

平成28年度

調査研究報告書

第35号

公益財団法人神奈川県下水道公社

あいさつ

近年、下水道事業を取り巻く環境が大きく変化し、施設老朽化対策、災害時における事業継続の確保、地球温暖化対策など、時代の変化に対応した事業運営が求められています。

当会社では、県から受託している相模川及び酒匂川流域下水道の維持管理業務を行う上で発生する様々な問題点や課題等をテーマとして、調査研究に取り組み、研究成果を、業務及び施設の改善等に反映することで、経済的・効率的な維持管理に努めております。

平成 28 年度は、運転管理費の縮減に向けた「神奈川県流域下水道終末処理場の電力削減に関する共同研究」及び「浸出液排水設備の管理手法の見直しに関する検討」、設備の安定運用に向けた「過給式流動炉の運用について」、公共下水道から流域下水道への編入「寿町終末処理場の流域下水道編入に係る維持管理対応について（第 2 報）」の 4 件について調査研究を行い、その結果をこの研究報告書第 35 号としてまとめることが出来ました。

下水道公社は、昭和 56 年の設置当初よりこれまで延べ 168 件の調査研究に取り組んでまいりました。

これらの調査研究の成果が下水道事業に携わっておられる方々のお役に立てれば幸甚です。

今後も調査研究を続けて参りたいと考えておりますので、関係各位のご感想、ご助言を頂きたい、よろしくお願いいたします。

平成 30 年 1 月

公益財団法人神奈川県下水道公社

理 事 長 藤 井 良 一

目 次

- 1 神奈川県流域下水道終末処理場の電力削減に関する共同研究 1
共同研究会 代表者 加藤 謙満
浅木 麻衣子

- 2 浸出液排水設備の管理手法の見直しに関する検討 30
水質課 竹川 和宏

- 3 過給式流動炉の運用について 39
四之宮管理センター 代表者 小川 真樹

- 4 寿町終末処理場の流域下水道編入に係る維持管理対応について（第2報）. 50
酒匂管理センター 河野 ますみ

- 研究報告の経緯 69

神奈川県流域下水道終末処理場の 電力削減に関する共同研究

共同研究会 代表者 加藤 謙満
浅木 麻衣子

本報告は、以下のとおり構成されている。

1. はじめに	………… P 1
2. 各管理センターの概要と施設状況	………… P 1
3. 各管理センターのエネルギー消費量の実態調査	………… P 4
4. 各管理センターの電力削減について	………… P 7
(1) アンモニアセンサーによる送風機制御の電力削減について	………… P 7
ア 送風機の電力削減について	
イ アンモニアセンサーによる送風量制御検証フィールドの選定	
ウ アンモニアセンサーを使用した送風量制御検証	
(2) 各管理センターにおける設備更新における電力削減の可能性について	… P 21
ア 電力削減の調査方法について	
イ 検討結果	
5. まとめ	………… P 27
(1) アンモニアセンサーによる送風機制御の電力削減について	
(2) 各管理センターにおける設備更新における電力削減の可能性について	
6. 神奈川県流域下水道終末処理場の電力削減に関する共同研究会委員名簿	… P 29

1. はじめに

下水処理場は、大量の電力を消費しているため、地球温暖化対策として良好な処理水質の維持を目指しつつ電力消費削減に貢献することが求められている。

当社は、4つの終末処理場の運転管理等を県より受託しており、これまでも電力削減対策に取り組んできたが、特に平成23年3月の東日本大震災発災による福島第1原発事故以降の電力供給不足時には県の方針を基に更なる削減に努め、平成24年度以降も公社独自の目標を設定するなど処理場の安定的な運転管理に支障のない範囲で電力削減対策に取り組んできた。

しかし、削減手法が従前からの知見・経験からは固定化してきており、更なる電力削減対策の可能性を見出すため、技術的知見のある公益財団法人日本下水道新技術機構（以下「機構」という。）と「神奈川県流域下水道終末処理場の電力削減に関する共同研究会」を発足し、平成27・28年の2ヵ年で、4つの管理センターの電力使用量等の実態把握を行い、更なる電力削減手法を検討することとした。

2. 各管理センターの概要と施設状況

神奈川県流域下水道は、図-1に示すように神奈川県内で大きな河川である相模川と酒匂川の両岸に4つの管理センターを有している。

管理センターの電力に関わる主要機器の詳細は表-1～4となっている。



図-1 神奈川県流域下水道の概要図

(1) 柳島管理センター

柳島管理センターは、平成 28 年 3 月末現在、水処理施設は 9 系列、539,100m³/日最大の能力を有している。大きな特徴として、水処理第 7~9 系列が深槽式であり、沈殿池は 2 階層、反応タンクには水中機械攪拌散気装置 (7.5kW×96 基) が設置されている。柳島管理センター主要施設状況を表-1 に示す。

表-1 柳島管理センター主要施設状況

施設名	構造及び能力	平成 28 年 3 月末現在
高段主ポンプ	φ 600mm×45m ³ /分×17m×180kW φ 800mm×90m ³ /分×17m×350kW φ 800mm×90m ³ /分×17.5m×360kW	2 台 2 台 1 台
低段主ポンプ	φ 700mm×60m ³ /分×20.5m×300kW φ 900mm×120m ³ /分×20.5m×580kW φ 900mm×120m ³ /分×20.5m×560kW	2 台 5 台 1 台
非常排水ポンプ	φ 700mm×60m ³ /分×12m×185kW	5 台
反応タンク	多段ターボブロワ φ 450/400mm × 200m ³ /分 × 72kPa × 360kW φ 550/500mm × 400m ³ /分 × 72kPa × 700kW φ 550/500mm × 400m ³ /分 × 72kPa × 660kW 超微細気泡型散気装置 (第 1~6 系列) 水中機械攪拌散気装置 (第 7~9 系列)	2 台 2 台 4 台 24 池 12 池
汚泥濃縮設備	加圧浮上濃縮 (余剰汚泥) 重力濃縮 (生汚泥) 遠心濃縮 (余剰汚泥)	4 槽 6 槽 8 台
汚泥脱水設備	ロータリープレス脱水機 遠心式脱水機 スクリーブプレス脱水機	1 台 3 台 3 台
汚泥焼却炉	流動床炉 120t/日 (気泡炉) 180t/日 (気泡炉)	1 基 3 基

(2) 四之宮管理センター

四之宮管理センターは、平成 28 年 3 月末現在、水処理施設は 6 系列 322,800m³/日最大の能力を有している。大きな特徴として、水処理 6 系列中、第 6 系列のみ超微細気泡型散気装置が設置され単独の送風機で処理をしている。

四之宮管理センター主要施設状況を表-2 に示す。

表-2 四之宮管理センター主要施設状況

施設名	構造及び能力	平成 28 年 3 月末現在
高段主ポンプ	φ 700mm×65m ³ /分×15m×230kW φ 1000mm×115m ³ /分×15m×390kW φ 1000mm×115m ³ /分×16.5m×430kW	2 台 2 台 1 台
低段主ポンプ	φ 400mm×26m ³ /分×20m×125kW φ 600mm×52m ³ /分×19m×230kW φ 1000mm×123m ³ /分×18.5m×500kW φ 1000mm×123m ³ /分×19m×550kW	2 台 2 台 1 台 2 台
反応タンク	・ 第 1～5 系列 電動機直結多段ターボブロワ φ 350/300mm×150m ³ /分×56kPa×250kW φ 500/450mm×300m ³ /分×56kPa×450kW φ 500/450mm×300m ³ /分×56kPa×400kW 散気筒吊下式散気装置 ・ 第 6 系列 電動機直結多段ターボブロワ φ 400/350mm×170m ³ /分×71kPa×280kW 超微細気泡型散気装置 25 枚/池	2 台 2 台 3 台 10 池 2 台 1 式
汚泥濃縮設備	南系 重力濃縮 (生汚泥) 加圧浮上濃縮 (余剰汚泥) 北系 重力濃縮 (生汚泥) 横型遠心濃縮 (余剰汚泥)	2 槽 2 槽 4 槽 2 台
汚泥脱水設備	南系 ベルトプレス脱水機 北系 遠心脱水機 スクリュープレス脱水機	4 台 2 台 1 台
汚泥焼却炉	流動床炉 南系 (気泡炉) 100t/日 北系 (過給炉) 100t/日 北系 (気泡炉) 120t/日	1 基 1 基 1 基

(3) 酒匂管理センター

酒匂管理センターは、平成 28 年 3 月末現在、水処理施設は 3 系列、108,000m³/日最大の能力を有している。大きな特徴として、平成 27 年度までは酒匂管理センター所在市である小田原市の公共下水処理場の汚泥を受入れ、平成 28 年度からは汚水で受入れを行っている。

また、工場排水の影響から、平成 22 年 1 月～平成 26 年 3 月まで硝化抑制運転を実施していた。

酒匂管理センター主要施設状況を表-3 に示す。

表-3 酒匂管理センター主要施設状況

施設名	構造及び能力	平成28年 3月末現在
主ポンプ	$\phi 350\text{mm} \times 15\text{m}^3/\text{分} \times 15\text{m} \times 75\text{kW}$ $\phi 500\text{mm} \times 33\text{m}^3/\text{分} \times 15\text{m} \times 120\text{kW}$ $\phi 700\text{mm} \times 66\text{m}^3/\text{分} \times 15\text{m} \times 240\text{kW}$ $\phi 700\text{mm} \times 66\text{m}^3/\text{分} \times 15\text{m} \times 220\text{kW}$	2台 1台 1台 2台
反応タンク	多段ターボブロワ $\phi 300/250\text{mm} \times 80\text{m}^3/\text{分} \times 56\text{kPa} \times 140\text{kW}$ $\phi 350/300\text{mm} \times 160\text{m}^3/\text{分} \times 56\text{kPa} \times 220\text{kW}$ $\phi 350/300\text{mm} \times 130\text{m}^3/\text{分} \times 66\text{kPa} \times 200\text{kW}$ 散気筒吊下式散気装置（第1、2系列） 超微細気泡型散気装置（第3系列）	2台 2台 1台 6池 6池
汚泥濃縮設備	重力濃縮（生汚泥） 常圧浮上濃縮（余剰汚泥）	4槽 2槽
汚泥脱水設備	スクリュープレス脱水機	4台
汚泥焼却炉	流動床炉 60t/日（気泡炉）	1基

(4) 扇町管理センター

扇町管理センターは、平成28年3月末現在、水処理施設は2系列、56,480m³/日最大の能力を有している。大きな特徴として、同一系統の送風機で散気装置と超微細気泡型散気装置で処理を行っている。扇町管理センター主要施設状況を表-4に示す。

表-4 扇町管理センター主要施設状況

施設名	構造及び能力	平成28年 3月末現在
主ポンプ	$\phi 400\text{mm} \times 19\text{m}^3/\text{分} \times 15\text{m} \times 75\text{kW}$ $\phi 600\text{mm} \times 39\text{m}^3/\text{分} \times 15\text{m} \times 150\text{kW}$ $\phi 600\text{mm} \times 44\text{m}^3/\text{分} \times 15\text{m} \times 160\text{kW}$	2台 1台 1台
反応タンク	多段ターボブロワ $\phi 250/200\text{mm} \times 65\text{m}^3/\text{分} \times 59\text{kPa} \times 120\text{kW}$ $\phi 350/300\text{mm} \times 135\text{m}^3/\text{分} \times 59\text{kPa} \times 220\text{kW}$ 散気装置（第1系列） 超微細気泡型散気装置（第2系列）	2台 2台 4池 4池
汚泥濃縮設備	重力濃縮（生汚泥及び余剰汚泥）	3槽
汚泥脱水設備	ベルトプレス脱水機 スクリュープレス脱水機	2台 1台
汚泥焼却炉	流動床炉 30t/日（気泡炉）	2基

3. 各管理センターのエネルギー消費量の実態調査

(1) 調査方法

柳島管理センター、四之宮管理センター、酒匂管理センター、扇町管理センター（以下「4管理センター」という。）の電力消費の現状について月報・日報等により整理したデータから4管理センターにおける電力削減手法を検討する対象設備を選定した。

(2) エネルギー消費量の現状

平成 25 年度下水道統計より整理した、焼却設備を有する全国の下水处理場施設別の電力消費割合を図-2 に示す。

全国の実態は、汚泥処理施設での電力消費が最も多く、次いで水処理施設、ポンプ施設、管理等の順となっている。

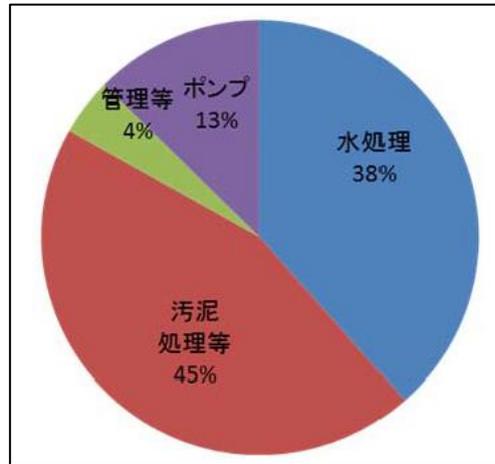


図-2 焼却炉を有する全国の下水处理場施設別の電力消費割合

ア 各管理センターの水処理設備電力消費量と全国との比較

当会社においては水処理設備の電力消費割合が大きいため、水処理電力消費量について全国との比較を行った。

平成 25 年度維持管理年報の数値より算出した 4 管理センターの施設別の電力消費割合を図-3～6 に示す。

図-2 より、全国の水処理設備電力消費割合 38% に対し、4 管理センターは水処理設備電力消費割合が 44%～59% と高くなっていることが確認できた。

神奈川県の流れ処理場は、平成 23 年度の全体計画変更時に既存の水処理能力を見直し、標準活性汚泥法の枠組みの中で硝化促進法、嫌気好気法を採用することを基本方針としているため、送風量が多くなっている。

なお、酒匂管理センターの水処理は、工場排水の影響から、平成 22 年 1 月～平成 26 年 3 月まで硝化抑制運転を実施していたため、電力消費割合が少ない結果となっている。

また、酒匂川流域下水汚泥処理事業として、小田原市寿町処理場の汚泥を受入処理しているため、汚泥処理設備の電力消費割合が大きくなり相対的に水処理設備の電力消費割合が少なくなっているなど、他の 3 管理センターと異なる処理状況であった。

水処理設備電力消費量について、硝化促進法を採用しながら効率的な運用を行い送風機の電力削減を図ることができれば良質な放流水と処理場全体の電力削減効果が期待できる。

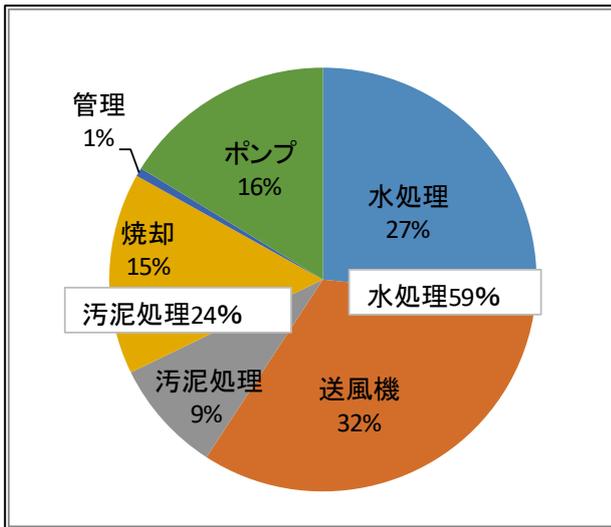


図-3 施設別の電力消費割合（柳島）

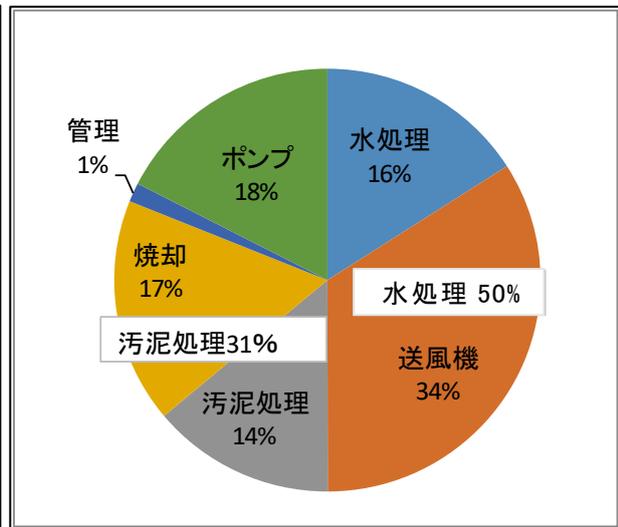


図-4 施設別の電力消費割合（四之宮）

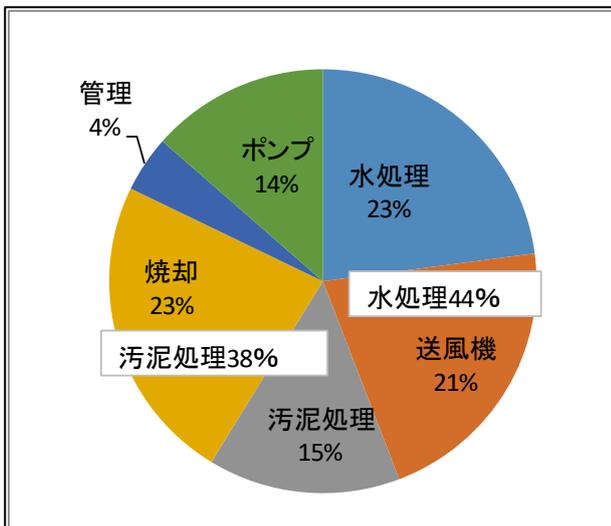


図-5 施設別の電力消費割合（酒匂）

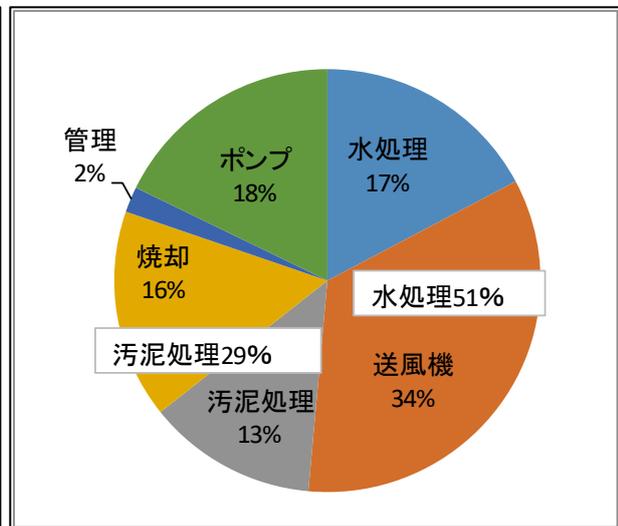


図-6 施設別の電力消費割合（扇町）

イ 各管理センターの処理場全体の電力消費量と全国との比較

次に4管理センターと同等規模の処理水量で焼却設備を有する処理場における水処理設備と処理場全体の電力消費量を表-5～8に示す。

電力消費量は、「下水道における地球温暖化対策マニュアル平成28年3月環境省・国土交通省」に記載されている、エネルギー起源二酸化炭素分を算出する関数を使用して計算を行い、二酸化炭素を電力換算して求めた。計算では処理場全体のエネルギー消費量のみが出るため、水処理設備のエネルギー消費量は、機構で解析した計算式を使用して求めた。

表-5～8より、水処理設備電力消費量について、酒匂管理センターは全国平均より大幅に下回っていた。これは、平成25年度は硝化抑制運転を行っていたことによると考えられる。

柳島管理センター、四之宮管理センター、扇町管理センターの水処理設備電力消費量は、硝化促進運転を行っていることにより全国平均を上回った。

特に、柳島管理センターは、反応タンクに水中機械攪拌散気装置が設置されているため、大幅に上回っていると考えられる。

また、処理場全体電力消費量について、酒匂管理センターと扇町管理センターは全国平均より下回っていた。この一因として、汚泥処理設備に機械濃縮設備や遠心設備が設置されていないため電力消費量が少なくなっていると考えられる。

柳島管理センターと四之宮管理センターは、水処理設備電力消費でも全国平均を上回っており、更に機械濃縮設備や遠心設備が設置されていることが電力消費量の増大の一因と考えられる。

これらのことから、神奈川の流域下水処理場のエネルギー消費量の実態を踏まえると、水処理設備の電力削減を図ることが処理場全体の電力削減に有効な手法と考えられる。特に、送風機の動力が非常に大きく、送風機の省エネ対策による電力削減効果が大きいと考えられる。

表-5 柳島管理センター（平成 25 年度実績）と全国平均の電力消費量

区分	水処理設備(千 kwh)	処理場全体(千 kwh)
柳島管理センター	36,985	62,507
全国平均	25,303	49,492
(柳島管理/全国平均)	1.46	1.26

表-6 四之宮管理センター（平成 25 年度実績）と全国平均の電力消費量

区分	水処理設備(千 kwh)	処理場全体(千 kwh)
四之宮管理センター	17,089	34,196
全国平均	15,347	33,123
(四之宮管理/全国平均)	1.11	1.03

表-7 酒匂管理センター（平成 25 年度実績）と全国平均の電力消費量

区分	水処理設備(千 kwh)	処理場全体(千 kwh)
酒匂管理センター	3,585	8,113
全国平均	4,669	11,413
(酒匂管理/全国平均)	0.77	0.71

表-8 扇町管理センター（平成 25 年度実績）と全国平均の電力消費量

区分	水処理設備(千 kwh)	処理場全体(千 kwh)
扇町管理センター	3,489	6,785
全国平均	3,161	10,225
(扇町管理/全国平均)	1.10	0.66

4. 各管理センターの電力削減について

送風機の電力削減への効果が期待できるアンモニアセンサーによる電力削減手法と設備更新における電力削減の可能性について検討を行った。

(1) アンモニアセンサーによる電力削減について

ア 送風機の電力削減について

前項の3各管理センターのエネルギー消費量の実態調査から、特に送風機設備での電力消費量が多いことから、アンモニアセンサー制御による送風機の電力削減について検討を行った。

(ア) 現状の送風機の運転制御について

平成 26 年度以降、4 管理センターは末端 DO 制御により硝化促進運転を行っているが、DO 制御ではアンモニア性窒素（以下、「アンモニア」という）が残留し BOD が上昇することがある。流入水質が変動しなければよいが、変動する場合に処理水質に影響が出てしまう。すなわち、DO 制御には流入水質が変動した時に必要とされる空気量に対して過不足のない空気量を供給できないという課題がある。

(イ) アンモニアセンサーによる電力削減手法の検討

アンモニアセンサーで測定できるアンモニアは、水処理設備で必要となる送風量と関係があり、この数値を測定することで、必要となる空気量の予測が可能となる（下水道施設設計指針の計算式等から予測）。

そこで電力削減手法として、4 管理センターの四季の通日試験データを用いて必要となる空気量の試算を行った。

更にアンモニアセンサーを用いて反応タンク出口のアンモニア濃度を管理しながら送風量制御を行い空気量削減の可能性について検討を行った。

(ウ) アンモニアセンサーによる送風量制御方法の検討結果

4 管理センターの、必要空気量と供給空気量の比較検討を行った結果を図-7～11 に示す。（供給空気量＝日報値、必要空気量＝水質分析結果より算出）

a 柳島管理センター

- (a) 図-7 より第 1～9 系列は、流入アンモニア濃度が高くなる 10 時～11 時頃に供給空気量が必要空気量より低くなり、空気が足りていない状況であるが、それ以外の時間帯では供給空気量が必要空気量より多く、必要以上の空気を供給している。
- (b) 理論上の空気削減可能量（必要空気量と供給空気量の差分）は、1～9 系で約 20%（約 354,000 m³/日）となっていた。

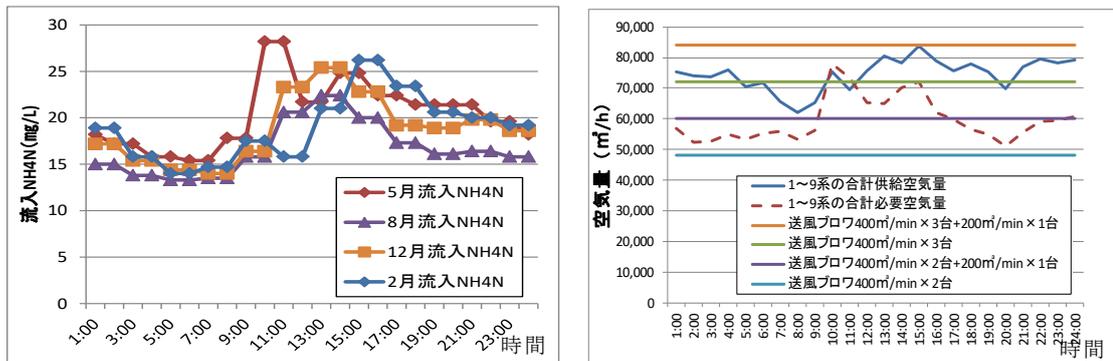


図-7 第 1～9 系列のアンモニア濃度及び必要空気量と供給空気量

b 四之宮管理センター

四之宮管理センターは、送風機の系統が第 1～5 系列と第 6 系列の 2 系統あり、それぞれについての検討結果を図-8、図-9 に示す。

- (a) 図より、第 1～5 系列は、流入アンモニア濃度が高くなる 13 時～16 時頃に供給空気量が必要空気量より低くなり、空気が足りていない状況であるが、それ以外の時間帯では供給空気量は必要空気量より多く、必要以上の空気を供給している。また、第 6 系列は、全ての時間帯で供給空気量が必要空気量より多く、必要以上の空気を供給している。

(b) 理論上の空気削減可能量（必要空気量と供給空気量の差分）は、第1～5系列で約9%（約106,000 m³/日）、第6系列で約22%（約44,000 m³/日）となっていた。

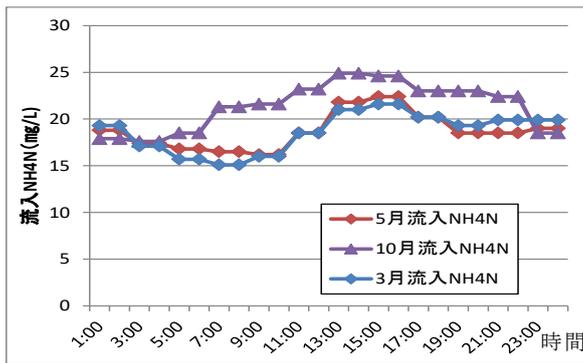


図-8 第1～6系列アンモニア濃度

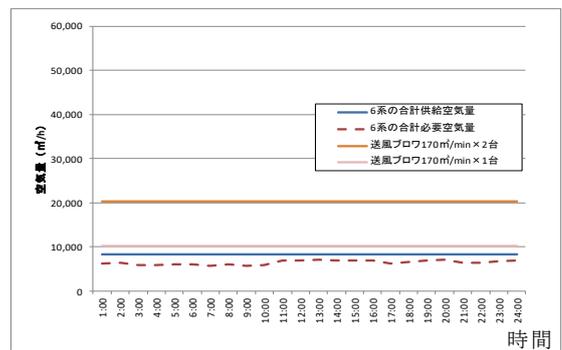
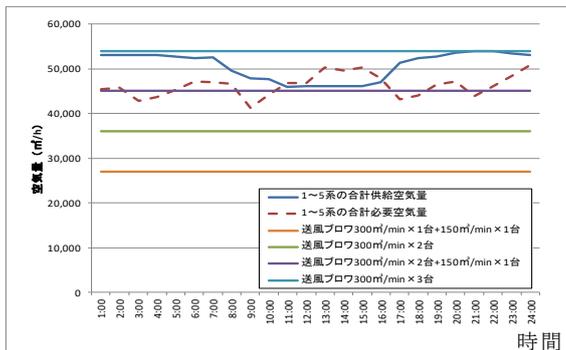


図-9 第1～5系列・第6系列の必要空気量と供給空気量

c 酒匂管理センター

(a) 図-10より第2～3系列は、供給空気量と必要空気量に大きな差は見られなかったが、供給空気量と必要空気量には時間のズレが見られる。また、流入アンモニア濃度が高くなる11時～14時頃と供給空気量の挙動は同様であった。

(b) 理論上の空気削減可能量（必要空気量と供給空気量の差分）は、第2～3系列で約7%（約16,000 m³/日）となった。

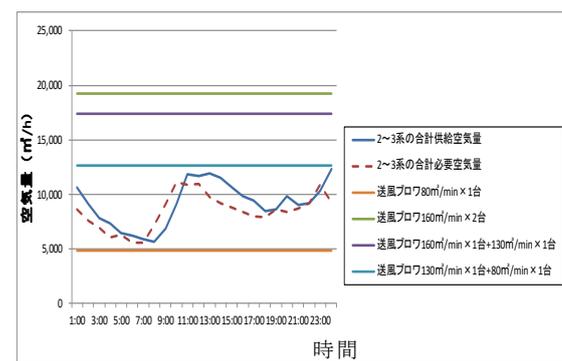
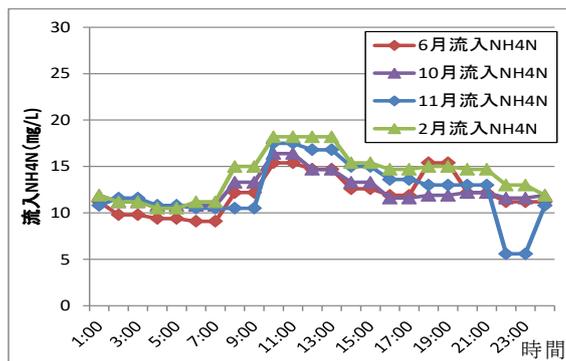


図-10 第2～3系列のアンモニア濃度及び必要空気量と供給空気量

d 扇町管理センター

- (a) 図-11 より第 1～2 系列で、ほぼ全ての時間帯で供給空気量が必要空気量より多くなっており、必要以上の空気を供給している。また、流入アンモニア濃度が高くなる 8 時～14 時頃と供給空気量の挙動はほぼ同様であった。
- (b) 理論上の空気削減可能量（必要空気量と供給空気量の差分）は、第 1～2 系列で約 24%（約 54,000 m³/日）となった。

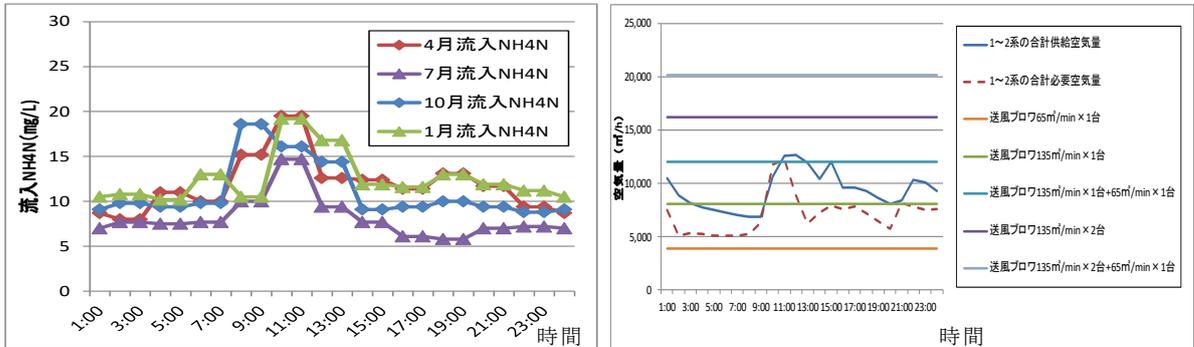


図-11 第 1～2 系列のアンモニア濃度及び必要空気量と供給空気量

以上の検討より、4 管理センターにおいて、アンモニアセンサーにより常時アンモニアを測定することで空気量を削減できる可能性が高いことが確認できた。

次に反応タンク流入アンモニア量と合計送風量の関係を、4 管理センターごとに図-12～15 に示す。図より、4 管理センター全てにおいて反応タンク入口のアンモニア量と必要送風量には相関関係が見られることからアンモニアセンサーの導入による電力削減が期待できることを確認した。

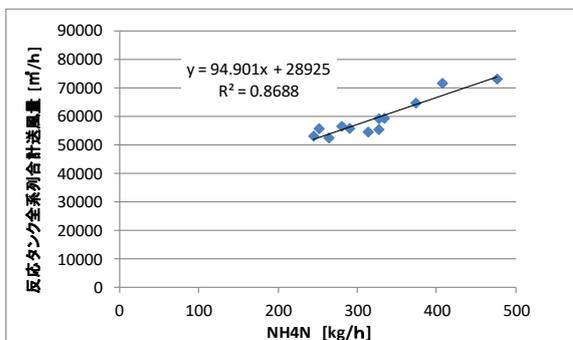


図-12 柳島管理センター

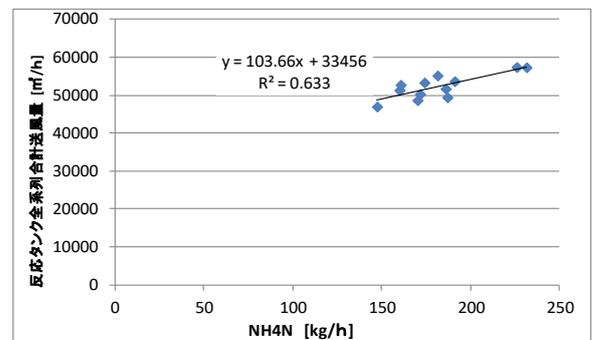


図-13 四之宮管理センター

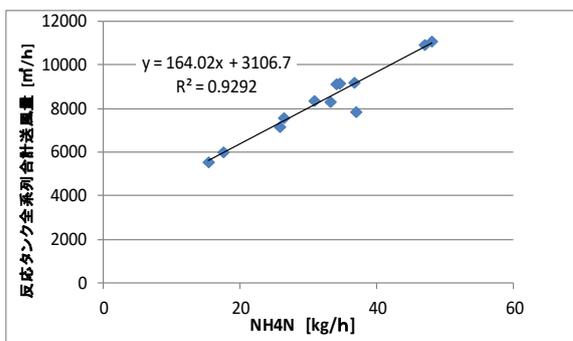


図-14 酒匂管理センター

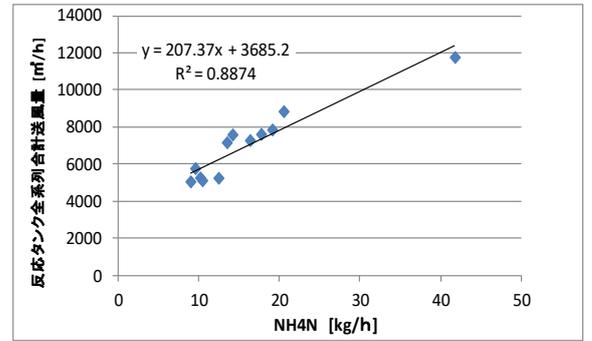


図-15 扇町管理センター

イ アンモニアセンサーによる風量制御検証フィールドの選定

アンモニアセンサーによる送風量制御は、反応タンクの流入点と流出点の水質変動(アンモニア)を把握し、より必要空気量に近い送風量となるように制御し、無駄のない空気を供給し電力削減を図っていくものである。

従来の反応タンク末端部のDO値管理によるDO制御と異なり、反応タンク入口と後段部の2カ所にアンモニアセンサーを設置した。反応タンク入口でアンモニア濃度を測定することで流入している負荷を把握し、その負荷に併せた送風量管理を行うフィードフォワード制御を行った。

また、反応タンク後段部のアンモニア濃度を測定することで、出口部ではアンモニアが残留しないように送風量管理の補正を行うフィードバック制御を行った。

これらの制御を行うことにより、必要空気量に対して無駄なく空気を供給でき、安定した処理水質の維持が見込まれる。

しかし、本制御方法は全国で数例の実施がありその有用性が発表されているものの、他の自治体を調査したところ、処理場毎の施設や流入水質の特性にあわせた制御手法を確立していく必要があることが分かったため、実機を使った検証が不可欠となった。

そのため、実際にアンモニアセンサーを設置して機器の特性を確認した。

検証フィールドは、実験期間中に水処理設備停止工事がなく、柳島管理センターの次に電力削減が多く見込め、第6系列ブロワ設備が単独で検証が行い易いことから、四之宮管理センター第6系列で実施した。

ウ アンモニアセンサーを使用した送風量制御検証

(ア) アンモニアセンサーの設置位置と選定機種について

a 概要

4 管理センターの反応タンク必要空気量と供給空気量を比較した結果、アンモニアを測定することで風量削減が図れることが確認できた。

しかし、処理場の流入水質特性により、アンモニアセンサーでの測定に適・不適な事例があることから、導入前に複数機種のアンモニアセンサーによる実機の性能評価検証試験を実施し、四之宮管理センターに最適な機種を選定した。

b 検証方法及び結果

本検証では、反応タンクの流入点と流出点のアンモニアを測定することで必要空気量を計算し、送風量を制御する方法を採用したため、最初沈殿池流出部と反応タンク後段部(反応タンク流入部から4/5の位置)に設置した。

反応タンク後段部の設置箇所は、過去のアンモニアの挙動調査によりある程度のアンモニアが残留し、フィードバック制御が行える位置を選定した。

(イ) 検証方法

a アンモニアセンサーの検証期間及び設置位置

検証期間及び設置位置について表-9、四之宮管理センターアンモニアセンサー設置位置を図-16、水処理第6系列アンモニアセンサー及びDO計設置位置を図-17に示す。

設置位置は、四之宮管理センター水処理第6系列2池の最初沈殿池流出部と反応タンク後段部(反応タンク流入部から4/5の位置)に(ア)により選定したアンモニアセンサーを設置して送風量制御の検証を行った。

また、写真-1のように枠組みを製作し、変換器、検出器の移動を可能とした。

表-9 検証期間及び設置位置

区分	内容
調査場所	四之宮管理センター 第6系列2池 (全処理能力 322,800m ³ /日、日平均処理量: 約 24 万 m ³ /日) 処理能力: 71,300m ³ /日 流量: 晴天時 40m ³ /分一定 雨天時 流入量によって変動 (最大 100m ³ /分)
調査期間	平成 28 年 11 月 1 日～平成 29 年 2 月 28 日
送風機	多段ターボブロワ、170m ³ /分、 280kW×2 台、常時 1 台運転 (インレットベーン制御)
アンモニアセンサー設置箇所	第6系列2池 (幅 16.4m×長さ 122m×深さ 6m) 最初沈殿池流出部、反応タンク後段部 (反応タンク流入部から 4/5 の位置)

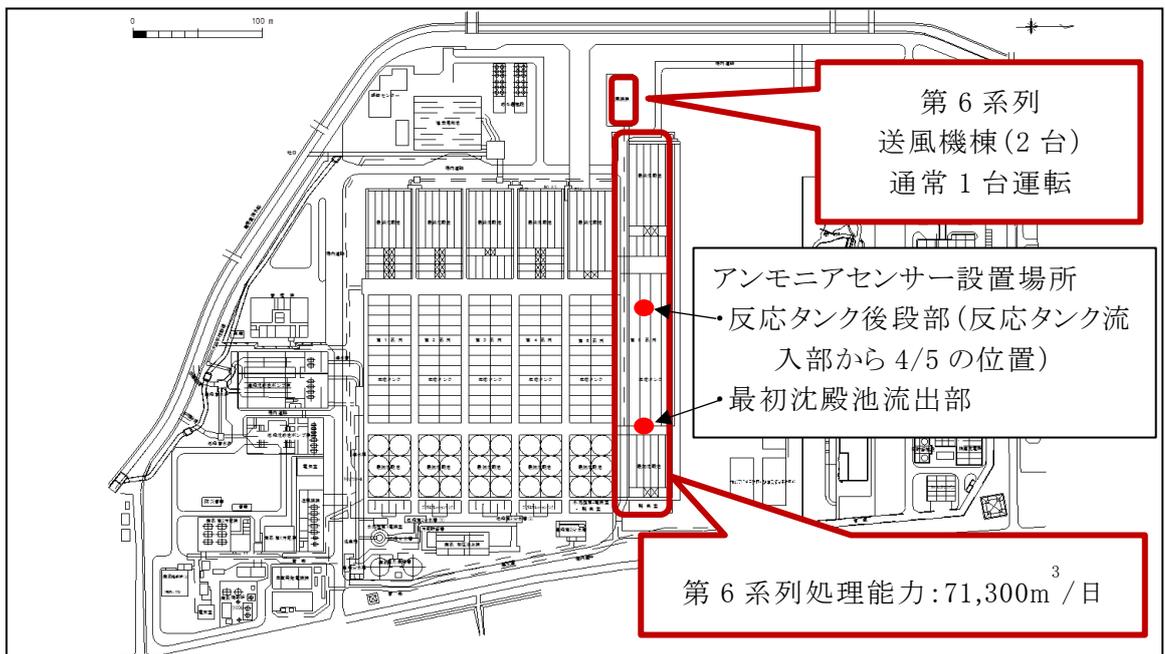


図-16 四之宮管理センター アンモニアセンサー設置位置

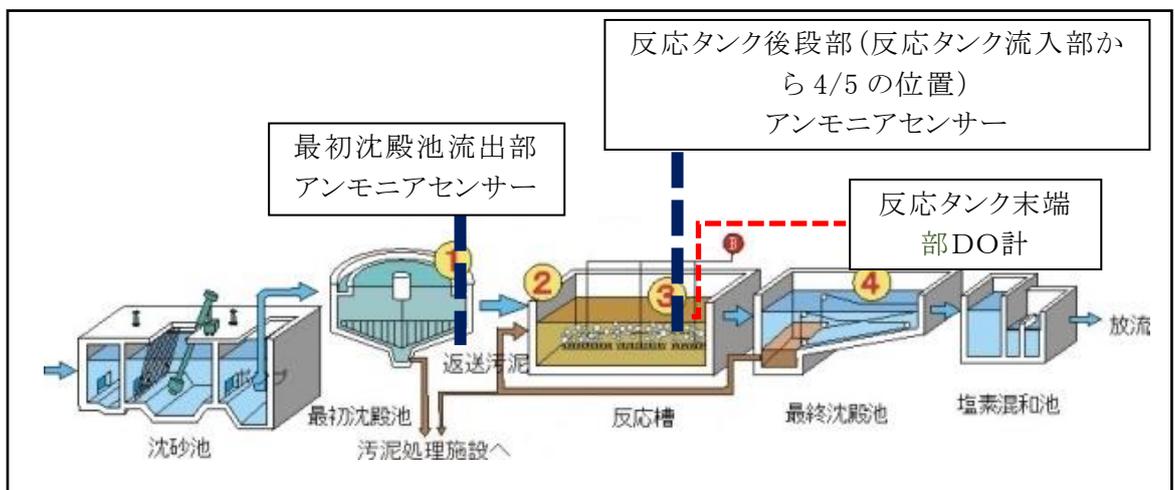


図-17 水処理第6系列アンモニアセンサー及びDO計設置位置



写真-1 アンモニアセンサー設置状況

b アンモニアセンサー制御式

機構の分析結果により、算出された送风量制御式を図-18に示す。この図から表-10の運転パターン表(例)を作成し検証を行った。

(a) 制御式

制御式は、反応タンク末端部に設置されているDO値を目安とし、「目標DO値0.5mg/L制御式①」と「目標DO値1.0mg/L制御式②」の2とおりの式から算出した。

通常、処理において必要な空気は処理過程にて消費されるため、余剰な空気が多いほどDO値は高く検出される。目標DO値を低くして制御を行うと、供給空気量が下がるため风量削減効果は大きいが、処理水質に悪影響(アンモニアの残存や高BOD等)を及ぼす可能性も高くなる。

したがって、本検証は安全率を考慮した目標DO値1.0mg/L制御式(制御式②)での検証を行ったのち、更なる削減効果を得るために目標DO値0.5mg/L制御式(制御式①)で行うこととした。

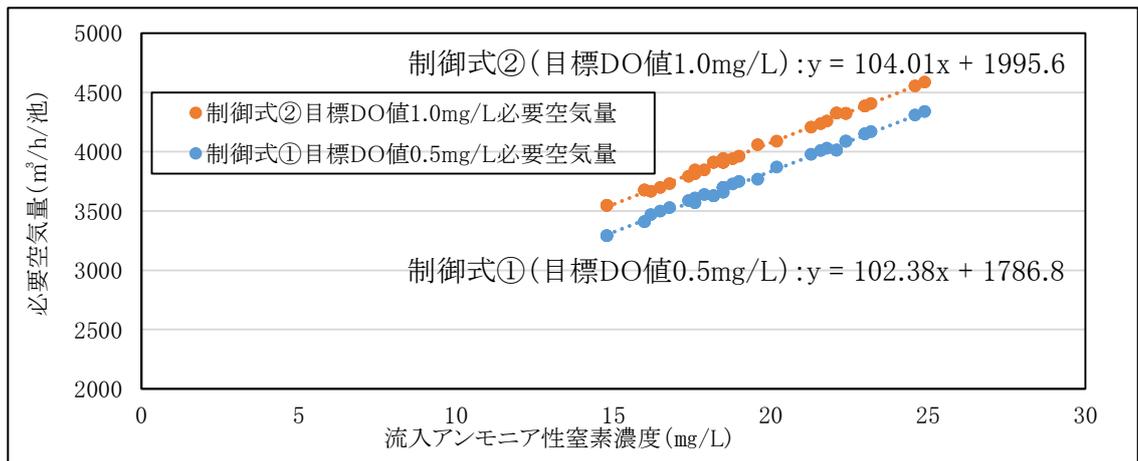


図-18 风量制御式

表-10 運転パターン表（例：制御式②使用）

初沈アンモニア 性窒素濃度(x) (mg/L)	目標DO値1.0mg/L時の必要空気量 (y)			送風量	
	y=104.01x+1995.6(m ³ /h/池)		全体風量	風量パターン (設定吸込風量)	電力量 (kW)
	(m ³ /h/池)	(m ³ /min/池)	(m ³ /min/2池)		
5以下				110m ³	241
6	2619.66	44	87	手 動 設 定	244
7	2723.67	45	91		
8	2827.68	47	94		
9	2931.69	49	98		
10	3035.7	51	101	1 (140m ³)	255
11	3139.71	52	105		
12	3243.72	54	108	2 (150m ³)	260
13	3347.73	56	112		
14	3451.74	58	115		
15	3555.75	59	119	3 (160m ³)	268
16	3659.76	61	122		
17	3763.77	63	125	4 (170m ³)	271
18	3867.78	64	129		
19	3971.79	66	132	5 (180m ³)	277
20	4075.8	68	136		
21	4179.81	70	139	6 (190m ³)	286
22	4283.82	71	143		
23	4387.83	73	146	7 (200m ³)	290
24	4491.84	75	150		
25	4595.85	77	153		
26以上					

* 反応タンク後段部のアンモニアが「7mg/L」を上回っている間は、上表に関わらず風量パターン（設定吸込風量）は「7（200m³）」（反応タンク後段部アンモニアセンサー管理値：表-11 参照）とする。

(b) 制御方法

- 第6系列の通常（晴天時）の流量は40m³/分の一定量運転とし（雨天時は流入量によって変動）、1時間毎正時に最初沈殿池流出部アンモニア濃度を確認し図-18の制御式により、送風量を変更（アンモニアセンサー制御）した。
- 常時、反応タンクのアンモニアを確認し、処理状況を確認した。
- 反応タンク後段部のアンモニアに対して管理値（10mg/L以下または、7mg/L以下）を設定し、逸脱した場合はその時点から送風量を最大にして対応した。
管理値の10mg/Lについては、実績を考慮して設定し、実際に制御式を用いて運転を行った結果から、7mg/Lに変更した。
- 制御式と反応タンク後段部アンモニアセンサー管理値について、運転状況を鑑みて変更を行い、表-11に示すようにRUN1～RUN3の順に検証を行った。

表-11 制御検証条件（RUN1～RUN3）

	制御式	反応タンク後段部 アンモニアセンサー管理値
RUN1	②（目標DO1.0mg/L）	10mg/L
RUN2	②（目標DO1.0mg/L）	7mg/L
RUN3	①（目標DO0.5mg/L）	7mg/L

c 評価項目

(a) 送風量及び消費電力量の削減

a 送風量の削減

DO制御時とアンモニアセンサー制御時の送風量の差分を削減量とした。

b 電力量の削減

送風量と同様に、DO制御時とアンモニアセンサー制御時の消費電力量の差分を削減量とした。

なお、送風量や消費電力量は季節による気温等の諸条件により変動するため、季節ごとに送風機電力調査を行いその値を使用して検証を行った。

その結果を表-12 送風機電力調査に示す。

表-12 送風機電力調査

設定値	平成28年11月30日						平成29年2月22日					
	実吸込風量	吐出圧力	合計吐出風量	吐出温度	開度	電力	実吸込風量	吐出圧力	合計吐出風量	吐出温度	開度	電力
m ³ /min	m ³ /min	40m ³ /min揚水	m ³ /min	°C	%	kW	m ³ /min	40m ³ /min揚水	m ³ /min	°C	%	kW
100m ³ /min	100m ³ /min	57kPa	77m ³ /min	79°C	1.0%	235.0kW	100m ³ /min	57kPa	78m ³ /min	76°C	1.0%	234.0kW
110m ³ /min	111m ³ /min	57kPa	86m ³ /min	78°C	3.0%	241.0kW	109m ³ /min	57kPa	84m ³ /min	75°C	2.0%	238.0kW
120m ³ /min	120m ³ /min	58kPa	92m ³ /min	76°C	4.0%	244.0kW	120m ³ /min	58kPa	93m ³ /min	74°C	4.0%	241.0kW
130m ³ /min	130m ³ /min	58kPa	100m ³ /min	74°C	6.0%	249.0kW	130m ³ /min	58kPa	100m ³ /min	73°C	6.0%	249.0kW
140m ³ /min	140m ³ /min	59kPa	107m ³ /min	73°C	8.0%	255.0kW	140m ³ /min	58kPa	108m ³ /min	72°C	8.0%	257.0kW
150m ³ /min	150m ³ /min	59kPa	115m ³ /min	72°C	12.0%	260.0kW	150m ³ /min	59kPa	116m ³ /min	71°C	12.0%	263.0kW
160m ³ /min	160m ³ /min	59kPa	122m ³ /min	72°C	16.0%	268.0kW	160m ³ /min	59kPa	122m ³ /min	70°C	16.0%	266.0kW
170m ³ /min	170m ³ /min	60kPa	130m ³ /min	71°C	23.0%	271.0kW	171m ³ /min	60kPa	130m ³ /min	69°C	24.0%	274.0kW
180m ³ /min	180m ³ /min	60kPa	137m ³ /min	70°C	41.0%	277.0kW	182m ³ /min	60kPa	137m ³ /min	69°C	43.0%	277.0kW
190m ³ /min	190m ³ /min	61kPa	143m ³ /min	73°C	79.0%	286.0kW	189m ³ /min	61kPa	145m ³ /min	68°C	75.0%	283.0kW
200m ³ /min	191m ³ /min	61kPa	145m ³ /min	72°C	100.0%	290.0kW	192m ³ /min	61kPa	147m ³ /min	68°C	100.0%	288.0kW

(b) 放流水質の状況

送風量の削減による処理水質への影響を調べるため、第6系列最終沈殿池流出水のアンモニアやBODを測定し、他系列の処理水質との比較を行った。

また、27年度の第6系列の処理水質とも比較した。

(c) アンモニア濃度とDO値の日間変動の状況

アンモニアセンサーの連続測定結果から日間変動状況について整理した。

d 検証結果

(a) 送風量及び電力量の削減

制御式による送風量制御（アンモニアセンサー制御）を行った結果を表-13～16 送風量及び電力量に示す。

検証期間での削減量は、送風量で約8%、電力量で約4%であった。

a RUN1

測定期間：平成 28 年 11 月 1 日～11 月 30 日（30 日間）

制御式：目標 DO 値 1.0mg/L の式を使用（図-18 制御式②）

反応タンク後段部アンモニアセンサー管理値：10mg/L

表-13 RUN1 における送風量及び電力量

項目	送風量 (m ³)	電力量 (kWh)	備考
① DO 制御時	6,004,800	205,200	
② アンモニアセンサー制御時	5,475,840	196,522	風量削減時
③ 差分①－②	528,960	8,678	約 17,600m ³ /日 約 290kWh/日
③/①%	8.8%	4.2%	

b RUN2

RUN1 からの変更点：表-13 調査結果を反映し、反応タンク後段部アンモニアセンサー管理値を変更

測定期間：平成 28 年 12 月 1 日～12 月 14 日（14 日間）

制御式：目標 DO 値 1.0mg/L の式を使用（図-18 制御式②）

反応タンク側アンモニアセンサー管理値：7mg/L

表-14 RUN2 における送風量及び電力量

項目	送風量 (m ³)	電力量 (kWh)	備考
① DO 制御時	2,923,200	97,440	
② アンモニアセンサー制御時	2,766,060	94,146	風量削減時
③ 差分①－②	157,140	3,294	約 11,200m ³ /日 約 240kWh/日
③/①%	5.4%	3.4%	

c RUN3

RUN2 からの変更点：制御式の変更（図-18 制御式②→制御式①）

測定期間：平成 28 年 12 月 15 日～平成 29 年 2 月 28 日（76 日間）

制御式：目標 DO 値 0.5mg/L の式を使用（図-18 制御式①）

反応タンク側アンモニアセンサー管理値：7mg/L

表-15 RUN3 における送風量及び電力量

項目	送風量 (m ³)	電力量 (kWh)	備考
① DO 制御時	16,021,080	525,552	
② アンモニアセンサー制御時	14,841,822	505,752	風量削減時
③ 差分①－②	1,179,258	19,800	約 15,500m ³ /日 約 260kWh/日
③/①%	7.3%	3.7%	

d 全体期間

測定期間：平成 28 年 11 月 1 日～平成 29 年 2 月 28 日（120 日間）

制御式：目標 DO 値 0.5mg/L(図-18 制御式①)または 1.0mg/L(図-18 制御②)の式を使用

表-16 全体期間における送風量及び電力量

項目	送風量 (m ³)	電力量(kWh)	備考
① DO 制御時	24,949,080	828,192	
② アンモニアセンサー制御時	23,083,722	796,420	風量削減時
③ 差分①-②	1,865,358	31,772	約 15,500m ³ /日 約 260kWh/日
③/①%	7.5%	3.8%	

(b) 放流水質の状況

a アンモニア濃度

アンモニア濃度の測定結果（平均値及び最小・最大値）を表-17、最終沈殿池流出水アンモニア濃度測定値を図-19 に示す。

RUN1 では、最初沈殿池のアンモニアセンサーの測定値が校正等の影響により低めに測定されていたことや、検証中の反応タンク側のアンモニア値が高い等の原因により、アンモニアが多く残留していた。そこで、管理値やアンモニアセンサーの校正頻度を見直したことにより、RUN2 は値を低く保持できていた。

RUN3 では、図-18 の制御式②（目標 DO 値 1.0mg/L）から、図-18 の制御式①（目標 DO 値 0.5mg/L）へ変更した。RUN2 と RUN3 を比較した結果、RUN3 の方が日々の値の増減幅が大きいことが確認された。原因としては、流入負荷の変動による影響等が考えられ、制御式①のほうが風量を抑えた運転であるため、その影響を強く受け風量の変動幅が大きくなったと考えられる。

表-17 アンモニア濃度の測定結果

期間	第 6 系列 最終沈殿池	全系列（第 1-6 系列） 最終沈殿池
RUN1 (11 月 1 日～11 月 30 日)	2.7 mg/L (0.1～5.0mg/L)	1.8 mg/L (0.7～3.1mg/L)
RUN2 (12 月 1 日～12 月 14 日)	1.2 mg/L (0.4～1.7mg/L)	1.5 mg/L (0.8～2.9mg/L)
RUN3 (12 月 15 日～2 月 28 日)	1.8 mg/L (0.1～6.3mg/L)	2.1 mg/L (0.8～4.5mg/L)
全体(11 月 1 日～2 月 28 日)	1.9 mg/L	1.9 mg/L
27 年度年間平均	1.8 mg/L	1.7 mg/L
27 年度 11 月平均	1.5 mg/L (0.1 未満～4.9mg/L)	1.8 mg/L (1.4～3.4mg/L)
27 年度 12 月平均	1.6 mg/L (0.1 未満～2.4mg/L)	1.2 mg/L (0.7～2.0mg/L)
27 年度 1 月平均	1.7 mg/L (0.4～2.2mg/L)	2.2 mg/L (1.4～3.6mg/L)
27 年度 2 月平均	2.1 mg/L (0.8～4.1mg/L)	1.2 mg/L (0.3～2.0mg/L)

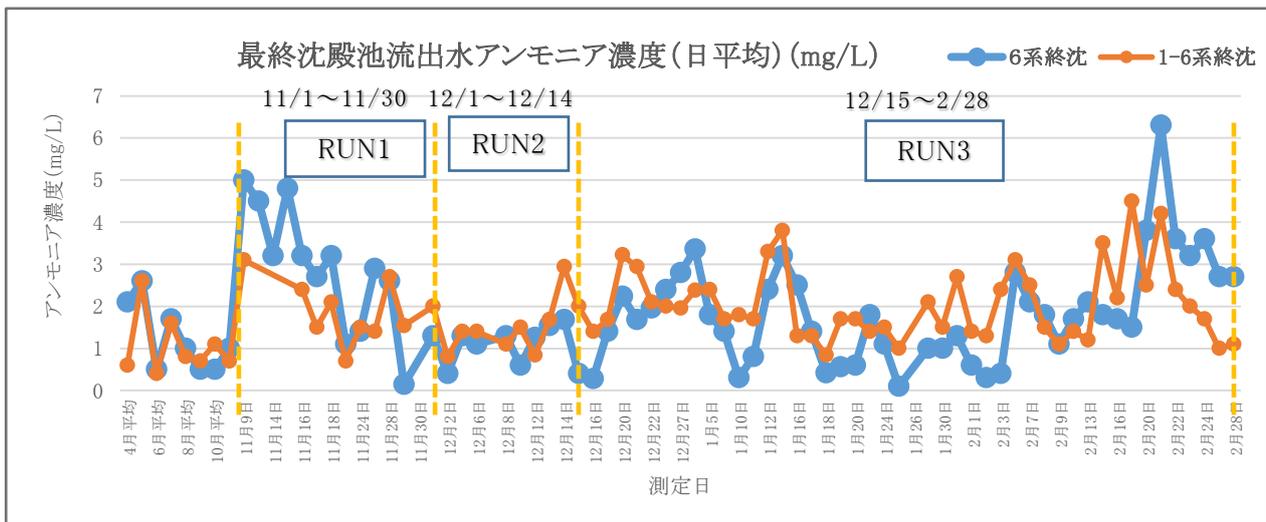


図-19 最終沈殿池流出水アンモニア濃度測定値

b BOD

BODの測定結果（平均値）を表-18、図-20に示す。

RUN1~3までのアンモニアセンサー制御を行ったところ、27年度（DO制御）平均とほぼ同等の計画放流水質を十分に遵守できる水質であり、制御式の変更による値への明らかな影響は確認できなかった。

また、全系列（第1-6系列）の最終沈殿池の値がRUN3の前半くらいまで高い傾向が続いているのは、工事の制約等により他系列で硝化反応が進まない池があり、その影響であると考えられる。

表-18 BODの測定結果

期間	第 6 系列 最終沈殿池	全系列(第 1-6 系列) 最 終沈殿池
RUN1 (平成 28 年 11 月 1 日 ～11 月 30 日)	7.2 (N-BOD 3.5) mg/L (BOD5.1～9.3mg/L) (N-BOD2.8～5.1mg/L)	10 (N-BOD 4.5) mg/L (BOD7.9～13mg/L) (N-BOD2.7～6.0mg/L)
RUN2 (平成 28 年 12 月 1 日 ～12 月 14 日)	7.4 (N-BOD3.7) mg/L (BOD7.4mg/L) (N-BOD3.7mg/L)	10 (N-BOD2.5) mg/L (BOD10 mg/L) (N-BOD2.5mg/L)
RUN3 (平成 28 年 12 月 15 日 ～2 月 28 日)	5.8 (N-BOD2.3) mg/L (BOD3.9～10mg/L) (N-BOD1.1～3.1mg/L)	9.4 (N-BOD2.4) mg/L (BOD5.1～14mg/L) (N-BOD1.3～6.3mg/L)
全体(11 月 1 日～2 月 28 日)	6.1 (N-BOD2.3) mg/L	9.8 (N-BOD3.1) mg/L
27 年度年間平均	5.3 mg/L	6.9 mg/L
27 年度 11 月平均	3.7 (N-BOD 2.5) mg/L (BOD1.9～7.3mg/L) (N-BOD1.4～5.0mg/L)	6.9 (N-BOD 4.8) mg/L (BOD2.5～10mg/L) (N-BOD1.3～7.2mg/L)
27 年度 12 月平均	6.5 (N-BOD 4.0) mg/L (BOD5.9～7.0mg/L) (N-BOD3.9～4.1mg/L)	6.9 (N-BOD 4.6) mg/L (BOD5.3～8.5mg/L) (N-BOD2.8～6.2mg/L)
27 年度 1 月平均	5.6 (N-BOD3.0) mg/L (BOD3.4～7.3mg/L) (N-BOD1.0 未満～4.8mg/L)	8.1 (N-BOD5.1) mg/L (BOD5.6～12mg/L) (N-BOD2.4～8.8mg/L)
27 年度 2 月平均	10 (N-BOD7.1) mg/L (BOD6.9～14mg/L) (N-BOD4.3～11mg/L)	10 (N-BOD6.7) mg/L (BOD7.7～12mg/L) (N-BOD3.3～9.0mg/L)

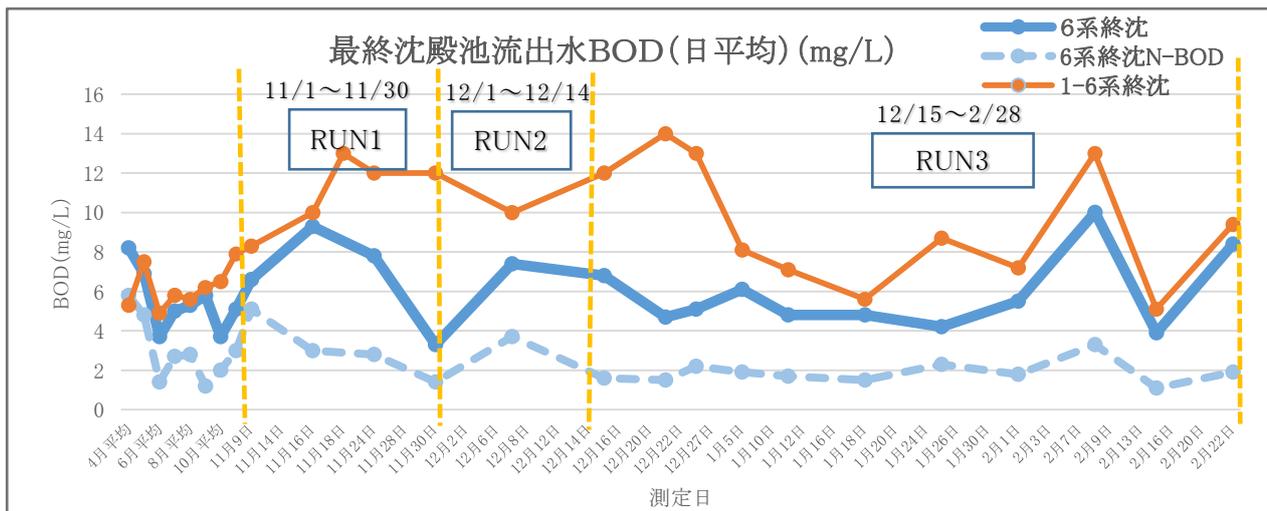


図-20 最終沈殿池流出水 BOD 測定値

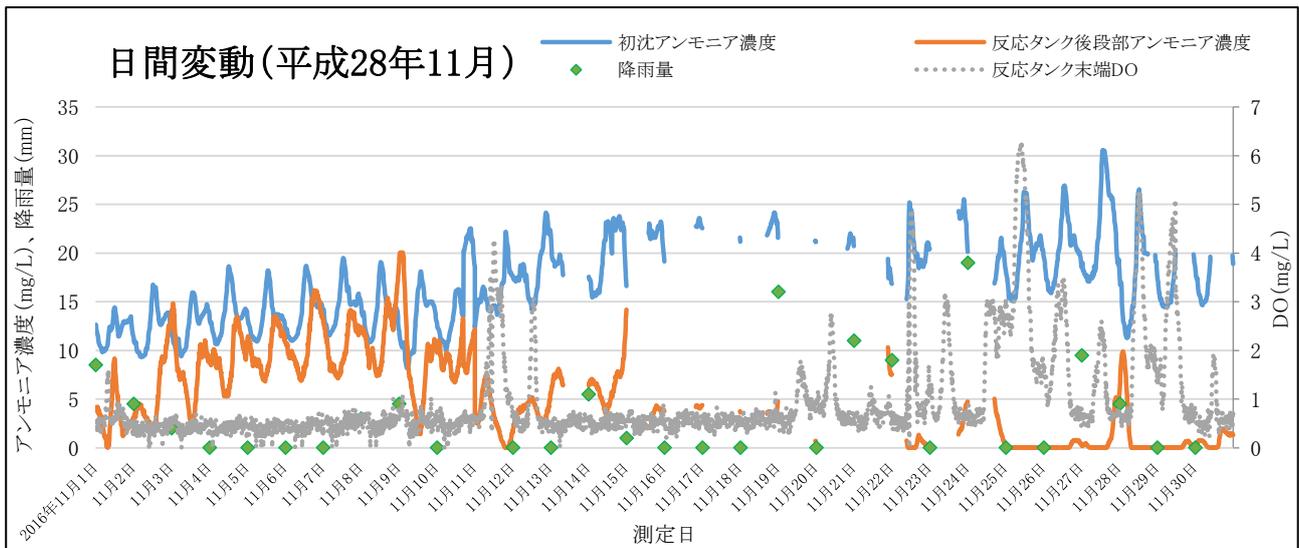
(c) アンモニア濃度とDOの日間変動の状況

検証期間中のアンモニア濃度とDOの日間変動の状況を図-21～24に示す。

日間変動は、晴天時は規則的な変動を繰り返しているが、雨天時は雨水の流入により不規則な変動となっている。

11月初めの最初沈殿池流出のアンモニア濃度値は、校正の影響により実際よりも低い値で推移したと思われる。また、2月は全体的に最初沈殿池流出水のアンモニア濃度が高い傾向であった。

末端DO値は制御式に関わらず、雨天時以外の上昇はみられず、供給空気が余剰である状況ではないことがわかった。しかしながら、最終沈殿池のアンモニアやBODが上昇している時もあり、供給空気が不足している時間帯もあるため、今後も測定を続けて検証を行う必要があると考える。



※データ記録媒体の不良により、一部欠測

図-21 アンモニア濃度とDOの日間変動の状況（11月）

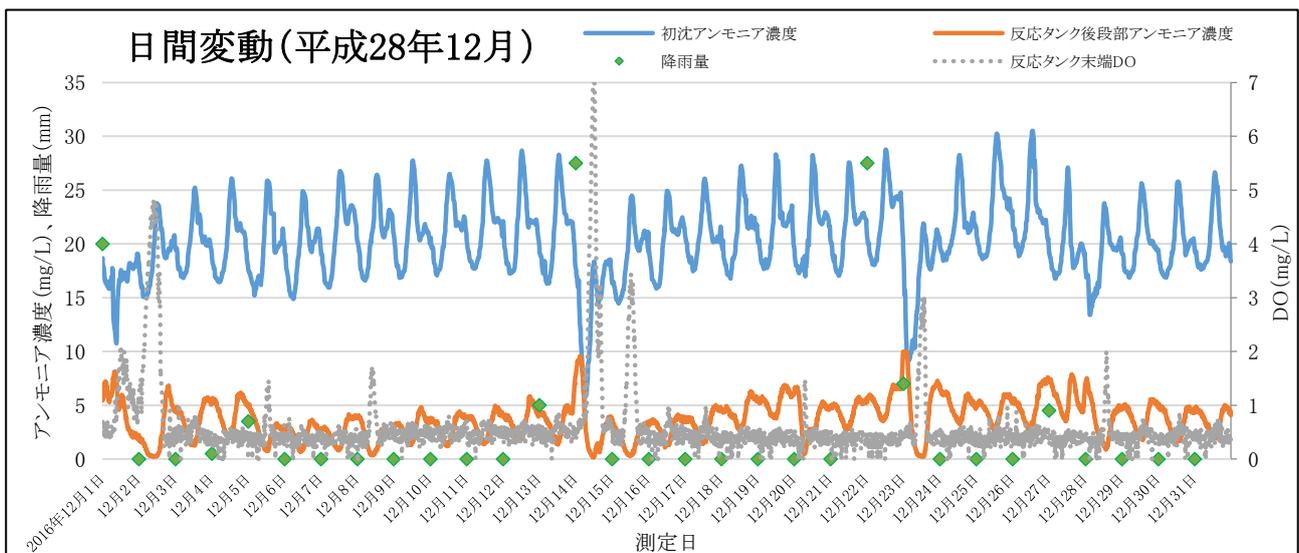


図-22 アンモニア濃度とDOの日間変動の状況（12月）

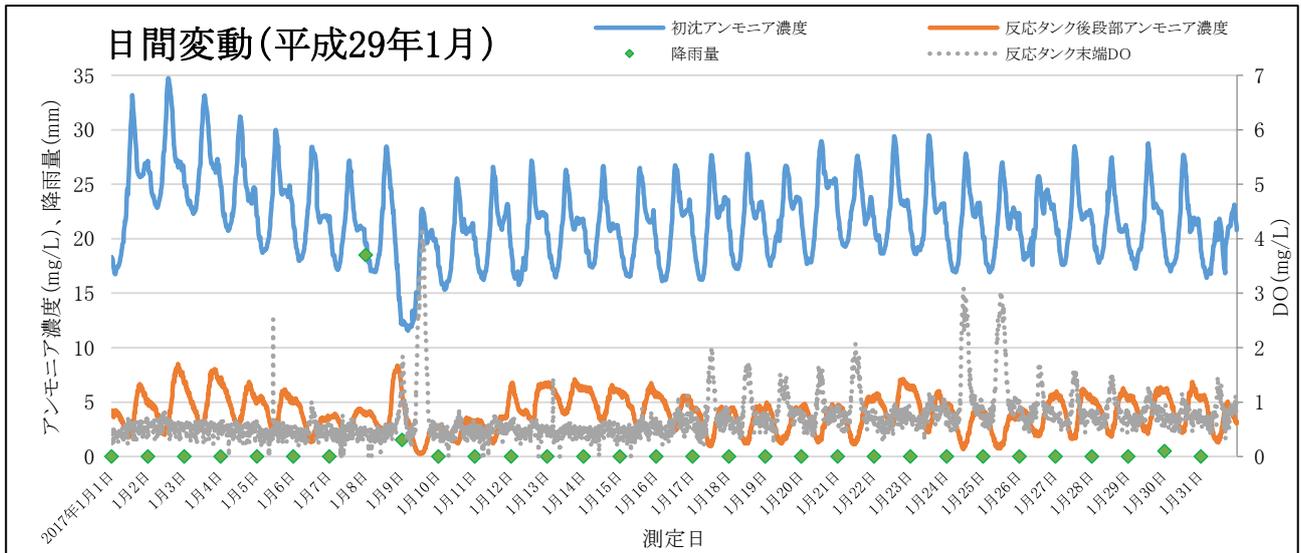


図-23 アンモニア濃度とDOの日間変動の状況（1月）

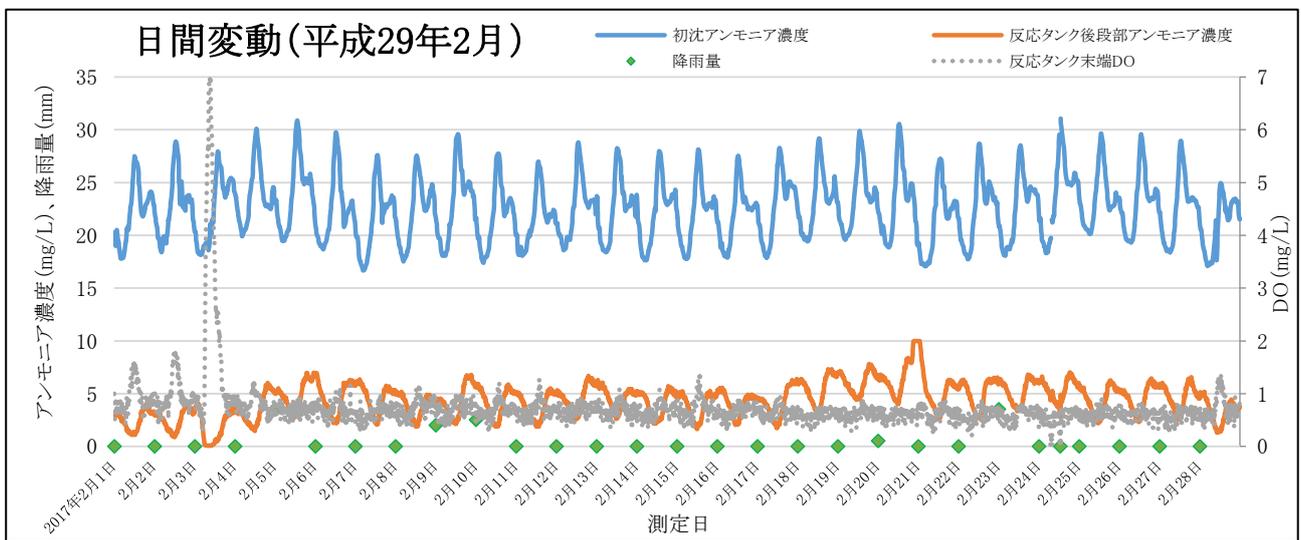


図-24 アンモニア濃度とDOの日間変動の状況（2月）

(2) 各管理センターの設備更新における電力削減の可能性について

ア 電力削減の調査方法について

4 管理センターの水処理設備、汚泥処理設備、主ポンプ設備で消費しているエネルギー消費の特性を維持管理月報等から把握し、効率的な号機選択や省エネ設備への更新による電力消費量の削減効果について検討した。

イ 検討結果

4 管理センターの電力消費量の削減効果の分析等から、以下の電力量削減の可能性を確認した。

(ア) 柳島管理センター

a 水処理設備

処理水量当たりの送風機の消費電力量を表-19に示す。第1～9系列（第1～6系列：超微細気泡散気装置、第7～9系列：水中攪拌機）で0.14 kWh/m³に対し、四之宮管理センター第6系列（超微細気泡式散気装置）では0.11 kWh/m³となっており、

第7～9系列を超微細気泡式散気装置に更新することで、攪拌動力の削減及び酸素移動効率の向上により約21%の消費電力量削減効果が見込まれる。

送風機の吐出圧は72kPaと比較的高いので変更の必要はないと考えられる。

なお、柳島管理センターの第1～6系列（超微細気泡散気装置）のみの場合は、四之宮管理センターと同様な処理水量当たりの消費電力量の値が得られ、第7～9系列水中攪拌機の電力消費が高いことが分かる。

表-19 処理水量当たりの送風機の消費電力量（柳島と四之宮の比較）

	柳島 第1～9系列	四之宮	
		第1～5系列	第6系列
処理水量 (m ³ /日)	420,071	184,435	57,115
送風機の消費電力量 (kWh/日)	60,415	29,060	6,244
必要酸素量 (kgO ₂ /日)	87,769	35,046	10,883
処理水量当たりの送風機の消費電力量 (kWh/m ³)	0.14	0.16	0.11
必要酸素量当たりの送風機の消費電力量 (kWh/kgO ₂)	0.69	0.83	0.57

b 主ポンプ設備

高段側に設置されているNo.1、2汚水ポンプについて検討を行った。

高水位条件ではどちらのポンプも消費電力の低減が達成されており、高水位運転が電力削減に寄与していることが確認できた。

また、高段側のポンプ井の水位と送水量当たりの消費電力量の関係を、高段ポンプ分析結果（柳島）（図-25）に示す。これを見ると、同じ型式にもかかわらず、No.2ポンプの方が消費電力量の高い結果となっており、運転時間（特にポンプ本体）による消費電力量への影響が見込まれた。

継続的にこのような分析を行うことで、経年劣化による消費電力量への影響を把握し、補修や修繕計画へ反映させることで削減が見込まれる。

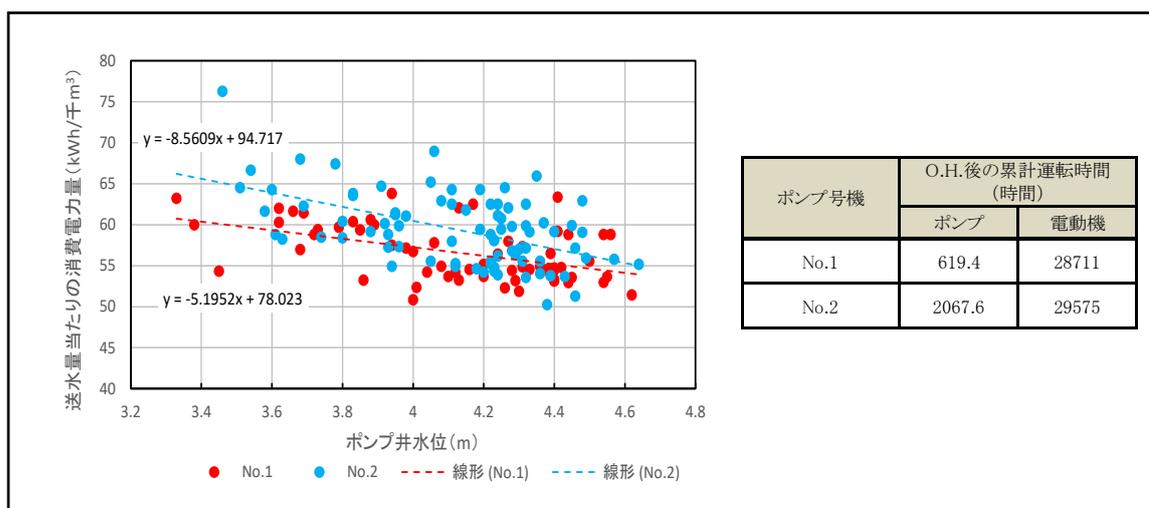


図-25 高段ポンプ分析結果（柳島）

c 汚泥処理設備

柳島管理センターの汚泥処理設備における電力削減検討結果を表-20 に示す。

汚泥処理設備の内、比較的消費電力量の高い「加圧浮上濃縮」、「遠心濃縮機」、「遠心脱水機」及び「流動床式焼却炉」をそれぞれ省エネ設備（表-20 中の□部）に更新することで、現状における汚泥処理設備の消費電力量を約 61.6%と大きく削減できることが見込まれる。

表-20 汚泥処理設備における電力削減検討結果

工程	現状		電力削減検討案	
	設備	消費電力量 (kWh/y)	設備	消費電力量 (kWh/y)
① 濃縮	重力濃縮	301,852	重力濃縮	301,852
	加圧浮上濃縮	983,655	ベルト型ろ過濃縮機	628,831
	遠心濃縮機	2,479,332	ベルト型ろ過濃縮機	947,701
	小計	3,764,839	小計	1,878,384
② 脱水	ロータリープレス、 スクリープレス	1,669,060	ロータリープレス、 スクリープレス	1,669,060
	遠心脱水機	3,195,400	省エネ型遠心脱水機	1,790,096
	小計	4,864,460	小計	3,459,156
③ 焼却	流動床式焼却炉	15,668,355	過給式流動焼却炉	3,983,245
	小計	15,668,355	小計	3,983,245
	総計	24,297,654	総計	9,320,785
	消費電力量削減率		61.6%	

(イ) 四之宮管理センター

a 水処理設備

処理水量当たりの送風機の消費電力量（四之宮）を表-21 に示す。第 1～5 系列（散気筒）で 0.16 kWh/m³ に対し、第 6 系列（超微細気泡式散気装置）で 0.11 kWh/m³ となっており、第 1～5 系列を超微細気泡散気装置に更新することで、酸素移動効率の向上により約 31%の消費電力量削減効果が見込まれる。

ただし、送風機については吐出圧の高いものに変える必要がある。

表-21 処理水量当たりの送風機の消費電力量（四之宮）

	第 1～5 系列	第 6 系列
処理水量 (m ³ /日)	184,435	57,115
送風機の消費電力量 (kWh/日)	29,060	6,244
必要酸素量 (kgO ₂ /日)	35,046	10,883
処理水量当たりの送風機の 消費電力量 (kWh/m ³)	0.16	0.11
必要酸素量当たりの送風機の 消費電力量 (kWh/kgO ₂)	0.83	0.57

b 汚泥処理設備

南系の汚泥処理設備は将来的に廃止される計画であるため、北系の汚泥処理設備を主対象に検討を行った。

汚泥処理設備における電力削減検討結果を表-22 に示す。

汚泥処理設備の内、比較的消費電力量の高い「横型遠心濃縮機」、「遠心脱水機」、「流動床式焼却炉」をそれぞれ省エネ設備（表-22 中の■部）に更新することで、現状における汚泥処理設備の消費電力量を約 53.9%削減できることが見込まれる。

表-22 汚泥処理設備における電力削減検討結果

工程	現状		電力削減検討案	
	設備	消費電力量 (kWh/y)	設備	消費電力量 (kWh/y)
① 濃縮	重量濃縮	47,196	重力濃縮	47,196
	横型遠心濃縮機	1,347,069	ベルト型ろ過濃縮機	743,534
	小計	1,394,265	小計	790,730
① 脱水	遠心脱水機	2,168,475	省エネ型脱水機	1,138,337
	スクリーンプレス	187,603	スクリーンプレス	187,603
	小計	2,356,078	小計	1,325,940
② 焼却	流動床式焼却炉	3,747,200	過給式流動焼却炉	1,373,973
	過給式流動焼却炉	1,196,200	過給式流動焼却炉	1,196,200
	小計	4,943,400	小計	2,570,173
	総計	8,693,743	総計	4,686,843
	消費電力量削減率		53.9%	

(ウ) 酒匂管理センター

a 水処理設備

送風量当たりの消費電力量（酒匂）を図-26 に示す。超微細気泡散気装置による圧力損失増加の影響により、送風機の定格風量が未達となっているため、No. 1~4 を No. 5 と同等の吐出圧力を持つ送風機に更新することで、運転台数の削減等による消費電力量削減効果が得られる可能性がある。

処理水量当たりの送風機の消費電力量を表-23 に示す。処理水量当たりの送風機の消費電力量は、四之宮管理センター（第 6 系列）と同等の値となっており、3 系列中 2 系列を超微細気泡散気装置で運用している効果が得られている。

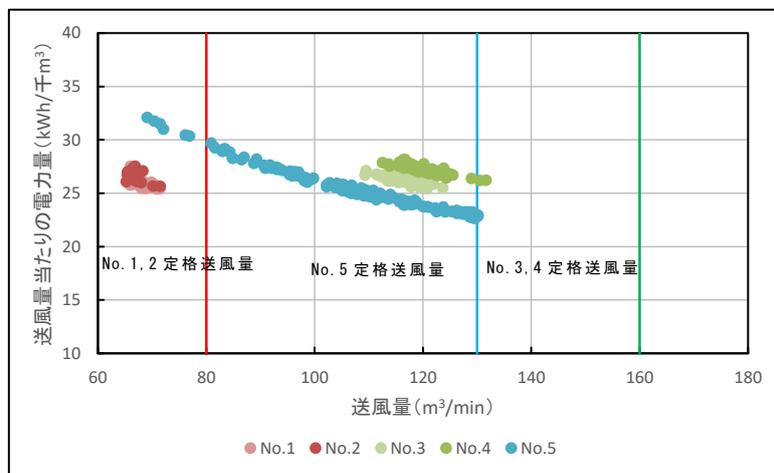


図-26 送風量当たりの消費電力量（酒匂）

表-23 処理水量当たりの送風機の消費電力量（酒匂と四之宮の比較）

	酒匂	四之宮	
	第1～3系列	第1～5系列	第6系列
処理水量 (m ³ /日)	95,659	184,435	57,115
送風機の消費電力量 (kWh/日)	10,224	29,060	6,244
必要酸素量 (kgO ₂ /日)	16,530	35,046	10,883
処理水量当たりの送風機の消費電力量 (kWh/m ³)	0.11	0.16	0.11
必要酸素量当たりの送風機の消費電力量 (kWh/kgO ₂)	0.62	0.83	0.57

b 主ポンプ設備

No. 5、6 主ポンプにおける、ポンプ井の水位と送水量当たりの消費電力量の関係を、主ポンプ分析結果（酒匂）（図-27）に示す。これを見ると、柳島管理センターのポンプ設備の検証結果と同様に、高水位運転が電力削減に寄与していることが確認された。

また、型式の違いにより異なる特性を示しており、同じポンプについて継続的にこのような分析を行うことで、ポンプの省エネ性能だけでなく、経年劣化による消費電力量への影響も評価し、ポンプの補修や修繕計画に反映することで削減が見込まれる。

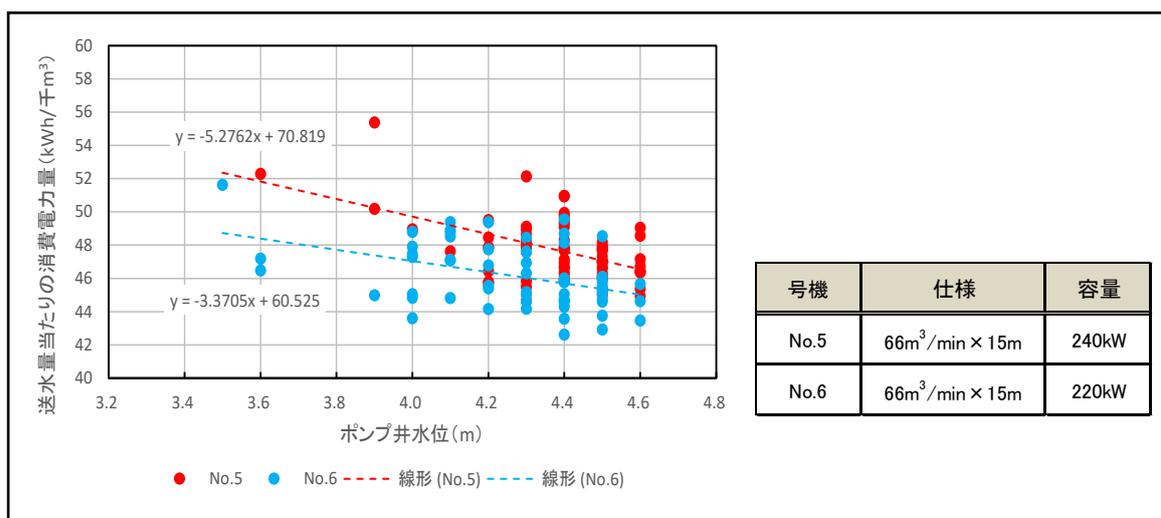


図-27 主ポンプ分析結果（酒匂）

c 汚泥処理設備

汚泥処理設備における電力削減検討結果を表-24 に示す。

汚泥処理設備の内、比較的消費電力量の高い「流動床式焼却炉」を過給炉式等の省エネ設備（表-24 中の■部）に更新し、更に「セミドライ式消化システム」を導入、発電電力を利用することで、汚泥処理設備の消費電力量を全て賄え、約 2,000,000kWh/y の余剰電力を回収が見込まれ、削減率は 167.6%となる。

セミドライ式消化システムを除いた流動床式焼却炉から過給式流動焼却炉への更新のみで算出した場合、電力削減検討案の総計は 2,022,059kWh/y となり、約 36%の削減が見込まれる。

表-24 汚泥処理設備における電力削減検討結果

工程	現状		電力削減検討案	
	設備	消費電力量 (kWh/y)	設備	消費電力量 (kWh/y)
① 濃縮	重力濃縮	70,165	重力濃縮	70,165
	常圧浮上濃縮	775,915	常圧浮上濃縮	775,915
	小計	846,080	小計	846,080
② 消化			セミドライ式消化システム	329,960
			発電電力	-4,488,405
			小計	-4,158,445
③ 脱水	スクリープレス	454,887	スクリープレス	454,887
	小計	454,887	小計	454,887
④ 焼却	流動床式焼却炉	1,858,200	過給式流動焼却炉	721,092
	小計	1,858,200	小計	721,092
	総計	3,159,167	総計	-2,136,386
	消費電力量削減率		167.6%	

(エ) 扇町管理センター

a 水処理設備

送風量当たり消費電力量（扇町）を図-28 に示す。2 系列中 1 系列を超微細気泡散気装置で運用しているため、圧力損失増加の影響により、送風機の定格風量が未達となっている。吐出圧力の高い送風機への更新や、散気水深の調整等により消費電力量削減効果が得られる可能性がある。

処理水量当たりの送風機の消費電力量（扇町と四之宮の比較）を表-25 に示す。処理水量当たりの送風機の消費電力量は、四之宮管理センター（第 6 系列）と同等の値となっているが、必要酸素量当たりの送風機の消費電力量が比較的高くなっており、散気板を超微細気泡散気装置に更新することで更なる電力削減効果が見込まれる。一方で、現在、散気筒で運用している第 1 系列を更新し、全系列を超微細気泡散気装置で運用することを考えると、送風機の吐出圧力不足による送風量の低下が顕著となり、反応タンクの運用に支障を来す可能性が考えられるため、吐出圧の高い送風機への更新が必要であると考える。

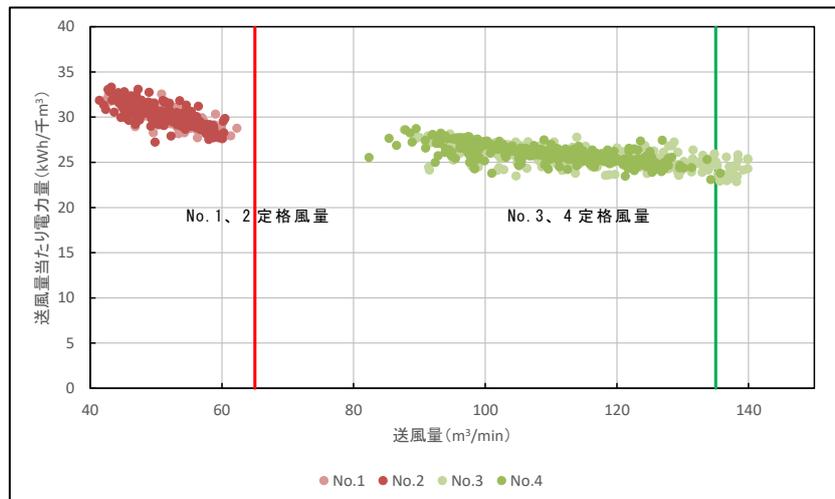


図-28 送風量当たり消費電力量（扇町）

表-25 処理水量当たりの送風機の消費電力量（扇町と四之宮の比較）

	扇町 第 1、2 系列	四之宮	
		第 1～5 系列	第 6 系列
処理水量 (m ³ /日)	51,430	184,435	57,115
送風機の消費電力量 (kWh/日)	5,747	29,060	6,244
必要酸素量 (kgO ₂ /日)	7,761	35,046	10,883
処理水量当たりの送風機の 消費電力量 (kWh/m ³)	0.11	0.16	0.11
必要酸素量当たりの送風機の 消費電力量 (kWh/kgO ₂)	0.74	0.83	0.57

b 汚泥処理設備

酒匂管理センターに汚泥を集約する計画があるため、省エネ設備への更新による導入効果ではなく、汚泥集約によって期待される消費電力削減量を試算した。

扇町管理センターにおける汚泥 6t-DS/d を酒匂管理センターに集約することで、焼却施設の投入 DS 量当りの消費電力量の差分から 181,770kWh/年となり約 19%の削減が見込まれる。

5 まとめ

(1) アンモニアセンサーによる送風量制御の電力削減について

平成 25 年度維持管理年報の数値より算出した 4 管理センターの施設別の電力消費割合を、全国平均と比較を行ったところ、全国の水処理設備電力消費割合 38%に対し、4 管理センターは 44～59%と高くなっていた。

そこで、水処理設備の中で最も電力消費量の多い送風機に着目し、送風機の効率的な運転を図ることで電力削減が可能であるか、検討した。

従来の送風機は、反応タンク末端部の DO 値となるよう運転していたので、反応タンク流入水に対しては必要空気量を制御できなかった。反応タンク流入時に必要空気量を把握できれば、無駄なく空気を供給でき、送風機の効率的な運転が可能である。硝化促進運転を行っている処理場では、反応タンク入口のアンモニア量と必要送風量には相関があることから、アンモニアセンサー制御による空気量（電力量）削減の可能性について、四之宮管理センター第 6 系列で検証した。

運転実績から算出した、目標 DO 値によって異なる 2 つの制御式を用いて、実機による制御検証を行ったところ、送風量で約 8%、電力量で約 4%の削減効果が得られつつ、処理水質についても DO 制御時と同様に、計画放流水質を十分に遵守できる水質を保持できた。

しかし、アンモニアと BOD 値の上昇がみられる日があることから、更なる制御の最適化を図るため、流入負荷と供給空気量の間関係を検証していく必要がある。

(2) 各管理センターにおける設備更新における電力削減の可能性について

各管理センターの既存の水処理・汚泥処理設備のうち、消費電力量の高い設備の省エネ設備への更新や消化システム等の新技術を導入することにより、大幅な電力削減効果が得られることがわかった。

また、更なる電力削減対策には主要機器以外の省エネ化も必要である。例えば脱水機から焼却炉への搬送設備や汚泥貯留槽等の攪拌機の電力消費も大きいことから検討が求めら

れる。省エネ型反応タンク攪拌機や省エネ型汚泥消化タンク攪拌機の攪拌動力密度は 1～2W/m³に対し、汚泥貯留槽等の攪拌機の攪拌動力密度は 30～60W/m³と高いため、今後の課題としては主要機器以外の省エネ化も必要である。

焼却炉は、四之宮管理センターに省エネ型の過給炉が導入されているが、他にもエネルギー自立型の焼却炉としてストーカー炉が開発されており、これらの次世代型ともいえる焼却炉等の実績を確認しつつ、今後の設備更新時には、新技術の導入検討を行う必要もある。

その他、嫌気性消化法を導入することで電力削減は可能であると考えられる。

ポンプ設備は、同型式の機種であっても運転時間によって消費電力に差が出る傾向があることがあり、高水位条件下では消費電力の低下が確認できた。

本共同研究は、電力削減を主点におこなったものであるが、更新にあたっては、消費電力だけではなく、現有設備との処理のバランス等、維持管理も含めた多角的な検討を進めていく必要がある。例えば比較的消費電力が大きいとされる遠心濃縮・遠心脱水設備は、汚泥の濃度変動に強く、安定的に処理ができている運用実績もある。

また、設備更新を行うことも大切であるが、運転管理の中でもポンプ運用の考え方等を工夫することで、電力削減を図れることもあるため、今後も処理水に影響のない範囲で電力削減に努めていきたい。

6 神奈川県流域下水道終末処理場の電力削減に関する共同研究会委員名簿

平成 29 年 3 月 31 日

所 属	職 名	氏 名
公益財団法人 神奈川県下水道公社	四之宮管理センター 副技幹	加藤 謙満 (リーダー)
	四之宮管理センター 主任技師	浅木 麻衣子(サブリーダー)
	柳島管理センター 主査	荒原 浩貴
	柳島管理センター 技師	三田 和広
	酒匂管理センター 技幹	諸戸 登
	酒匂管理センター 副技幹	河野 ますみ
	扇町駐在事務所 技幹	五十嵐 雄大
	業務課 主任技師	大芝 史成
	水質課 副技幹	竹川 和宏
	業務部 業務調整専門官	笠原 俊男 (オブザーバー)
	企画課 副技幹	山崎 勝美 (事務局)
公益財団法人 日本下水道新技術機構	資源循環研究部 部長	石田 貴
	資源循環研究部 研究員	赤阪 勇哉
	資源循環研究部 研究員	田村 崇
	資源循環研究部 研究員	大月 紳司
下 水 道 課	流域下水道グループ 主査	小澤 能尚
	流域下水道グループ 主任技師	樋口 悟志
流域下水道整備事務所	維持計画課 主任技師	境澤 知昭
	電気設備課 技師	吹田 直幸

浸出液排水設備の管理手法の見直しに関する検討

水質課 竹川 和宏

1. 目的

神奈川県厚木市猿ヶ島地区にある相模川汚泥貯留地（以下、「貯留地」という。）には、昭和58年3月から平成13年3月までの18年間に相模川流域の柳島及び四之宮管理センターから発生した脱水汚泥・発酵汚泥・焼却灰の合計約18万m³が深さ約7mの管理型施設に貯留されている。

この貯留地に降った雨の大部分は表層水として雨水排水路から相模川に排出されるが、雨水の一部は浸透して設置された集水管を通り、貯留槽に貯められた浸出液（年間約2万m³発生）をタンクローリーで四之宮管理センターへ運搬され処理されていた。しかし、運搬費が高額である等の理由から平成26年7月からは、直近の公共下水道へ接続する方法へ変更したが、公共下水道への接続にあたっては、浸出液のフェノール類濃度の排除基準（0.5mg/l）を常時順守することが困難であることから、希釈（浸出液排水設備において）により下水道へ排出している。

希釈倍率は、現場で簡易分析により求めた濃度から随時変更し、下水道料金の削減に努めてきた。しかし、現在でも連休等（簡易分析の測定間隔が4日以上）で設備が無人となり簡易分析ができないときは、基準順守を担保するために希釈倍率を4倍に上げるなど、かなり安全側に余裕を持った管理方法となっており、年間浸出液量の平均約3倍希釈となっている。

そのため、更なる下水道料金の削減に向けて管理手法の見直しを行うために、希釈以外の方法として生物分解の可能性について着目した。

仮に浸出液にフェノール分解菌が存在するならば、生物分解によるフェノール類濃度低下の可能性がある。そこで、生物分解における水温や滞留時間等の影響を検討し、フェノール類濃度低下の確認を行った上で、排水設備の管理手法の見直しを行うこととした。

2. 貯留地の管理状況

(1) 貯留地の位置

貯留地は、浸出液を搬出し処理していた四之宮管理センターとは直線距離で約20km離れた場所に位置している。貯留地の位置を図-1に示す。

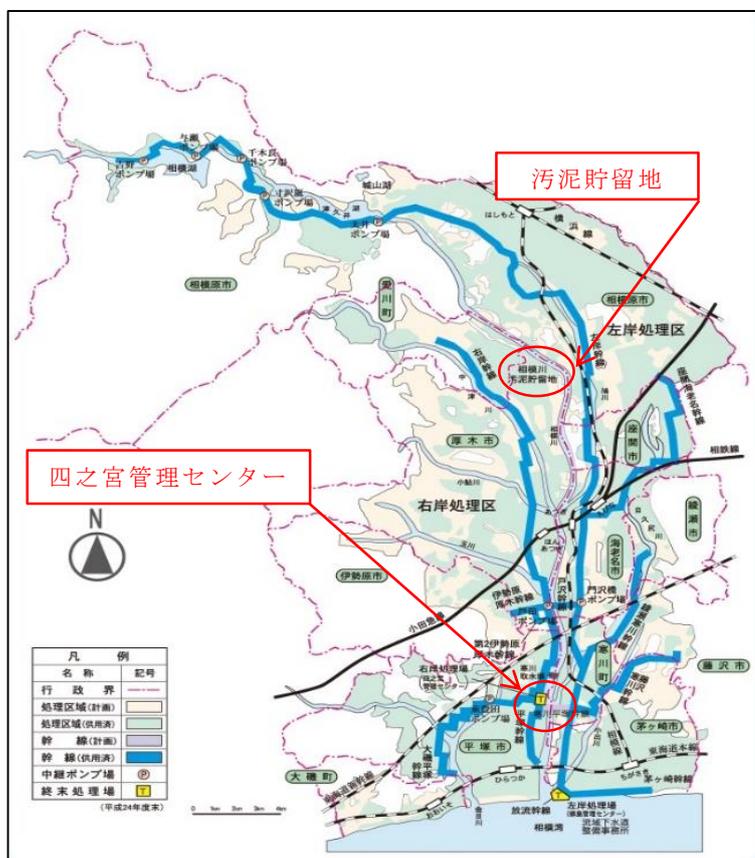


図-1 貯留地の位置

(2) 貯留地の排水設備

ア 浸出液排水設備の概要

浸出液排水設備を図一2に示す。

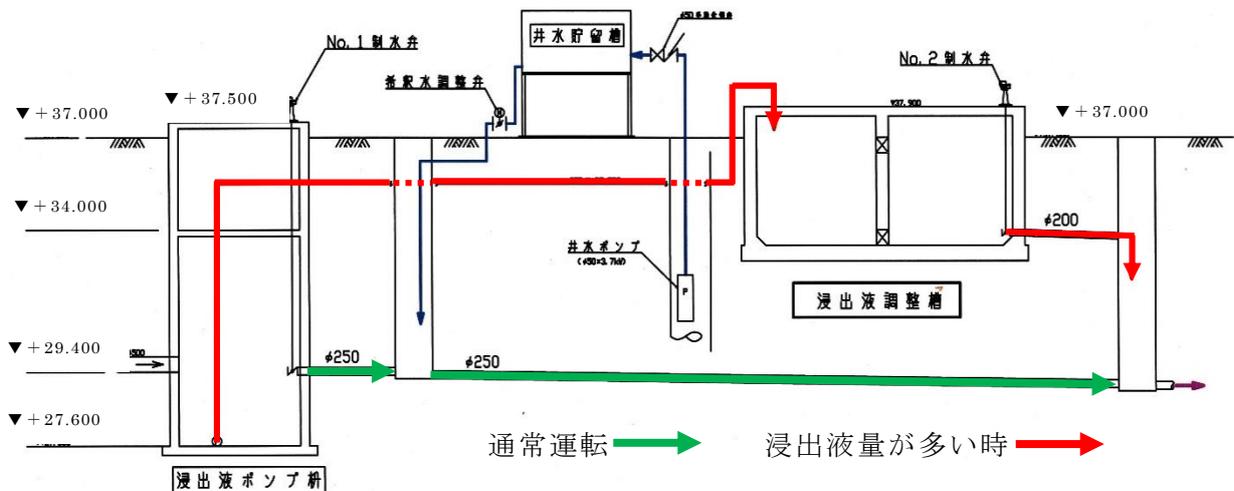
浸出液の排水方法は、通常時と大雨等で浸出液量が多い時に分けて運転している。
平成27年度の浸出液1日の発生量は、年平均で約66m³/日（実績値）であった。

① 通常時

浸出液ポンプ枡の水位及び希釈倍率設定を基に自動制御で希釈後、直接公共下水道に排水している（図の緑矢印）。

② 浸出液量が多い時

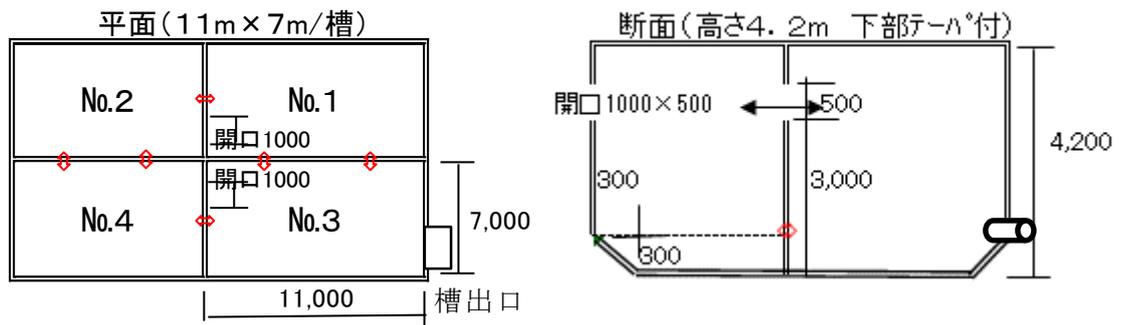
通常運転時でも浸出液ポンプ枡の水位が設定以上になった場合は、浸出液ポンプ枡から公共下水道への排水は停止し、ポンプで浸出液調整槽に送り、希釈後、公共下水道に排水している（図の赤矢印）。



図一2 浸出液排水設備

イ 浸出液調整槽の概要

浸出液調整槽の平面図及び断面図を図一3に示す。



図一3 浸出液調整槽の平面図及び断面図

(ア) 浸出液調整槽の使用目的

浸出液調整槽は、浸出液をタンクローリーで四之宮管理センターへ運搬するための貯留槽として設置された施設であるが、現在は浸出液ポンプ枡のバックアップ用として補助的に使用している。

(イ) 浸出液調整槽の容量

- ・断面積：77m²/槽⇒77m²×4 槽=308m²、浸出液調整槽の警報発生水位：4.00m
(深さ：4.20m)
- ・最大貯留量：308 m²×4m=約 1,232 m³

3. 浸出液排水設備の運用方法の見直し経緯

浸出液排水設備が設置されてから現在までにフェノール類の測定方法及び希釈倍率の検討結果から運用方法を見直してきた経緯を表一1に示す。

表一1 フェノール類の測定方法及び希釈倍率の検討結果から運用方法を見直してきた経緯

年 度	希釈倍率設定の考え方及び見直し経緯
平成 24 年度	神奈川県流域下水道整備事務所と厚木市の協議結果により、浸出液排水設備は常時 4 倍希釈を基本設計方針とした。
平成 25 年度	調査研究として「相模川汚泥貯留地浸出液の経年変化と下水道排出への管理手法について」の調査を実施。 <ul style="list-style-type: none"> ・調査結果の概要 <ul style="list-style-type: none"> ① 浸出液の濃度把握は、週 2 回の頻度で市販の簡易分析キット（定量範囲 0.2～5.0mg/1）を用いる方法で支障がないことが分かった。 ② 簡易分析で求めた濃度により希釈倍率を変えることで年間 270 万円の費用を削減できることが分かった（常時 4 倍希釈との対比結果）。
平成 26 年 7 月	浸出液排水設備供用開始 <ul style="list-style-type: none"> ・厚木市公共下水道への排出開始 平成 26 年度は、神奈川県流域下水道整備事務所と厚木市の協議結果から、浸出液排水設備は常時 4 倍希釈で運用開始。 ※希釈倍率は、フェノール類濃度の調査期間の最大値（2.0mg/1）をとって当面は常時 4 倍の一定希釈とした。 ・「浸出液排水設備の管理等に関する要領」を制定（平成 26 年 7 月 1 日）。
平成 27 年 4 月	整備事務所と下水道公社で協議を行い「浸出液排水設備の管理等に関する要領」を改正したことで、浸出液排水設備の希釈倍率を変更することが可能となったことから、希釈倍率を適正に調整するために、下水道公社において「浸出液排水設備の管理等に関するマニュアル」を策定した。 <ul style="list-style-type: none"> ・「平成 27 年度からの希釈倍率設定方針」 <ul style="list-style-type: none"> ① 現場簡易分析においてフェノール類濃度が 0.2mg/1 以上検出される場合には、希釈倍率を 4 倍に設定する。 ② 0.2mg/1 未満の場合には、希釈倍率を「現状の設定値」より 0.5 倍ずつ下げて希釈倍率を設定する（希釈倍率の設定下限は 2 倍希釈まで）。 ③ 測定間隔が 4 日以上の場合には、測定結果の有無にかかわらず、希釈倍率を 4 倍に設定する。

平成 28 年 5 月	<p>平成 27 年度の運用結果を検証し、整備事務所と下水道公社で協議を行い「浸出液排水設備の管理等に関するマニュアル」を改正。</p> <p>・「平成 28 年度からの希釈倍率設定方針」</p> <p>① 現場簡易分析においてフェノール類濃度が 0.5mg/1 以上検出される場合には、希釈倍率を 4 倍に設定する。</p> <p>② 0.5mg/1 未満の場合には、希釈倍率を 2 倍に設定する。</p> <p>③ 測定間隔が 4 日以上の場合には、測定結果の有無にかかわらず、希釈倍率を 4 倍に設定する。</p>
-------------	--

4. 検討内容及び結果

(1) 生物分解による濃度低下の可能性について

生物分解によるフェノール類濃度低下の可能性があるため、水温や滞留時間等の影響を検討した。なお、以下の調査は、すべて簡易分析キットにより測定を行った。

ア 浸出液調整槽に滞留させた時の濃度変化調査（現地調査）

浸出液をポンプで浸出液調整槽に送り、浸出液 1 日の発生量と浸出液調整槽の容量及び現在の運用方法を考慮して、24 時間滞留させた後に濃度を測定した結果、4 槽ともフェノール類濃度が当初 0.8 mg/1 であったものが 0.2mg/1 以下となり滞留効果による濃度低下が確認された。

イ 生物分解による浸出液濃度経時変化の確認試験（机上試験）

生物分解における水温や滞留時間の影響を確認するため、浸出液濃度経時変化について、以下のとおり机上試験を実施した。

(ア) 試験方法

a 試料

浸出液 1 リットルをフェノール類濃度 2mg/1（過去最大濃度）に調整したものを使用した。

b 水温

過去 9 年間の平均水温 17.5℃（低温恒温器使用）、過去 9 年間の最低水温 7.5（冷蔵庫使用）で試験を実施した。

c 経時変化の確認

浸出液 1 日の発生量と浸出液調整槽の容量及び現在の運用方法を考慮して、0 時間、24 時間、48 時間経過時のフェノール類濃度を測定した。

d 検体数

水温 17.5℃（8 検体）、水温 7.5℃（16 検体）

※保管場所におけるバラツキは、冷蔵庫使用の方が大きかったため、検体数を低温恒温器使用の 2 倍に設定した。

(イ) 試験結果

浸出液濃度経時変化の試験結果を表-2 に示す。

表-2 浸出液濃度経時変化の試験結果

経過時間 水温	試験開始時 (0 時間)	24 時間経過時	48 時間経過時
17.5℃	1.7~2.0mg/1	すべて 0.2mg/1 以下	すべて 0.2mg/1 以下
7.5℃	1.7~2.1mg/1	最大濃度 1.0mg/1	最大濃度 0.4mg/1

※簡易分析キットの定量下限値 0.2mg/1

表-2 から以下のことが確認された。

水温 17.5℃ の場合、24 時間経過時のフェノール類濃度は、すべて 0.2mg/l 以下となり、濃度低下が確認できた。

また、濃度低下が緩やかであった水温 7.5℃ の濃度経時変化を図-4 に示す。

試験開始時の濃度（最大値 2.1 mg/l）から 24 時間経過時の濃度は、1.0mg/l（最大値）に低下し、48 時間経過時の濃度は、0.4mg/l（最大値）に低下したことが確認できた。

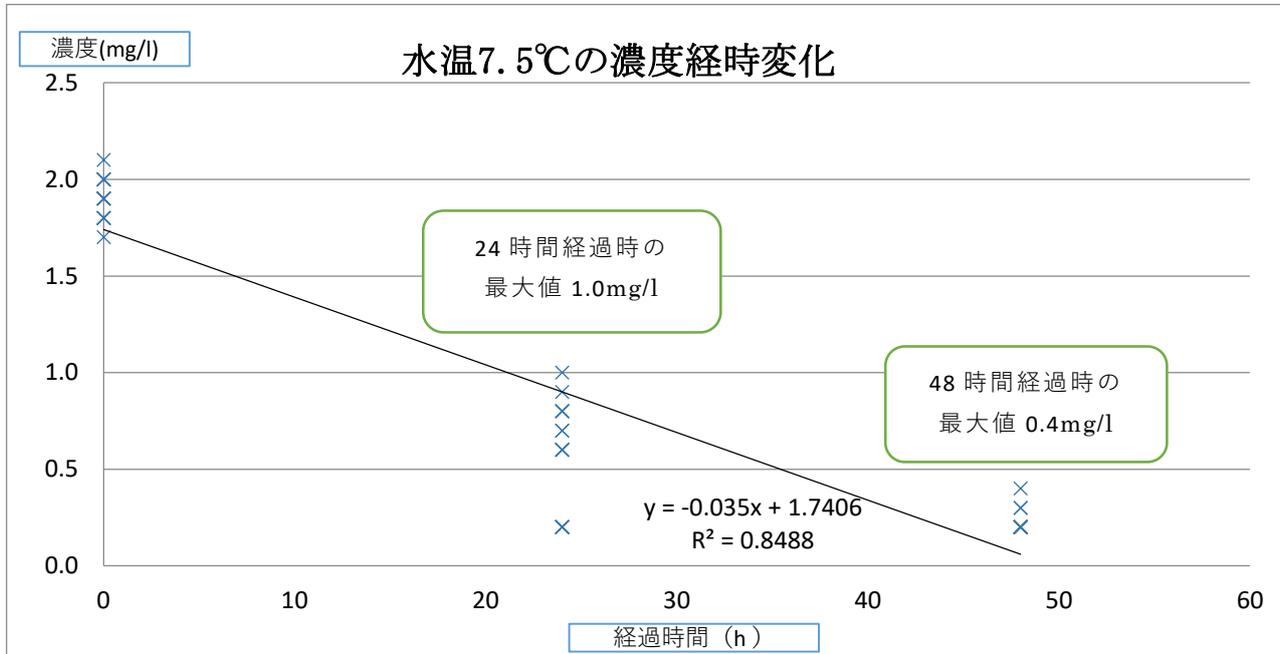


図-4 水温 7.5℃ の濃度経時変化

(2) 浸出液調整槽を活用した運用方法

通常時の運転は、現状では浸出液調整槽経由としていないが、調整槽の最大貯留量が 1,232 m³ と多く、浸出液 1 日の発生量は 66m³/日（年平均）程度であるため、調整槽経由で 24 時間滞留させることも可能であることから、今回の確認試験結果を生かした運用方法を検討した。

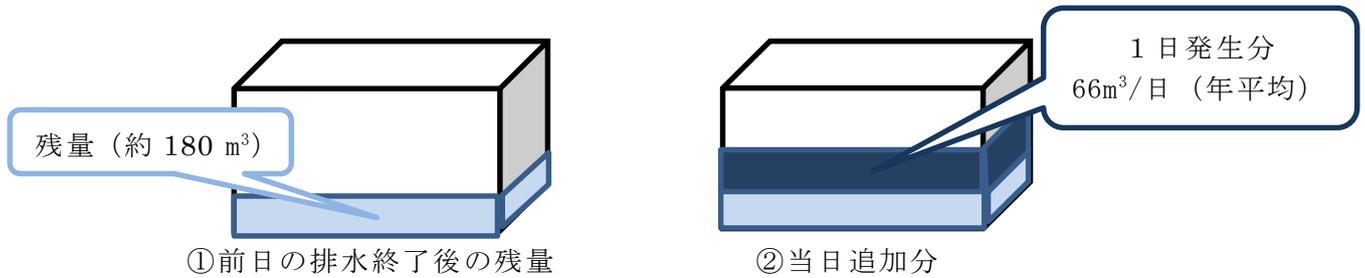
水温 7.5℃ であっても 24 時間滞留させることで、フェノール類濃度が試験開始時の濃度（最大値 2.1 mg/l）からでも 1.0mg/l（最大値）に半減することが確認できたことから、従来の希釈方法だけでなく、生物分解を運用方法に加えることにより、希釈倍率を最大 4 倍から 2 倍にすることが可能と思われる。

新しい方法	2.0mg/l ⇒ 1.0mg/l ⇒ 0.5mg/l (生物分解 24 時間後) (2 倍希釈)
従来の方法	2.0mg/l ⇒ 0.5mg/l (4 倍希釈)

さらに、浸出液調整槽経由にすることで、希釈効果も期待できる。

例えば、図一5の調整槽経由による希釈効果のイメージのように調整槽を経由した場合、排水設備の設定（制水弁が60cmから1mで開閉する）から、槽内には前日の排水終了後に約180 m³残り、そこに当日分が加わることで、2倍以上の希釈となる。この場合、水温17.5℃以上であれば、24時間滞留させることで希釈なしで放流することが可能であり、同様に水温7.5℃～17.5℃の場合でも、浸出液調整槽送水時の濃度が2.0mg/l以下で48時間滞留が可能となれば、希釈なしでも放流することが期待できる。

(調整槽最大貯留量 1,232 m³)

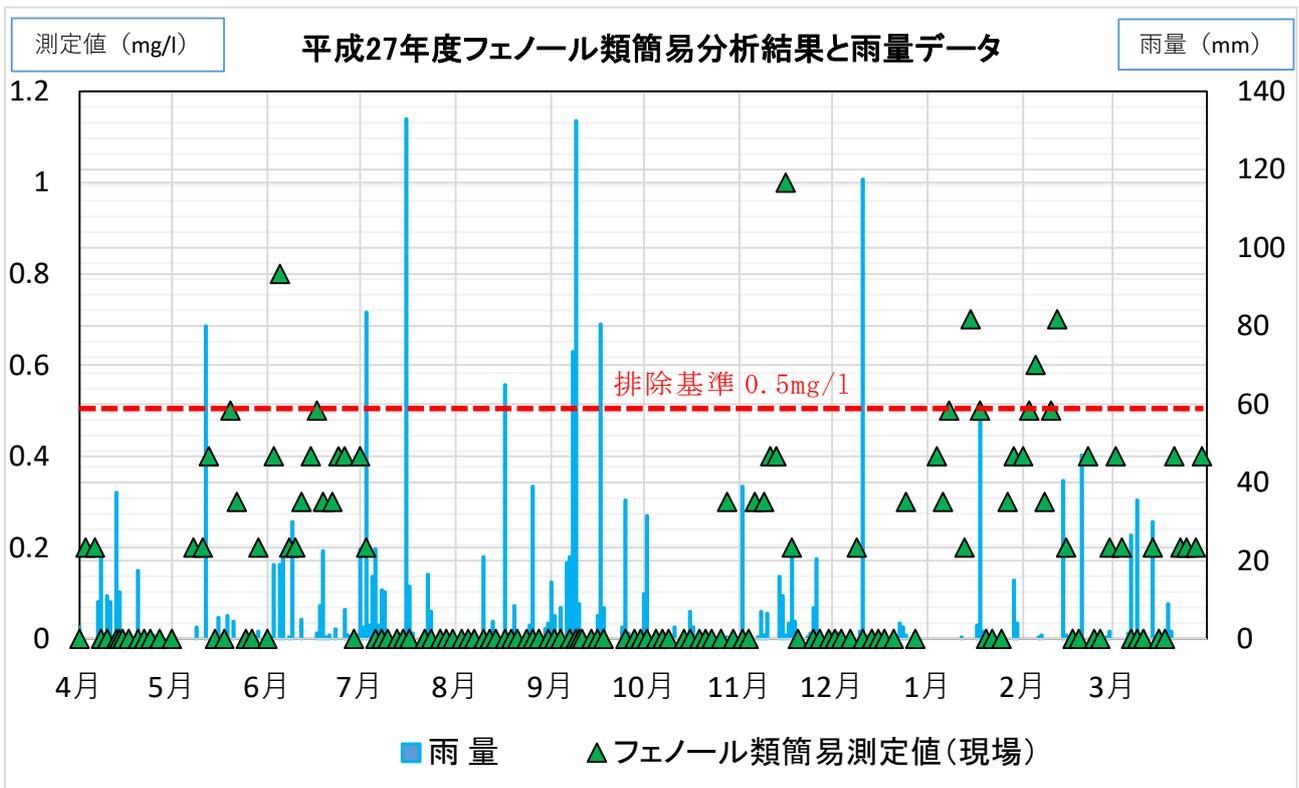


図一5 調整槽経由による希釈効果のイメージ

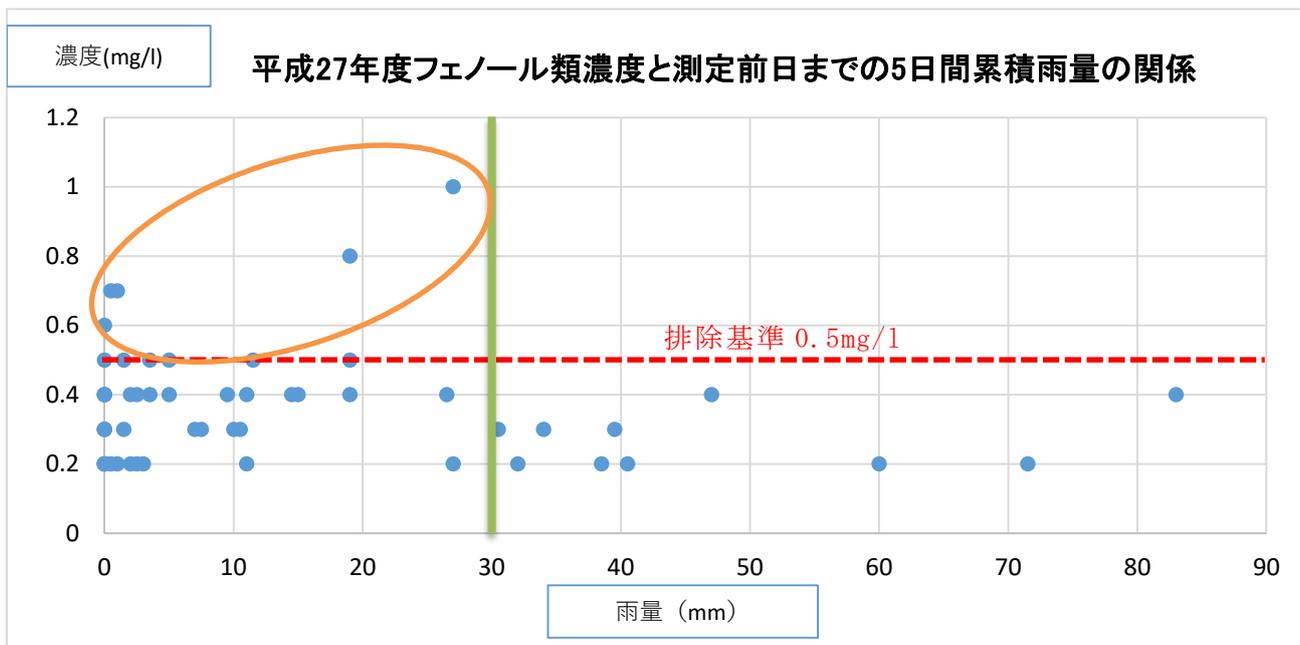
(3) 浸出液のフェノール類簡易分析結果と雨量データの関係

過去のデータより、浸出液の発生量とフェノール類濃度は変動が大きく、雨量の影響を大きく受けることから、浸出液のフェノール類簡易分析結果と雨量データを整理した。

浸出液の平成27年度フェノール類簡易分析結果と雨量データを図一6に示す。また、浸出液の平成27年度フェノール類濃度と測定前日までの5日間累積雨量の関係を図一7に示す。



図一6 平成27年度フェノール類簡易分析結果と雨量データ



図一7 平成 27 年度フェノール類濃度と測定前日までの 5 日間累積雨量の関係

図一6 及び図一7 からデータを整理した結果、以下のことが確認できた。

- ① 現場簡易測定 146 回のうち、フェノール類濃度が 0.5mg/l（基準値）以上で検出された回数は 11 回であった。その他の日は 0.4mg/l 以下であり、基準順守が可能な低濃度の割合が高かった。
- ② 雨量と現場簡易測定値には相関が見られ、現場簡易測定前日までの 5 日間累積雨量が 30mm 未満であると、基準値超過のリスクがあることが確認できた。

5. 生物分解を活用した運用効果

図一6 よりフェノール類濃度が 0.5mg/l（基準値）以上で検出された回数は年間 11 回であり、これにより 4 倍希釈にした日数は 29 日であった。また、連休（簡易分析の測定間隔が 4 日以上の場合）等の理由で濃度に関係なく希釈倍率を 4 倍に設定した日数は、16 日であった。

この約 45 日間の運用だけでも浸出液調整槽送りができれば、希釈倍率は 4 倍ではなく 2 倍とすることが可能である。

6. 生物分解を活用した場合の下水道料金の比較

生物分解を活用した場合の下水道料金について試算した比較結果を表一3 に示す。

表一3 生物分解を活用した場合の下水道料金

	下水道料金（円） （税込み）※	下水量（m ³ ）	浸出液量（m ³ ）	希釈水量 （井戸水）（m ³ ）
①実績値（平成 27 年度）	12,124,401	71,543	24,225	47,318
②生物分解を活用した試算値	8,046,119	48,450	24,225	24,225
①－②	4,078,282	23,093	0	23,093

※下水道料金の算出は、排出先の自治体のものを使用した

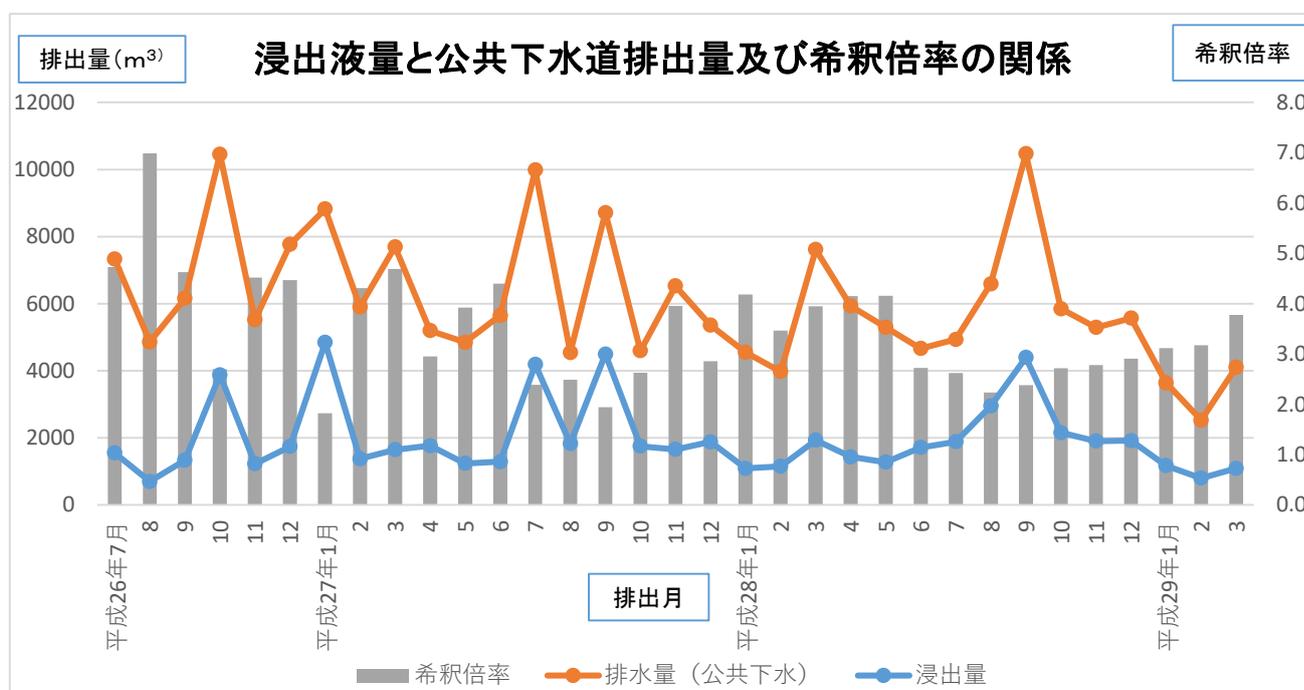
結果より、現状の下水道料金（平成 27 年度実績分）と比較し、年間で約 400 万円削減できることがわかった。

7. 公共下水道排出量削減に向けた更なる取組みについて

浸出液排水設備の供用開始から浸出液量と公共下水道排出量及び希釈倍率の関係を図一8に示す。

(1) 現状

- ① 浸出量が多い月の発生量は、4,000m³/月以上（過去4回）であり、その月のフェノール類濃度は0.5mg/l（基準値）以下であったが、基準値超過に配慮して希釈倍率は低倍率（平均約2.1倍）とする運用方法であったため、公共下水道への排出量が多い（過去最大10,469m³/月）。
- ② 浸出量が少ない月の発生量は、2,000m³/月以下（過去最低695m³/月）であり、フェノール類濃度は最大でも基準値の2倍以下であったが、希釈倍率は3倍～4倍以上（平均約3.5倍）と高いために、結果として公共下水道への排出量が多くなっている。
しかし、浸出量が少ない月の公共下水道への排出量は、近年運用の見直しによる希釈倍率の低下により、多い月の浸出量に近い量になっている。



図一8 浸出液量と公共下水道排出量及び希釈倍率の関係

(2) 生物分解を取り入れた効果

生物分解を取り入れることにより、以下のような効果が期待できる。

- ① 浸出量が多い時期は、低濃度（0.2mg/l 以下）で検出されることが多いため、浸出液調整槽を活用し、槽出口の濃度を確認しながら排出すれば、希釈なしで排出できる日が増える。
- ② 浸出量が少ない月（発生量は、2,000m³/月以下）は、フェノール濃度が高いことから、浸出液調整槽を活用して2倍希釈にすることで、月の排出量を抑えることが可能である。

8. まとめ

- ① 今回の検討結果から、雨量と現場フェノール類簡易測定値には相関が見られ、雨量が多い日には希釈倍率を下げても基準を順守できることが確認でき、現場簡易測定前日までの5日間累積雨量が30mm未満であると、基準値超過（0.5mg/l以上）のリスクがあることが確認できた。
- ② 浸出液のフェノール濃度が過去最大の2.0mg/lについて経時変化を確認したところ、水温が17.5℃以上であれば、24時間以上滞留させることで基準値順守が可能である。また、水温が7.5℃～17.5℃であっても、24時間以上滞留させることで1.0 mg/l以下に低下し、48時間以上滞留させることができれば、基準値順守が可能である。
- ③ 従来4倍希釈を行ってきた連休中（簡易分析の測定間隔が4日以上の場合）や簡易分析結果で濃度が0.5mg/l以上の場合でも、生物分解を組み合わせることで2倍希釈が可能となり、平成27年度分の下水道料金は、年間約400万円の費用削減が見込まれる。
- ④ 浸出液調整槽の活用で希釈効果も期待できることから、滞留時間を延ばすことができれば、更なる濃度低下が可能な運用方法となるが、それにはシステム（自動制御）の変更とイニシャルコストも必要となることから、総合的な運用方法の見直しに生かしたい。

業務課、水質課

代表者 竹川 和宏

青山 光男、大芝 史成、伊藤 幹生

過給式流動炉の運用について

四之宮管理センター 代表者 小川真樹

1. はじめに

四之宮管理センターでは、環境配慮型焼却炉である過給式流動炉が平成 26 年 9 月に北系 2 号焼却炉として導入され今日まで運用している。

当該焼却炉については、従来の気泡式流動炉に比べ電力使用量及び温室効果ガス排出量の削減効果があることが確認されている。

今回の調査研究では、北系 2 号焼却炉の運用、初期不具合について検討報告するものである。

2. 汚泥処理の概要

四之宮管理センターでは汚泥処理施設が北系、南系と 2 か所に分かれており、個別に汚泥処理が可能となっているが、南系は老朽化が進行しているため、北系に汚泥処理を集約する方針で施設の整備を進めている。

そのため、現在では南系の汚泥処理は北系のバックアップとして運用し、通常は休止状態となっている。図-1 に四之宮管理センター平面図（汚泥処理施設位置図）を示す。

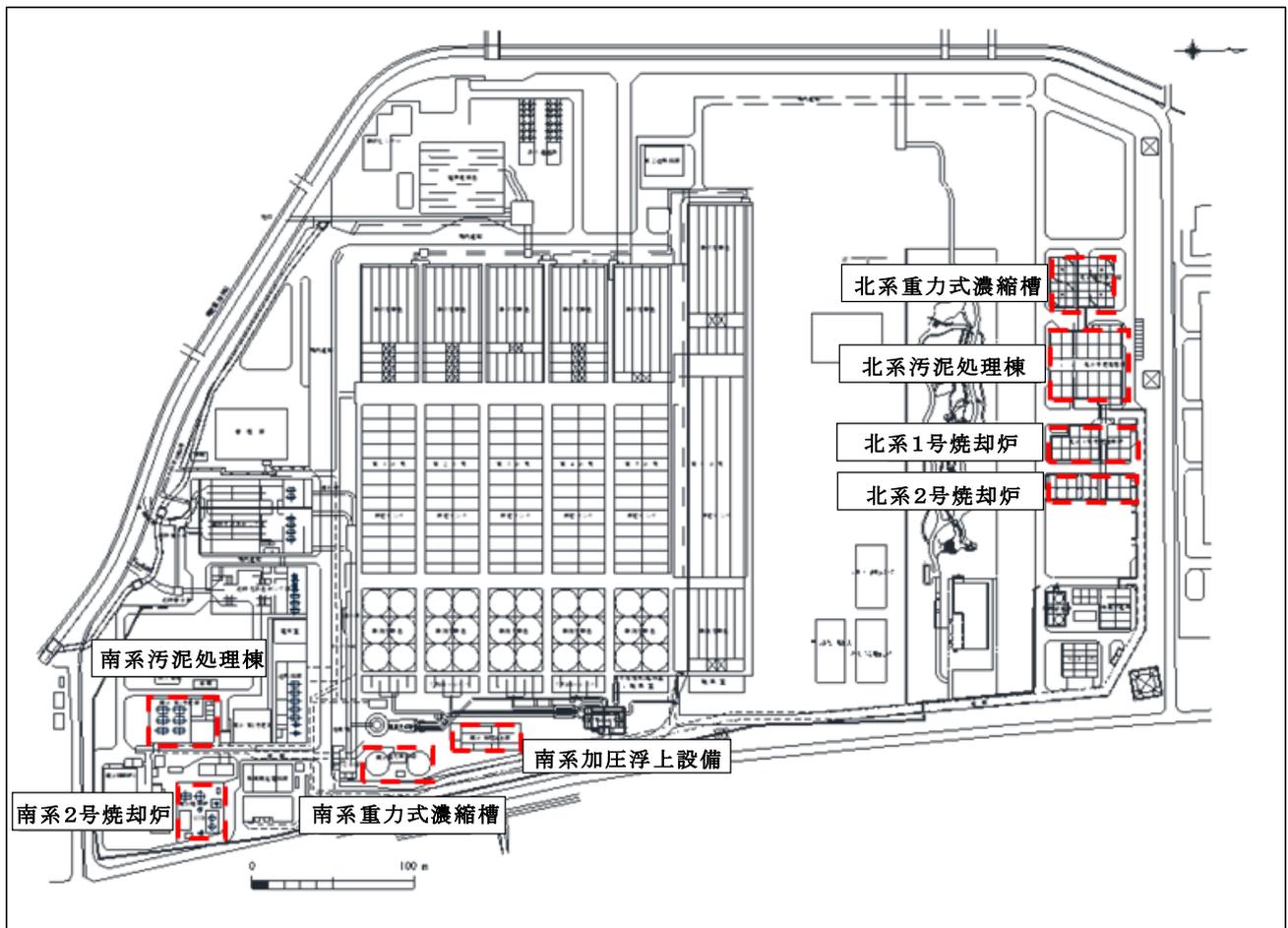


図-1 四之宮管理センター平面図（汚泥処理施設位置図）

3. 過給式流動炉について

(1) 気泡式流動炉と過給式流動炉の比較

図-2に気泡式流動炉（以下「気泡炉」という。）と過給式流動炉（以下「過給炉」という。）の概略図を示す。また、表-1に気泡炉（北系1号炉）と過給炉（北系2号炉）との比較表を示す。

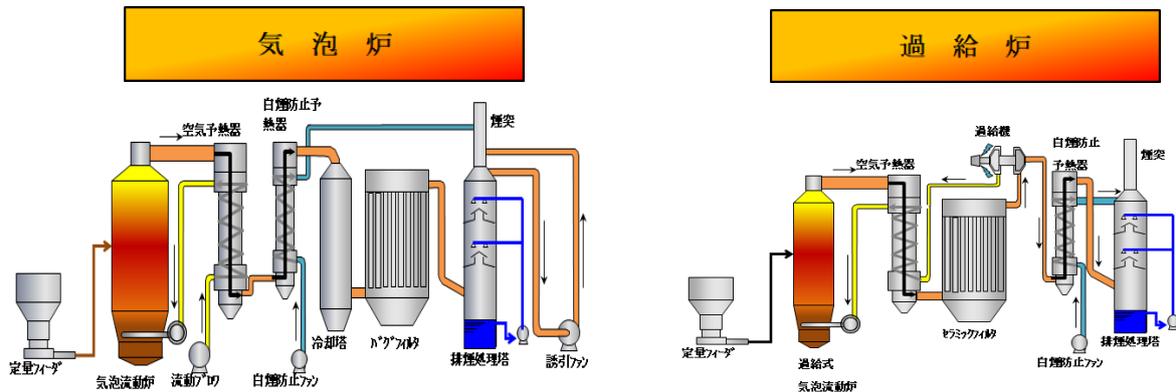


図-2 気泡炉と過給炉の概略図

表-1 気泡炉（北系1号炉）と過給炉（北系2号炉）との比較表

	気泡炉（北系1号炉）	過給炉（北系2号炉）
型 式	気泡式流動焼却炉 （混焼炉）	過給式流動焼却炉 （脱水ケーキ専焼炉）
主 寸 法	φ 5,000（耐火材内径） H=17,695	φ 3,200（耐火材内径） H=12,960
焼 却 量	120t/d	100t/d
補 助 燃 料	A 重油	都市ガス
供用開始年月	平成14年4月	平成26年9月

(2) 過給炉の構造・原理について

過給炉とは、気泡炉に過給機（ターボチャージャー）を組合わせて構成されている環境配慮型の汚泥焼却炉である。

過給炉では、脱水汚泥を約120～130kPaの圧力下で燃焼させることにより発生した圧力を有する排気ガスが、圧力の低い煙突に向かって流れ、空気予熱器、集塵機を経て過給機（ターボチャージャー）に導かれる。

過給機では排気ガスの圧力で過給機タービンが駆動（回転）し、反対の過給機コンプレッサーに吸引された空気が圧縮されて圧縮空気（加圧燃焼空気）が製造される。この圧縮空気が空気予熱器で予熱された後、焼却炉に燃焼空気（流動空気）として供給される。

脱水汚泥が連続供給されて、安定した燃焼状態が維持されていれば、送気及び排気の動力無しで、自立運転をすることが可能な焼却炉である。

写真-1に北系2号焼却炉（過給炉）外観及び過給機外観写真、図-3に過給炉の原理を示す。



写真-1 北系2号炉（過給炉）外観及び過給機外観写真

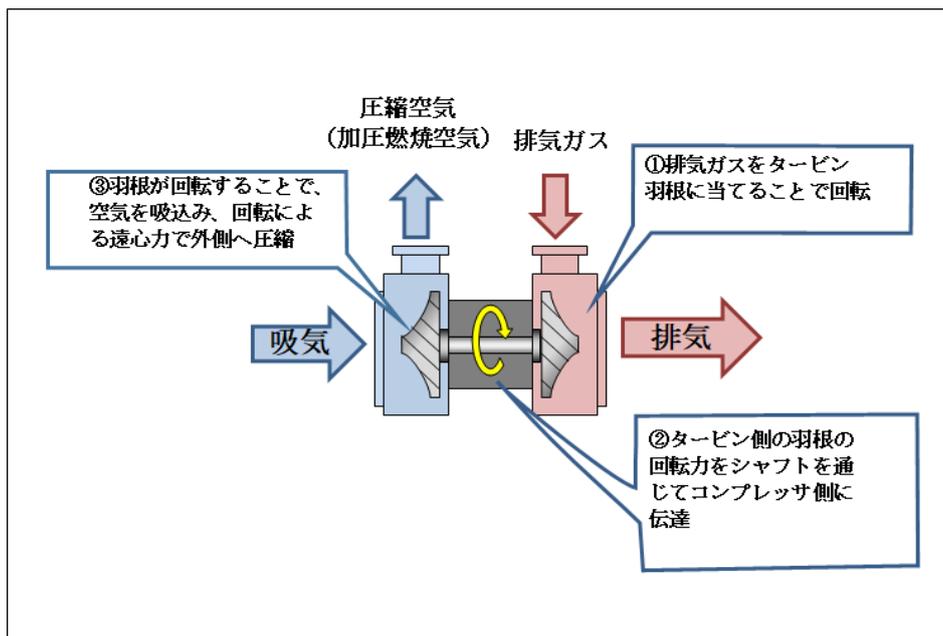
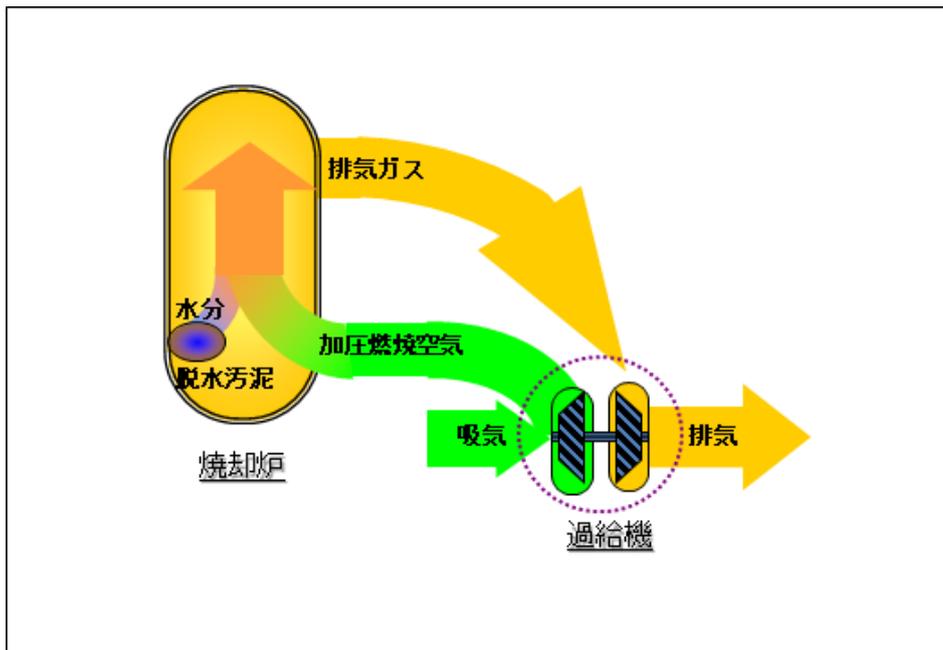


図-3 過給炉の原理

4. 検討項目と方法

以下の各項目について検討を行った。

(1) 初期不具合の状況

- ・不具合状況を把握し対応策を検討する。

(2) 運転管理方法の検討

- ・過給炉の運転方法、設備面でのメリット・デメリットを検討する。

(3) 使用電力量及び温室効果ガス削減の検討

- ・月報を基に電力使用量を把握する。
- ・気泡炉(北系1号炉)と比較検討する。

5. 結果

(1) 初期不具合の状況及び対策について

ア 排ガスのばいじん濃度上昇

ばいじん濃度の推移を図-4に示す。供用開始後の排ガス測定で、ばいじん濃度の上昇傾向が確認された。

原因を調査するため、ばいじんを分析した結果、硫安(硫酸アンモニウム)が生成されていることが判明した。

ばいじんの発生原因は、加圧下の炉内では燃焼状態が良いためアンモニア(NH₃)の分解が早く低濃度となり、硫黄分(SO₃)の比率が多くなる。

この硫黄分(SO₃)は排煙処理塔内部で急冷されて、硫安ミストと形態を変える。このミストの粒径は、平均0.1~0.3μmと言われており、排煙処理塔での除去が困難となり、排煙処理塔循環水又は給水(砂ろ過水)中のアンモニア(NH₃)と結合し、硫安として検出されると考えられる。

一方、気泡炉は、硫黄分(SO₃)が排煙処理塔に入る前にアンモニア(NH₃)もしくはその他の物質と結合して、硫安となり排煙処理塔循環水に溶解され除去される。

対策として、排煙処理塔入口ダクトに苛性ソーダ溶液(NaOH)を噴霧し、ばいじんの抑制を行った。図-5に改造を行った苛性ソーダ供給概略図を示す。

ばいじん除去のメカニズムは、苛性ソーダ溶液(NaOH)が噴霧されると排ガスの熱(約300℃)で水分が蒸発し苛性ソーダの粒子となる。この苛性ソーダの粒子と、未反応の硫黄分(SO₃)が苛性ソーダ粒子と接触することで、硫黄分(SO₃)が苛性ソーダ粒子表面に吸着される。この苛性ソーダ粒子は、排煙処理塔で捕集され循環水に溶解して排水される。図-6にばいじん除去の原理を示す。

この対策によりばいじん発生量の抑制は可能となったが、新たにダクト内部で苛性ソーダが付着し、ダクトを閉塞させる現象(写真-2 白煙防止予熱器下部ヘッダー、ダクト内部苛性ソーダ堆積状況写真(改良前)参照)が発生したため、再度、苛性ソーダ付着対策の検討を焼却炉メーカーで行った。

検討の結果、苛性ソーダの付着を低減させるため、ダクト口径を800Aから1000Aに変更、苛性ソーダ噴霧ノズルの設置位置の最適化、ダクト内部に洗浄水でスプレーする洗浄方法を検討して改良を行った。改良後、約2か月間運転した後、ダクトの内部点検を実施した結果、苛性の堆積がないことを確認した。改良後の写真を写真-3(白煙防止予熱器下部ヘッダー、ダクト内部苛性ソーダ堆積状況写真(改良後))に示す。

結果は良好であり、今後も状況の確認を行っていきたい。

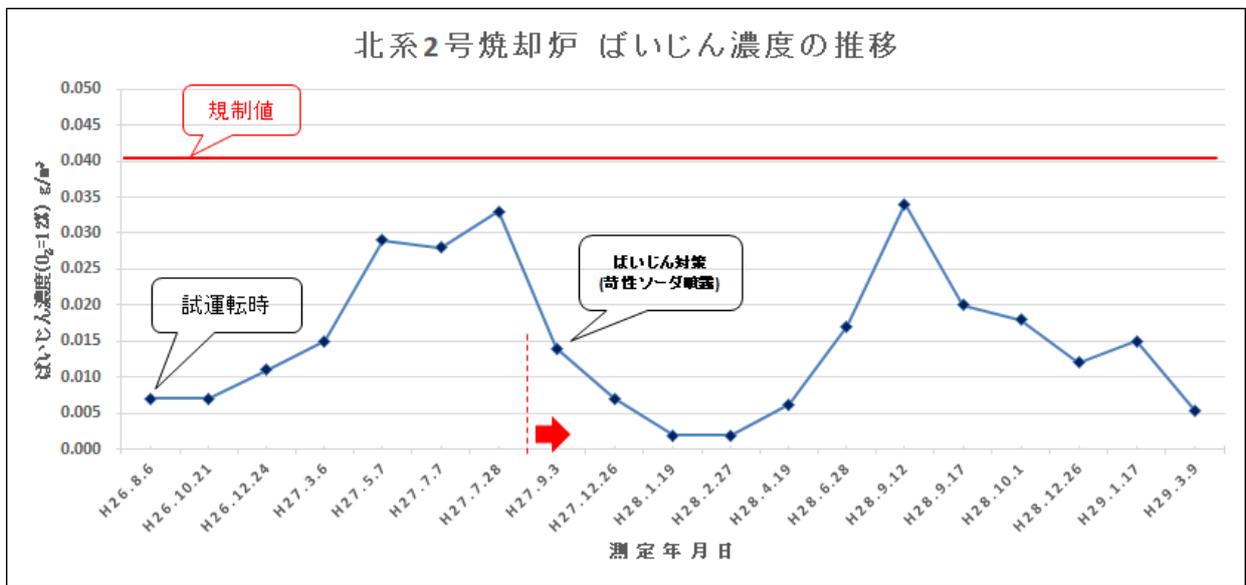


図-4 ばいじん濃度の推移

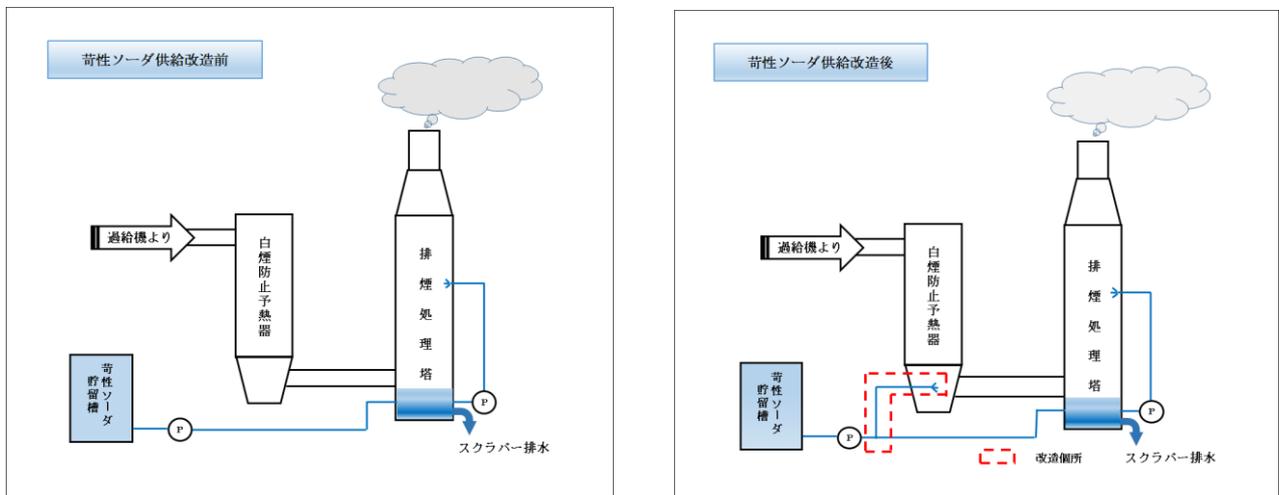


図-5 苛性ソーダ供給概略図

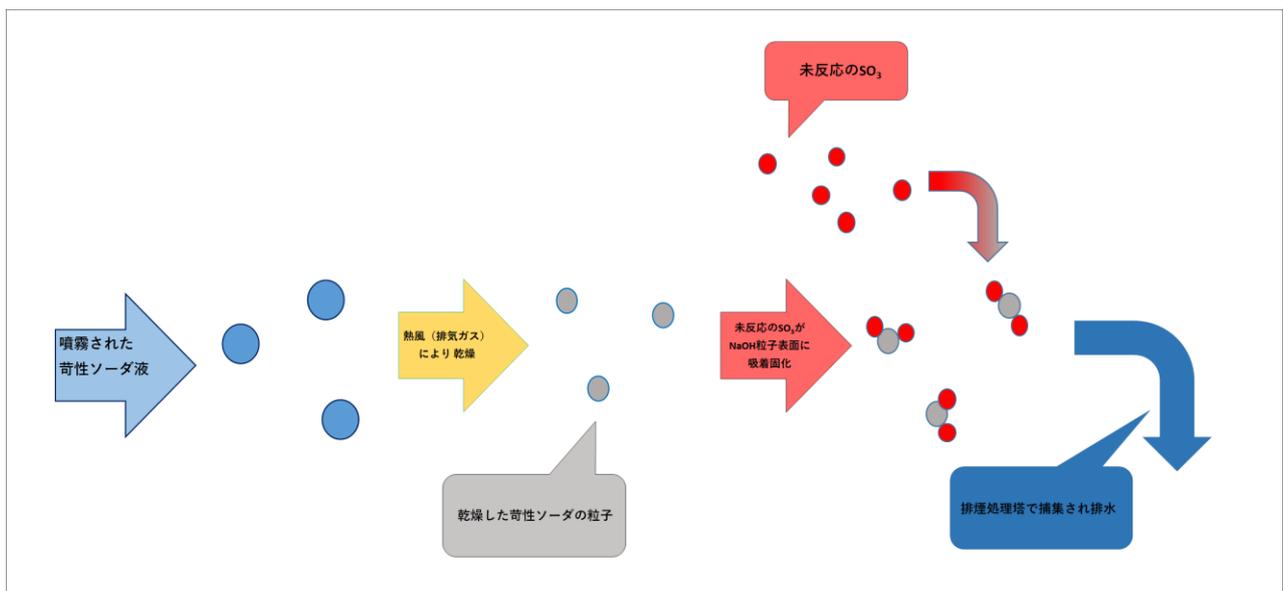


図-6 ばいじん除去の原理



写真-2 白煙防止予熱器下部ヘッダー、ダクト内部苛性ソーダ堆積状況写真(改良前)



写真-3 白煙防止予熱器下部ヘッダー、ダクト内部苛性ソーダ堆積状況写真(改良後)

イ 白煙防止予熱器入口エキスパンション（キャンバス型）の破損

平成 28 年 11 月 22 日、焼却炉定期点検中にエキスパンションの破損を発見した。

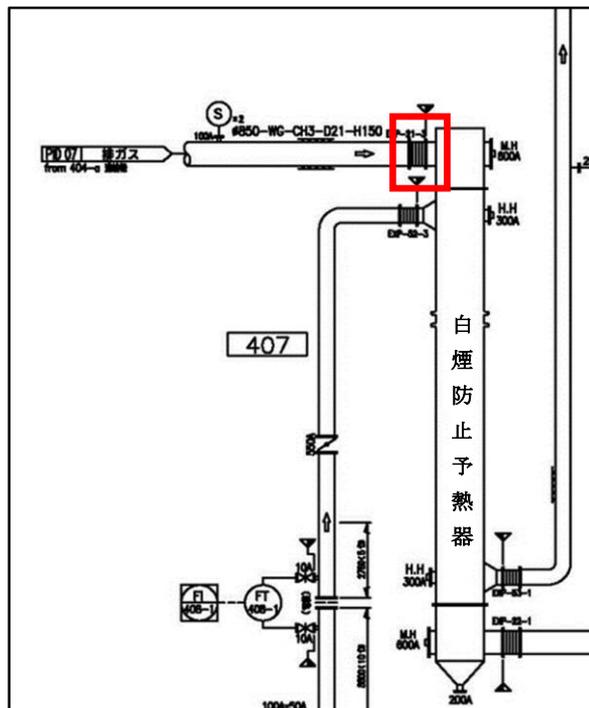
図-7 に白煙防止予熱器エキスパンション設置個所を示す。

破損の原因としては、エキスパンション内部での排気ガス冷却による酸露点腐食（硫酸露点による腐食）と考えられる。

具体的には、破損したエキスパンションは、キャンバス型のため材質の問題から、保温が出来ない構造のため、外気で排気ガスが冷却され、酸露点(160～170℃程度)まで排気ガスの温度が低下し、腐食が進行し破損したと思われる。

対策として、エキスパンション全体を高温に保てる構造とする必要があるが、現状のキャンバスタイプでは高温に保つことが出来ないため、材質を布材質(ガラスクロス等)から金属製(SUS304,SUS316)に変更するとともに、外面が直接外気と接触しないよう断熱処理(保温の強化)を実施した。

写真-4 に白煙防止予熱器入口エキスパンションの改修前後の状況を示す。



対象エキスパンション

図-7 白煙防止予熱器エキスパンション設置箇所



改修前（キャンバス型）



改修後（金属製ベローズ）

写真-4 白煙防止予熱器入口エキスパンション

ウ 灰拔出遮断機の圧力リーク（漏れ）

過給炉のため焼却灰を排出するにあたり、灰処理系統で大気圧に減圧して排出する必要がある。中間タンク（クッションタンク）を介し減圧した後に焼却灰を排出する構造と

なっており、その前後に取付られている灰遮断機により、系内外の圧力を保持する構造となっている。この灰遮断機で圧力漏れが発生する現象が多発した。

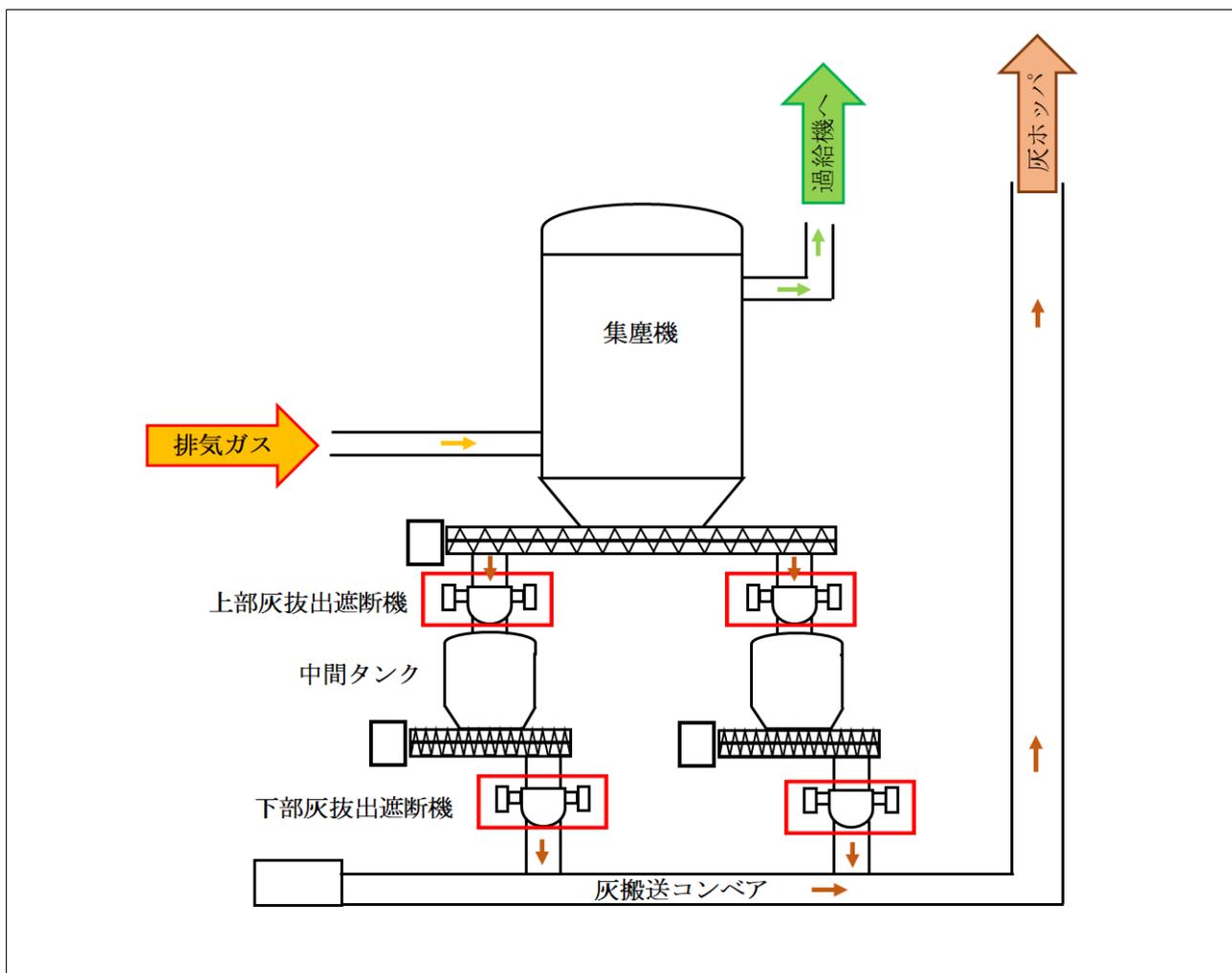
原因としては、灰拔出遮断機の弁体とシャフト部に灰が堆積したことで、弁体のシール位置がずれ摩耗が発生し、圧力漏れが発生したと思われる。

対策として、シャフトと弁体を一体型として灰が蓄積しない構造とした。

また、下部灰拔出遮断弁のシール面について、摩耗の進行が早いため、ゴム製から金属製に変更した。

改良以降(平成 28 年 12 月以降)圧力漏れは発生していないが、今後も状況の確認を行

っていきたい。図-8に灰拔出フロー図、写真-5に下部灰拔出遮断機のシート面摩耗状況を示す。



対象灰拔出遮断機

図-8 灰拔出フロー図

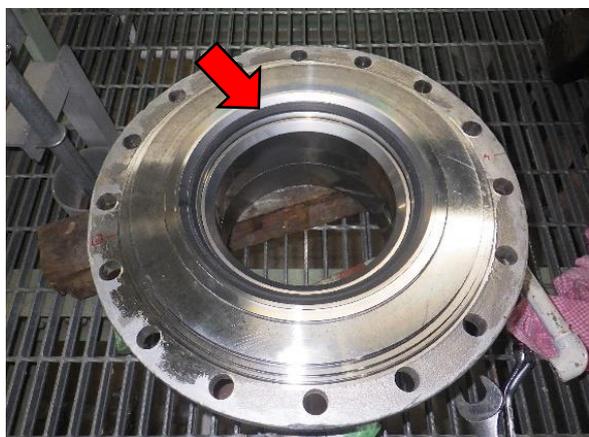


写真-5 下部灰拔出遮断機のシート面摩耗状況

(2) 運転管理方法の検討

ア 焼却炉の効率的な運用方法について

四之宮管理センターには3炉の焼却炉(北系1号炉(120t/d)、北系2号炉(100t/d)、南系2号炉(100t/d))があり、日々発生する脱水汚泥を焼却処理している。

焼却炉を効率よく運用するためには定格運転が一番効率が良い運転ではあるが、脱水汚泥の発生量が約150t/dであるため、2炉運転する必要がある。

本来は、消費電力が少なく温暖化ガスの排出量が少ない北系2号炉(100t/d)の定格運転をすることが望ましいが、その場合、他の焼却炉が間欠運転となるため、高価な熱交換器などに負担がかかり、設備の寿命を短くしてしまう欠点がある。また、補助燃料の使用量の増加もある。

そのため、設備の寿命を延ばしながら、効率的な運用をする方法として、各焼却炉とも低負荷運転(連続運転)を実施することとした。

具体的には、老朽化が進んでいる南系2号炉は、北系1,2号炉の定期点検時や故障時などのバックアップ運転のみの運用とし、通常は北系1,2号炉の連続運転とした。北系1号炉は混焼炉のため常用炉として常に運転が必要のため、北系1号炉は80t/d、北系2号炉は70t/dの焼却量を基本として運用を行っている。

イ 過給炉の運転管理面でのメリット、デメリット

メリット

- ・ 従来の気泡炉では流動空気量の調整が運転員により必要だったが、高度制御により流動空気量が自動制御され、適正な空気量を送ることができる。
- ・ 処理量の変更に対する応答速度が速く、炉内温度の変動も少なく短時間で安定する。

デメリット

- ・ 設備停止時も過給機冷却のため、ユーティリティの運転が必要となり、容易に全設備停止ができない。また、停電時にも潤滑油の供給が必要となる。
対策として可搬式発電機を非常用として常備し、非常用潤滑油供給ポンプを新たに設置し、潤滑油を供給できるように改良した。
- ・ 制御が自動化されたため自動運転ができるようになったが、運転制御が複雑になった。運転中に変動があった場合、手動による微調整が必要な時もあるため、運転制御について、詳しく理解しておく必要がある。

ウ 過給炉の設備面でのメリット、デメリット

メリット

- ・ 流動ブロワ、誘引ファンが不要となるため、付属するVVVF(可変電圧可変周波数)装置も不要になったことから、焼却炉全体の少電力化が可能となった。
- ・ 焼却炉がコンパクトとなり、さらに構成する機器の数量も少なくなったため、点検整備作業に費やす時間が削減された。

デメリット

- ・ 過給炉のため、機器・ダクトのフランジ部からの高温の排ガス漏洩、灰切出コンベヤ等からの焼却灰の漏洩など気密性の保持に注意が必要となった。
対策として、定期点検時に焼却炉のリークテスト実施や、必要に応じて、ボルトの増締、グランドパッキンの締込み作業を実施している。
- ・ 過給炉のため、設備を停止しないとできない作業(ダクトフランジボルトの増締め作業、ガスガンの整備等)がある。
- ・ 設置当初、過給機付近の騒音(ダクト反響音)が、会話ができない位に大きかった。

対策として、流動空気（加圧空気）のダクトに鉛の板を巻き付け、騒音の低減を図った。

(3) 使用電力量及び温室効果ガス削減の検討

気泡炉(北系1号炉)と平成27年度データで比較検討した結果、電力使用量は原単位(kWh/t)で約60%、温室効果ガス(CO₂)も原単位(kg-CO₂/t)で約65%削減された。

表-2に原単位での使用電力量比較表、表-3に原単位でのCO₂排出量比較表を示す。

表-2 原単位での使用電力量比較表

	北系1号炉 使用電力量/脱水汚泥投入量 (kWh/t)	北系2号炉 使用電力量/脱水汚泥投入量 (kWh/t)	削減率 (%)
4月	127	49	61
5月	146	64	56
6月	144	49	66
7月	143	58	59
8月	142	70	51
9月	165	59	64
10月	- ※1	47	-
11月	145	108 ※2	26
12月	133	84	37
1月	129	54	58
2月	132	56	58
3月	144	56	61
年間	141	57	60%

※1 定期点検のため停止中。

※2 定期点検のため、原単位当たりの電力使用量が増加。停止に伴い汚泥処理量が少なく単位当たりでの電力使用量が増加した。

表-3 原単位でのCO₂排出量比較表

		北系1号炉 (120t/d) 気泡炉	北系2号炉 (100t/d) 過給炉
CO ₂ 排出量	N ₂ O由来 kg-CO ₂ /wet-ton ※1	193	64
	燃料由来 kg-CO ₂ /wet-ton ※2	0	0
	電力由来 kg-CO ₂ /wet-ton	70.5	28.5
	合計	263.5	92.5
	削減率(%)	65%	

※1 北系1号炉のN₂O発生量は環境省公布の排出係数(高温焼却炉の係数0.645)を用いた。北系2号炉のN₂O排出係数は排ガス測定結果(3回測定の平均値0.214)を用いた。

※2 四之宮の汚泥は通常運転時は自然状態となる。そのため、補助燃料を使用しないため、排出量を「0」とした。

6. まとめ

過給炉は、気泡炉と比べて、使用電力量及び温室効果ガス排出量の削減効果が改めて確認できた。

また、設備面では焼却炉がコンパクトとなり、制御が高度化され自動運転となったことで、運転監視も容易となったが、運転中に変動があった場合、手動による微調整が必要な時もあるので、運転制御について詳しく理解しておく必要がある。

整備面としては、焼却炉が加圧炉となったため、加圧部からのリークに注意する必要がある。定期点検時にリークテストを行い気密性の確認を行っているが、将来的に焼却炉の気密性を確保してくための費用が増大する可能性もある。

供用開始から2年半が経過し、当初の課題も解決してきているため、今後は更に安定した運用を目指していきたい。

今回の調査研究は、四之宮管理センター職員で行いました。

(代表者) 小川 真樹

川島 由美子、渡部 宏則、加藤 謙満、松本 要、野上 光一、前田 智徳、
浅木 麻衣子、石井 泰一朗、石田 雄基、荒原 浩貴、佐々木 淳、大芝 史成

寿町終末処理場の流域下水道編入に係る 維持管理対応について（第2報）

～寿町終末処理場汚泥圧送管撤去による酒匂管理センターへの影響について～

酒匂管理センター 代表者 河野 ますみ

1. はじめに

小田原市寿町終末処理場（以下「寿町」という。）の処理区域の下水は、平成 28 年 4 月 1 日より、酒匂川流域下水道左岸処理場（以下「酒匂」という。）に編入した。

平成 16 年度から寿町で発生した汚泥は、酒匂川流域下水道汚泥処理事業において既設管渠管内に設置した圧送管を用いて酒匂に送泥し処理していたが、その圧送管は、編入により処理区域の下水を流下させるにあたり支障となるため撤去する必要が生じた。

汚泥圧送管撤去工事の際には、寿町において汚泥を長期間貯留することとなるため、維持管理対応や留意点について実証実験を行い、平成 26 年度調査研究報告書にて報告した。今回、第 2 報として、実際の汚泥圧送管撤去工事時における酒匂への影響及び編入後の寿町処理施設内に残留している処理工程水の処理について取りまとめた。

2. 酒匂川流域下水道の概要

酒匂川流域下水道計画概要図を図-1 に示す。



図-1 酒匂川流域下水道計画概要図

編入ルートを図-2に、既設管渠内の汚泥圧送管の設置状況を図-3に示す。

寿町で発生した汚泥は、酒匂川流域下水道汚泥処理事業により、既設管渠（酒匂川横断防護管（直径 1,350 mm、長さ 468m））内にある汚泥圧送管により酒匂川に送泥していた。既設管渠は、編入時に使用できるように建設されていたが、下水を流下させるにあたり、汚泥圧送管が支障となるため撤去する必要があった。

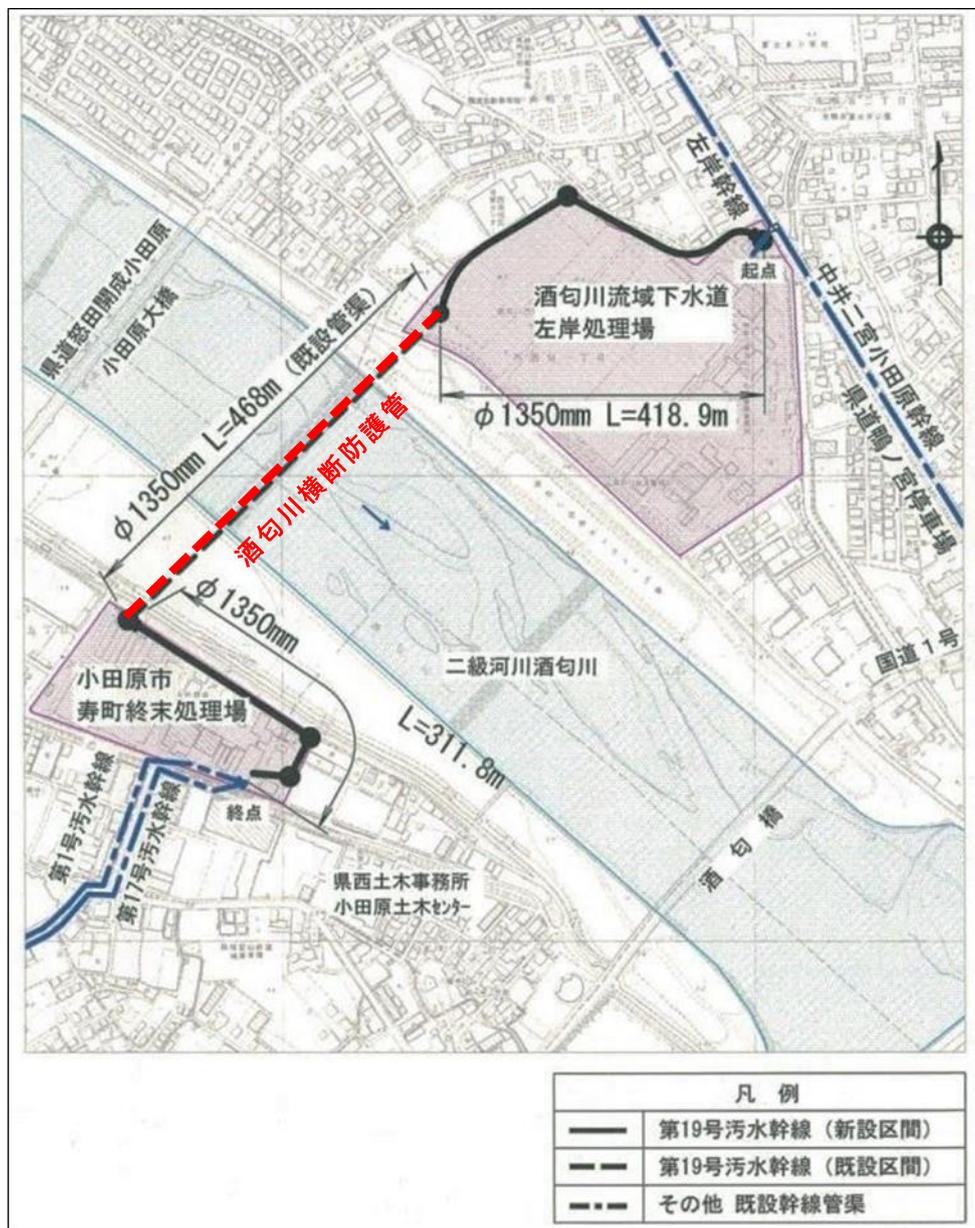


図-2 編入ルート



図-3 既設管渠内の汚泥圧送管設置状況

3. 汚泥圧送管撤去前後の汚泥処理

寿町で発生する汚泥は、最初沈殿池から引き抜いた後、汚泥ポンプ井に送られ、圧送ポンプによって酒匂の生汚泥混合槽に送泥し、酒匂の汚泥と混合して処理されていたが、汚泥圧送管撤去期間中は、汚泥の引き抜きを停止し、処理施設内に貯留した。

また、汚泥圧送管撤去後は、寿町の処理施設内に貯留した汚泥を汚泥圧送管撤去前同様汚泥ポンプ井に送り、ポンプにより流入下水と混合しながら酒匂へ送水して処理を行った。

寿町及び酒匂の汚泥圧送管撤去前後の処理フローを図-4、5に示す。

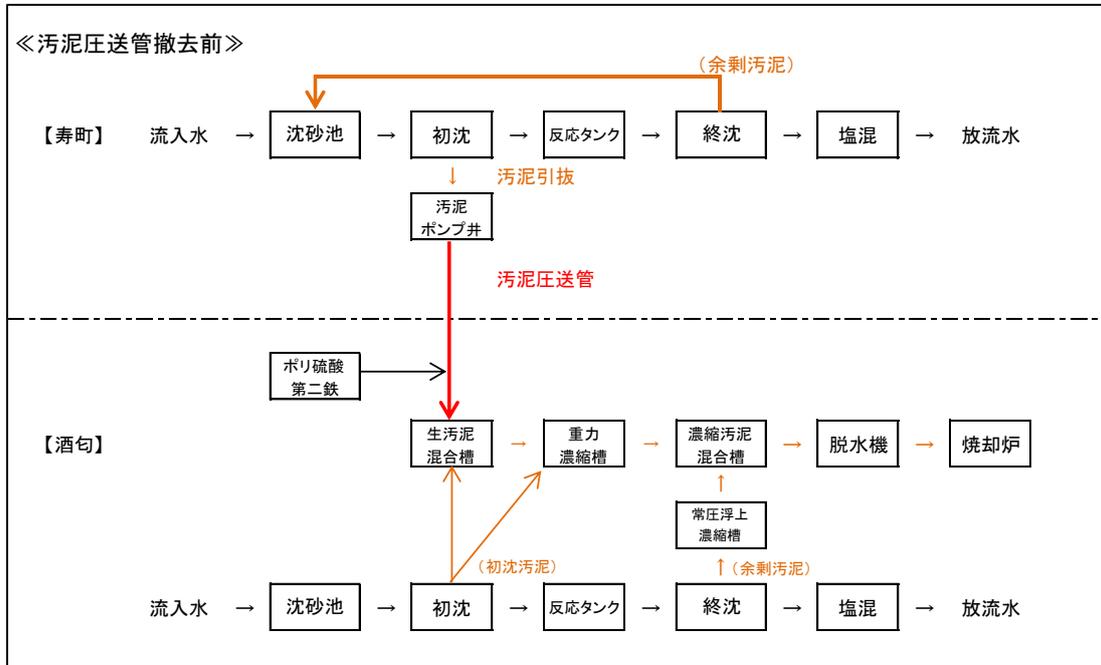


図-4 汚泥圧送管撤去前の処理フロー

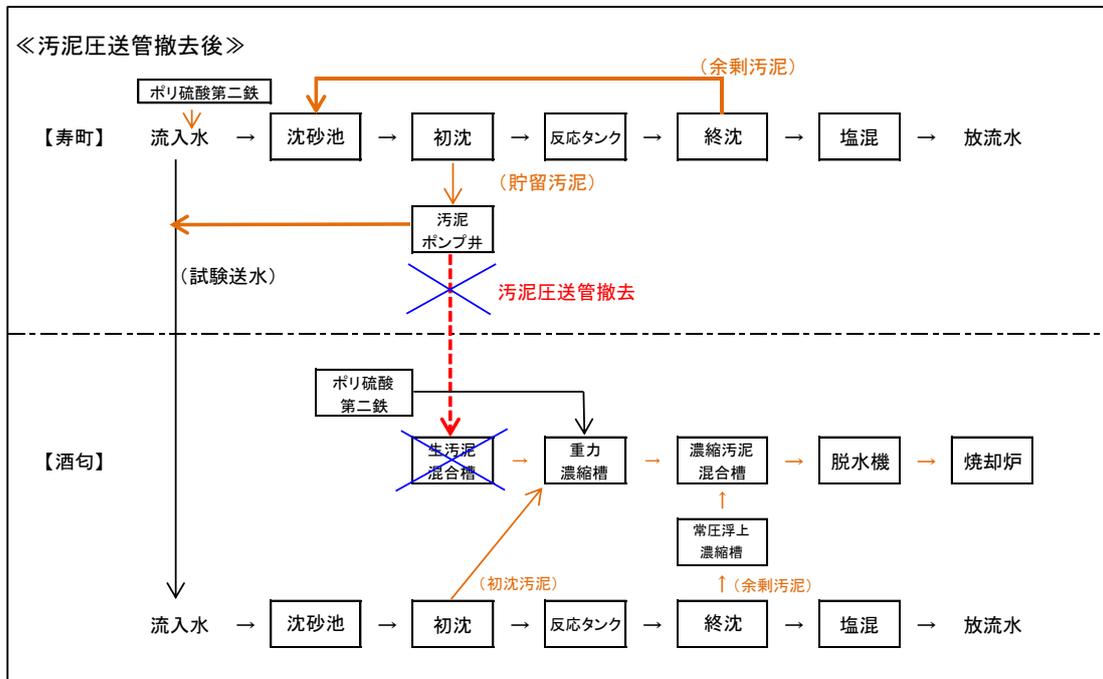


図-5 汚泥圧送管撤去後の処理フロー

4. 汚泥圧送管の撤去前後の対応

汚泥圧送管の撤去は、「流域下水道編入事業における汚泥圧送管撤去時等業務手順書」に基づき実施した。

(1) 汚泥圧送管撤去時等業務手順概要

- ・ 寿町では、撤去工事開始 20 日前である平成 28 年 1 月 22 日より流入水へポリ硫酸第二鉄（以下「ポリ鉄」という。）を 20mg/l 添加した。また、1 月 28 日より事前準備として 反応タンクの SV の目標値を 30%とした。
- ・ 酒匂では、水処理における使用系列数を増加させ滞留時間を延長した。また、最初沈殿池及び重力濃縮槽の汚泥堆積量を減少させた。
- ・ 寿町からの送泥状況及び両処理場の水処理状況等を F A X 及びメールにて寿町・酒匂相互に確認した。
- ・ 寿町貯留汚泥の送泥時間は、原則 21 時から翌 9 時までとし、1 日の送泥量は、DS として 7t までとした。また、送泥時の汚泥濃度が、1.5%を超える場合には、1 時間毎の間欠送泥とした。
- ・ 問題が発生した場合には、送泥量の削減を行った。
- ・ 貯留汚泥の送泥時には、酒匂の発生汚泥量削減のため、連絡 2 号幹線を使用し、13 時～21 時の 8 時間は、500m³/時、1 時～8 時の 7 時間は、300m³/時、1 日約 6,000m³を酒匂川流域右岸処理場（扇町管理センター）へ送水した。

(2) 送泥停止期間

汚泥の送泥停止は、15 日間の予定であったが、工事の進捗が早かったため、2 月 11 日から 22 日の 12 日間となった。

5. 調査方法

調査は、汚泥圧送管撤去に係る影響の調査、及び編入後の寿町の処理施設内に残る処理工程水の処理に係る調査とした。

汚泥圧送管撤去に係る調査は、寿町汚泥の送泥を停止する「送泥停止前」、「停止中」及び「貯留汚泥送泥」の 3 期間における両処理場に与える影響についてデータの収集を行った。

また、酒匂の水処理への影響調査として、貯留汚泥受入の初日である平成 28 年 2 月 23 日の流入水、最初沈殿池流入水及び最終沈殿池流出水について時間変動を調査した。

編入後の寿町の処理施設内に残る処理工程水の処理に係る調査は、平成 28 年 4 月の酒匂の状況についてデータのとりまとめを行った。

(1) 汚泥圧送管撤去に係る調査期間

調査期間を表-1 に示す。送泥停止前、停止中、貯留汚泥送泥の 3 期間とし、影響を比較した。

表-1 調査期間

区分	期間
送泥停止前	14 日前である、1 月 28 日～2 月 10 日 14 日間
送泥停止中	2 月 11 日～2 月 22 日 12 日間
貯留汚泥送泥	2 月 23 日～3 月 18 日 25 日間

(2) 調査項目

調査項目については、酒匂の処理状況を把握するため、以下の項目とした。

また、参考として、寿町の処理状況の調査も記載する。

ア 酒匂の状況

(ア) 寿町からの貯留汚泥の送泥状況

- a 汚泥量及び DS 量
- b 汚泥濃度

(イ) 水質の時間変動

- a 流入水 (COD、SS、BOD)
- b 最初沈殿池流出水及び最終沈殿池流出水 (COD、SS、BOD、アンモニア性窒素)

(ウ) 水処理状況

- a 最初沈殿池の汚泥堆積量
- b 反応タンクの状況 (空気倍率、MLSS)
- c 放流水質 (COD、SS、BOD)

(エ) 汚泥処理状況

- a 重力濃縮槽の状況 (滞留時間、堆積量)
- b 脱水機の運転状況 (脱水汚泥量、含水率)
- c 焼却炉運転状況 (焼却汚泥量、燃費)

(オ) 臭気発生状況

水処理及び汚泥処理における臭気発生状況の確認

イ 寿町の状況

(ア) 水処理状況

- a 反応タンク流入水質 (COD、SS、BOD、アンモニア性窒素)
- b 反応タンクの状況 (空気倍率、MLSS、SV)
- c 放流水質 (COD、SS、BOD)

(イ) 試験送水の状況

- a 酒匂への送水量

6. 結果及び考察

(1) 汚泥圧送管撤去に係る調査

ア 酒匂の状況

(ア) 寿町貯留汚泥の送泥状況

寿町の貯留汚泥の送泥は、送泥開始日当日は、9時から21時まで1時間ごとの間欠送泥とし送泥時間を6時間とした。以降は、貯留汚泥濃度が1.5%以上と高濃度であり、水量が少ない時間帯では送泥時に必要となる送水を酒匂と寿町に分水できないことから、19時、21時、23時、7時、9時の5時間送泥とした。

酒匂で重力濃縮槽に余裕ができた3月8日より送泥時間を19時から22時、7時から9時まで連続送泥し、送泥時間を7時間に延長した。貯留汚泥の濃度が低下した3月11日より18時から22時、7時から10時まで連続送泥し、送泥時間を9時間に延長した。

寿町貯留汚泥の濃度から、3月13日には貯留汚泥の排出が終了したと考えられる。以降3月14日～3月31日までは、通常発生する汚泥を試験送水により酒匂へ送泥することとし、20時から23時、7時から11時まで連続送泥し送泥時間を7時間とした。

2月23日から3月13日まで20日間の送泥DS量は、115.4t、日平均5.8tであった。寿町からの送泥DS量を図-6、貯留汚泥の送泥量を図-7、汚泥濃度を図-8に示す。

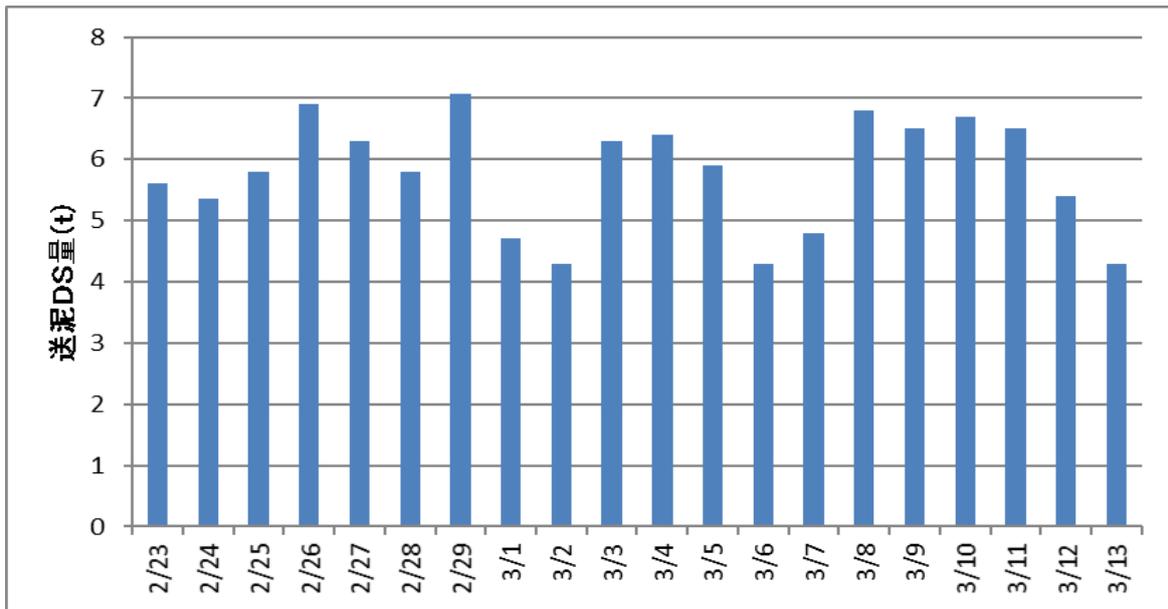


図-6 送泥 DS 量

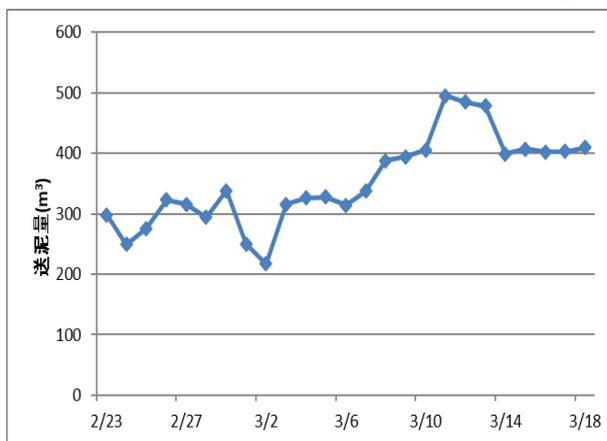


図-7 貯留汚泥送泥量

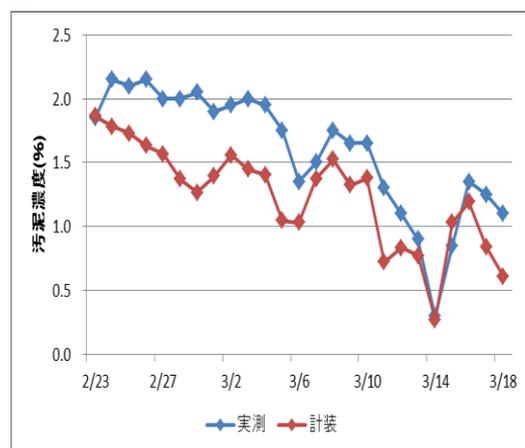


図-8 汚泥濃度

(イ) 水質の時間変動

2月23日から24日の酒匂の流入水、最初沈殿池流出水及び最終沈殿池流出水の水質の変動を図-9,10,11,12に、測定結果の平成28年1月平均値との比較を表-2に示す。

寿町からの送泥は、21時までであったので、24日1時以降の流入水のCOD、SSについては、参考として分析した。

寿町からの送泥が1時間毎の間欠送泥のため、流入下水のCOD、SS、BODとも時間変動が大きいですが、最初沈殿池流出水では、平準化されており、通常と変わらなかった。

流入水の水質は、貯留汚泥送泥時では、1月平均値と比較するとCOD、SSが60%以上増加したが、BODの増加は、35%程度の増加にとどまった。また、23日1日の平均値では、COD、BOD、SSとも30%以内の増加となった。最初沈殿池流出水は、23日1日の平均値では、COD、SSに多少の増加がみられたものの、BODは、変化がなかった。

また、最初沈殿池流出水のアンモニア性窒素は、COD等と同様に平準化され、最終沈殿池流出水では不検出であり、硝化に影響はみられず、最終沈殿池流出水の水質

は、通常どおり良好であった。

このことから、寿町貯留汚泥の大部分は、最初沈殿池で沈殿したものと考えられる。寿町では、1月21日から臭気対策及び汚泥の沈降性の改善のため、流入水にポリ鉄を注入しており、その効果が考えられる。

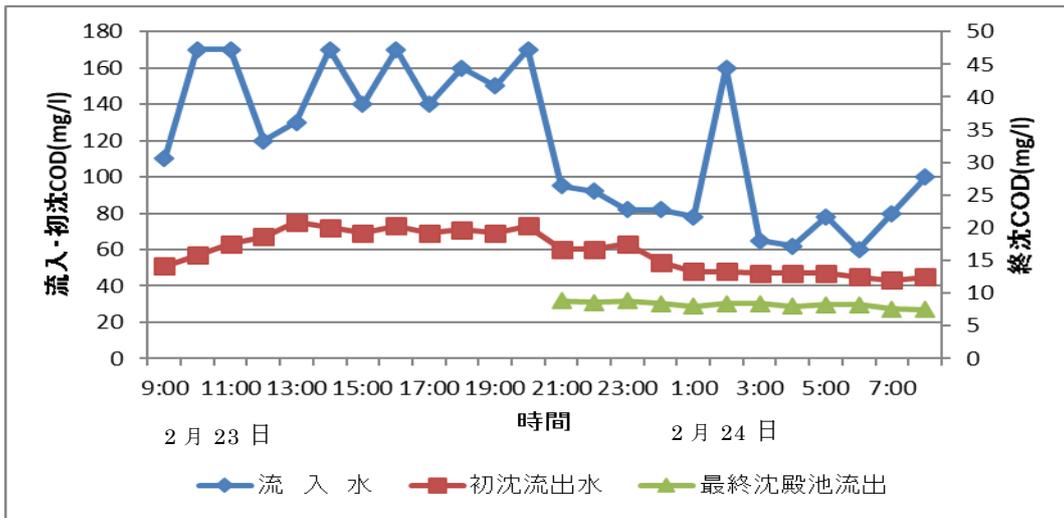


図-9 流入水、最初沈殿池流出水及び最終沈殿池流出水の COD

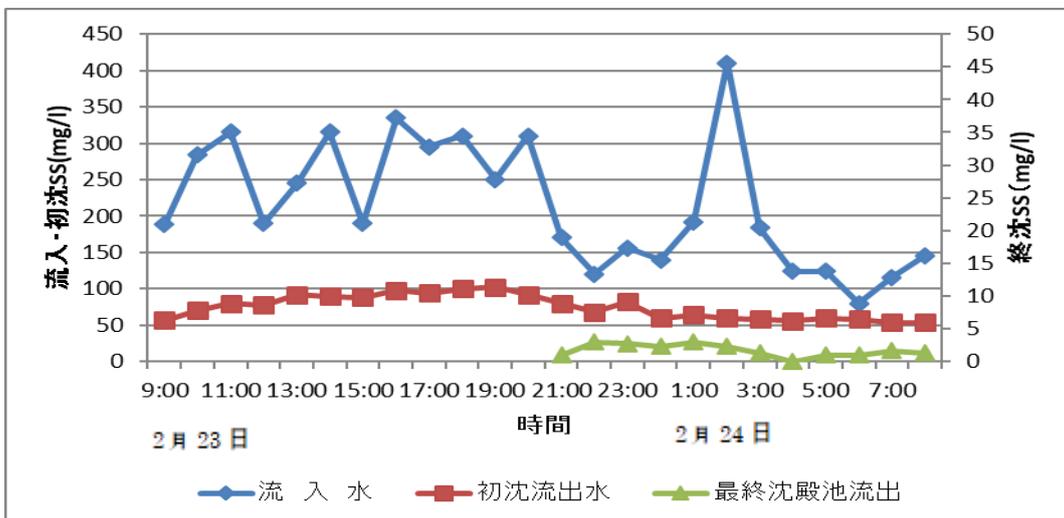


図-10 流入水、最初沈殿池流出水及び最終沈殿池流出水の SS

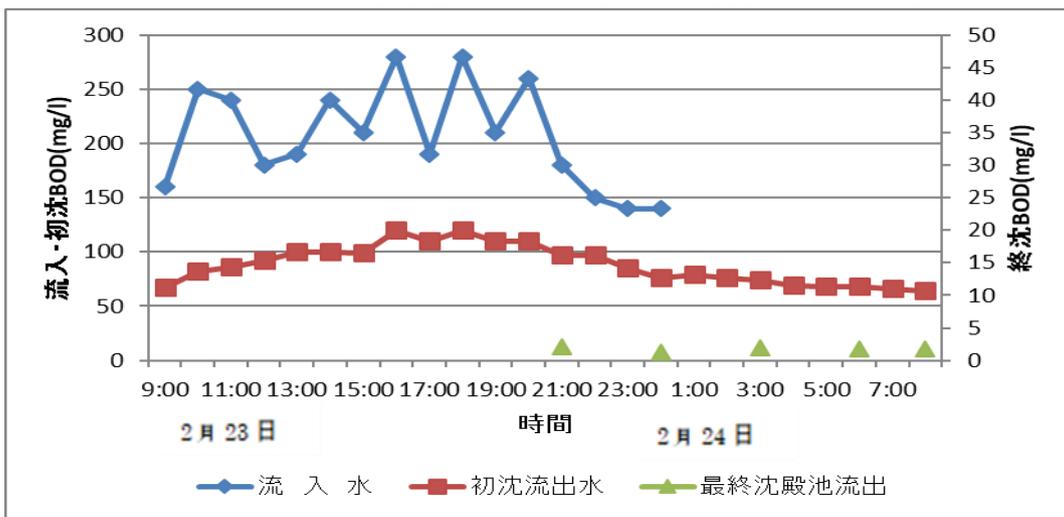


図-11 流入水、最初沈殿池流出水及び最終沈殿池流出水の BOD

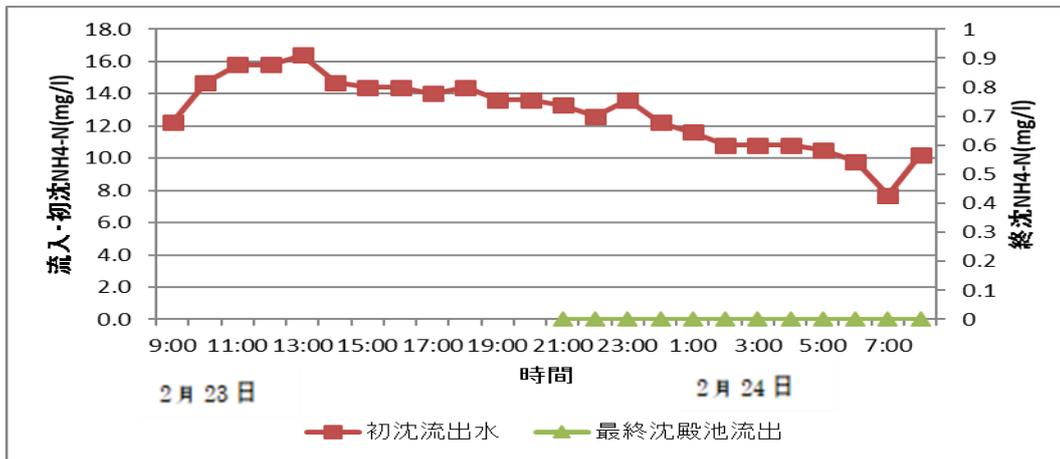


図-12 最初沈殿池流出水及び最終沈殿池流出水のアンモニア性窒素

表-2 水質測定結果

項目	流入水			最初沈殿池流出水	
	1月 平均値	貯留汚泥 送泥時	2月23日 平均値	1月 平均値	2月23日 平均値
COD (mg/l)	92	150	120	51	59
BOD (mg/l)	170	230	210	88	88
SS (mg/l)	167	276	216	61	75

(ウ) 水処理状況

a 最初沈殿池の汚泥堆積量

1月28日から3月18日までの最初沈殿池の汚泥堆積量を図-13に示す。

送泥停止前では、後述する重力濃縮槽の項目のとおり工事により使用できる池数に制限があったため、汚泥界面の上昇が発生し、最初沈殿池の汚泥堆積量も増加がみられたが、寿町の送泥停止中は、重力濃縮槽への投入汚泥量が減少したため、重力濃縮槽の汚泥界面が低下し最初沈殿池の汚泥堆積量も低下した。

貯留汚泥送泥期間は、多少の増加はみられたが、問題はなかった。

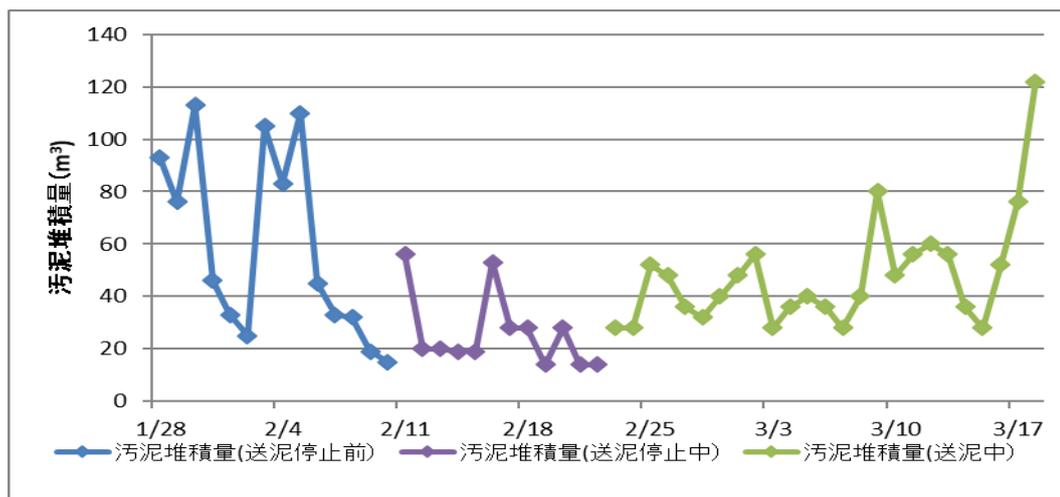


図-13 最初沈殿池の汚泥堆積量

b 反応タンクの状況（空気倍率、MLSS）

反応タンクの空気倍率の変動を図-14に示す。

反応タンクの空気倍率は、雨天による空気倍率の低下があるものの、貯留汚泥の受入前に空気倍率が低下したが、貯留汚泥送泥期間すべてにわたっての空気倍率の異常な上昇なく、特に3系の空気倍率の上昇は少なかった。3月3日から7日の5日間に空気倍率の増加の継続がみられ、3月6日の2系5.7倍3系3.2倍が最大値となったが、この期間は、流入下水量が低下したため、送風量の多少の増加はあったが、空気倍率としての数値が大きいものとなった。

貯留汚泥の受入前に空気倍率が低下した原因として、最初沈殿池の使用池数を2系3系とも、2池から4池へ増加させ、最初沈殿池の滞留時間を延長したことが考えられる。

最初沈殿池の滞留時間は、2系が1.4時間から2.8時間、3系が1.0時間から2.1時間へ延長され、それぞれの設計値は、2系2.0時間3系1.6時間である。新しい設計である3系の設計値を基準とし比較すると、2系は2池でもほぼ滞留時間が確保されており、3系は4池にすることで滞留時間が確保されたこととなった。

最初沈殿池流出水の水質は、自動採水器を2系にしか設置していないためデータがないので、今後3系にも設置し調査を行う必要があり、最初沈殿池の滞留時間を延長することで、空気倍率の低下が望めることは、今後の水処理施設運用の検討材料となる。

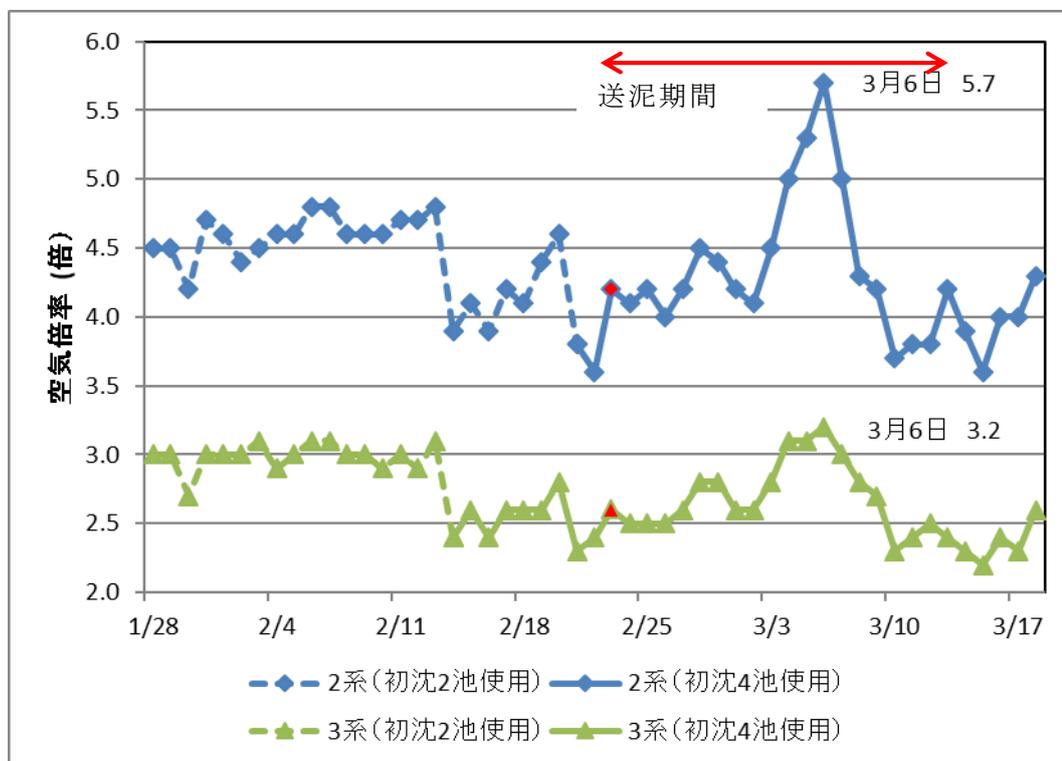


図-14 反応タンク 空気倍率

反応タンクのMLSSの変動を図-15に示す。反応タンクのMLSSは、貯留汚泥送泥までに、2系2,130mg/l、3系1,730mg/lまで低下させた。2系3系とも、貯留汚泥のほとんどが最初沈殿池で沈殿したことから、MLSSの上昇は、3系では、3月2日までの10日間に300mg/lの増加がみられ、3月3日からは、最初沈殿池汚泥の処理を優先したため、最大で、500mg/lの増加となった。2系では、貯留汚泥送泥を開始しても、MLSSの増加はなく、3月6日に1系へ汚泥を移送する必要が生じたことから、3月2日より余剰汚泥量を削減し、MLSSを増加させた。汚泥を移送したことから、3月7日の2系のMLSSは、急激に減少している。

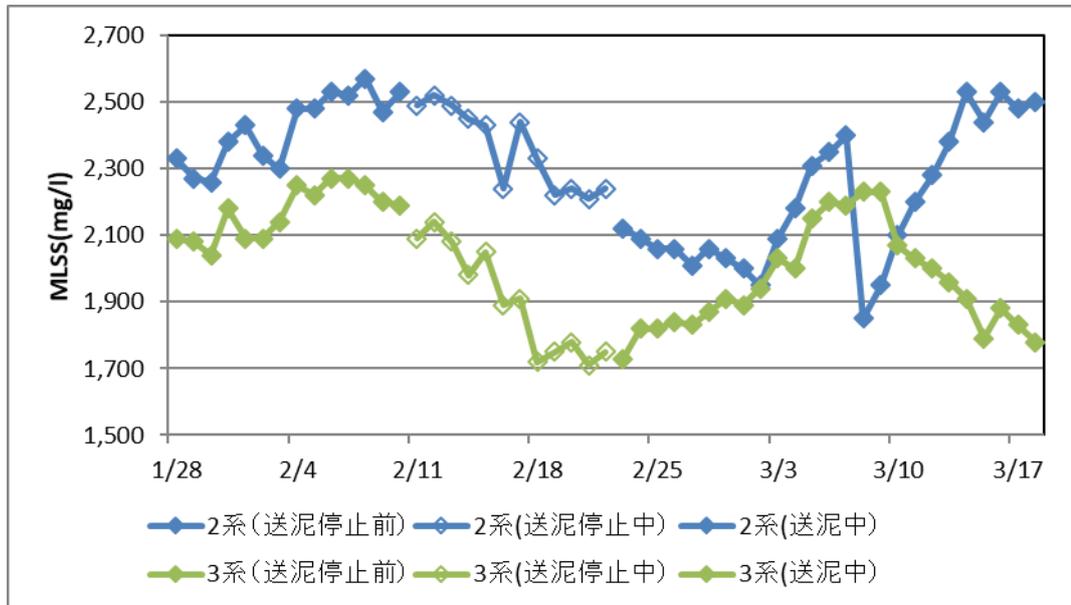


図-15 反応タンク MLSS

c 放流水質 (COD、SS、BOD)

放流水の水質を図-16 に示す。放流水の水質は、貯留汚泥が送泥されても、通常と変わらず、放流水の基準値を遵守できた。

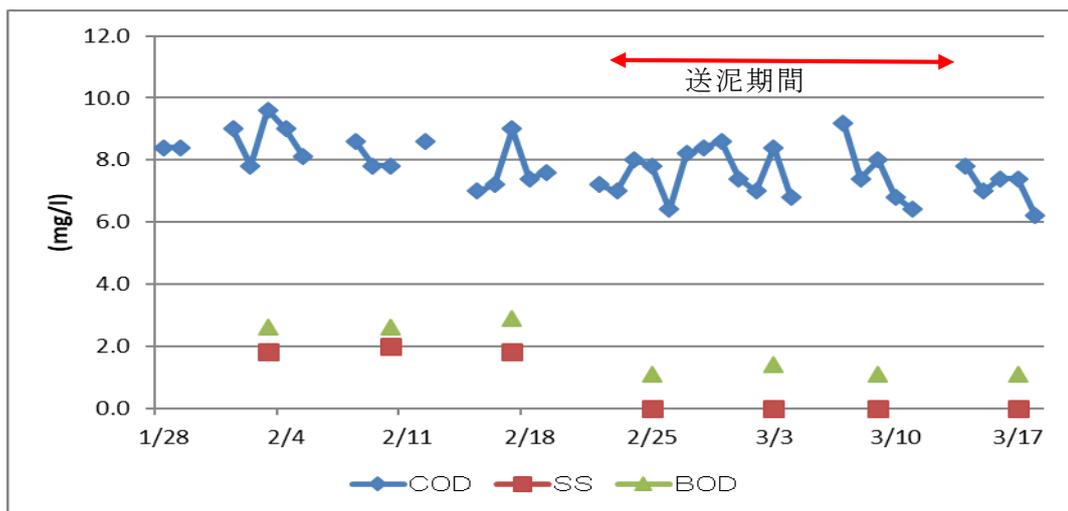


図-16 放流水 水質

(エ) 汚泥処理状況

a 重力濃縮槽の状況 (滞留時間、堆積量)

重力濃縮槽における汚泥堆積量及び滞留時間を図-17 に示す。改築工事により使用できる槽数の減少が発生したため、1月6日から2月22日までは2槽、2月23日から26日までは3槽の使用となった。2月26日からは4槽すべて使用することができた。

調査を開始した1月28日から送泥停止する2月10日までは、2槽しか使用できなかったため、貯留量は少なく滞留時間も短い、汚泥界面は高い状況が続いた。

2月10日からは、寿町の汚泥が送泥されないことから、重力濃縮槽の汚泥界面は、通常に復帰し、滞留時間は延長された。

2月26日からは4槽使用可能となったが、後述する焼却炉の停止などから、2月28日から汚泥界面の上昇がみられた。3月1～2日には寿町へ送泥量の削減の要請を行

ったが、3日朝には、汚泥界面は通常に復帰し、以降は問題なく処理できた。脱水汚泥量が減少したことから、この期間の滞留時間は、長くなった。

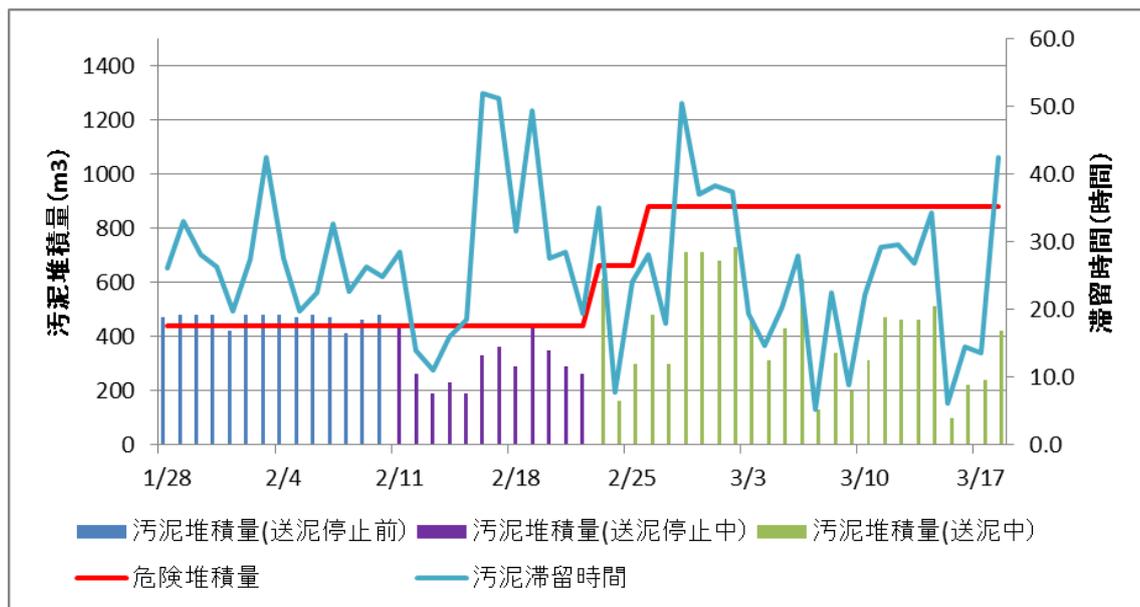


図-17 汚泥堆積量及び滞留時間

b 脱水機の運転状況（脱水汚泥量、含水率）

汚泥脱水量及び含水率の変化を図-18に示す。

脱水汚泥量は、送泥前の平均は60.3tであるが日間変動が大きく、送泥停止中は45.8tと低下し、貯留汚泥送泥期間は、54.3tとなったが、日間変動は少なかった。

含水率は、送泥前が重力濃縮槽の使用できる池数が少なく最初沈殿池において汚泥の堆積が発生したため、汚泥が腐敗気味であったことから、含水率が高かった。貯留汚泥の受入れ後は、重力濃縮槽が適切に運用できたことから、含水率が低下している。

一方、貯留汚泥を処理することから、汚泥性状が変化することで発生する高分子凝集剤の不適合が懸念されたが、問題なく処理できた。

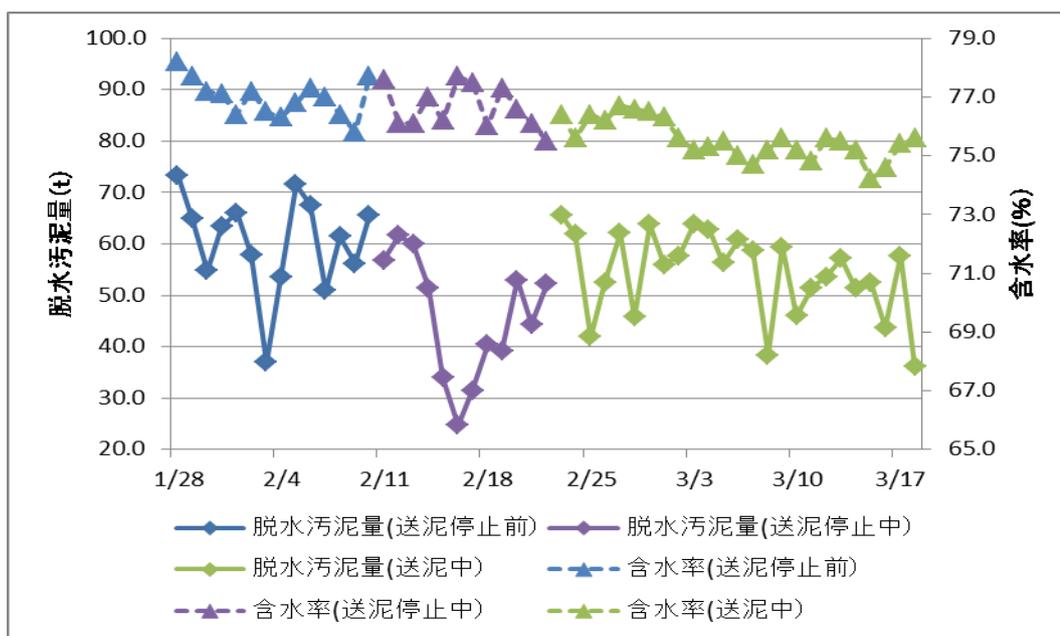


図-18 脱水汚泥量及び含水率

c 焼却炉運転状況（焼却汚泥量、燃費）

焼却汚泥量を図-19、予熱を除いた燃費及び総燃料使用量を図-20、に示す。送泥の予定が当初 2 月 26 日であったため、2 月 25 日に設備停止作業を設定しており、焼却炉を一時停止した。また、2 月 26 日及び 3 月 1 日には、焼却炉の不具合により、一時焼却を停止しており、1 日の焼却量が定格値 60t とならない日が発生した。

予熱を除く燃費は、送泥前、送泥停止中及び貯留汚泥送泥期間すべてにおいて日間変動が大きかった。貯留汚泥送泥期間の燃費は、含水率の変動がなかったことから、特段増加は見られず、良好に処理された。

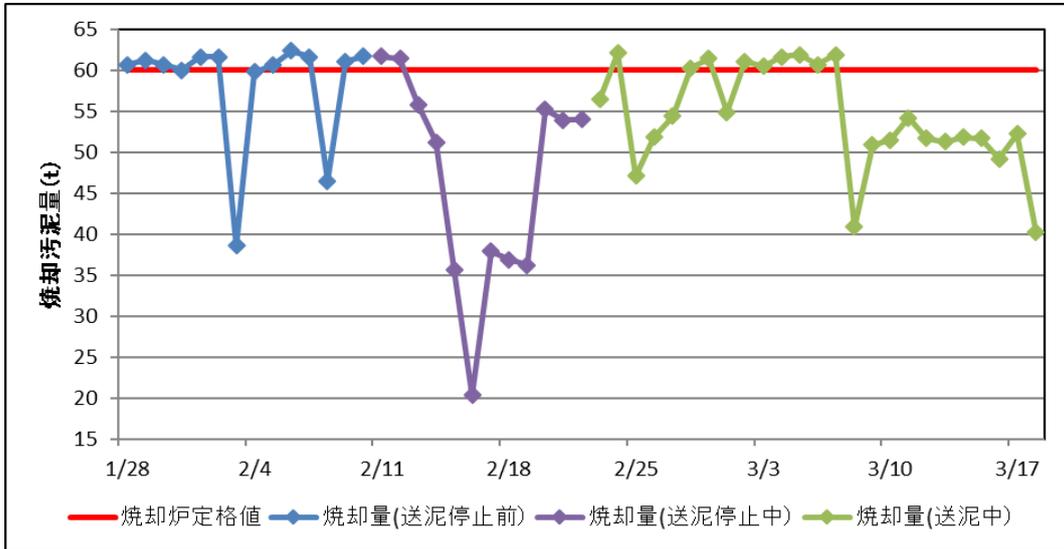


図-19 焼却汚泥量

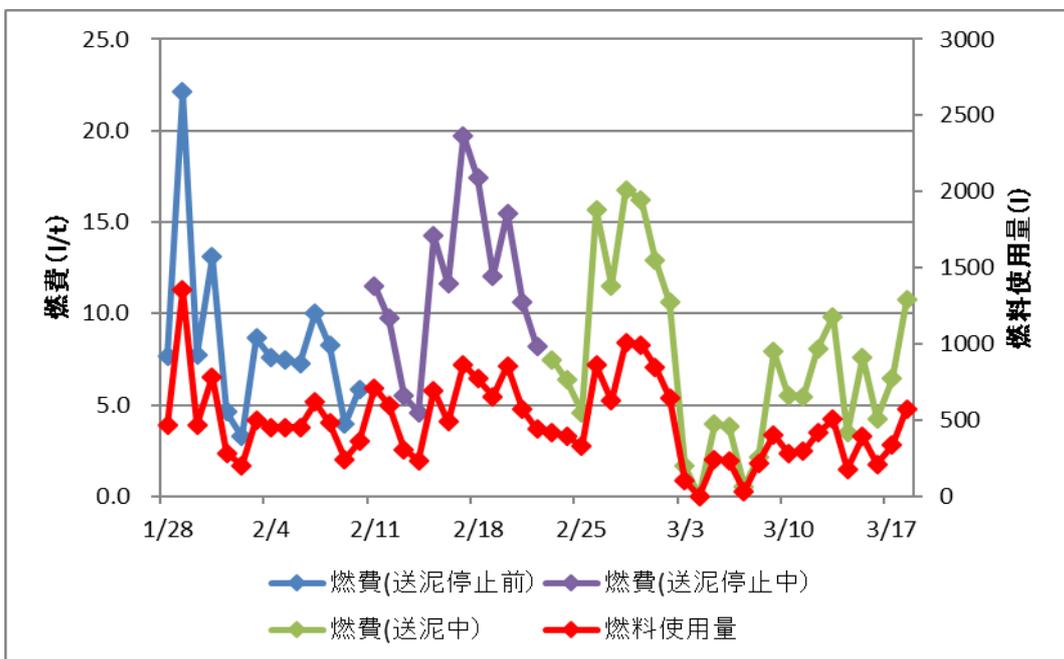


図-20 予熱を除いた燃費及び燃料使用量

(オ) 臭気発生状況の確認

実証実験時には、貯留した汚泥の送泥は酒匂の生汚泥混合槽であったが、汚泥圧送管撤去時の送泥は水処理系列であったため、比較ができないが、水処理及び汚泥処理における臭気発生状況の確認をしたところ臭気の発生はなく、臭気対策としても 1 月 21 日から寿町において注入したポリ鉄の効果と考えられる。

イ 寿町の状況

(ア) 水処理状況

a 反応タンク流入水質 (COD、SS、BOD)

寿町における反応タンク流入水の水質を図-21 に示す。2月18日から19日には、SSの増加がみられたが、それ以外は良好に管理された。

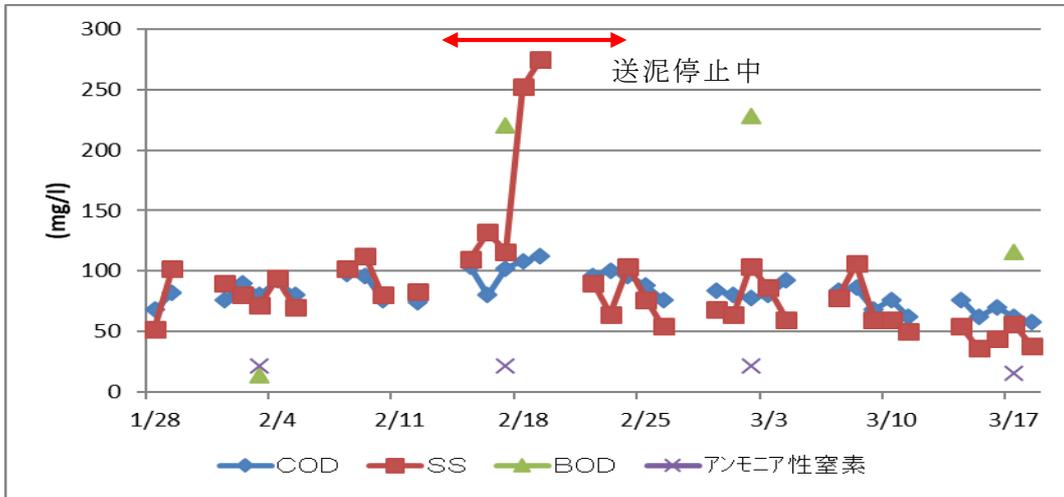


図-21 寿町反応タンク流入水の水質

b 反応タンクの状況 (空気倍率、MLSS、SV)

寿町における反応タンクの空気倍率を図-22 に、MLSS を図-23、SV を図-24 に示す。雨天により空気倍率が低下した日があるが、それ以外は、汚泥貯留期間に空気倍率の上昇はなかった。MLSS は、送泥停止期間には、上昇はみられなかったが、貯留汚泥の送泥を開始した後に、増加がみられた。寿町では、反応タンクの管理をSVで行っているため、判断基準の基準値をSV80%としたが、基準値を超えることはなかった。

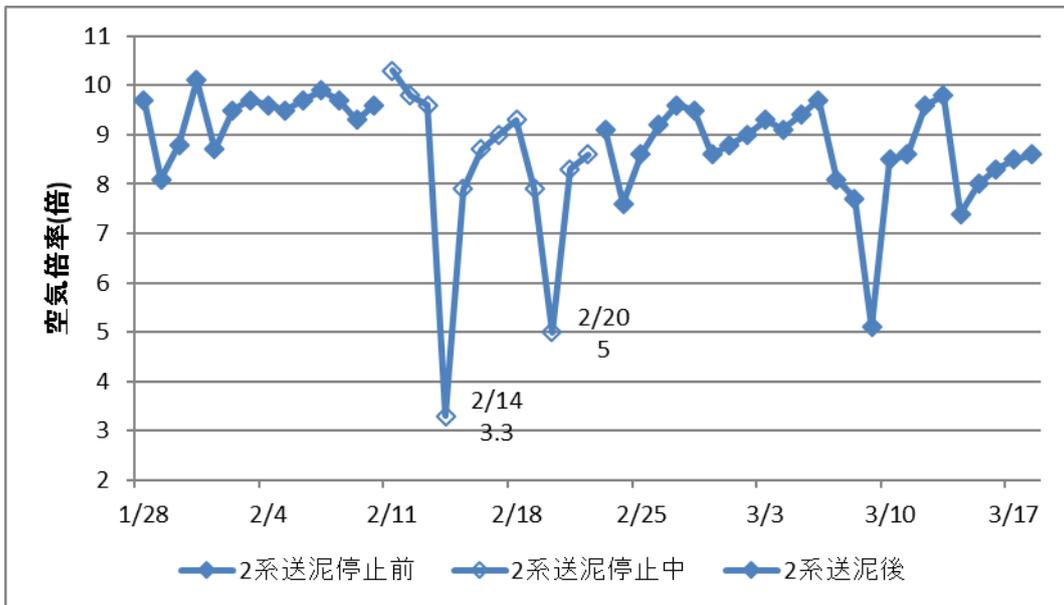


図-22 寿町反応タンク 空気倍率

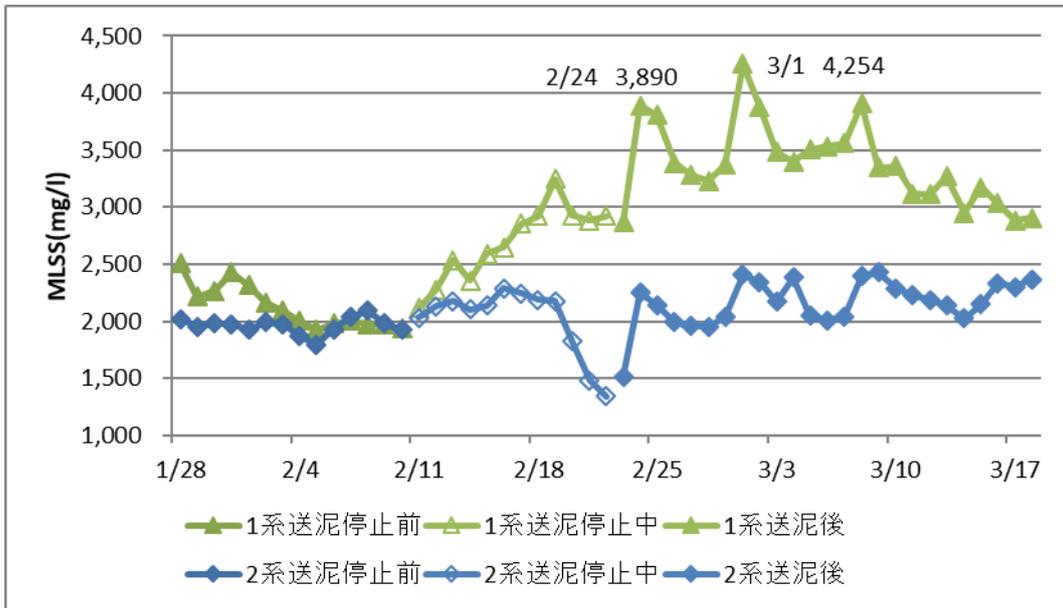


図-23 寿町反応タンク MLSS

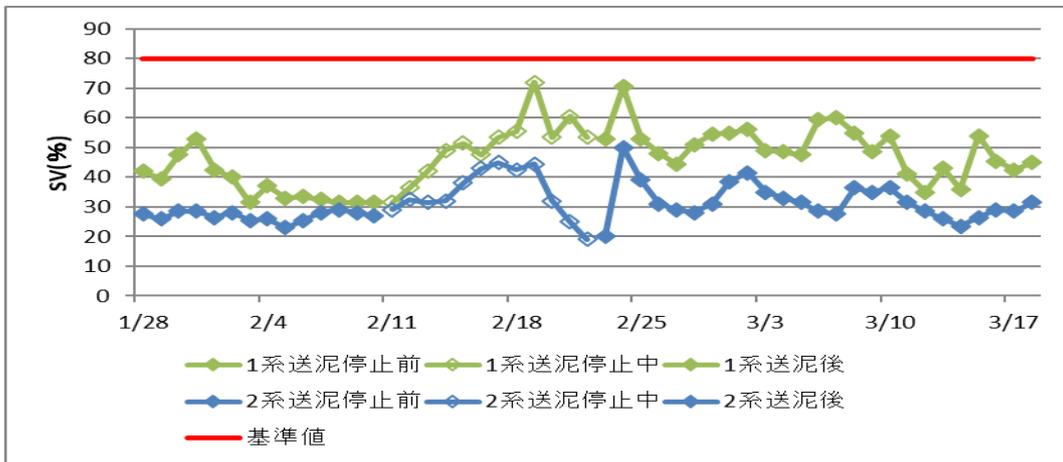


図-24 寿町反応タンク SV

c 放流水質 (COD、SS、BOD)

寿町における放流水の水質を図-25 に示す。

貯留汚泥の送泥を開始した翌日の放流水が悪化したが、基準値を遵守できた。

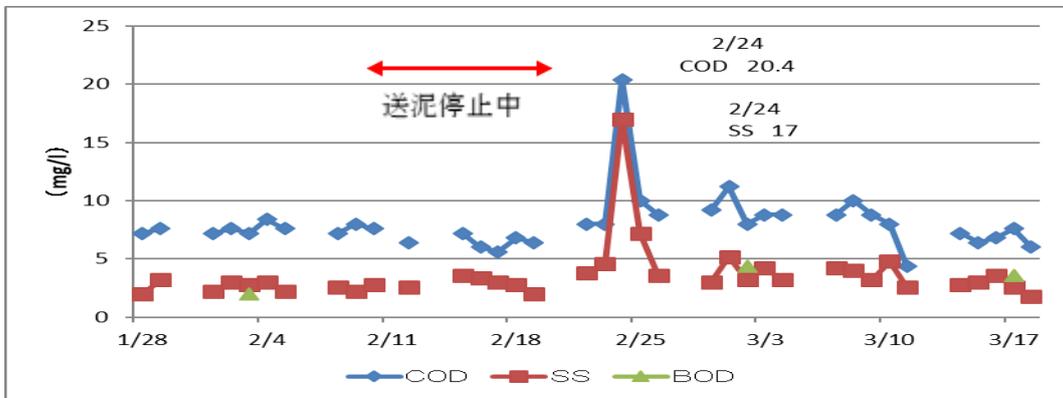


図-25 寿町放流水水質

(イ) 試験送水の状況

a 酒匂への送水量

酒匂への送水量を図-26 に示す。送泥時間を延長すると汚泥を流下させるための送水が必要となるため、送泥時間を延長した期間の送水量が増加した。

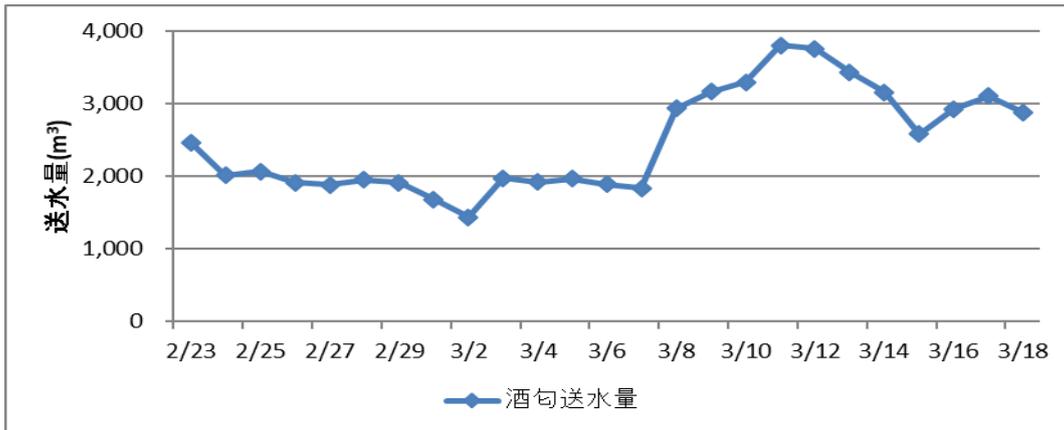


図-26 酒匂への送水量

(2) 編入後の寿町の処理施設内に残る処理工程水の処理

ア 寿町からの送水

寿町の処理施設内に残る処理工程水の状況を表-3、排水フローを図-27 に示す。

表-3 寿町残水の状況

施設名	残水量	汚泥の状況等
汚泥ポンプ井	80m ³	汚泥濃度 約 1.5%
最初沈殿池	1,520m ³	堆積汚泥量 約 230m ³
反応タンク	1系 9,720m ³	MLSS 2,800mg/l DS 25.4 t
	2系 7,056m ³	MLSS 2,200mg/l DS 15.6 t
最終沈殿池	7,500m ³	堆積汚泥量 約 74m ³

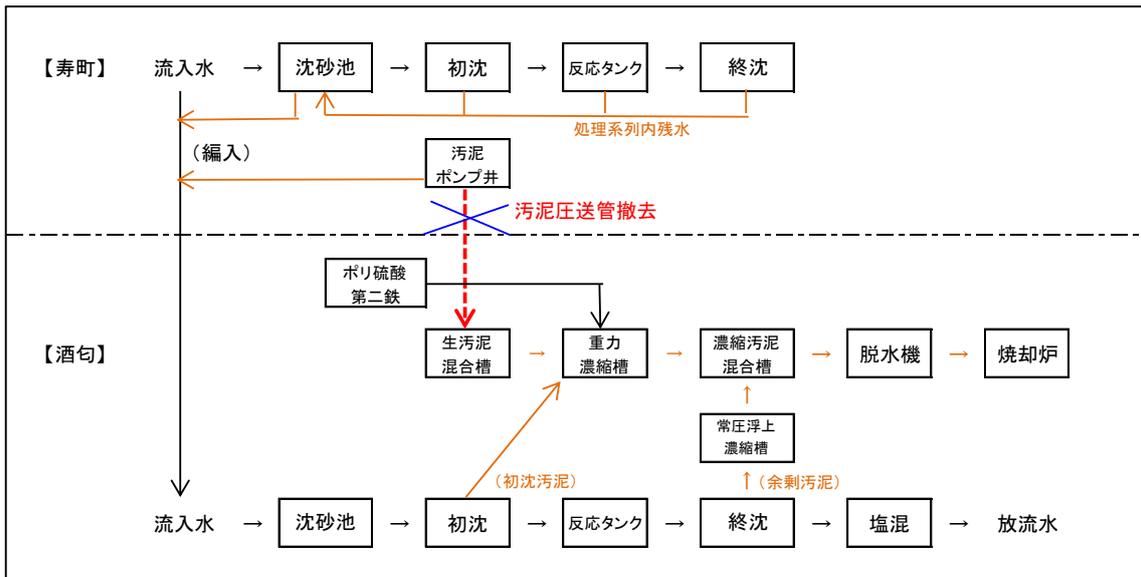


図-27 排水フロー

寿町処理施設内に残る処理工程水については、酒匂への影響及び汚泥の腐敗を考慮し、以下の日程で沈砂池へドレインの後ポンプで揚水し、19号幹線にて酒匂へ送水した。

① 汚泥ポンプ井 4月1日

腐敗しやすく、汚泥量が少ないため、編入当日にドレインした。

② 反応タンク 4月4日から4月15日（土日曜日、雨天日を除く）9日間

反応タンク全量の汚泥は、DSとして41tと多いので1日の送水量を制限する必要があるが、ドレイン量の管理が不可能なため、ドレインする時間を1日7時間とした。1週間の平日5日を、1系は月から水の3日間、2系は木金の2日に振り分け、MLSSの沈降及び腐敗を防止するため曝気しながらドレインした。

③ 最初沈殿池 4月15日

反応タンクのドレインが早く終了したためドレインした。

④ 最終沈殿池 4月18日から25日（土日曜日除く）6日間

汚泥量が少なく処理水が多く水質も良好なため、最後に24時間ドレインした。

イ 酒匂の状況

酒匂の4月の流入水及び放流水の水質を図-28、29、汚泥濃縮槽の状況を図-30、脱水汚泥量と焼却量を図-31に示す。

酒匂の流入水は、反応タンクのドレイン時にSSの上昇がみられたが、COD、BODに特に変化はなかった。放流水の水質は、問題なかった。

濃縮槽でも、汚泥堆積量の増加もなく、良好に処理できた。

脱水汚泥量は、反応タンクのドレイン時に増加がみられたが、焼却炉は、点検及び工事のため脱水機・焼却炉の停止があったが、4月1か月間を定格運転とし良好に処理された。

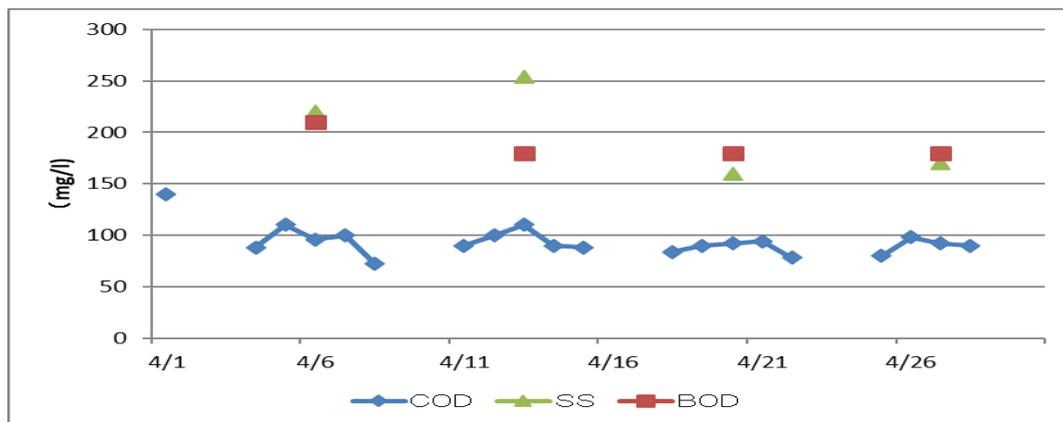


図-28 流入水の水質

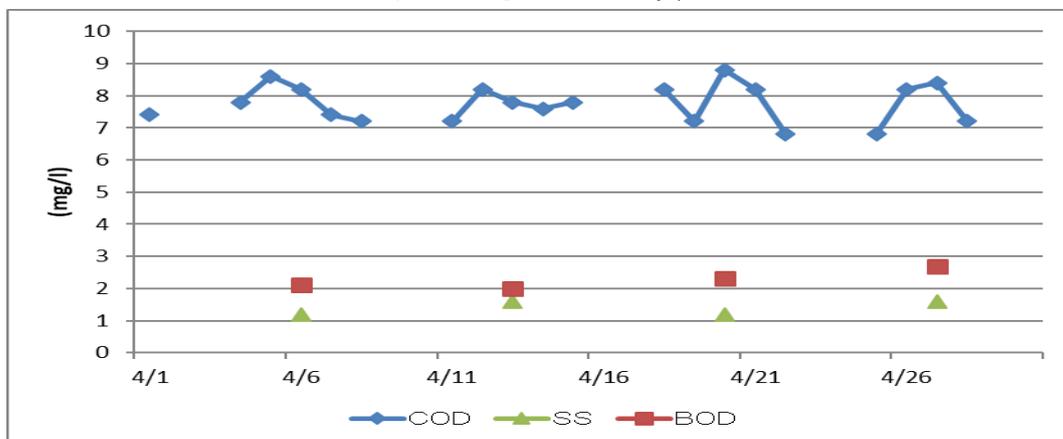


図-29 放流水の水質

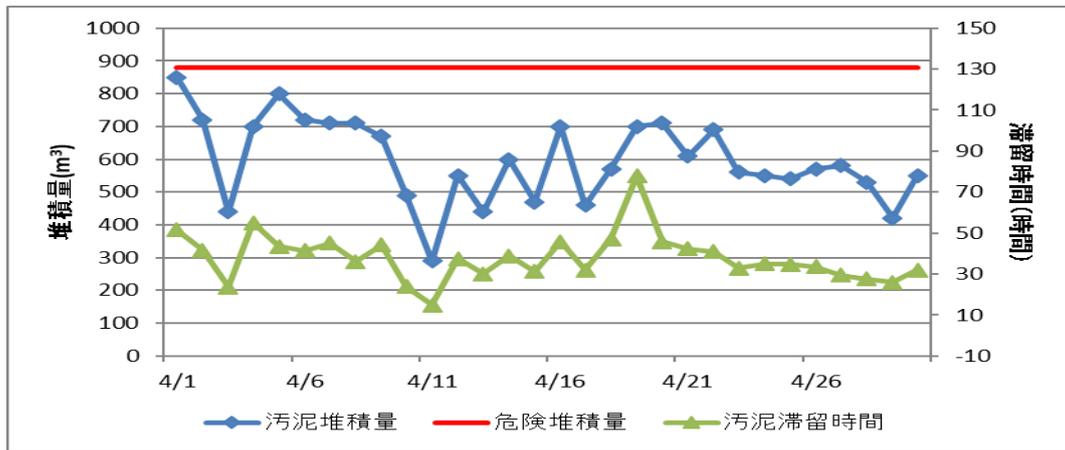


図-30 濃縮槽の状況

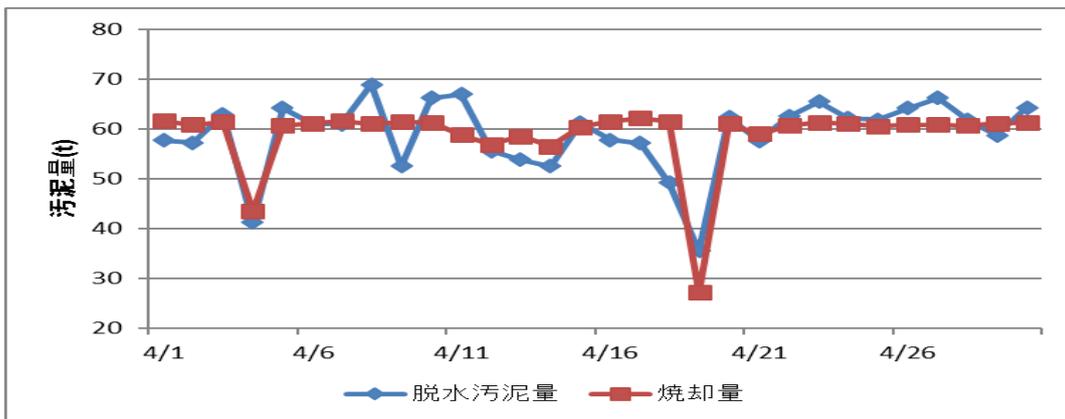


図-31 脱水汚泥量と焼却量

7. まとめ

(1) 今回実施した汚泥圧送管撤去工事における寿町及び酒匂への影響を、平成 25 年度に実施した検証実験結果と比較し、まとめると以下のとおりとなる。

ア 汚泥圧送管撤去に伴う寿町、酒匂の運用方法及び工事時期

汚泥を貯留する寿町の運用方法は、事前準備として可能な限り反応タンクの MLSS 及び SV を下げておくことで、送泥停止による堆積汚泥の増大を最小限にできた。また、臭気対策及び汚泥の沈降性の改善のため、流入水にポリ硫酸第二鉄を注入することが有効であった。

一方、酒匂の運用方法は、汚泥の沈降性がよいことから、最初沈殿池及び重力濃縮槽の汚泥堆積量を可能な限り少なくすることで貯留汚泥を処理できた。

貯留する時期は、汚泥腐敗を考慮すると気温、水温が低下する冬期が適切である。また、送泥停止により堆積汚泥量が増大するため、貯留した汚泥を送泥するにはある程度の日数が必要となる。送泥には流入水を同時に送水する必要があるため、水処理能力以上の流入がある雨天等には放流水質が悪化する危険性があることから、渇水期でもある冬期が適切である。

また、最初沈殿池の滞留時間を延長することで、反応タンクの空気倍率が低減することが確認された。

イ 処理場運用で可能な汚泥貯留期間

今回の汚泥圧送管撤去では、寿町での汚泥の貯留は、12 日間と予定より短かったため、実証実験で貯留した施設と同様の運用で対応した。

貯留汚泥を処理する酒匂では、送泥する汚泥量を 1 日 DS7t、送泥方法を汚泥の負荷量で調整した場合は、水処理、汚泥処理とも可能であることが確認されたが、送泥前に水処理及び汚泥処理が良好に管理されていることが重要となる。また、焼却炉が 1 基しかないため、焼却炉の不具合が発生し焼却汚泥量が減少した場合には、脱水汚泥の場外搬出が発生するが、1 日 60t の汚泥の搬出が可能であれば、貯留期間に影響はない。

実証実験の検証結果から汚泥の貯留可能期間は 20 日程度と想定されていたが、12 日間の貯留でも、貯留汚泥の処理には 20 日間かかっており、汚泥の送泥や汚泥処理から両処理場のリスクを低減するためには、汚泥の貯留期間はできる限り短縮する必要がある。

平成 25 年度に実施した実証実験では、汚泥の貯留実験は行ったが、貯留した汚泥の処理の実験は実施しておらず、貯留汚泥の処理を考慮した貯留期間の検証のためには、貯留汚泥と流入下水との混合試験等を行い、処理可能な濃度等の検討も行う必要があった。

ウ 汚泥の貯留及び貯留汚泥の処理に関する維持管理手法

下水処理施設における汚泥の貯留及び貯留した汚泥の処理については、貯留する側と処理する側において、貯留可能期間及び貯留した汚泥の処理について実証実験を行い、リスクの検証を行う必要がある。また、その検証結果から、処理場の安全対策及び緊急時対応を踏まえた運転操作等の手順書を作成し、相互の連絡体制を密とし運転監視体制を強化することが重要となる。

手順書を作成する際の留意点は、以下の項目となる。

(ア) 共通事項

- a 処理場間のデータの共有
- b 非常時及び想定外の事態に対する連絡体制の確立

(イ) 汚泥を貯留する処理場

- a 汚泥の貯留可能量の把握
 - ・貯留可能な施設のリストアップ、容量等
- b 貯留した汚泥の送泥方法
 - ・貯留汚泥の排出方法
流入水と混合して送泥する場合には、流入水の時間変動及び送泥可能な時間の把握
 - ・貯留汚泥の排出量
貯留汚泥の受け入れは、DS 量を平準化して送泥することで反応タンクへの影響が低減できたことから、送泥量の調整可能な範囲の把握、また送泥するポンプ能力の下限值が高く受入れ可能な送泥量を超過する場合には、間欠送泥にするなどの送泥方法の検討
 - ・臭気対策等
ポリ鉄の注入は臭気対策及び汚泥の沈降性の改善のために有効であったので、ポリ鉄の注入場所及び注入率の選定

(ウ) 貯留した汚泥を処理する処理場

- a 貯留した汚泥の受入可能量の把握
 - ・汚泥濃縮槽、脱水機、焼却炉における増加可能量の把握
 - ・水処理として受け入れる場合
反応タンクへ影響を与えない汚泥量、1 時間当たり受け入れ可能量の把握
- b 発生汚泥量の削減
 - ・連絡幹線の使用（扇町へ送水）により、汚泥の発生量を減少させる。
- c 処理施設における故障等による処理能力低下時の対応
 - ・送泥量の削減及び停止の判断基準作成
水処理、重力濃縮、機械濃縮、脱水処理、焼却処理、各工程における状況と対策

・焼却炉停止時の対策

現在の酒匂の場合は、焼却炉が1基しかないため、焼却炉の不具合が発生した場合には、脱水汚泥を搬出できる体制を整える。

(2) 編入後の処理施設内に残る処理工程水の処理

処理施設内に残る処理工程水の処理にあたっては、反応タンクのMLSSがかなり多量の汚泥量として残存するので、その処理が一番の課題となる。

反応タンクを既存の曝気装置を使用し、腐敗防止及び汚泥の沈降防止のため曝気しながら、受入先である酒匂の汚泥処理能力にあわせたドレイン時間とすることで、問題なく処理できた。

今回の調査研究は、酒匂管理センター職員で行いました。

(代表者) 河野ますみ

川原俊彦、諸戸登、下野俊二、加藤潤、森口智裕、石川稔、深瀬孝一

○ 研究報告の経緯

昭和56、57年度（第1号）

1	高度処理実験	水質管理課
2	加圧活性汚泥法による下水処理	水質管理課
3	残留塩素除去実験（次亜塩素酸ナトリウムの適正添加量の把握と残留塩素の飛散について）	水質管理課
4	予備エアレーション効果と風量について — 考察 —	下水処理第一課
5	柳島管理センターにおける活性汚泥生成量調査	下水処理第二課
6	柳島管理センターにおける余剰汚泥量調査解析	下水処理第二課
7	柳島管理センターにおける返送汚泥調査解析	下水処理第二課
8	柳島管理センターにおけるエアレーション風量調査解析	下水処理第二課
9	エアレーションタンク内における活性汚泥のSVI及びR _r の変動調査	下水処理第二課
10	エアレーションタンク内におけるSVIの調査解析	下水処理第二課
11	エアレーションタンク内における活性汚泥の生物相に関する調査	下水処理第二課
12	エアレーションタンク内におけるBOD及びCOD（Mn）の除去特性の調査	下水処理第二課
13	沈砂の再利用実験	業務課
14	模型スクープ式発酵槽によるベルトプレス脱水ケーキのコンポスト化の検討	業務課
15	ベルトプレス脱水ケーキの雨よけ堆積発酵実験	業務課
16	簡易発酵槽による脱水ケーキ発酵処理の操作条件の検討	業務課
17	硫酸バンド添加による汚泥の脱水への影響	水質管理課
18	汚泥の調質実験（その1）	下水処理第一課
19	汚泥の調質実験（その2）混合汚泥に含まれる粗繊維のろ過速度への影響と季節変動について	下水処理第一課
20	流入下水及び処理水に含まれる汚濁成分の検出に関する研究	水質管理課
21	シアン化イオンの分析に及ぼす共存亜硝酸イオンの影響について	水質管理課
22	CODの測定方法に関する研究	下水処理第二課
23	晴天時汚水量の解析調査	業務課
24	臭気除去実験	水質管理課
25	柳島管理センターにおける年間の風向調査について	水質管理課
26	埋立処理汚泥の経年変化追跡装置からの浸出水の生物学的処理	水質管理課

昭和58年度（第2号）

1	加圧活性汚泥処理方法	水質管理課
2	エアレーションタンクへの硫酸バンドの添加効果	下水処理第三課
3	模型スクープ式発酵槽による石灰、塩化第二鉄凝集脱水ケーキの発酵実験	業務課
4	汚泥の調質実験（その3）（硫酸第一鉄、過酸化水素を用いた調質汚泥の加圧脱水機への適用）	下水処理第一課
5	汚泥焼却灰混入モルタル強度試験	下水処理第三課
6	下水汚泥の埋立処分地における浸出水質の変動調査	水質管理課
7	埋立処理汚泥の経年変化追跡装置からの浸出水の生物学的処理（II）	水質管理課
8	四之宮管理センターにおける年間の風向調査結果について	水質管理課

昭和59年度（第3号）

1	エアレーションタンク及び最終沈殿池における燐の挙動調査	水質管理課
2	流入下水中の着色成分分析	下水処理第三課
3	簡易発酵槽による脱水ケーキ発酵の操作条件の検討	業務課
4	酒匂管理センターのベルトプレス脱水機用凝集剤選定実験	水質管理課
5	UV計による硫酸バンドの添加量自動制御のための基礎調査	水質管理課
6	鉢物用培養土における汚泥肥料（発酵汚泥）の混合率に関する幼植物試験	業務課
7	埋立処理汚泥の経年変化追跡装置からの浸出水の生物学的処理（III）	水質管理課

8	発酵汚泥から発生するガスの土壌脱臭装置による脱臭実験及び強制通風による二次発酵実験	水質管理課
9	コンピュータを利用した維持管理の基礎的研究	下水処理第一課
10	固化灰長期浸出試験	下水処理第二課
11	汚泥の活性炭化実験	下水処理第三課

昭和60年度(第4号)

1	エアレーションタンク内における最初沈殿池流出UV濃度の拡散、平均化に関する調査	下水処理第三課
2	生物膜式及び浮遊式併用汚泥法によるアンモニア性窒素の硝化実験	水質管理課
3	余剰汚泥の常圧浮上濃縮実験	水質管理課
4	柳島管理センター混合汚泥の脱水実験(高分子凝集剤選定等)	水質管理課
5	四之宮管理センター混合汚泥の脱水実験(高分子凝集剤選定等)	水質管理課
6	汚泥焼却炉排ガスベンチュリーに含まれる水銀の除去	水質管理課
7	下水汚泥の活性炭化実験調査	下水処理第三課

昭和61年度(第5号)

1	各種洗剤の下水への影響調査	水質管理課
2	最終沈殿池における水耕栽培実験	水質管理課・下水処理第二課
3	下水処理における塩素消毒効果調査	下水処理第一課
4	発酵処理汚泥を築山盛土材として用いたときの浸出水の量及び水質変化	水質管理課

昭和62年度(第6号)

1	放流水消毒のための次亜塩素酸ナトリウムの効率的添加法	水質管理課
2	汚泥処分と臭気対策(第1報) — 汚泥運搬車の臭気対策 —	業務課・水質管理課・下水処理第一課
3	汚泥処分と臭気対策(第2報) — 脱水ケーキの消臭剤選定試験 —	水質管理課・業務課
4	汚泥処分と臭気対策(第3報) — アンケート調査による汚泥運搬車用消臭剤の選定 —	業務課・水質管理課
5	汚泥処分と臭気対策(第4報) — バックホウ搭載型消臭剤散布装置の効果 —	業務課・水質管理課
6	汚泥処理施設から発生する臭気調査	下水処理第三課・水質管理課
7	都市下水中のn-ヘキサン抽出物質分析方法の検討	水質管理課
8	目久尻川における流域の下水道整備による水質改善効果	水質管理課
9	四之宮管理センターにおける活性汚泥生物相	下水処理第一課

昭和63年度(第7号)

1	ゲルクロマトグラフィーによる下水及び処理水の評価	水質管理課
2	硫酸バンド注入方法の検討	下水処理第三課
3	柳島管理センターにおける硝化と運転条件の関係	下水処理第二課
4	汚泥処分と臭気対策(第5報) — 固定処理法の見直し(臭気対策) —	業務課・水質管理課
5	汚泥処分と臭気対策(第6報) — 固定処理法の見直し(臭気対策) —	業務課
6	改良剤添加による発酵汚泥の改善	業務課

平成元年(第8号)

1	ゲルクロマトグラフィーによる事業場排水の評価	水質管理課
2	し尿・下水混合処理実験	下水処理第三課
3	活性汚泥における硝化とその制御	水質管理課・下水処理第一課
4	硝化運転時における最終沈殿池の汚泥浮上対策	下水処理第二課
5	汚泥貯留地浸出水の処理	水質管理課
6	n-ヘキサン抽出物質についての追跡調査	水質管理課
7	微生物脱臭の検討	水質管理課・下水処理第一課
8	高分子凝集剤の選定方法に関する検討	水質管理課・下水処理第三課
9	汚泥肥料「やまゆり2号」アンケート調査	業務課

平成2年度(第9号)

1	活性汚泥法による溶解性有機物質の除去特性	水質管理課
2	下水の高度処理に関する研究 — 限外ろ過 —	水質管理課

3 冬期間のアンモニア性窒素の硝酸化と活性汚泥の沈降性の悪化（SVIの上昇）対策

下水処理第二課

平成3年度（第10号）

- | | |
|---------------------------------|-------|
| 1 木炭を担体とした微生物脱臭塔による硫黄系臭気の除去について | 水質管理課 |
| 2 活性汚泥変法による窒素除去の検討 | 水質管理課 |
| 3 脱水汚泥の嫌気性消化に関する実験 | 水質管理課 |

平成4年度（第11号）

- | | |
|----------------------------------|-------|
| 1 脱水汚泥の嫌気性消化に関する実験（第2報） | 水質管理課 |
| 2 微生物による硫黄系臭気の除去について（第2報） | 水質管理課 |
| 3 硫黄系臭気の除去に関する充填塔式微生物脱臭装置の充填材の検討 | 水質管理課 |

平成5年度（第12号）

- | | |
|-------------------------|-------|
| 1 微生物による悪臭成分の除去 | 水質管理課 |
| 2 脱水汚泥の嫌気性消化に関する研究（第3報） | 水質管理課 |

平成6年度（第13号）

- | | |
|----------------|-------|
| 1 CODの除去に関する調査 | 水質管理課 |
|----------------|-------|

平成7年度（第14号）

- | | |
|---|-------|
| 1 汚泥腐敗に伴う悪臭物質調査と脱水性に関する研究（その1）
— 汚泥腐敗に伴う悪臭物質調査と脱水性調査 — | 水質管理課 |
| 2 ディスポーザー使用による下水処理施設への影響に関する調査 | 水質管理課 |

平成8年度（第15号）

- | | |
|---------------------------|-------|
| 1 濃縮汚泥から発生する臭気ガスの制御に関する研究 | 水質管理課 |
| 2 ヨウ素添着炭による脱臭効果に関する研究 | 水質管理課 |

平成9年度（第16号）

- | | |
|--|-------|
| 1 濃縮汚泥の凝集・ろ過等に関する研究 — ヨウ素添着活性炭による脱臭効果について（第2報） — | 水質管理課 |
| 2 濃縮汚泥の凝集・ろ過等に関する研究 — 汚泥凝集度測定器の利用について — | 水質管理課 |
| 3 濃縮汚泥の凝集・ろ過等に関する研究 — 古紙を利用した下水汚泥の脱水性の改良について — | 水質管理課 |
| 4 濃縮汚泥の凝集・ろ過等に関する研究 — 濃縮汚泥への防臭剤の添加と脱水性について — | 水質管理課 |

平成10年度（第17号）

- | | |
|--------------------------------|-------|
| 1 ヨウ素添着活性炭による脱臭効果について（第3報） | 水質管理課 |
| 2 古紙を利用した下水汚泥の脱水性の改良（重力ろ過について） | 水質管理課 |
| 3 担体充填式生物脱臭法の調査について | 水質管理課 |

平成11年度（第18号）

- | | |
|---|-------|
| 1 古紙及び廃プラスチックを利用した下水汚泥の脱水性の改良（重力ろ過について） | 水質管理課 |
| 2 ヨウ素添着活性炭による脱臭効果について（第4報） | 水質管理課 |

平成12年度（第19号）

- | | |
|---------------------------|----------|
| 1 結合型固定化微生物による下水処理調査 | 水質管理課 |
| 2 柳島管理センター水処理第7系列の運転実態の報告 | 柳島管理センター |
| 3 汚泥濃縮槽から発生する臭気の調査と脱臭について | 酒匂管理センター |

平成13年度（第20号）

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| 1 結合固定化微生物による下水処理調査（第2報） | 水質管理課 |
| 2 回転加圧脱水機（ロータリプレスフィルタ）の脱水性能調査報告 | 柳島管理センター |
| 3 その他 | |
| (1) 臭気対策のための施設調査について | 業務部臭気対策プロジェクトチーム |
| (2) 放流水中の残留塩素の測定及び管理について | 業務部水質担当者 |

平成14年度（第21号）

- | | |
|--------------------------------|---------------|
| 1 下水処理場の臭気に関する調査研究 | |
| (1) 各管理センターにおける脱臭設備の効果測定結果について | 臭気対策プロジェクトチーム |

<ul style="list-style-type: none"> (2) 最初沈殿池のスカム対策について (3) 下水処理水の臭気指数に関する調査 	柳島管理センター 水質管理課
<ul style="list-style-type: none"> 2 下水処理施設の運転管理に関する調査研究 <ul style="list-style-type: none"> (1) 汚泥濃縮・脱水方式の違いによる分離液の性状比較について (2) 最初沈殿池汚泥掻寄機の間欠運転について (3) 処理場施設の腐食について 	四之宮管理センター 酒匂管理センター 土木・建築部会
平成15年度(第22号)	
<ul style="list-style-type: none"> 1 下水処理場の臭気に関する調査研究 <ul style="list-style-type: none"> (1) 処理施設内の臭気調査とその対策の検討 (2) 下水処理水の臭気に関する調査 2 下水処理施設の運転管理に関する調査研究 <ul style="list-style-type: none"> (1) 超微細気泡散気装置の設置による省エネルギー効果等の調査 (2) 処理場施設の腐食について (3) 広域汚泥処理に伴う汚泥性状の把握と有効な濃縮方法の検討 (4) 汚泥濃縮・遠心脱水による返送水への影響について 	臭気対策プロジェクトチーム 水質管理課 柳島管理センター 土木・建築部会 酒匂管理センター 四之宮管理センター・水質チーム
平成16年度(第23号)	
<ul style="list-style-type: none"> 1 酒匂川流域下水道に流入する指定化学物質(P R T Rデータ)の解析結果 2 深槽反応タンクにおける効率的な散気装置設置条件の検討 	水質管理課 柳島管理センター
平成17年度(第24号)	
<ul style="list-style-type: none"> 1 汚泥焼却設備の低負荷運転について 2 相模川流域下水道に流入する指定化学物質(P R T Rデータ)の解析結果 3 ポリ硫酸第二鉄添加による臭気除去効果について 4 水処理系列毎における揚水分配量の検討結果について 5 酒匂管理センターにおける汚泥処理について 	機械設備研究チーム 水質管理課 四之宮管理センター・扇町管理センター 柳島管理センター 酒匂管理センター
平成18年度(第25号)	
<ul style="list-style-type: none"> 1 柳島管理センターにおける省エネ対策の取組について 2 焼却炉から発生するシアン対策 3 汚泥処理における生物脱臭設備の効率的な運用の検討 	柳島管理センター 扇町管理センター 扇町管理センター
平成19年度(第26号)	
<ul style="list-style-type: none"> 1 柳島管理センターにおける脱水機の効率的な運用について 2 柳島管理センターにおける省エネ対策の取組について 3 効率的な塩素注入率の検討 4 下水処理場における新型水質計測器の有効性とその活用について 	柳島管理センター 柳島管理センター 扇町管理センター 酒匂管理センター
平成20年度(第27号)	
<ul style="list-style-type: none"> 1 水処理計装機器の管理方法についての検討 2 活性炭交換時期の適正化について 3 連絡2号幹線の運用について 4 門沢橋ポンプ場の脱臭設備における脱臭剤の選定について 	相模川流域計装機器検討グループ 水質チーム 扇町管理センター 四之宮管理センター
平成21年度(第28号)	
<ul style="list-style-type: none"> 1 ポリ硫酸第二鉄による臭気対策効果について 2 余剰汚泥へのポリ硫酸第二鉄添加による遠心濃縮機の省エネと消臭効果について 3 水処理施設の処理状況と今後の維持管理対応 4 遠心脱水機の低遠心力運転について 	柳島管理センター 柳島管理センター 四之宮管理センター 四之宮管理センター
平成22年度(第29号)	
<ul style="list-style-type: none"> 1 戸田ポンプ場の送水時における人孔内の硫化水素濃度の挙動 2 下水道公社における省エネルギー対策の取組み ― 汚水ポンプ揚程の低減化における検証 ― 	四之宮管理センター 四之宮管理センター
平成23年度(第30号)	
<ul style="list-style-type: none"> 1 反応タンクにおける散気設備の更新周期等の検討 ― 四之宮管理センターの事例 ― 	四之宮管理センター

2 柳島管理センターにおける汚泥処理施設の検証	柳島管理センター
3 放射性物質を含む焼却灰に関する基礎調査	四之宮管理センター・柳島管理センター
4 下水処理場における電力削減と維持管理について	業務課・四之宮管理センター
平成24年度(第31号)	
1 四之宮管理センターにおける汚泥処理施設の検証について	四之宮管理センター
2 下水道公社による省エネルギー対策の取組みについて	四之宮管理センター
— 最初沈殿池における汚泥掻寄機の運転方法の見直しに関する調査 —	
3 スクリュープレス脱水機の効率的な運用に関する検討	四之宮管理センター
平成25年度(第32号)	
1 汚泥処理返流水から発生する硫化水素による施設への影響について	四之宮管理センター
2 四之宮せせらぎの森における生態系と管理に関する実態調査	四之宮管理センター
3 相模川汚泥貯留地浸出液の経年変化と下水道排出への管理手法について	水 質 課
平成26年度(第33号)	
1 1,4-ジオキサンの事業場排出実態調査について	水 質 課
2 活性炭吸着塔への腐植質脱臭剤導入による脱臭剤交換費用の削減について	四之宮管理センター
3 寿町終末処理場の流域下水道編入に係る維持管理対応について	酒匂管理センター
平成27年度(第34号)	
1 活性炭交換時期の適正化について	水 質 課
2 汚泥処理施設へのポリ硫酸第二鉄注入による硫化水素発生抑制効果について	四之宮管理センター
3 水処理施設における汚泥引抜ポンプの振動対策について	柳島管理センター
平成28年度(第35号)	
1 神奈川県流域下水道終末処理場の電力削減に関する共同研究	共同研究会
2 浸出液排水設備の管理手法の見直しに関する検討	水 質 課
3 過給式流動炉の運用について	四之宮管理センター
4 寿町終末処理場の流域下水道編入に係る維持管理対応について(第2報)	酒匂管理センター

研究報告書（第35号）

発 行 公益財団法人神奈川県下水道公社

神奈川県平塚市四之宮四丁目19番1号

TEL 0463 (55) 7211

FAX 0463 (55) 7216

発行年月 平成30年1月