

下水圧送管の効率的な調査手法の実証

野田康江・深谷 渉・岩崎宏和

1. はじめに

下水圧送管とは、上流端にあるポンプ施設から下水を圧力輸送するための施設であり、施設が損傷すると大規模な道路陥没や漏水事故につながる恐れがある（写真-1）。圧送管の途中にマンホールはなく、管内の負圧防止や空気溜まりの解消のために空気弁（一般的にはφ75mm）があるだけで、自然流下管で使用されている調査機材を挿入することができないといった技術的な課題があった。



写真-1 圧送管の事故事例

そこで国土交通省では、平成28年度の下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）¹⁾を公募し、FS調査として、下水圧送管に使用される代表的な管材であるダクタイル鋳鉄管を対象とした「下水圧送管路における硫化水素腐食箇所の効率的な調査・診断技術」（楸クボタ）（以下「本技術」という。）を採択し、実証研究を実施した。その実証研究において本技術の有効性が確認されたため、「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）（以下「ガイドライン」という。）」を国総研資料として取りまとめた。以下に、実証実験の内容とガイドラインの概要について報告する。

2. 技術の概要

本技術は、下水圧送管の腐食が進んでいる箇所（以下「腐食危険推定箇所」という。）を絞り込む

机上スクリーニングと、腐食危険推定箇所の腐食状況を現地で調査診断するため、φ75mmの空気弁から挿入可能な調査機材（以下「調査機器」という。）を用いて劣化程度を確認する腐食調査診断技術である（図-1）。

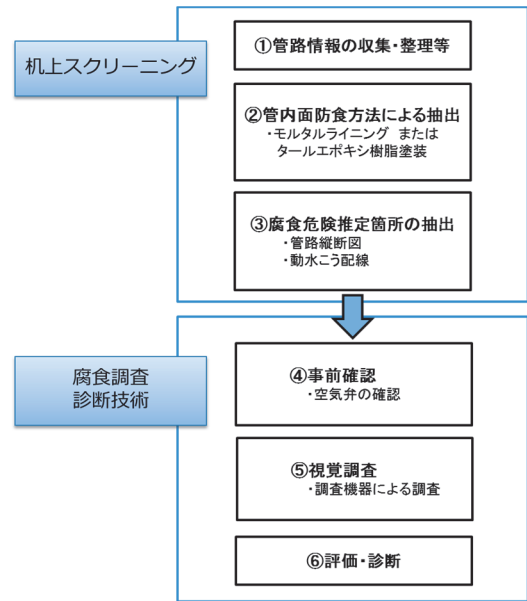


図-1 実施フロー

机上スクリーニングでは、内面防食方法が耐食性不十分であり、かつ管路の位置が動水こう配線より高い箇所を腐食危険推定箇所として抽出する。

机上スクリーニングで腐食危険推定箇所と判断された箇所は、圧送管の腐食による劣化を把握するため、調査機器により管内の壁面の撮影を行い、視覚調査を行う。撮影した画像をもとに圧送管の劣化度を判定しランク分けし、必要な対策や今後の点検方法を検討する。

3. 実証実験

本技術における机上スクリーニングの有効性と、調査機器による圧送管内面の調査可能性を検証するため、実証実験を行った。

3.1 机上スクリーニングの有効性

(1) 検証方法

圧送管では、圧送管特有の構造や腐食メカニズムにより、硫酸腐食の恐れのある箇所は限定される。そのため、管内面防食方法と管内の気相部の

有無により、効率的に腐食危険推定箇所を抽出(机上スクリーニング)できる。

なお、机上スクリーニングの有効性は、①耐食性が高いと言われている、エポキシ樹脂粉体塗装の異形管の腐食状況(6つの管路で実施)、②腐食危険推定箇所での腐食状況(5つの管路で実施。うち3つは①と同じ管路である。)、③机上スクリーニングで抽出されなかった箇所(以下「非腐食危険推定箇所」という。)での腐食状況(①、②とは異なる1つの管路で実施)を、現地で調査機器を用いて確認した。

(2)検証結果

1)エポキシ樹脂粉体塗装の異形管の腐食状況

腐食危険推定箇所と判断された範囲内に布設されている内面エポキシ樹脂粉体塗装の異形管の腐食状況を調査した。調査を行った結果、直管(モルタルライニング)は激しく腐食していたが、同じ箇所に布設されていたエポキシ樹脂粉体塗装の異形管は健全であり(表-1)、腐食が発生していない(耐食性が十分である)ことを確認した。机上スクリーニングでは、内面防食方法がエポキシ樹脂粉体塗装の場合は、腐食危険推定箇所と判断しないこととされるが、この机上スクリーニングが妥当であることを確認した。

2)腐食危険推定箇所の腐食状況

机上スクリーニングにより腐食危険推定箇所と判断した箇所を調査機器で調査した。

調査結果は表-2の通りであり、机上スクリーニングにより腐食危険推定箇所と判断した箇所全てで腐食が発生していた。また、過去に腐食に伴う事故が発生した箇所を机上スクリーニングした結果、事故が発生した管路全てで腐食危険推定箇所となっていたことを別途確認した。このことから、

表-2 机上スクリーニングと視覚調査の照合結果

事業体	管径 (mm)	管路長 (m)	供用開始年	管内面の状況	机上スクリーニング結果
I流域下水道	200 (2条)	886	1996	腐食あり	腐食危険推定箇所と判定
J市	600	370	2003		
K市	350	4,730	1994		
L市	800	2,110	1973		
	450	1,480	1991		

机上スクリーニングにより、腐食危険推定箇所の抽出ができていることを確認した。

3)非腐食危険推定箇所の腐食状況

机上スクリーニングで動水こう配線より低い位置にあるため非腐食危険推定箇所と判断された箇所において、空気弁周辺の管内面の腐食状況を調査した。調査の結果、調査箇所では全線にわたり腐食は発生しておらず健全であり(写真-2)、机上スクリーニングで非腐食危険推定箇所となった箇所では、腐食の可能性が低いことを確認した。



写真-2 非腐食推定箇所の状況(異常なし)

3.2 圧送管内面の調査可能性

(1)検証方法

調査機器による圧送管内面の調査可能性の検証は、表-3の目標を満足するかどうかを確認した。

表-1 内面防食方法の違いによる腐食状況

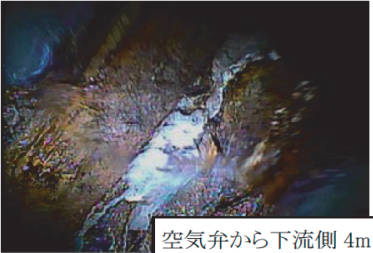
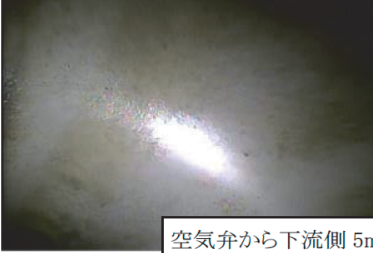
管内面防食方法	モルタルライニング (直管)	エポキシ樹脂粉体塗装 (異形管)
劣化度	Aランク(重度)	異常なし
内面状況	 空気弁から下流側 4m	 空気弁から下流側 5m

表-3 調査機器の目標

	目標
調査機器による圧送管内面の調査可能性	口径φ75mmの空気弁から挿入可能
	視覚調査時間1.5時間以内
	管径200mm～1000mm
	清掃不要で管内の腐食状況を診断可能
	空気弁から30mの範囲を調査可能

なお、表-3の目標は、圧送管特有の制約条件下における限界性能である。

(2) 検証結果

調査機器が実際の現地に適用できることを確認するため、フィールド管路において表-3の目標が達成できることを確認した。

机上スクリーニングにより腐食危険推定箇所と判断した表-2の管路を対象に調査機器により調査を行った。その結果、全ての管路で表-3に示す目標を達成でき（表-4）、調査機器が圧送管の調査に適用可能であることが確認できた。

3.3 実証実験のまとめ

机上スクリーニングの有効性及び調査機器による圧送管内面の調査可能性を検証した結果、机上スクリーニングによる腐食危険推定箇所の判定が妥当であること、及び調査機器により管内面の腐食状況が診断可能であることが確認できた。このことから、本技術が圧送管内面の調査手法として有効であることが実証された。

4. ガイドラインの概要

4.1 ガイドラインの目的

実証研究の成果を踏まえ、下水道事業者等が革新的技術の導入を検討する際に参考にできる資料としてガイドライン²⁾を策定した。本技術の導入

により圧送管においても改正下水道法に基づいた適切な維持管理が図られることが期待できる。

ガイドラインは、第1章総則（目的、ガイドラインの位置づけ、用語の定義）に始まり、技術の概要、導入検討、腐食危険推定箇所の抽出、硫酸腐食の調査手法の全5章と参考資料で構成されている。第2章「技術の概要」については、本稿の2.で既述しているため、第3章以降の概要を以下に示す。なお、それぞれの詳細な内容については、ガイドラインをご参照いただきたい。

4.2 導入検討（第3章）

本調査技術の導入にあたっては、調査機器の適用範囲や性能が、導入を検討している現地フィールドに適しているか、導入に必要なコストや調査期間が妥当であるかの確認が重要である。導入する際に必要な確認項目は表-5の通りである。

表-5 本調査技術を導入する際の確認項目

確認項目	確認内容	
机上スクリーニング	管路縦断	管路縦断図（竣工図）があること。
硫酸腐食の調査	管種	ダクタイル鋳鉄管であること。
	管径	φ200～φ1000 mmの範囲内であること。
	下水の種類	汚水（汚泥は対象外）
	機材挿入可否	空気弁(口径75mm以上)または吐出し先マンホールがあること。
	ポンプ停止可否	調査中にポンプを停止（1.5時間以上）できること。
	管路の屈曲	屈曲角が22.5°以内であること。

4.3 腐食危険推定箇所の抽出（第4章）

本章では、机上スクリーニングの実施手順等を取りまとめている。

ダクタイル鋳鉄管の耐食性は管内面防食方法に大きく依存している。管内面防食方法がモルタルライニングまたはタールエポキシ樹脂塗装の場合、耐食性は不十分である。一方、管内面防食方法がエポキシ樹脂粉体塗装の場合、優れた耐食性を有しており、表-1のように腐食が発生している可能性が低い。管内面防食方法の耐食性が不十分な場

表-4 調査機器の適用結果

事業体	空気弁からの挿入	管径 (mm)	視覚調査時間 (時間)	撮影された画像	調査範囲 (m)
目標	φ75mmの空気弁から挿入可能	200～1000	1.5時間以内	内面劣化度を診断可能	30m
I流域下水道	問題なく挿入可能	200 (2条)	1.5	画像は鮮明で腐食レベルを明確に判別可能であり、劣化度を診断可能	32
J市		600	1.0		10
K市		350	1.0		32
L市		800	1.0		30
		450	0.5		31

合、管路縦断図に動水こう配線を引き、管路の位置が動水こう配線より高い箇所を腐食危険推定箇所として抽出する。また、吐出し先がマンホールの場合や、管路縦断図頂上の上流側も、非満流となり空気が供給されるため腐食危険推定箇所として抽出する。

4.4 硫酸腐食の調査手法（第5章）

本章では、調査機器を用いた調査の仕様及び手順等を取りまとめている。

机上スクリーニングで腐食危険推定箇所と判断された箇所について、調査機器を用いて調査を行う。調査では、調査機器を挿入するため空気弁の撤去を行う必要があるが、撤去の際に、下水が噴き出したり、高濃度の硫化水素が排出され、人命に関わるような重大事故が発生する可能性がある。そのため、視覚調査の直前に空気弁の採取孔を開け、採取孔から高濃度の硫化水素が排出されないこと、下水が噴き出さないことを必ず確認し、空気弁が安全に取り外せることを確認する（写真-3）。空気弁が安全に取り外せることが確認できた場合のみ空気弁を撤去し、調査機器にて圧送管内面の調査を実施する。



写真-3 空気弁確認状況

調査実施後、撮影した画像をもとに、管内面の劣化度をランク分けし、必要な対策や今後の点検方法を検討する。

なお、調査に係る安全衛生管理は、関連法令や当該自治体が定める基準等を遵守し、適切に行う。

4.5 参考資料

参考資料編として、机上スクリーニングの妥当性の検討事例、硫酸腐食の調査の実施事例、デジタルカメラを用いた調査の実施事例、エポキシ樹脂粉体塗装の耐食性評価、劣化度ランク分けの根拠、調査コスト試算事例、圧送管の点検、圧送管におけるストックマネジメントの実施手法、問い合わせ先等に関する資料を巻末に収録した。

5. おわりに

圧送管は構造的特徴から、これまで十分な点検調査が行われていなかった。本技術が圧送管の調査手法として有効であることが確認されたことにより、今後圧送管の維持管理が促進することが期待される。

本技術のさらなる普及展開を図り、圧送管においても予防保全的な維持管理へ転換できるよう、地方公共団体及びコンサルタントや維持管理企業へ説明会等を通し働きかけていく予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省ホームページ：
http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000450.html
- 2) 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）、国総研資料第1012号、2018.2

野田康江



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室
交流研究員
Yasue NODA

深谷 渉



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室主任研究官、現 管清工業(株)
Wataru FUKATANI

岩崎宏和



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室長
Hirokazu IWASAKI