

1. 情報システムを活用した処理場・ポンプ場施設における 計画的維持管理の取組について

下水道部 下水道計画課 宮本 洋輔

1 はじめに

川崎市下水道事業では、令和2年度以降アセットマネジメントを本格導入することとしているが、維持管理に関する計画や、維持管理情報の管理手法の整備が課題となっている。そこで、維持管理等の情報を蓄積し、蓄積した情報を分析・検討することで計画の改善に繋げるマネジメントサイクルの実施を支援する情報システムの構築を進めている。本稿は、この情報システムを活用した計画的維持管理の取組について報告するものである。

2 計画的維持管理における情報システムの必要性

計画的維持管理では、目標の設定に始まり、リスクマネジメントによる中長期的な予測と計画策定、実施、評価及び改善といったPDCAサイクルを継続的に実施する。その中で、維持管理情報の量と質を確保し、適正な評価や予測の精度向上を行うためには、情報システムの活用は必要不可欠である。

3 処理場・ポンプ場の維持管理に関するシステムの概要

計画的維持管理を支援する情報システムでは「台帳管理」「維持管理」「事業計画管理」等の機能を構築しているが、今回報告する維持管理機能の概要は以下のとおりである。

「保全カレンダー」・・・各保守点検の予定と実績の管理をカレンダー形式で行う機能

「シナリオ管理」・・・点検や保守作業の対象設備や点検項目を管理する機能

「点検結果管理」・・・結果の登録に特化したタブレット専用のアプリケーション

「故障・異常記録」・・・発生した故障情報と処置情報を時系列で記録する機能

これらの情報は全て施設・設備台帳の機能の中にも集約して表示することで、設備ごとに関連する計画や実績を一覧することを可能とした。

4 今後の予定

維持管理機能については、今後仮運用を踏まえたシステムの改良を行い、最適化していく。特に、これまでは情報の蓄積に関する機能に注力してきたが、今後は蓄積した情報の分析に関する機能に力を入れて、改善していきたいと考えている。

情報システム全体としては、維持管理機能で蓄積した情報をもとに改築・修繕計画や事業計画を立案する機能を年度内に構築する予定であり、今後のアセットマネジメントに活用させていきたいと考えている。

2. 下水道光ファイバネットワークの更新検討について

下水道部 施設課 小川 俊喜

1 はじめに

現在、川崎市内全域に構築された下水道管きよの一部には、環状に光ファイバケーブルが布設されており、それを用いた下水道光ファイバネットワークを利用した幾つかのシステムが構築され、伝送される情報は多岐にわたる。システムの根幹となる光ファイバケーブルは、現在更新の時期を迎えており、更新にあたっては従来の利用方法に加え、さらなる活用に向けて検討を進めているところである。

本稿では、下水道光ファイバネットワークを用いて伝送を行うシステムについて、現段階で運用しているシステム、今後の導入が検討されるシステム、また今後光ファイバケーブルの更新を進めるにあたり検討している項目について報告する。

2 現在運用中のシステム

- 1) 遠方監視システム
- 2) 広域レーダ雨量情報システム
- 3) 送泥管理システム

3 今後導入が検討されるシステム

- 1) 水位検知システム
- 2) 内線電話
- 3) ビデオ会議システム
- 4) 遠方監視システムの拡張

4 ケーブル更新における検討

通信に用いる光ファイバケーブルの心線は出来るだけ分割されている方がより信頼性は高くなるため、老朽化に伴う更新時には光ファイバケーブルの心数を多心化することで、今後下水道光ファイバネットワークを多様なシステムに対応できるようにしていく。

また、現在、光ファイバケーブルは川崎市内を環状に布設されており、断線が発生しても、それまでの通信と逆周りに通信を行うことで通信の持続性を担保しているが、今後はその影響を出来るだけ短く小規模なものとするためにメッシュ状のネットワークにすることを検討している。

5 まとめ

光ネットワークを用いたシステムに関して、現状を踏まえた今後の取組みについて検討内容を紹介した。実現に向けて、よりよい方法があるか、必要な作業は何か等々の検討は今後も継続して行っていく。

また、未接続施設までのルート構築等、容易に解決できない検討項目も数多くあるため、皆様の協力も得ながら下水道光ファイバネットワークの更新を進めていきたい。

3. 入江崎水処理センター西系新着水井の 接続工事における施工方法に関する報告

南部下水道事務所 工事課 大鹿 祐二

1 工事概要

本工事は、入江崎水処理センターの再構築事業の一環として、放流きょ、新西着水井（以下、新着水井）、導水きょ及び大師河原系連絡管廊を築造する工事である。さらに、築造した新着水井と既設着水井（以下、東着水井）を接続し、東着水井へ流入する汚水及び入江崎総合スラッジセンター（以下、スラッジセンター）からの返流水を通水するとともに、不使用となる西系旧沈砂池への旧導水きょを閉塞する工事である。本稿は、2018年度に新着水井と接続、2019年度に旧導水きょの閉塞を行った際の施工方法に関する報告である。

2 課題

東着水井は、常時、大島幹線と大師河原幹線からの汚水及びスラッジセンターからの返流水が流入している。また、主ポンプ運転水位の設定により、水位が高い状態にある。接続工事及び閉塞工事の施工にあたり、東着水井に人が入り、安全に施工を行うため、流入水量をできる限り減らすとともに、水位を下げる必要があった。

3 対策

東着水井へ流入する水量に関する対策として、大島、観音川及び大師河原ポンプ場等からの送水を停止し、流入水量を減らした。さらに、既設管を活用し、スラッジセンター返流水について、東着水井をバイパスした。東着水井の水位に関する対策としては、西系主ポンプを停止し、東系主ポンプのみによる低水位運転（東着水井底部高さ以下）とした。これらの水量及び水位に関する対策に伴い、スラッジセンターに供給する設備用水及びゼロエミッション工業団地で利用される高度処理水を確保するため、送水停止時、限られた流入水量を東系高度処理施設で優先的に処理するとともに、設備用水用の標準法系列最終沈殿池における水量・水位を管理した。また、返流水を全量、東系水処理施設へバイパスしている間、水処理への負荷（りん）が高くなることから、処理水質を確保するため、返流水へ必要な凝集剤を添加するりん負荷低減対策を行った。

4 まとめ

ポンプ場からの送水停止及び返流水のバイパスにより、東着水井へ流入する水量を低減するとともに、東系主ポンプ低水位運転により、水位を下げる事ができた。また、限られた流入水量の中で、施設運用を工夫し、設備用水や高度処理水を確保することができた。さらに、返流水中のりん負荷を低減することで、東系における処理水質を確保した。これらの対策により、東着水井内における施工を無事終えることができた。

4. スラッジセンター混合槽 PAC 注入設備による 返流水りん負荷低減効果の調査

下水道部 入江崎総合スラッジセンター 柴田 宗則

1 はじめに

入江崎総合スラッジセンター（以下「スラッジセンター」という。）は、市内の4つの水処理センターで発生した下水汚泥を集約処理する施設である。濃縮、脱水工程で発生した排水は、焼却系の排水などとともに返流水として隣接する入江崎水処理センター（以下「入江崎 T」という。）に送水され処理されている。この返流水には汚泥から溶出したりんが大量に含まれており、入江崎 T は他の水処理センターに比べ流入するりん負荷が格段に高い。特に入江崎 T 東系処理施設（以下「東系」という。）は構造上返流水が流入しやすく、処理方式も標準活性汚泥法であることから、令和2年4月1日より適用される水質汚濁防止法に係る上乗せ条例の本則基準（りん濃度として許容限度 4mg/L）の遵守が困難な状況であった。そこで、スラッジセンターでは、混合槽への PAC 注入設備を令和元年7月から稼働させ、汚泥から溶出したりんをりん酸アルミニウムとして固定化、焼却灰として系外へ排出することで、返流水のりん負荷低減に取り組んでいる。本稿では、混合槽への PAC 注入設備によるスラッジセンターでのりん除去効果と、返流水りん負荷低減による入江崎 T 処理水の改善効果についての調査結果を報告する。

2 調査概要

PAC 注入率を A1 として 0mg/L、33mg/L、48mg/L、55mg/L の4条件で、スラッジセンターと入江崎 T 各処理工程の試料を採取し、りん濃度などを測定、混合槽でのりん除去効果や、返流水りん負荷低減による入江崎 T 処理水りん濃度への影響を調査した。また、PAC 注入によるスラッジセンターの固形物発生量への影響などについても調査した。

3 調査結果

1) 調査より PAC 注入率と除去りん酸イオン態りん濃度について次の関係式が得られた。

$$y = 0.53x - 0.51 \quad (y : \text{除去りん酸イオン態りん濃度} \quad x : \text{PAC 注入率})$$

注入率と除去りん酸イオン態りん濃度は直線的な比例関係であったことから、PAC 注入による混合槽流出汚泥りん酸イオン態りん濃度の定量的な管理が可能であり、混合槽への PAC 注入には返流水りん負荷低減対策として効果が期待できる。

2) スラッジセンターの固形物発生量は混合槽のりん酸イオン態りん除去濃度から算出すると、PAC 注入率 33~55mg/L の範囲で、1.1~1.8t/日程度増加していると考えられる。

3) PAC 注入期間中の東系全りん濃度（日間平均値）は概ね 2mg/L 以下と安定しており、スラッジセンター混合槽への PAC 注入による返流水りん負荷低減は、入江崎 T 東系処理水りん濃度の改善対策として効果を発揮しているといえる。

5. 渡田ポンプ場改築土木その3 工事における 軌道近接場所での杭工事施工実績報告

南都下水道事務所 工事課 高橋 健

1 はじめに

渡田ポンプ場は、昭和18年11月に雨水施設が、昭和39年9月には污水施設が運転を開始しており、新しい污水施設でも運転開始後、土木躯体の標準耐用年数の50年以上を経過し老朽化が進んでいる。市民への安定した下水道サービスの提供のためには、施設の再構築や施設の機能高度化が必要であり、これにより大規模災害への対応や省エネルギー化による環境対策が実現することとなる。本論では、老朽化した渡田ポンプ場の再構築事業の一環である老朽化した雨水沈砂池を撤去し、新たな雨水沈砂池を構築するための基礎杭施工において、営業している軌道に近接した杭の施工のために、軌道に影響の小さな工法の選定を行い施工したことから、その施工実績や軌道変位の実績を報告するものである。

2 杭の施工

本工事では、軌道近接やその他条件を総合的に判断し、回転圧入工法（先端開口タイプ）を選定した。施工に際して本杭の1本目を試験杭として扱い、計画した施工法での施工の可否、施工時の騒音・振動の影響、杭の打止め条件等を確認し、施工管理に必要な資料を得ることとした。特に打止め条件については、これまでの施工実績から、N値と回転トルクには相関があることが知られており、回転トルクによる管理をすることとした。

試験杭では、想定した支持層での回転トルクの急激な上昇があったことから、事前に想定した支持層の標高と管理手法の確かさが確認できた。また、大きな振動・騒音もなく、周辺住宅からの苦情もなかったことから、本工法での杭施工の実施が可能であることが確認できた。この管理手法により本杭を施工した結果、全ての杭において支持層まで貫入させることができ、杭の品質が確保された。

3 軌道計測管理

軌道計測は、必要とされる計測精度や計測頻度を満たしたうえで、経済性に優れたトータルステーションによる三次元測量を選定した。最大変位は、水平が5.8mm、高低が3mmであり、事前に東日本旅客鉄道(株)と協議して設定した変位管理値に収まった。これにより、軌道に近接して施工する際の回転杭工法（先端開口タイプ）の確実性が実証された。

4 まとめ

軌道近接工事が軌道へ与える影響は、鉄道事業者との協議により適切な施工方法や計測管理等を行うことで最小限としなければならない。本工事では、軌道近接工事における回転圧入工法（先端開口タイプ）において、杭の施工による軌道への影響が変位管理値の1/6～1/3であり、安全な施工が可能であることが確認できた。

6. アルキル水銀分析方法改正に伴う業務の検討

下水道部 下水道水質課 小島 慶太

1 はじめに

平成 31 年 3 月に「水質汚濁に係る環境基準について (S46.12 環境庁告示第 59 号)」が改正され、アルキル水銀の水質分析において、抽出に使用する溶媒が、ベンゼンからトルエンへと変更された。これを受けて、アルキル水銀分析について、試験業務における溶媒の使用に関連する法令を整理するとともに、最適な試験方法および分析条件の検討とその妥当性を評価し、これを報告する。

2 溶媒の性状や管理および使用にあたっての法令への対応

ベンゼンはヒトの発がん性が証明されている特別管理物質だが、トルエンは発がん性が証明されておらず特別管理物質に指定されていない。このことからベンゼンに代わってトルエンを当課試験室で扱うにあたり、健康診断の記録保存が 30 年から 5 年へ、同じく作業環境測定記録の記録保存が 30 年から 3 年へ、作業記録については 30 年保存から必要なしとなり、特別管理物資の掲示が不要となるなどの法令上の要件は緩和された。

3 分析方法や条件の検討とその妥当性の確認

今回の改正における分析方法の変更点は、全工程で抽出に使用する溶媒がベンゼンからトルエンへと変更されたことのみであるから、原則的に従来の方法のベンゼンの部分をトルエンに変更して試験し、必要に応じて手順や条件を変更した。まず、複数の規格のトルエンをガスクロマトグラフィー (GC) で測定し、クロマトグラムを比較して、夾雑物が少なく安価な RoHS 規格のトルエンを選定した。続いて、GC 測定時のカラム温度とキャリアガス流量を決定するために、温度と流量の条件を変えて測定し、クロマトグラム上で適切な分離と良好な感度が得られる条件として、カラム温度 130°C、キャリアガス流量 30mL/min を選定した。

こうした条件の下で、アルキル水銀が適切に定量されることを確かめるために標準物質の添加回収率試験と分析機器検出下限値 (IDL) および定量下限値 (IQL)、そして分析方法の検出下限値 (MDL) および定量下限値 (MQL) の算出のための試験を行った。環境省の化学物質環境実態調査実施の手引き (平成 27 年度版) に従い、目安とされている 70~120% の回収率が得られ、IDL、IQL、MDL、MQL が公定法に定められた定量下限値 0.5 mg/L を下回ることをもって、今回検討したトルエン溶媒を用いたアルキル水銀分析方法の妥当性を確認した。

7. 水処理センターの高度処理化に向けた 微生物群集構造に関する研究

下水道部 下水道計画課（技術開発担当） 薄井 宗光

1 はじめに

本市の各水処理センターからの下水処理水が最終的に流れ込む東京湾では、下水処理水などに含まれる窒素やりんを原因として富栄養化が進み、赤潮などの被害が依然として発生しているなど、さらなる水質改善が必要な状況にある。そこで、本市では、川崎市上下水道事業中期計画で高度処理普及率を平成 28 年度末の 27.0%から平成 33 年度末までに 59.3%、平成 36 年度末までに 100%に向上させることを目標に掲げている。

下水処理には、沈殿処理と生物処理を組み合わせた処理法が適用されるが、水処理センターを高度処理化することによって生物処理条件が変化するため、生物処理の菌叢も変化すると考えられる。菌叢は、生物処理における根幹をなすものであり、菌叢を調べることにより、生物処理の特徴を把握することが可能となる。

本研究は、高度処理化を進める過程で生物処理に課題が生じた場合において、有効な解決策を検討できるように、現状の処理状況と菌叢の関係を把握することを目的とする。

2 調査方法

入江崎水処理センター西系・東系、加瀬水処理センター北 1 系、等々力水処理センター 2 系・5 系、麻生水処理センター標準系・高度処理系のそれぞれの反応タンク内混合液を採取し、微生物群集構造解析を実施した。調査対象微生物は真正細菌・古細菌とし、リード数は、10 万リード以上とした。

3 結果

- 1) 全ての調査試料において、真正細菌が 99%以上を占めており、菌叢はほぼ真正細菌で構成されていることがわかった。
- 2) OTU 数は、SRT、A-SRT が長いほど、多くなる傾向が確認された。
- 3) 等々力水処理センターにおける汚泥沈降性悪化の原因微生物は、PHOS-HE51 科に属する真正細菌である可能性が高いと考えられる。
- 4) 一般的にスカムや汚泥沈降性悪化の主要な原因微生物と考えられる放線菌は、検出割合が 1%以下であり、主要な細菌種ではなかった。
- 5) 本市で検出された硝化細菌は、*Nitrosomonas* 属と *Nitrospira* 属であり、硝化反応が良好に進んでいない等々力水処理センターにおいて検出割合は低かった。また、オゾン添加により、両細菌属も減少したことが示唆された。

8. 麻生水処理センターから等々力水処理センター間の 汚泥圧送管の二条化事業について

下水道部 下水道管路課 山根 礼次

1 はじめに

本市における汚泥処理の方式は、市内に4箇所ある水処理センターから発生する下水汚泥を、汚泥圧送管により入江崎総合スラッジセンターに圧送する集約処理方式を採用している。

現在、麻生水処理センターから等々力水処理センターまでの汚泥圧送管は、一部の区間を除き二条化されておらず、現況の汚泥圧送管が被災すると、送泥機能が滞り、下水汚泥が処理できなくなる。

そのため本事業は、現況の汚泥圧送管が被災しても下水汚泥が処理でき、送泥機能が滞らないよう耐震性を有する汚泥圧送管の二条化を目的とした。

2 重点検討区間の選定

汚泥圧送管の二条化の整備にあたり、新設する汚泥圧送管が埋設できる道路条件から、横浜上麻生線、尻手黒川線、宮内新横浜線を基本的な埋設路線とし、麻生水処理センターから急激に標高が高くなる位置までの区間を重点検討ルートとして選定した。

3 新設する汚泥圧送管のルートの検討結果

麻生水処理センターに面している横浜上麻生線から王禅寺ふるさと公園に抜ける道路を通過することが最も効果的であるが、麻生川や真福寺川の横断箇所があり、推進工法で施工を行うことが必要となるが、最も標高が低く、最小限の高低差に抑えることができた。

4 水撃現象防止対策について

フライホイール以外については、タンクの設置場所の確保など制約事項が多く、併せて汚泥圧送用ポンプの能力を相対的に検討しなければならないが、麻生水処理センターの汚泥圧送用ポンプに既に設置されているフライホイールを詳細に検討したところ、新たに水撃現象防止対策を講ずる必要はないという結果となった。

5 おわりに

麻生水処理センターから等々力水処理センター間の耐震性を有する汚泥圧送管の二条化により、被災しても送泥機能が滞ることなく下水汚泥が処理でき、市民生活への影響を最小限に抑えられるよう、今後も本事業を計画的かつ継続的に進めていく予定である。

9. 下水道管路管理システムとタブレットを活用した 管路施設の維持管理について

南部下水道事務所 管理課 五十畑 賢一

1 はじめに

下水道施設の老朽化対策が急がれるなか、持続的な下水道機能を確保するためには、維持管理を起点としたマネジメントサイクルの確立が必要であり、情報のデータベース化は必須である。令和2年度のアセットマネジメント本格運用に向けて構築を進めている「情報システム」において、施設情報をデータベース化し、管理する機能を構築し、試行運用を開始したところである。本稿では、この情報システムを用いた管路施設の維持管理情報の蓄積及び活用の取り組みを報告する。

2 情報システムの構築

構築中の情報システムは、「管路管理システム」、「施設・設備管理システム」、「事業管理システム」から構成される。このうち「管路管理システム」の施設台帳管理機能及びタブレットを併用した維持管理機能について報告する。タブレットは、主に現場で使用し、各業務で得た情報の登録及び施設情報や過去の維持管理情報などの閲覧を目的としている。また、オンラインでサーバへ接続できるため、情報の登録と閲覧が可能である。

3 維持管理業務における情報システムの活用

管路施設の維持管理業務である、巡視・点検、調査、清掃、改築・修繕および陳情対応において発生する維持管理情報をタブレット端末等により情報システムに蓄積し、管理する。これら維持管理情報は、施設に紐付けされ、カルテのように施設ごとの情報の履歴が管理される。また、情報システム上で業務の流れに沿った情報の引き継ぎが可能となり、統計処理や地図上への表示も可能となる。次に各業務で扱う主な情報項目を示す。

- 1) 巡視 ・道路路面の沈下やクラック等 ・マンホール蓋の摩耗やがたつき等
- 2) 点検 ・管きよの腐食、破損、たるみ等 ・下水の滞水、土砂の堆積等
- 3) 陳情 ・陳情箇所、陳情内容、現地調査の内容と原因、対応内容等

4 まとめ

情報システムやタブレット端末の導入によって巡視・点検、陳情など膨大な維持管理情報の効率的な蓄積・管理が可能となった。蓄積された情報を活用することで有機的なつながりを持った PDCA サイクルと維持管理を起点としたマネジメントサイクルに向けた仕組みができた。また、タブレット端末は、現地での下水道台帳等の閲覧により迅速な現場対応を可能にしたほか、現場写真のサーバへのアップロードで事務所等でも現地の様子を確認できるなど業務の効率化になった。今後は、蓄積される情報の活用方法の検討を進め、マネジメントサイクルの精度向上を行う。

10. 等々力水処理センター流量調整池築造工事における コンクリートの施工性能にもとづく配合設計と施工の事例

中部下水道事務所 工事課 佐野 明生

1 はじめに

等々力水処理センターでは『東京湾流域別下水道整備総合計画』で定められた目標水質達成を目指し施設の高度処理化を進めている。現在築造中である流量調整池地下2階壁部では、表-1のとおり鉄筋が高密度で作業高さも高くバイブレーターによる締固めが困難なため、コンクリートの充填不足による豆板等の初期欠陥の発生が懸念される。

2 コンクリートの施工性能

本施工のように構造条件等が厳しい場合、初期欠陥を防止するため適切な施工性能を有するコンクリートを選定する必要がある。本報告で取り扱うコンクリートの施工性能は、実際に施工するうえで影響が大きい充填性と圧送性を対象とする。

- ・充填性＝「材料分離することなくコンクリートを型枠中へ充填する作業のしやすさ」
- ・圧送性＝「圧送ポンプによって、フレッシュコンクリートを圧送する作業のしやすさ」

充填性・圧送性の良し悪しは、流動性（＝スランプ）と材料分離抵抗性（＝単位セメント量）の相互バランスで決まるものである。

3 コンクリートの配合選定

コンクリートのスランプを小さくすると、ひび割れの抑制等が期待できる。一方で初期欠陥防止のためには、適切な施工性能を有する配合選定が必要であり、「スランプ」と「単位セメント量」のバランスが重要となる。本施工では表-1の条件に適した施工性能を有する打込み最小スランプを設定し、現場におけるスランプ損失を踏まえた荷卸しスランプを算定した上で、表-2の配合を選定した。単位セメント量についても適切な施工性能を有するものであることを併せて確認した。

表-1 本施工における各種条件

構造条件	部材の種類	壁部材
	鋼材量	127.0[kg/m ³]
	鋼材の最小あき	46[mm]
施工条件	締固め作業高さ	4.0[m]
圧送条件	圧送距離(水平換算距離)	103.0[m]
環境条件	日平均気温	32[°C]

表-2 コンクリート配合選定結果

	当初設計	実施工
呼び強度	24[N/mm ²]	27[N/mm ²]
スランプ(荷卸し)	12[cm]	15[cm]
粗骨材最大寸法	20[mm]	20[mm]
セメントの種類	BB(高炉)	N(普通ポルトランド)

4 コンクリート打設後の品質評価及びまとめ

施工性能を考慮し、表-2に示す配合（スランプを12cmから15cmに変更）でコンクリートを打設後に、表層品質確認の目視調査（全24箇所）を実施したところ、良好な結果が得られた。以上のことから、構造条件や施工条件などに応じて、適切な打込み最小スランプをもとにコンクリート配合を選定することで、コンクリート打設時の初期欠陥を十分に低減できることがわかった。

1 1. 災害発生時の迅速な復旧体制の構築に向けての取組

下水道部 入江崎水処理センター 富田 悠介

1 はじめに

下水道は都市機能を支える重要なライフラインであり、大規模地震発生時でもこれらを維持・管理していくことは処理場勤務職員の重要な使命である。今回、職員各個人の災害対応能力及び防災意識の更なる向上と、災害初動期の課題の抽出・検証を目的として、発災時参集訓練を行った。

2 発災時参集訓練について

各職員が公共交通機関を利用せずに参集ルートを実際に移動することで、その道順や移動に係わる所要時間の確認ほか、参集に影響を及ぼす可能性のある様々な要因の調査を行った。訓練は平成30年度と令和元年度の2回実施した。

3 訓練結果

- ・各職員の参集速度と参集距離を元に職員が職場へ到着する時間を算出したところ、発災後6時間後には8割以上の職員が参集出来ることがわかった。しかし、発災後3時間前後は職員が参集場所に到着できずに処理場を中心に人員が不足する可能性が発現した。また、ポンプ場でも職員の被災などで参集人数が予定人数を大きく下回る可能性がある。
- ・参集ルートそのものや自分自身の体力など、各職員がインターネットの検索だけでは手に入らない情報を実体験で得ることで、参集ルートを自分自身で確かめることの重要性が確認できた。
- ・予め倒壊箇所を設定し、シミュレーション訓練として各職員がその倒壊箇所を迂回する参集ルートをインターネット上で作成した。川崎市市内での高速道路などの高架倒壊による参集への影響の高さが判明した。

4 災害初動期の課題点への対策

処理場を中心とした災害初動期の人員不足に対応するため、参集時間が短い処理場近隣在住の職員を中心に、庶務担当・水質担当の業務の訓練・研修を行う等、各職員が幅広い業務へ従事出来るよう対策を立てていく。

5 まとめ

各職員が訓練を通して、参集ルートの経路そのものやルート上にある要注意箇所、自分自身の体力など、様々な情報を実体験で得ることが出来、災害対応能力と防災意識の向上へ繋がった。今後も、引き続き発災時参集訓練を開催していき、より迅速な災害復旧体制構築に向けて尽力していきたい。

1 2. 観音川ポンプ場ほか耐震補強その2 工事における 杭の急速載荷試験実施報告

南部下水道事務所 工事課 青木 匠太郎

1 はじめに

杭の設計・施工は、一般的に道路橋示方書・同解説（IV下部構造編）（以下道示）に準拠して実施される。しかし本工事では現場条件が特殊であり、一般的工法が採用出来ないことから道示の適用外となる杭工法を選定した。そのため、鉛直載荷試験が必要となり、試験により支持力の確認を行った事例である。

2 杭の急速載荷試験

1) 試験荷重

杭に作用する鉛直荷重は、ホッパー及びフーチングの荷重等を考慮すると、1本あたり638kNが作用する。道示に準拠し、安全率3をとることで許容支持力を求めると1,914kNとなるため、試験荷重は1,920kNとした。

2) 試験の手法と解析方法

試験は重錘を高さHより落下させ、試験杭頭部に設置したクッション材の発泡ウレタンを介して急速荷重を載荷し、各計測器より動的測定を行う。急速載荷試験では、重錘をラフテレーンクレーンに取付けた電磁石で吊上げ、0.33mごとに落下高さを上げ落下させ、荷重と変位の計測を行う。

試験により得られたデータは、地盤工学会基準により、動的な成分を取り除いて静的成分を評価する除荷点法を用いて解析した。

3 試験結果

急速載荷試験を実施する杭は、試験杭として1本目に施工した本設杭を使用した。試験は1打撃ごとに荷重と沈下量を確認しながら落下高さ0.33mピッチで行い、打撃数5段階目の落下高さ1.65mで急速荷重が1,920kN以上に達したため試験を終了した。そのときの杭の変位量は8.9mmであった。本試験杭の径は600mmであり、地盤工学会基準によると、除荷点変位量が杭径の10%である60mmまでは許容する。本試験では、解析による除荷点変位量は8.9mmであり杭の最大径の10%に相当する変位量60mmに達していなかった。したがって、除荷点抵抗力2,632kNで安全性が確認できたことから、杭の極限支持力は1,914kNを上回ることが判明した。

4 おわりに

本工事では、特殊な設計・施工条件であったことから急速載荷試験を実施し、所定の支持力が確保されていることが確認できた。

1 3. 汚泥圧送管における調査方法の研究

下水道部 下水道計画課（技術開発担当） 菅原 充

1 はじめに

本市では、汚泥処理の効率化を図るため、汚泥の集約処理を行っているが、汚泥圧送管の老朽化が進んでおり漏泥などのリスクが高まっている。そこで、汚泥圧送管の安定的な機能確保のため、適切な維持管理と改築を実施することが重要であるが、汚泥圧送管はマンホール等の開口部が無い場合、調査可能な技術などが確立されていない。本稿では、平成 26 年度から平成 30 年度までに実施した汚泥圧送管の調査手法等について報告する。

2 汚泥圧送管の調査手法について

1) 鋳鉄部管厚測定調査

管外面からの超音波厚さ計による測定による外面腐食深さ測定を実施した。

2) 小型カメラによる管内調査

空気弁にあるφ75mmの補修口から挿入可能なカメラを用いて管内調査を実施した。

3) 自走式 TV カメラによる管内調査

仕切弁交換時の開口部から、自走式 TV カメラを用いて管内調査を実施した。

3 調査結果

1) 鋳鉄部管厚測定調査結果

17 箇所の調査を行い、1 箇所下水道協会規格(管厚 5.5mm)を下回る数値が確認されたが、それ以外の箇所については規格値を満足していた。

2) 小型カメラによる管内調査結果

小型押し込み式カメラでは管内の状況を把握することが可能な映像が取得できた。調査した箇所では、モルタルライニングに凹凸など劣化が確認された。

3) 自走式 TV カメラによる管内調査結果

管内の状況を把握することが可能な鮮明な映像が取得可能。調査した箇所の多くで管底部を中心にモルタルライニングの劣化が確認された。

4 まとめ

汚泥圧送管の調査手法として、超音波厚さ計による鋳鉄部管厚測定とカメラによる管内調査が有用である。しかし、汚泥圧送管の調査技術には技術的、物理的な課題が多く残されているため、今後、新技術の適用も視野に入れながら調査手法の確立を目指していく。

1 4. 麻生水処理センター標準法における りん除去向上に関する検証

下水道部 麻生水処理センター 中谷 渉吾

1 はじめに

下水道事業では、閉鎖性水域の富栄養化対策における窒素やりん除去が長年の行政課題であり、高度処理施設等の新たな設備の導入などが対策として求められるが、新たな設備の導入には多額の投資や多くの時間を要してしまう。そこで、既存施設での運転方法の工夫による窒素やりん除去の向上が重要な対策となるため、麻生水処理センターの標準活性汚泥法施設（以下、標準法とする）でりん除去の更なる向上が可能であるか調査した。

2 調査背景

これまでの調査により、当センター標準法では以下のことが分かっている。

- ・反応タンク内に隔壁がないため、3、4段目好気部からの硝化液の逆流現象により、1段目擬似嫌気部において、りん吐出し工程に必要な嫌気状態を確保できていない。
- ・りんの吐出し工程は最終沈殿池ピットが深く嫌気状態になりやすいことから、最終沈殿池ピット中間部から底部にかけて行われている。

今回、この返送汚泥でのりんの吐出しと反応タンクでのりん除去工程との関係について調査を行ったので報告する。

3 調査概要

- 1) 返送汚泥でのりんの吐出しがりん除去工程に与える影響を調査するため、りん濃度が高い返送汚泥と低い返送汚泥を準備し、反応タンク流入水と混合、曝気し、水質の経時変化をテーブル試験で確認した。
- 2) テーブル試験の結果より、返送汚泥りん濃度の高い方が反応タンクでのりん除去工程に対して有効である傾向がみられたため、実施設での返送汚泥りん濃度の高低による水質挙動を調査した。

4 まとめ

- 1) 返送汚泥りん濃度の高低が、りん除去工程に与える影響をテーブル試験で調査した結果、返送汚泥りん濃度の高低によるアンモニア性窒素除去への影響はなく、返送汚泥りん濃度の高い方がりん除去工程に対して有効である傾向がみられた。
- 2) 実施設で返送汚泥りん濃度の高低による水質挙動を調査した結果、実施設においても返送汚泥りん濃度の高低によるアンモニア性窒素、全窒素除去への影響はなく、返送汚泥りん濃度の高い方がりん除去に対して有効であると確認できた。

15. 大師河原貯留管の滞水実績報告と貯留水を使用した水処理運用の改善

下水道部 入江崎水処理センター 成澤 貴大

1 はじめに

近年、地球温暖化に伴う、短時間・局地的大雨によって浸水リスクが高まっており、令和元年9月、10月に川崎市でも台風の上陸、接近による甚大な被害も発生した。入江崎処理センターでは浸水対策や合流改善等の重要な工事を進めており、大師河原貯留管は平成31年4月より一部運用を開始した。令和元年9月の台風15号の直撃により、貯留管内に雨水が流入し、貯留管内の雨水排水作業を行った。本稿では、貯留管内の雨水排水報告と排水された雨水を活用した水処理の最適化について検討、報告する。

2 設備概要

入江崎水処理センターでは平成31年4月に新たに完成した新西系水処理施設、沈砂池管理棟の運転を開始。また、大師河原貯留管、大師河原貯留管特殊マンホール、大師河原貯留管送水ポンプ棟が完成し、その一部の運用を開始している。大師河原貯留管は雨量52mm以上の場合に分水マンホールの越流堰を超えて貯留管内に流入する構造になっており、貯留された雨水は送水ポンプ棟内の雨水ポンプにより入江崎水処理センターに送水され処理される。

3 貯留管流入状況と排水作業

- 1) 令和元年9月9日に台風15号が関東地方に上陸した際の豪雨により、大師河原地区では52mm以上の最大雨量を観測しており、分水マンホールを超え大師河原6号幹線内に雨水が流入した。幹線の水位上昇により大師河原貯留管内に雨水が流入した。
- 2) 9月19日に貯留管内雨水の排水作業を開始し、正味21時間で排水作業は完了した。今回の雨水排水作業では機器、制御等に異常は無く、排水量は20,244m³であった。
- 3) 入江崎水処理センターでは夜間の汚水流入量減少により水質の悪化、小水力発電装置の発電量が低下を招いていたが、夜間の貯留管内雨水の排水により、小水力発電発電量の増加、全リン値上昇の抑制の一助になることが確認された。

4 まとめ

- 1) 令和元年9月の台風15号によって大師河原貯留管内に雨水が流入し、流入した雨水の排水作業を実施した。排水作業は異常無く実施することができた。
- 2) 入江崎処理区で実施している、西系再構築工事、大師河原貯留管工事、光ネットワーク工事等によって、様々な設備、機能が備わることになる。これらの設備、機能を最大限に活用し雨水滞水池の返送や貯留管内の雨水排水を効率的且つ迅速に行うことで、浸水被害防除、水質改善、省エネルギー等に貢献できると考えられる。

16. 業務継続に係る下水道施設の機能維持に向けた 燃料確保の取組について

下水道部 下水道計画課 吉田 正昌

1 はじめに

水処理センターやポンプ場等の下水道施設は、災害時においても安定して稼働し、機能を発揮することが求められるが、災害時には電力事業者からの送電が停止し、長時間の停電により下水道機能が停止するリスクを抱えている。事業継続に係るその対応策としては非常用自家発電設備等により、復電までの期間、機能維持を図ることが考えられるが、設備の稼働には相応分の燃料を確保する必要がある。

本稿では、本市下水道施設の機能維持に向けた燃料確保について、その必要量の算出や手法の検討等、これまでの取組や今後の方針について報告する。

2 現状

本市の下水道施設には、雨水排水ポンプや自家発電設備を稼働するための燃料タンクが設置されているが、保有するタンク容量の運転可能時間としては、各施設で約12～35時間と幅があり、また、設置から標準耐用年数を越えたタンクが多く、老朽化が進んでいる。

災害時には市や県が石油団体と締結した協定により燃料が供給されることとなっているが、供給開始時間や供給量等の詳細、供給方法などについては明確に定まっていない。

3 検討過程

川崎市地震被害想定調査報告や過去の災害時における電力復旧事例、電力事業者へのヒアリングなどを基に検討し、自家発電設備の目標運転可能時間を3日間(72時間)とした。雨水排水ポンプを設置している施設については、運転実績を踏まえ、3日間の雨水排除に対応できる24時間分の燃料を合わせて確保することとした。

上記を基に各水処理センターやポンプ場での燃料必要量を現況に照らして算出した。

燃料必要量を確保する方策として、車両運搬による調達や都市ガスによる供給、燃料タンクの更新や増設による整備手法などについて、比較検討を実施し、最もリスクの少ない燃料タンクの整備手法で、燃料の必要量確保に対応することとした。

4 検討結果と今後の方針

目標運転可能時間に対応可能な燃料タンクを更新に併せて整備していくことを長期的対応方針とし、また、可視化の難しい地下燃料タンクの更新は、経過年数や現状の運転可能時間を考慮し、優先順位を定めて計画的に実施することとした。

燃料タンク更新が完了するまでの短期的対応として、車両運搬による燃料調達を協定より確実な有償契約手法で実施することとし、次年度の契約締結へ向け、対応可能な業者へのヒアリングや関係課との調整に取組み、確実性を担保できる仕様書の確定作業を進めた。

1 7. 薬液注入工の施工管理に関する技術向上の取組

南部下水道事務所 工事課 三宅 剛

1 はじめに

川崎市川崎区は東京湾に近く、中でも臨海部については埋め立てられた地域であるため、その周辺での基礎掘削工事は地下水の止水が課題となる。薬液注入工法は狭あいな場所でも施工が出来るため、推進工法等による下水道工事現場において、比較的簡易な設備および短い工期で効果が得られる非常に有用な工法である。

本報告は、南部下水道事務所にて施工された 2 つの推進工事に伴う薬液注入現場において、PDCA サイクルの C (評価) および A (改善) を念頭に、先行して施工した工事の結果を、後に施工管理を行った工事へ活かした事例を述べるとともに、二重管ストレーナ工法(複相式)の現場研修についても報告するものである。

2 検討に至る経緯

川崎駅以南の臨海部においては薬液注入が効かず他の工法へ変更するケースが散見されており、薬液注入工の効果について近接する 2 つの現場を比較・検討することとした。

1) 比較検討項目

- | | |
|-----------------|----------------------|
| (1) 施工現場の位置関係 | (4) 注入順序 |
| (2) 柱状図及び注入改良範囲 | (5) 注入圧力マップによる圧力分布 |
| (3) 鋼矢板打設工法 | (6) 現場注入チャートによる瞬結材圧力 |

2) 現場研修内容

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| (1) 二重管ストレーナ工法の仕組み | (3) 薬液の危険性及び暴露の際の対処方法 |
| (2) 削孔時に判断できること | (4) 現場での効果確認 |

3 まとめ

下水道工事は、多くの専門業者が携わって 1 つの構造物を築造しており、専門工事業者は各工法を主に施工するため工事の一編しか携わることが出来ず、全体工事に関わることが出来ないが、工事の監督員は事業計画・設計の考え方、工事の全体工程など工事全てを把握する必要がある。その中で、地盤改良工事を専門に従事していた経験を活かし、2 つの現場を比較検討や現場研修会を行うことで他の職員の正しい知識の習得につながると考えている。

18. 赤外線サーモグラフィを用いた機械・電気設備診断

下水道部 等々力水処理センター 平澤 拓也

1 はじめに

川崎市は現在、ストックマネジメント手法を取り入れ対応しているところである。ストックマネジメントにおいて、点検・調査による状態把握（健全度評価）は、リスク評価や対策優先度決定などの根拠情報となり、修繕・改築の実施計画を決定する重要な行為である。しかし、現在実施している目視、聴覚等の五感による調査方法では、電気設備やオーバーホールを要する機械設備に対して状態把握が困難な状況である。そこで、本稿では、これまで状態把握や診断が難しかったこれら設備に対して「赤外線サーモグラフィ」診断を適用し、診断手法の有効性とその効果についての実施検証を報告する。

2 赤外線サーモグラフィの概要

対象物から出ている赤外線放射エネルギーを検出し、見かけの温度に変換して、温度分布を画像表示する装置あるいはその方法である。設備に劣化や故障が起こるとそこにエネルギーロス（損失）が生じ、熱として現れるので、その熱を測ることにより設備の状態を推測することができる。

また、その熱画像から正確な診断を行うためには通常時の機器の状態を知り、現状の測定結果と比較することで機器の動作に伴う発熱状態の変化を見極めることが重要である。

3 実施検証報告

今回等々力水処理センターにおいて電気・機械合わせて1,393機器の診断を行った。

1) 電気設備

熱画像によって、目視等で検知できなかった機器全体の温度分布を把握（見える化）することができ、不具合箇所を特定することが可能となった。

これにより、更新時期を重要度のみでなく劣化状況も考慮した対処の優先順位をつけることができ、リスクの低減につながる。

2) 機械設備

現在稼働している機器を診断するため、機器の運転や設備の運用を停止することなく状態を定量的に評価できることを確認した。

4 まとめ

「赤外線サーモグラフィ」診断は、状態監視保全（予防保全）による維持管理が可能となるため、有効かつ効果ある診断手法であることを確認した。今後、「赤外線サーモグラフィ」診断を適用することで状態監視保全（予防保全）による維持管理が可能となり計画的な維持管理コストの削減につながることも期待できる。