

3-1-5 維持管理困難箇所の調査における新技術の活用について

東部第一下水道事務所 お客様サービス課 法橋 祐斗
齊藤 聖

1. はじめに

当局では、下水道管路施設の管路内調査からデータベースを構築し、予防保全を重視した計画的な維持管理に活用している。しかしながら、構造的・環境的な要因により既存の標準的な手法での調査が困難な管路施設について、定期的な調査による劣化状況の把握ができていないため、道路陥没等の重大事故に繋がる恐れもある。また、平成27年の下水道法施工令の改正に伴い、腐食するおそれの大きい排水施設の点検は5年に1回以上の適切な頻度で行うことが定められ、調査困難な施設の維持管理手法の確立は下水道管理者として喫緊の課題となっている。本稿では維持管理困難箇所の調査手法を検討し、実際に実施した結果から得られた知見について報告する。

なお、調査は下水道の標準的な手法にとらわれず、関連する土木施設調査等で開発が進められている技術等の採用も行った。

2. 検討にあたって

2.1 維持管理困難箇所とは

本稿では下水道管路施設において、高水位・高流速・高濃度の硫化水素の発生等の環境的な要因や、伏越構造（図1）等の構造的な要因により、作業員の入坑や一般的な作業機器での調査・清掃・補修が困難な施設を維持管理困難箇所と定義としている。図1で維持管理困難箇所の代表例として挙げている伏越管渠は河川や他企業埋設物の影響により、障害物の下を逆サイホンで通過させる構造となっている。よって人孔深が深く土砂が堆積しやすいため硫化水素の発生や高水位等の維持管理困難要因が発生しやすい構造となっている。このほかにも中間人孔が長距離に渡り存在しない長距離管渠や入坑導線の確保が難しい特殊人孔が維持管理困難箇所に該当する。

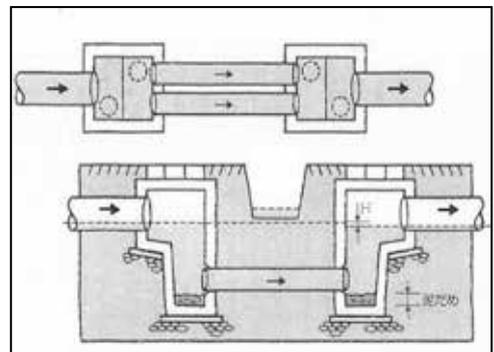


図1 伏越構造

2.2 検討方針

維持管理困難箇所の根本的な解決には既存の施設の造り替えや1条伏越管渠の2条化等の改良工事が挙げられるが、このような方法は多額の事業費と物理的な制約が大きいことから長期の整備期間を要する。そのため短中期的な取組みとして現状の維持管理困難要因について新たな維持管理手法を確立していく必要がある。最終目標としては（図2）に示す

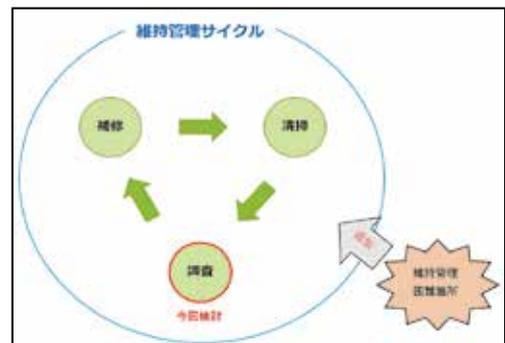


図2 維持管理サイクル

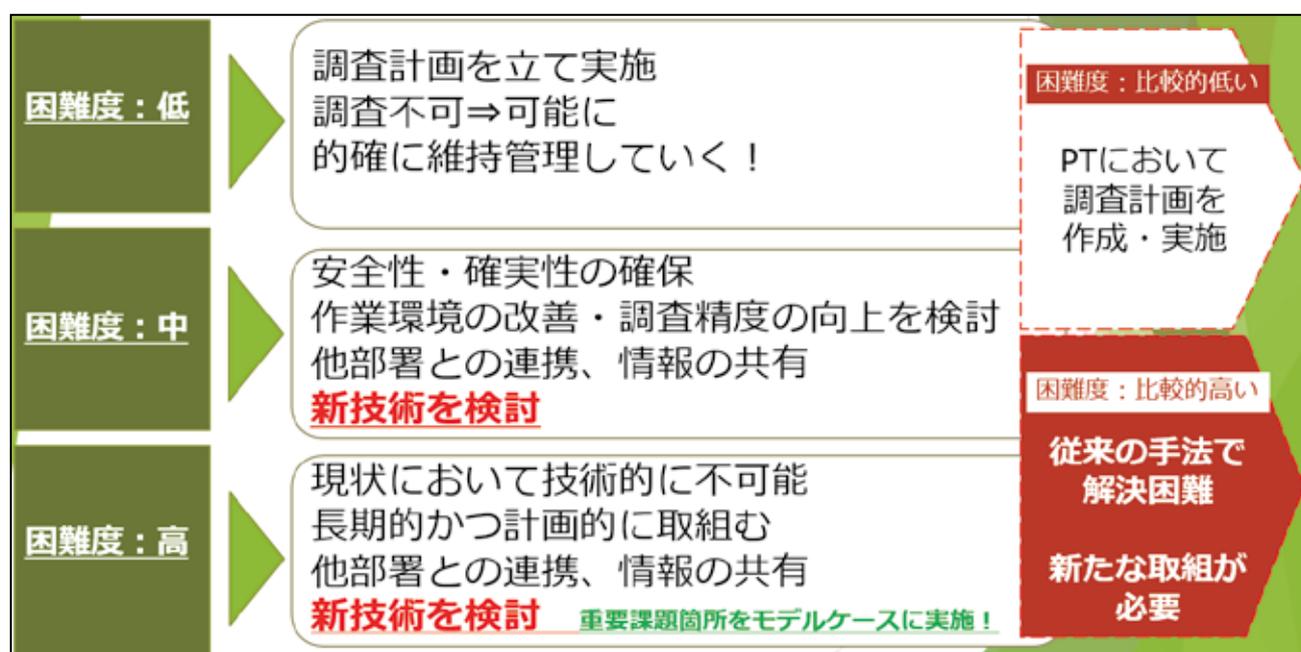
管路施設の清掃・調査・補修の維持管理サイクルに維持管理困難箇所を追加することだが、本稿においては維持管理を行う上でのスタートとなる調査に焦点をあて段階的な検討をしていくこととした。

3. 検討方法

3.1 困難箇所の分類・対応方針の策定

維持管理困難要因は様々であり、困難要因に応じた調査技術が必要である。そこで過去の管路内調査記録から抽出した維持管理困難箇所について、各困難要因から困難度を3段階に分類し対応方針を策定した(表1)。困難度が比較的低いものについては要因別の調査手法を検討し実際に調査を実施した。困難度が高いものについては既存の技術での調査が非常に困難である特殊人孔をモデルケースとして、新技術による調査を実施した。

表1 困難度分類表



4. 検討結果

4.1 困難度「低」「中」における検討

困難要因の異なる3つの維持管理困難箇所において表2のとおり調査を実施した。

表2 困難度「低」「中」調査概要

| 困難要因・調査手法 | 管渠概要 | | | |
|---|-------|---------|---------------|---------|
| | 布設年度 | 形状 | 寸法 | 調査延長 |
| 要因：高水位管渠 調査法：排水ポンプによるドライ化後、カメラ・目視調査を実施 | 1983年 | 円形 | 750~900mm | 61.35m |
| 要因：人孔が長距離にわたり存在しない長大幹線 調査法：自走式大口径TVカメラ | 1981年 | 円形 | 2000mm | 806.2m |
| 要因：人孔が長距離にわたり存在しない長大幹線 調査法：自走式大口径TVカメラ | 1987年 | 矩形(背割管) | 1950mm×3299mm | 1348.0m |

いずれも標準的な調査手法（目視調査及びミラー方式管路内調査）が困難なことから維持管理困難箇所と位置づけられていたが、現場状況を確認し、高水位な小口径管渠では排水ポンプとの併用の調査や排水時間の少ない時間帯での調査、硫化水素濃度が高く作業員の入坑が困難な大口径管渠については自走式大口径 TV カメラでの調査で可能なことが確認できた。これと類似した困難箇所を持つ管路施設についても現場を詳細に確認することや、無人調査機の積極的な活用により維持管理サイクルの中に追加していくことができるため、過去調査で調査困難と判断された施設の調査手法を改めて検討することが重要である。

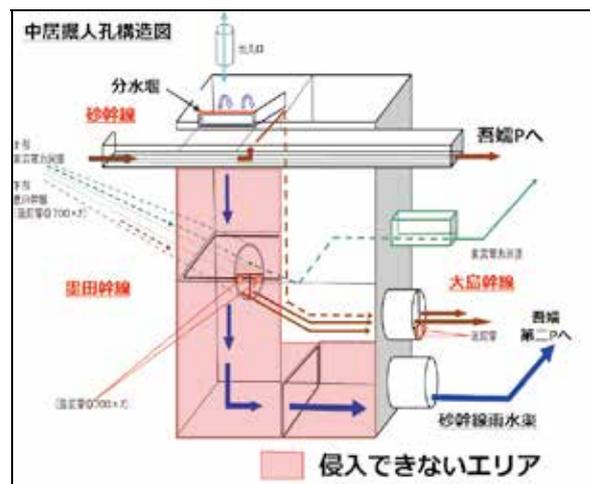
4.2 中居掘人孔をモデルケースに新調査技術を活用

困難度「高」の新技术調査のモデルケースとして、中居掘人孔を選定した（図 3、4）。

図 3 中居掘人孔位置図



図 4 中居掘人孔構造図



中居掘人孔は3幹線が合流する複雑な構造の特殊人孔である、幹線合流地点付近の硫化水素発生が著しく作業員の入坑が非常に困難な施設であるため、作業員が入坑せずに調査できるシステムを活用する必要がある。また幹線調査とは異なり、特殊人孔においては上下の移動が伴うため、自走式大口径カメラでの調査は困難である。そこで新たな調査手法としてドローン調査を検討し実施した。人孔蓋φ60cmから進入し約30m下の幹線合流地点まで導線を調査した



図 5 ドローン調査映像（幹線合流部）

結果、作業員の入坑困難なエリアについて目視調査と同じく躯体の劣化状況を映像から判断することができた（図 5）。ドローン調査では入坑に伴う換気設備や照明設備等が必要なく、作業時間の短縮及び作業費の削減が期待できる。昨今の作業員不足の面からも今後の維持管理手法として有効であると言える。

4.3 中居掘人孔 3D スキャナを活用した維持管理手法

平面断面図から（図 6）に示すように中居掘人孔 3DCAD データを作成した。

3D にすることで特殊人孔等の複雑な構造を容易に確認することができた。また人孔内に 3D スキャナを設置し点群データを取得した。

点群データを作成した 3DCAD と組み合わせることにより（図 7）、ドローンで撮影した映像から劣化が確認された箇所を 3D データ上に位置を登録し、データベースとして管理することができる。

実際には湿度が高く粉塵等が多い下水道施設では精度が安定しない等実用にあたり多くの課題がある。特殊人孔等のような作業環境は劣悪な維持管理困難箇所では危険な場所に入らずに調査することができ、これからの調査手法として大いに期待できる。

5. まとめ

本稿では維持管理困難箇所への短中期的な取組みとして下水道調査技術の検討を行った。

他分野で活躍しているドローン等の調査機器を使用することで、調査データを得られたことは大きな収穫である。しかし、下水道特有の水位、湿度、大深度施設調査における機器の搬入導線やドローンの通信環境等解決しなければならない課題は多くある。これからの維持管理においては新たな調査技術等を積極的に活用することで見えてくる課題を開発会社等と共有し、下水道局のニーズと民間開発の新技术の協同により維持管理技術を確立していく必要がある。

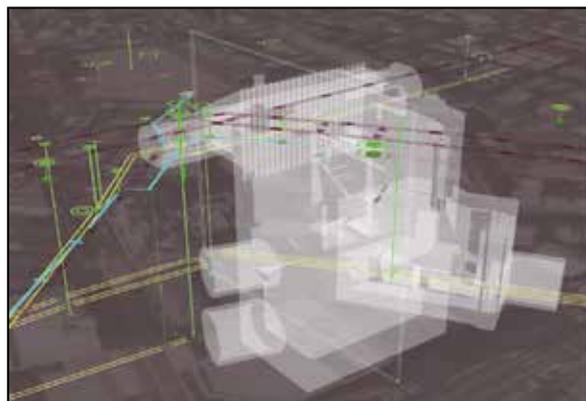


図 6 中居掘人孔 3DCAD データ

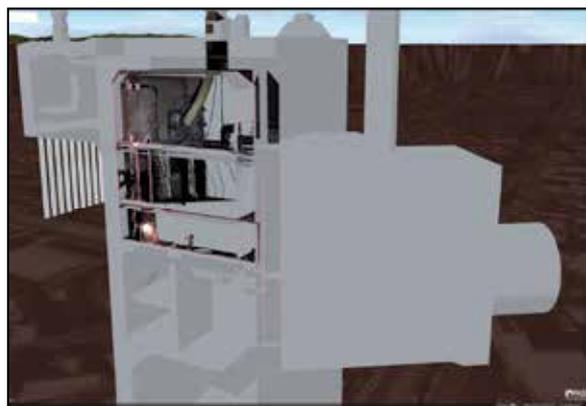


図 7 3DCAD データ点群データ