，標準法混合生汚泥と同等に良好

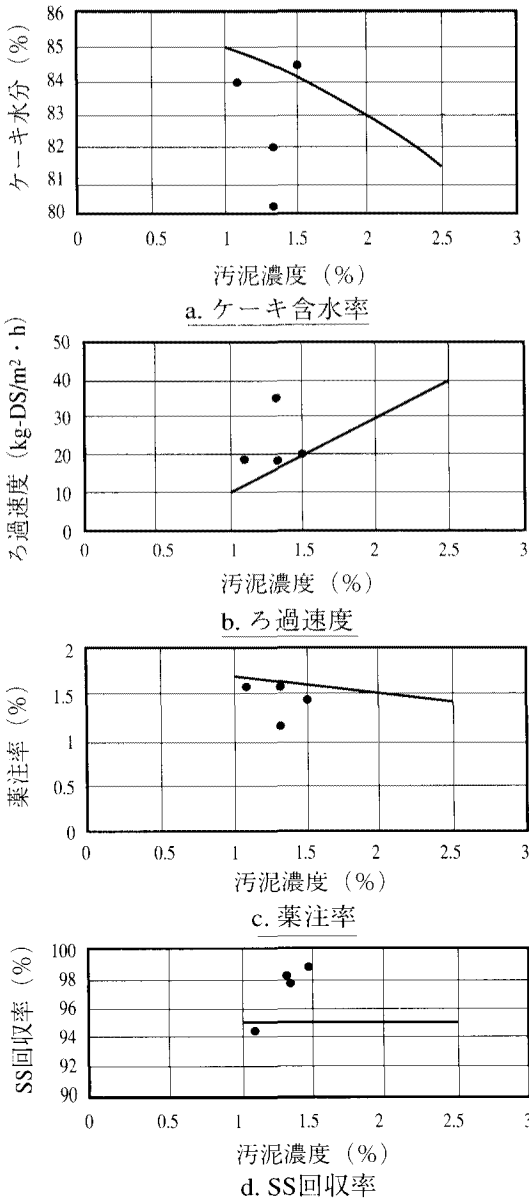


図-6 OD法余剰汚泥実験結果

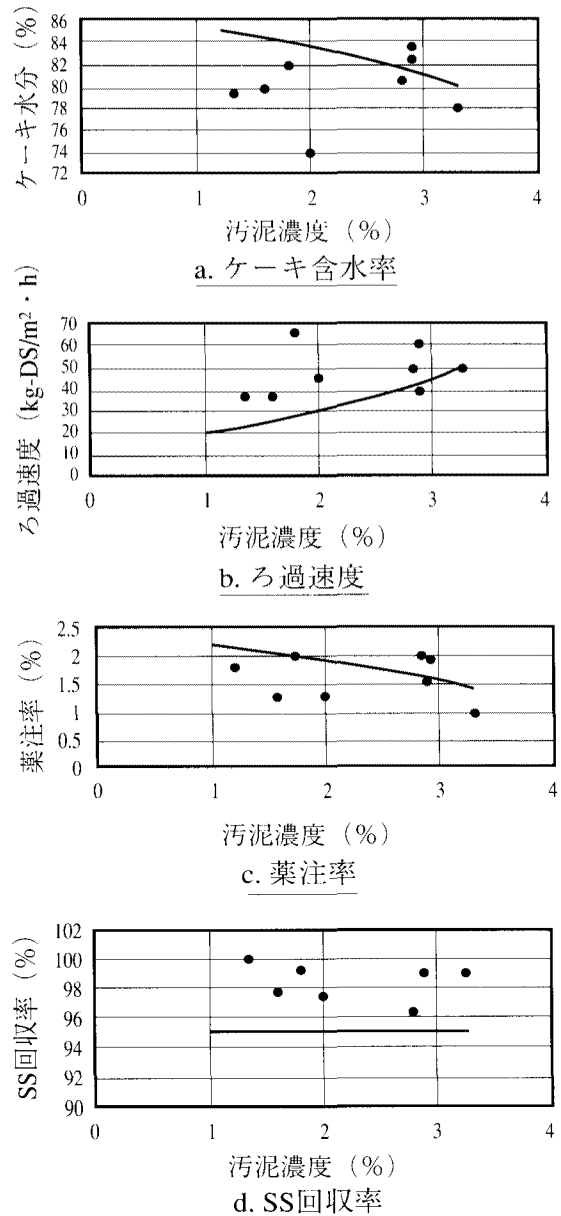


図-7 標準活性汚泥法消化汚泥実験結果

な結果が得られた。

今後の課題としては、本脱水機の脱水性能を左右する大きな要因である、凝集状態の改善があげられる。今後、凝集状態の改善に向けた設備改良を行い、データを蓄積することが望ましい。

#### 4.2.3 標準活性汚泥法消化汚泥

全国5カ所の下水処理場で実施した、標準活性汚泥法消化汚泥における回転加圧脱水機の実証実験結果を図-7に示す。

全図とも、グラフ中の線、実験結果から推定される設計性能値である。なお、本研究においては、実験データ数が少ないことから、本値を現状での参考値として扱うこととする。

#### a. 評価 (全項目総合)

SS回収率は良好な結果を得ることができたが、他の項目については、標準形ベルトプレス脱水機及び標準型遠心脱水機の性能値に対して若干劣る結果となった。

OD法余剰汚泥と同様、今後、凝集状態の改善に向けた設備改良を行い、データを蓄積することが望ましい。

#### 4.3 利用用途

以上の、回転加圧脱水機の特徴及び、性能評価から、本研究においては、回転加圧脱水機の利用用途を下記の通りとした。

##### ① 対象汚泥

下水処理の標準活性汚泥法により発生する汚泥及びオキシデーションディッチ法による余剰汚泥とし、特に標準活性汚泥法による混合生汚泥に適している。

##### ② 対象設備

新設の脱水設備（移動脱水車を含む）及び既設の脱水設備の更新とする。

#### 4.4 期待効果

回転加圧脱水機を採用することにより、以下の効果が期待できる。

##### ① 汚泥処理設備の建設コストの縮減

脱水機がコンパクトであるため、建屋を小さくすることができ建設コストの縮減が期待できる。

##### ② エネルギーコストの低減

低動力であり、エネルギーコストの低減が期待できる。

##### ③ 補修費等の維持管理コストの低減

構造が簡単で消耗品が少なく、主要部品のスクリーンの寿命は約15,000時間であるため、補修費等の維持管理コストの低減が期待できる。

##### ④ 既存の設置スペースでの処理能力増加

既存の脱水機よりもコンパクトであり、脱水機の更新においては既設の脱水機よりも処理量が上の機種を設置や、設置台数の増加といった対応が期待できる。

##### ⑤ 運転・保守管理の簡素化

始動、停止に特別な工程は必要とせず、自動運転が可能であり、運転・保守管理の簡素化が期待できる。

##### ⑥ 作業環境の改善

低動力、低回転であるため、振動・騒音もなく、また、密閉構造のため臭気漏れもないことから、作業環境の改善が期待できる。

##### ⑦ 脱臭風量の低減

脱水機本体からの脱臭は特に必要はないため、脱臭風量の低減が期待できる。

##### ⑧ 洗浄水量の低減

金属製フィルタで目詰まりがなく、洗浄水量はわずかであり、洗浄水量の低減が期待できる。

## 5. まとめ

本研究では、標準活性汚泥法の混合生汚泥について高い脱水性能が認められた。一方、OD法余剰汚泥及び嫌気性消化汚泥については、今後、脱水性の向上が望まれる結果となった。

平成11年度の研究内容は以下の通りとする。

##### ① 実証実験

- ・OD法余剰汚泥及び消化汚泥の脱水性能向上に向けた実験
- ・標準法混合生汚泥の脱水における凝集剤添加量低減に向けた実験
- ・連続運転時における運転（脱水）状態確認
- ・実験結果のとりまとめ及び国内の汚泥に対する適応についての評価

##### ② 標準設計資料及び積算資料等をあわせた技術マニュアルの作成

#### ●この研究に関する問い合わせは

研究第二部長

研究第二部主任研究員

研究第二部研究員

研究第二部研究員

篠田 康弘

長谷川隆之

永松 真一

藤浦 哲士