

横浜市における下水道光ファイバーの活用 (遠方監視、雨水対策等)と今後の展開



横浜市環境創造局 下水道施設部 下水道設備課 佐光 雅之

1. 横浜市の下水道の変遷

横浜市の人口は令和2年現在で約374万人、世帯数は約171万世帯であり、昭和中期以降の急激な人口増加と市街化に伴って、これまでに整備した下水管の合計延長は約1万1900km、下水処理施設は水再生センター11ヵ所、大規模ポンプ場26ヵ所です。また下水道普及率は99.9%となっています。さらに、東京湾流域への窒素・リンの排水規制対策として高度処理化や、合流式下水道の改善として雨水滞水池等整備、大雨対策として低地区の排水能力の向上等を図り、安定的下水処理及び大雨への浸水対策に取り組み、継続的な下水道の整備及び保全を行っています。

整備した下水管の有効利用として、昭和後期以降、管内に自営の光ファイバーケーブルを布設し、水再生センターと所管ポンプ場間に通信網を確立して、高速・大容量の遠方監視制御システムを構築し運用しています。

2. 光ファイバーケーブルの整備状況（事業の概要）

図1に横浜市下水道光ファイバーケーブル布設計画図を示します。計画総延長は約134kmです。昭和後期から整備を開始し平成17年度には約60kmとなり、令和元年には約110kmまで整備を行いました。以前はNTT専用回線を使用して、水再生センターから所管ポンプ場の遠方監視制御を行っていましたが、技術の進歩に伴い遠方監視制御装置の更新に合わせて下水管内に

光ファイバー通信網の整備を行っています。この光ファイバー通信網では、従来から行っている運転状況を確認するための状態信号や、遠方から施設を運転するための制御信号等を伝送しています。更新時には情報通信技術による高速・大容量化を行い、遠方監視制御の信頼性の向上を図っています。また、光ファイバー通信網で下水道設備をネットワーク化し、総合情報システムを構築して、下水道事業の安定的な運営と効率化を図っています。

これまでに布設した光ファイバーケーブル約110kmは全体計画の82%であり、これにより各



図1 横浜市下水道光ファイバーケーブル布設計画図

水再生センターと所管するポンプ場間で必要となる光ファイバーによる通信網の整備ができました。残りの18%は、自営の光ファイバーケーブルにより、水再生センター間を全体として完全に接続し、総合情報システムとするための整備となります。

すでに整備されている光ファイバーケーブルは、基本的に既設の下水管内に引き渡し工法で布設しています。新たに下水管を整備する際は管構造物の建設と合わせて、さや管工法により、光ファイバーケーブル、接続箱等を同時に設置し、施工の効率化を図っています。

なお下水管内を一部貸出した、民間事業者による光ファイバーケーブル布設も行っており、下水管内の有効利用を図っています。

光ファイバーケーブルの仕様としては、マルチモードMM（グレートインデックスGI）型とシングルモードSM型を導入してきましたが、SM型は伝送帯域が広く屈折の歪が少ないため、曲げに弱いものの、数キロ以上の長距離伝送向きであるため、現在主流となっています。

3. 光ファイバーの活用状況・事業効果（遠方監視、雨水対策等）

（1）ポンプ場の遠方監視制御への活用

光ファイバーは、主として水再生センターからポンプ場の遠方監視制御用として活用しています。

横浜市の大規模なポンプ場26ヵ所において、雨水排水ポンプ場15ヵ所は通常無人であり、ポンプ場内のコントローラ等制御設備により自動運転制御しています。汚水中継ポンプ場11ヵ所は平日の日中は保全業務を実施する常駐者がいるものの、夜間や休日は無人となりますが、同様にポンプ場内のコントローラ等制御設備により自動運転制御しています。このような状況から、無人のポンプ場の運転状況や水位等の状態信号、故障信号及び、水再生センター側からポンプ場側を遠方手動介入が必要な場合に運転操作する制御信号を、光ファイバーケーブルを介

して遠方監視制御しています。

下水管に布設している光ファイバーケーブルは地震等災害に強いといわれており、平成23年3月の東日本大震災時においても地震による被害は発生しませんでした。自営の通信網は外部から制御不可の仕様・システム構成としているため、機密性が高く、また電源系統は発電設備や無停電電源設備を備えているため、受電系統の停電時でも通信が途絶えることなく安定的に下水処理及び雨水排水が継続できます。

遠方監視制御装置は、水再生センター側とポンプ場の両側に設置し運用しており、光ファイバーケーブルより耐用年数が短い（標準耐用年数10年）ため、先行で更新時期を迎えます。その際、情報通信技術の進歩により遠方監視制御装置が高速・大容量化等性能向上しますが、光ファイバー自体が高速・大容量という特長を持っているため、ケーブルは継続使用でき、通信速度の向上に対応できています。

（2）水再生センター統合への活用

業務の効率化等の取り組みとして、平成21年度から栄第一水再生センターについては隣接する栄第二水再生センター側で集中監視をする運用を行っています。図2に栄水再生センター統合システムの構成図を示します。栄第一水再生センターは、平日の日中は常駐者が監視しています。夜間や休日は無人とし、栄第二水再生セ

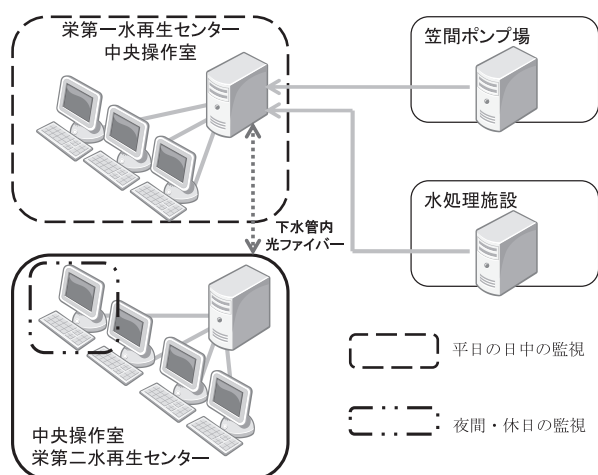


図2 栄水再生センター統合システムの構成図

ンターで光ファイバーケーブルを使用した通信による遠方監視制御をしています。

栄第一水再生センターは、現有処理能力7万9100m³/日の分流式下水処理施設であり、栄第二水再生センターと同一幹線からの下水流入を上流の越流堰で分水できる構成となっています。また、直線距離2kmと近い立地であり、トラブル発生時に対応しやすい等、所管ポンプ場と同等の監視体制を構築できる条件が整っていたため、遠方監視運用しています。その他、両センター間では光ファイバーケーブルを活用し、業務連絡や引継ぎに必要な映像・音声によるリアルタイム会議や、電話交換機同士を接続した内線電話、PHS通信を行っています。光ファイバーと遠方監視制御装置の高速・大容量で安定性の高い通信技術が水再生センターの統合運用を可能にしています。

(3) 水防災情報システムへの活用

横浜市の北部方面に位置する鶴見川周辺地域の浸水対策を目的に、放流先が鶴見川である水再生センター4ヵ所及び、所管ポンプ場12ヵ所の運転状態や排水先河川水位等を収集し、本庁関係部門や関係水再生センターへ情報提供ができるシステムを構築し運用しています。図3に水防災システムの構成図を示します。

本システムにおける所管ポンプ場の情報は、前述のポンプ場遠方監視で使用している光ファイバーケーブルを活用して取り込んでいます。

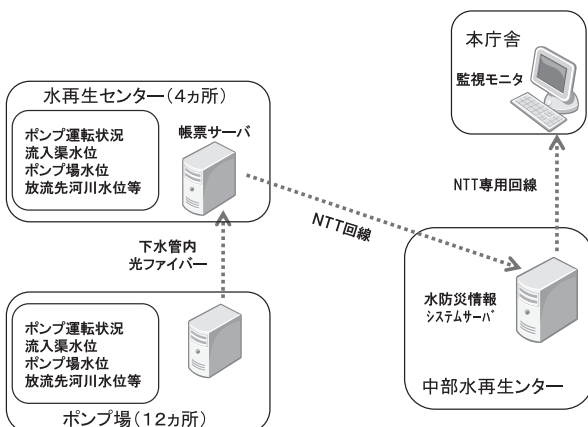


図3 水防災システムの構成図

排水ポンプ、発電設備の運転状態、ゲートの開度状態、流入渠水位、排水先河川水位を取り込んで、鶴見川の水防災情報システムで監視しています。また取り込んだ情報は、鶴見川流域の浸水対策として整備し運用している新羽末広下水幹線の貯留量の演算にも活用しています。

(4) 水再生センター間ネットワーク送水への活用

横浜市の北部方面に位置し隣接する水再生センター3ヵ所において、水処理施設の更新や東京湾流域への窒素・りん排水規制対策としての高度処理化等の整備を目的に、送水先の水再生センターへ下水を集めて処理する、ネットワーク送水を平成30年度に開始しています。図4に水再生センター間ネットワーク送水の概略図を示します。北部第一水再生センターから北部第二水再生センターへの送水は、既設下水管による送水が可能であり、既に既設下水管内に布設し運用している隣接水再生センター間光ファイバーケーブルを使用した通信により送水監視制御しています。神奈川水再生センターから北部第二水再生センターへの送水は、本送水事業で新たに下水管を整備した際に施工の効率化のため、管構造物の建設と合わせて、さや管工法により同時布設した光ファイバーケーブルを使用した通信により送水監視制御し、安定的下水処理に活用しています。

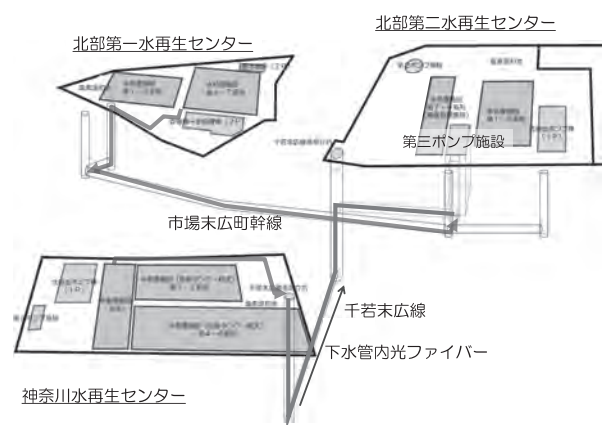


図4 水再生センター間ネットワーク送水の概略図

(5) 光センシングによる水位検知への活用

下水処理及び雨水排水の運用において、下水管の主要箇所の水位情報、管内貯留量の把握を目的に、下水管内の水位を検知する光スイッチを神奈川水再生センター及び所管ポンプ場で運用しています。図5に光センシングによる光監視装置を示します。

一般的な水位検知方法としてはフリクトスイッチ、電極式、各種水位計が知られており、設置には現場付近で電源供給及び伝送装置が必要となります。光スイッチの場合、数キロ離れた遠方から光ケーブルに光波長を送り、光スイッチ先端の浸水圧力に対する反射波の減衰量を検知する仕組みであるため、現場付近に電源供給及び伝送装置が不要となります。

この光スイッチは既設の遠方監視制御用と同一光ファイバーケーブルを使用しており、安定的下水処理及び大雨への浸水対策に活用しています。



図5 光センシングによる光監視装置

4. 今後の展開（さらなる活用）、課題（光ファイバーケーブルの増設、再構築等）

今後の整備では、水再生センター間を完全に接続した総合情報システムを構築する計画です。展開としては、浸水・治水対策への利用拡大が挙げられます。現在は鶴見川周辺地域の水防災情報システムでの監視や、神奈川水再生センター及び所管ポンプ場における監視に活用しており、今後は他の河川地域の水防災情報の収集や、下水管水位検知・ポンプ運転制御への拡大等が考

えられます。

また、地球温暖化対策も挙げられます。下水管水位情報、管内貯留量の把握により、揚水ポンプや水処理反応タンク送風機の省エネルギー運転、深夜電力の利用等が期待できます。

さらに今後の人口減少による人員不足対策として、監視業務の省力化・効率化、経費節減の手段として有効です。

課題としては初期に整備し運用している光ケーブルは30年以上経過していることです。一方で昨今の情報通信技術の進歩により、通信事業者の業務用専用線の信頼性・機密性は格段に向上し価格も低下してきました。今後の光ファイバーケーブルの更新では健全性を調査し、経済性や維持管理性を考慮した計画が必要となります。

また、下水管自体は主に昭和30年代以降に整備し運用して、平成10年代からは老朽化した管の再整備に着手している状況です。その他にも、光ファイバーケーブルに下水管内のごみや夾雑物が絡み込んで、下水管の保全に支障をきたしていること等も報告されています。これらを考慮しつつ、大雨への浸水対策や安定的下水処理を継続しながら運用していく必要があります。

5. まとめ

本市の光ファイバーケーブルは、ポンプ場遠方監視制御から始まり、現在までの整備状況は82%となっており、各水再生センターと所管するポンプ場間の光ファイバーによる通信網の整備は完了しました。そして、水再生センター統合による業務の効率化・経費節減、水防災情報システムや下水管水位検知による大雨への浸水対策、水再生センター間ネットワーク送水による安定的下水処理等に活用しています。

今後は、異常気象や人口減少等の環境変化を見据え、光ファイバーに関わる新技術、新たな視点、活用方法を取り入れながら、利用目的、将来構想の見直しを行い、下水処理の時点情報を把握してコントロールできれば、市全域における内水氾濫の防止及び、効率的下水処理に貢献できると考えています。