

流域下水道における 下水道圧送管路調査について

小西 達也

兵庫県 県土整備部 土木局 下水道課 (〒650-8567兵庫県神戸市中央区下山手通5-10-1)

下水道圧送管路は、従来の調査手法では管路内面の目視調査が困難な状況であったが、下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）によって新たな調査技術が確立された。本県の揖保川流域下水道圧送管路（たつの市および宍粟市）において、その調査技術を採用した結果、管路内面の調査結果は全箇所とも「健全」であったが、机上スクリーニングにより腐食危険推定箇所を限定することができたため、今後はより効率的な維持管理が期待できる。

キーワード 下水道, 新技術, 維持管理

1. はじめに

兵庫県では4流域6処理区で流域下水道事業を実施している。1963年に猪名川流域下水道を兵庫県管理の流域下水道として供用開始して以来、県民の生活を支えてきたが、処理場やポンプ場、下水道管きよ等の施設の老朽化が大きな課題となっている。

特に下水道管きよのうち、圧送管路についてはこれまで調査手法が無く、管路内面の目視調査が困難な状況であった。2017年度にようやく圧送管路の調査技術が確立され、2018年度に本県の揖保川流域下水道において、その技術を用いた調査を実施したため、本論文で調査の実施内容と結果について考察する。

2. 揖保川流域下水道の概要

揖保川流域下水道は姫路市、たつの市、宍粟市、太子町の下水を集約し、揖保川浄化センターで処理を行っている。2018年度末時点の処理面積は6,840haで県下流域下水道6処理区中2番目に大きく、処理人口は184,700人で最少となっている。高濃度のBOD、SS、窒素分が含まれる皮革排水を処理していることが特徴で、処理方式は酸素活性汚泥法および活性汚泥変法を採用している。全幹線管きよ延長は52.8kmであり、そのうち約4.6km（揖保川幹線4.1km、右岸第1幹線0.5km）が圧送管路区間となっている。（図-1）

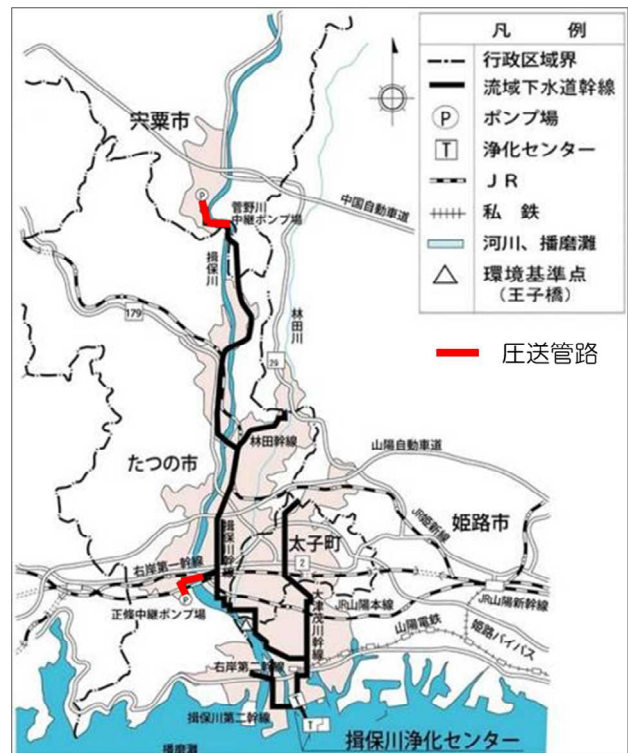


図-1 揖保川流域下水道事業管内図

3. 下水道圧送管路について

(1) 下水道圧送管路とは

下水道では自然流下管きよにて下水を流下することを基本としている。しかし、管きよを埋設する道路等が流下勾配と逆勾配の場合や河川を上越し・伏越しする箇所、

起伏の激しい地形や家屋が点在する箇所など下水を持ち上げる必要がある場合は、圧送管路を採用することがある。また、圧送管路には、途中で下水を流入させる必要がなければ長距離送水が可能といったメリットもある。

逆にポンプで下水を圧送しているため、管路が破損しやすく、下水の溢水や道路陥没等の大事故に直結しやすい。また、点検口となるマンホールの代わりに、負圧防止や空気溜まり防止のための空気弁(図-2)を設けるが、開口部の口径が75mmと小さく、従来のテレビカメラ調査等では管内の腐食状況を把握できないことも大きなデメリットである。

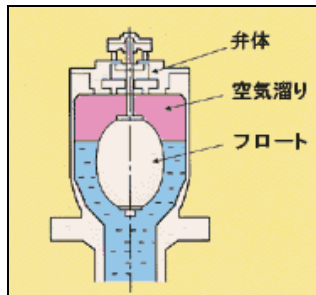


図-2 空気弁模式図¹⁾

(2) 下水道圧送管路の腐食メカニズム

下水道圧送管路では、ポンプの間欠運転時に下水の管内滞留時間が長くなることで嫌気(無酸素)状態が進行し、硫酸イオンが硫酸塩還元細菌によって還元され、硫化物が生成される。その硫化物は硫化水素として圧送管路からの吐出し先であるマンホール等で空気中に放散され、硫黄酸化細菌によって硫化水素から硫酸が生成されることで、通常はマンホールや下流の自然流下管きよのコンクリート部で硫酸腐食を引き起こす。

しかし、圧送管路内に気相部が存在し、新鮮な空気の出入りがある等の条件が重なると、その気相部周辺で硫化水素が放散され、生成された硫酸により圧送管路本体が腐食し、破損することで漏水や道路陥没事故が発生する。(図-3)

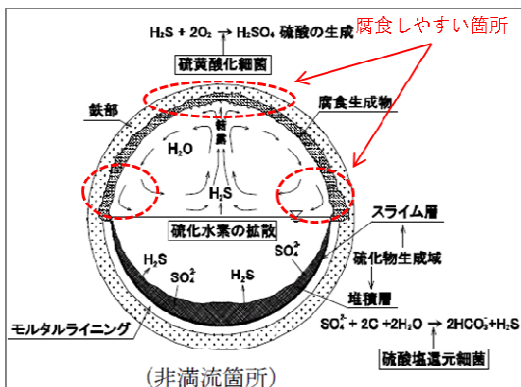


図-3 腐食危険推定箇所例(断面図)²⁾

(3) 揖保川流域下水道圧送管路における課題

揖保川流域下水道における圧送管路内面調査は、これまで調査技術が確立されておらず、他に優先度の高い自然流下管きよの調査箇所があったため、後回しとなっていた。しかし、圧送管路の数百m下流の自然流下管きよで硫酸腐食による道路陥没事故が発生したことなどから、圧送管路においても早急に管路内面の腐食状況を把握する必要があった。

4. 下水道圧送管路の調査技術と調査導入結果

(1) 下水道圧送管路の調査技術について

国土交通省の下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)において、下水道圧送管路の効率的な維持管理を目的とした「下水道圧送管路における硫酸腐食箇所の効率的な調査技術」が採択され、官民連携によって実証研究が進められており、2017年度にガイドライン(案)が策定されている。本県では圧送管路内面の目視調査を可能にした技術に着目し、本調査技術を採用した。

調査には2ステップあり、1ステップ目は机上スクリーニングである。管路縦断面図に動水こう配線を引き、それよりも高い位置にある圧送管路は管内に気相部があり、ポンプ稼働時でも非満流であると判断する。また、吐出し先のマンホールとの接続部も非満流となるので、これらの箇所を圧送管路における腐食危険推定箇所と判断する。(図-4)

2ステップ目は腐食危険推定箇所と判断された箇所の現地調査である。調査には今回開発されたガイド挿入式カメラ(図-5、写真-1)を使用する。標準で口径75mmの開口部しかない空気弁等からでも管路内面の目視調査が可能で、上下流方向に30m、管頂側約180°の範囲で撮影することができ、撮影動画や画像はリアルタイムで確認できる。ガイドが設置・移動できない狭小な箇所や下水が30mm以上滞留する箇所、急な曲がりのある箇所では撮影範囲が5m程度に限られる挿入式カメラ(図-6、写真-2)を代用する。

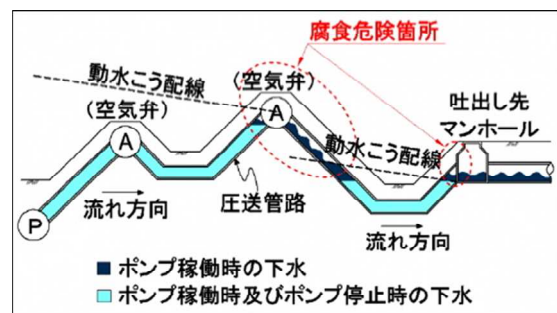


図-4 腐食危険推定箇所例(縦断面図)³⁾

現地調査の手順であるが、ポンプを停止させて空気弁から下水が溢水しないか等、腐食危険推定箇所周辺が安全に作業できる環境であることを確認する。安全であれば空気弁や吐出し先のマンホールからガイド挿入式カメラを挿入して管路内面の腐食状況を視覚的に確認し、最終的に劣化度のランク分けを行う。実際の現場作業状況は写真-3、4のとおりである。

本調査技術では机上スクリーニングで腐食危険推定箇所を限定することができ、これらの箇所のみを現地調査するため、効率的かつ効果的な調査が可能である。



写真-2 挿入式カメラ²⁾

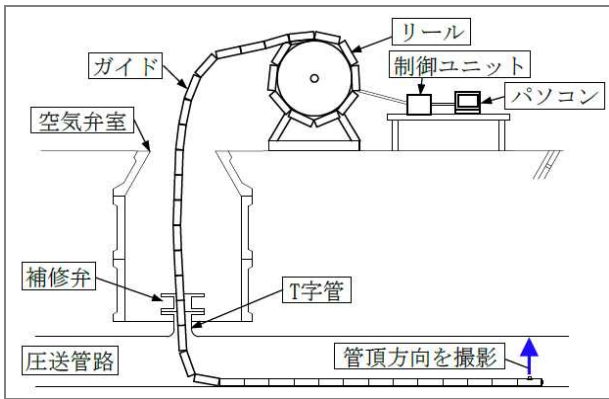


図-5 ガイド挿入式カメラ模式図²⁾



写真-3 ガイド挿入式カメラ調査状況



写真-1 ガイド挿入式カメラ²⁾



写真-4 挿入式カメラ調査状況

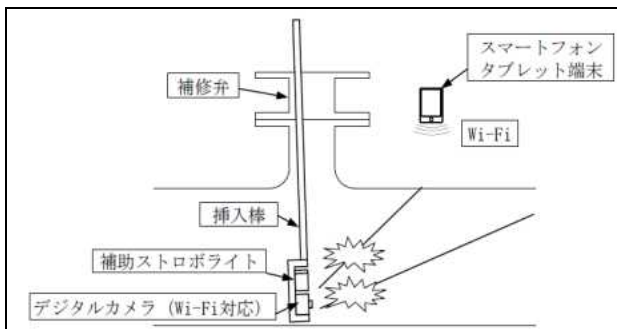


図-6 挿入式カメラ模式図²⁾

(2) 揖保川流域下水道における調査内容

揖保川流域下水道においては、揖保川幹線および右岸第1幹線の圧送管路全区間を対象に調査を実施した。机上スクリーニングの結果、14箇所が腐食危険推定箇所と判断されたが、そのうち6箇所が動水こう配線より上部に位置する箇所であり、残りが揖保川を横断する水管橋の空気弁部であった。図-7、8は机上スクリーニングにより腐食危険推定箇所を抽出した管路縦断面図の一部例である。現地調査では14箇所のうち2箇所のみでガイド挿入式カメラによる調査を行い、残りの水管橋等の箇所では挿入式カメラを代用した調査を実施した。

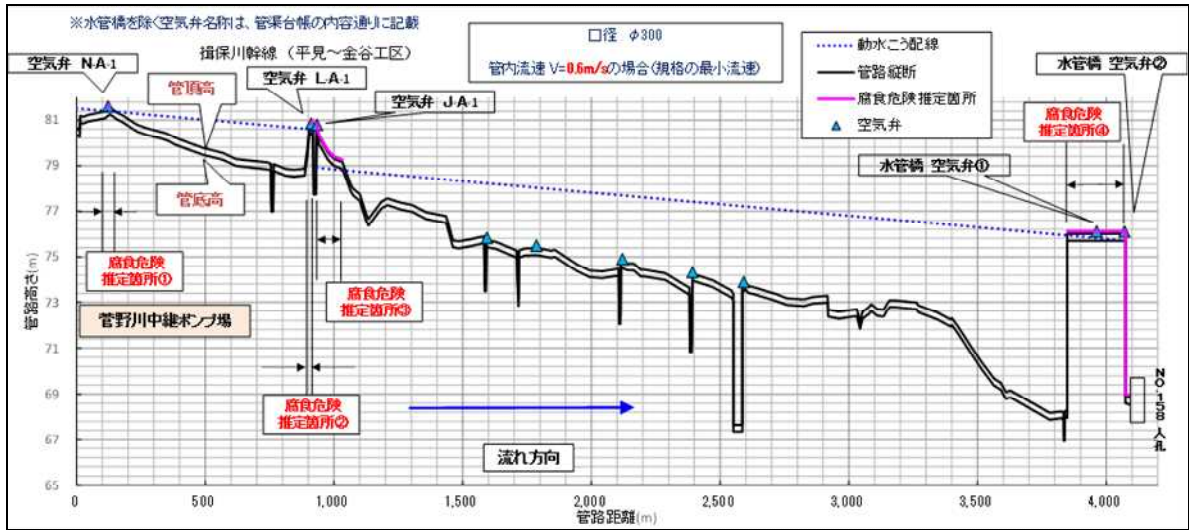


図-7 揖保川幹線管路縦断面図 (φ300区間) 腐食危険推定箇所

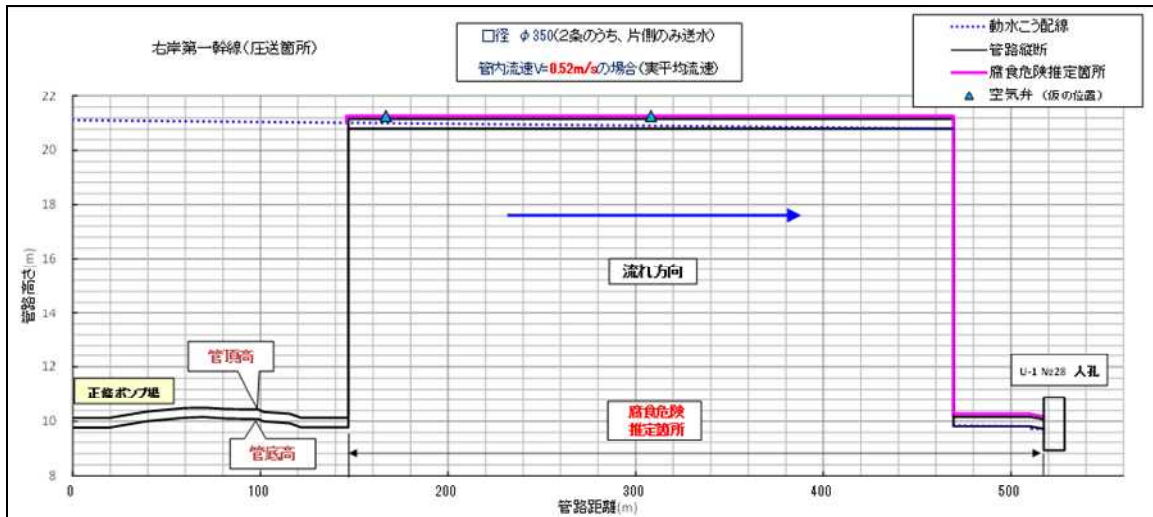


図-8 右岸第1幹線管路縦断面図 (φ350区間) 腐食危険推定箇所

(3) 調査結果と考察

写真-5, 6のとおり、管路内面に付着物やカビ等は見られるものの、内面塗料剥離等の異常はなく、全箇所とも「健全」という判定結果であった。比較対象として他自治体の硫酸腐食事例を掲載している。(写真-7, 8)

地中埋設部は空気弁が常時全閉で空気の入りが無い一般環境下であったこと、耐食性に優れているエポキシ樹脂粉体塗装であったこと、揖保川幹線についてはポンプ場に設置した酸素発生装置から送られる酸素によって好気状態であったことが硫酸腐食防止につながったと考えられる。

一方、水管橋部は空気の出入りがある腐食環境下であり、耐食性が劣るタールエポキシ樹脂塗装であったが、ポンプ稼働時にはほぼ満水状態となり、短いサイクルで管路内面が洗い流されていたことが硫酸腐食防止につながったと考えられる。また、空気弁の年2回のエア抜き等の点検、水管橋部の月1回の点検などの日常的な維持管理も圧送管路を健全な状態に保つことができた要因だと考えられる。

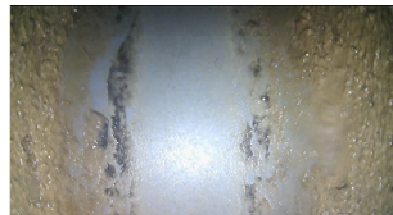


写真-5 ガイド挿入式カメラ調査画像 (管頂部)

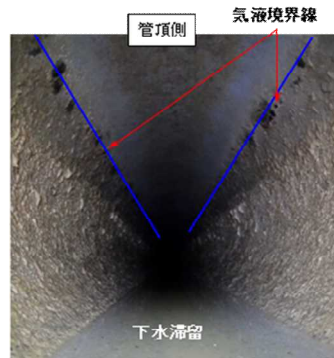


写真-6 挿入式カメラ調査画像

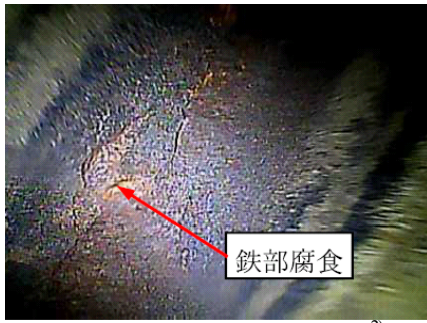


写真-7 他自治体硫酸腐食事例①²⁾

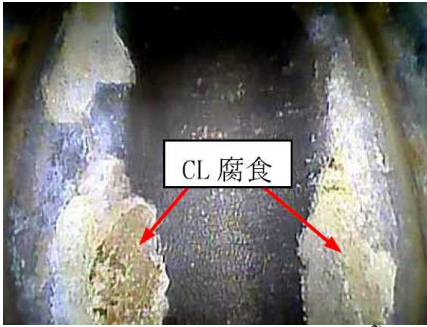


写真-8 他自治体硫酸腐食事例②²⁾

5. おわりに

本調査における反省点は、机上スクリーニング時に管路縦断面図に頼りすぎたことで、圧送管路の平面線形を十分に把握できていなかったことである。その結果、横方向の曲がりに弱いガイド挿入式カメラで調査できる箇所が少なく、多くの箇所ですべて挿入式カメラを代用することになった。

しかし、これまで一度も確認できていなかった圧送管路内面の目視調査を実施できた点や、机上スクリーニングで調査箇所を絞り込めたことで今後はより効率的な維持管理が可能になった点は評価できる。

また、下水処理時に発生する汚泥を汚泥処理場等に輸送する送泥管は大半が圧送管路となっており、管路内面の目視調査はほとんど実施できていない状況であるが、本調査技術の活用が可能であると考えられる。本県では2018年度より、公益財団法人日本下水道新技術機構との共同研究で兵庫西流域下水汚泥広域処理場の送泥管調査を進めており、本調査技術による圧送管路内面調査を予定している。この研究によって、調査が可能であることを確認できれば、送泥管においても下水道圧送管路と同様に、効率的な維持管理が可能となる。

今後も調査技術等の進歩が想定されることから、積極的に情報収集等を行い、それらの活用を通じて、県民への安定した下水道サービスの提供に努めていく。

参考文献

- 1) 下水道圧送管路研究会 HP「下水用空気弁・バルブ」
<http://www.assouken.gr.jp/>
- 2) 国土技術政策総合研究所 HP「下水道圧送管路における硫酸腐食箇所の効率的な調査技術導入ガイドライン(案)」
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryuu/tnn/tnn1012.htm>
- 3) 株式会社クボタ HP「下水圧送管路調査」
<https://www.kubota.co.jp/product/ironpipe/products/technology/survey/>