

現地レポート

# 下水道圧送管路における腐食調査技術の適用

奥村直生・西川佳宏・田本典秀

## 1. はじめに

滋賀県は昭和46年に琵琶湖流域下水道基本計画を策定し、閉鎖性水域である琵琶湖の水質保全本を目的に、流域下水道の整備を進めてきた。現在は、市町の単独公共下水道も含めた下水道普及率は89.7%（平成29年度末）で全国7位となっている。滋賀県が管理する流域下水道管渠延長は約360kmであり、大部分が大口径の自然流下管であるが、地形条件等により約13kmの圧送管を整備し、管理している。

近年、下水道管路施設の老朽化や多発する道路陥没が問題となっている。このことを受け平成27年度に下水道法が改正され、全ての管路施設について適切な時期に清掃や点検等を行い、異常を把握した際には必要な措置を講ずることとされた。圧送管路においても、内面モルタルライニングのダクタイル鋳鉄管の管路で、硫化水素に起因する硫酸腐食による道路陥没などが発生しているため、予防保全としての点検調査が必要となっている。しかしながら下水道圧送管路は、調査に使用する機材を入れるための開口部が存在しない、常時満流である等の特性を有することから、現在の自然流下管きょに導入されている調査技術での対応が困難であり、今までは調査はほとんど行われてこなかった。滋賀県でも、高島市マキノ町にある高島北幹線において、供用開始後約20年間、一度も点検が行われていなかった。本調査は、空気弁から挿入可能で、ポンプ停止時間内に、圧送管路特有の制約条件下における調査が可能なビデオカメラを使用することにより、圧送管路の視覚調査が可能となった。本稿ではこの下水圧送管路における硫酸腐食調査技術の適応事例について報告する。

## 2. 調査対象について

本調査の対象となった管路施設の概要を表-1

および図-1に示す。

高島北幹線の最北端に位置するマキノポンプ場からの圧送距離は4,072mであり、硫化水素の発生が懸念されることから、その対策として当初は、過酸化水素注入設備を設置した。平成11年4月に供用開始して以来、過酸化水素注入を積極的に行い、硫化水素の発生を低減させてきたが、特に夏期においては十分な効果が得られず、圧送管吐出人孔において最大500~1,000ppmもの硫化水素が発生したため、酸素注入を実施してきた。

## 3. 硫酸腐食調査について

本調査の作業フローを図-2に示す。まず腐食危険推定箇所抽出（以下「机上スクリーニング」という。）を行った後に、実管路で硫酸腐食の調査を行った。

### 3.1 机上スクリーニングの方法

机上スクリーニングは、腐食のメカニズムを踏まえ、圧送区間の中において腐食の発生が危惧される箇所を抽出するために行った。圧送管路で硫

表-1 調査対象管路施設の概要

管路概要	
管径	300mm×1条
管路長	4072m
管種類	ダクタイル鋳鉄管(内面モルタルライニング)
送水量	3.8m <sup>3</sup> /min
管路吐出し先	マンホール
管路布設年	平成11年

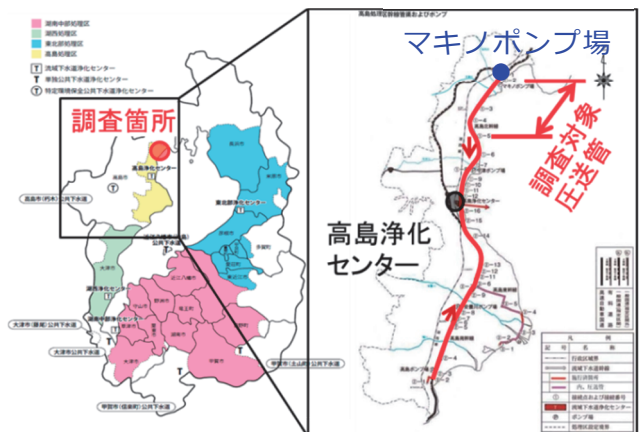


図-1 調査対象圧送管

酸腐食が発生するのは、特定の条件下に限定されることから、管内面防食方法による抽出と気相部の有無による腐食危険推定箇所の抽出を行い、硫酸腐食の可能性のある腐食危険推定箇所を絞り込んだ。

3.1.1 管内面防食方法による抽出

表-2にダクタイトル鉄管の防食性能を示す。ダクタイトル鉄管の硫酸腐食に対する耐食性は、管内面防食方法に大きく依存する。管内面防食にモルタルライニングが用いられる場合は、耐食性が不十分であり、硫酸腐食が起こる環境下では管内面腐食が進行しやすいため、腐食危険推定箇所の抽出を行う。

高島北幹線の直管では、管内面防食方法としてモルタルライニングが用いられているため、本調査においても腐食危険推定箇所の抽出を行った。

3.1.2 気相部による腐食危険推定箇所の抽出

圧送管路で硫酸腐食が起こるのは、管内に気相部が存在し、新鮮な空気の出入りがある箇所に限定され、圧送管路内が満流であれば硫酸が生成されることはない。任意の圧送区間に気相部が存在するか検討を行い、空気弁の周辺に気相部が存在していると推定される箇所を腐食危険推定箇所とみなした。また、吐出し先マンホールの接続部も、非満流となるため腐食危険推定箇所と判断した。

3.2 机上スクリーニングの結果

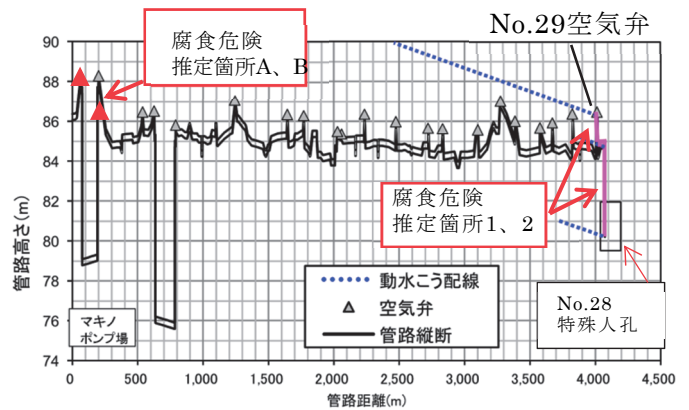
高島北幹線における腐食危険推定箇所の抽出結果を図-3に示す。腐食危険箇所は、No.29空気弁から下流側約10mの範囲（腐食危険推定箇所1）と吐出し先マンホールから上流側約40mの範囲（腐食危険推定箇所2）の二箇所と推定された（図-3 (b)参照）。腐食危険推定箇所1では、管路高

さが動水こう配線より高く非満流となり、腐食危険推定箇所と推定した。腐食危険推定箇所2は、吐出し先マンホールの接続部であり、非満流となるため、腐食危険箇所と推定した。現地状況や維持管理情報を確認したところ、腐食危険推定箇所1では、No.29空気弁は補修弁が常時閉鎖され、

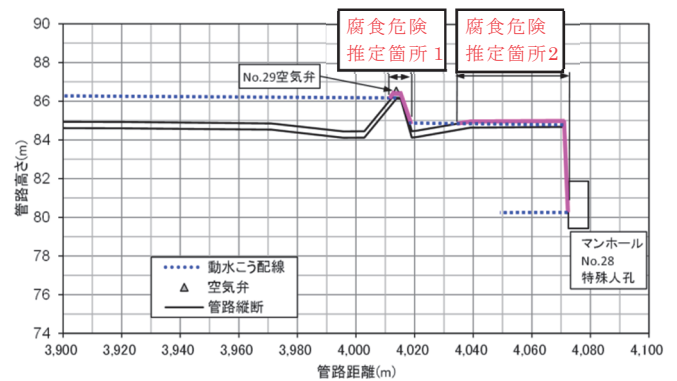
表-2 ダクタイトル鉄管の管内面防食性能<sup>1)</sup>

直管	異形管	防食性能 <sup>2)</sup>
エポキシ樹脂粉末塗装	エポキシ樹脂粉末塗装	○
モルタルライニング	エポキシ樹脂粉末塗装	×
	タールエポキシ樹脂塗装 <sup>*1)</sup>	×

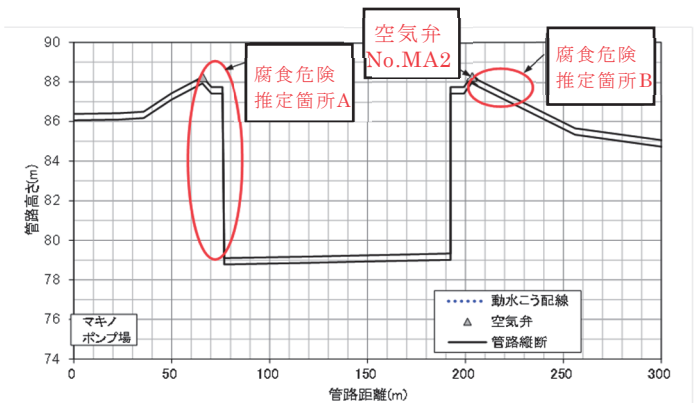
\*1) 1997年にJSWS G-1 下水道用ダクタイトル鉄管から削除  
\*2) ○：硫化水素腐食に対する優れた耐食性、×：硫化水素腐食に対する耐食性が不十分



(a)腐食危険推定箇所推定結果



(b)腐食推定危険箇所1、2 拡大図



(c)腐食推定危険箇所A、B 拡大図

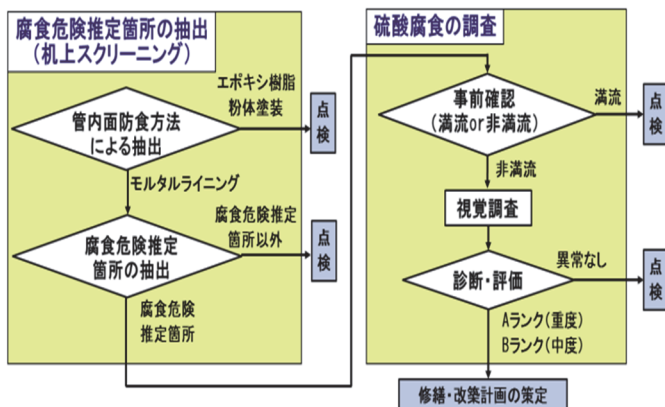


図-2 腐食調査の手順

図-3 腐食危険推定箇所推定結果

新鮮な空気が供給されず、硫酸腐食は進行している可能性は低いと考えられた。また腐食危険推定箇所2では、1回／年のペースで吐出し先マンホールからの目視確認を実施し、腐食が進行していないことを確認している。

マキノポンプ場の近く（A点及びB点）では、硫化腐食対策のため注入された酸素の一部が、下水中に溶解されず管内に滞留し、常に非満流になっている可能性があり、腐食危険箇所と推定した（図-3(C)参照）。

A点の管路高さはB点より低く、A点近傍の空気弁を解放すると下水が溢れる可能性が高いと考えられ、安全を考慮しB点で硫酸腐食の調査を行った。

### 3.3 硫酸腐食の調査方法

机上スクリーニングの結果より、マキノポンプ場から約200m下流側の空気弁No.MA2から下流側30m以内の範囲を対象に管内の腐食状況を調査した。

#### 3.3.1 現地確認

空気弁No.MA2の下流側30m以内を対象に、管路診断調査の実施が可能か判断するため、現地で確認を行った。確認事項はポンプ停止時に空気弁No.MA2を撤去しても、下水が溢れないこと、ポンプ停止時には、空気弁No.MA2の下流側の管内がほぼ空管状態になっていることの2点である。

空気弁No.MA2からの下水排出有無はポンプを停止し、空気弁の採取孔から確認した。ポンプ停止から1時間経過しても下水排出が続く場合は管路診断調査は困難であると判断する。

図-4に示す方法で、開口部からデジタルカメラを管内に挿入し、管内状況（残水・堆積物の有無等）を確認し、空気弁No.MA2からの管路診断調査が可能であると判断した。

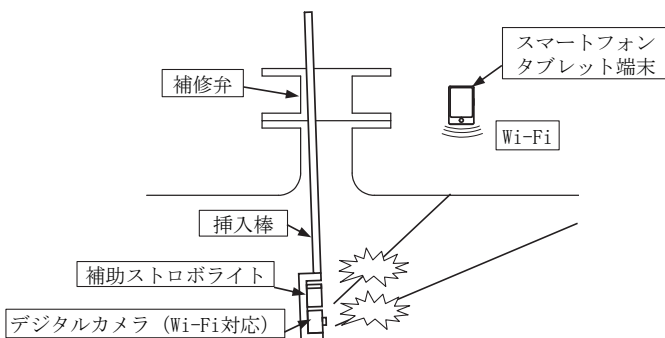


図-4 デジタルカメラを用いた調査

### 3.3.2 管路診断調査

図-5に示す調査機器を管内に挿入し、管路内の腐食状況をカメラにより視覚調査した。調査手順はまず、調査機器を空気弁から管内に挿入し、目標の30mまで管内に押し込む。押し込みは、調査機器先端の前方カメラで管内の状況を確認しながら行う（図-6参照）。

次に、3～6m/minの速度を目安に調査機器を引き抜きながら、管内面の腐食状況を管頂カメラで連続的に撮影し、画像データをパソコンに記録する。同時に空気弁からの距離データも記録する。調査についてはマキノポンプ場が停止している約1時間の間に終了した。調査機器により撮影された画像をもとに、圧送管路の劣化度の診断を行った。

### 3.4 硫酸腐食の調査結果

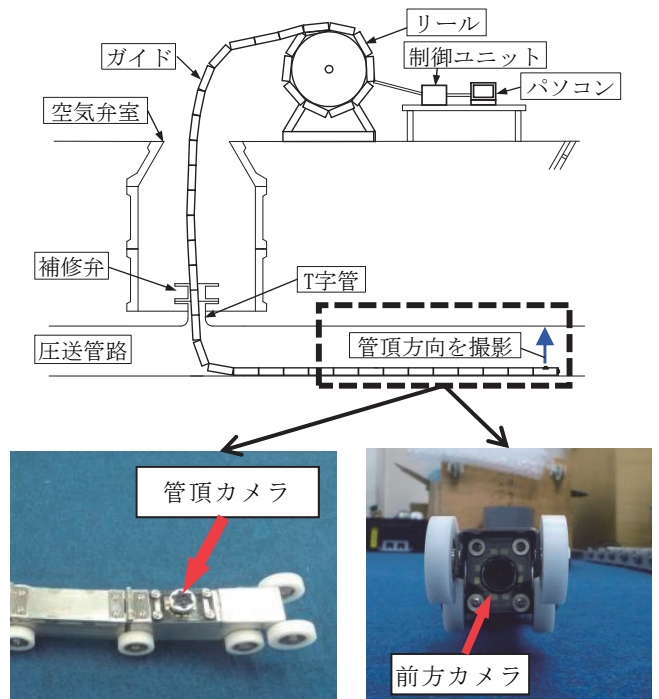


図-5 調査機器概略図



図-6 調査機器の挿入状況

調査範囲と劣化度について図-7に示す。また、管路診断調査で撮影された画像の一部を表-3に示す。空気弁No.MA2から下流側30mまでの間で、圧送管路のモルタルライニングの表面に変色は見られず、全面均一であり、劣化は認められなかった。

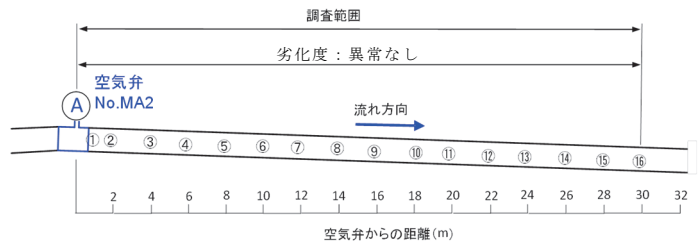


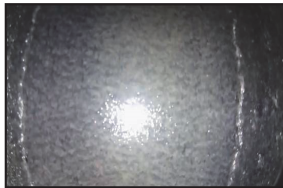

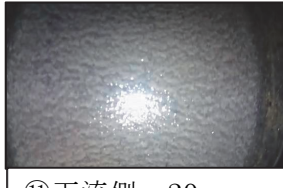
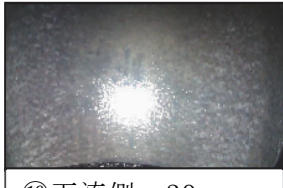
図-7 調査範囲と劣化度

#### 4. 考察と今後の対応

今回の調査で、マキノポンプ場から下流側約200mの地点において、硫酸腐食は発生していないことが確認され、劣化は認められなかった。これは酸素注入による硫化水素対策が十分に機能しているためであると推測される。

今後の対応として、「B-DASHプロジェクトNo.20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」<sup>1)</sup>では、モルタルライニングに異常が認められなかった場合、5年に1回以上の適切な頻度で点検を実施することとされており、高島北幹線においても点検を実施する。また、高島北幹線以外の滋賀県で管理する圧送管においても、引き続き点検し、下水道施設の適切な管理に努める。

表-3 管内面状況（管頂側の約180°を撮影）

モルタルライニング（空気弁No. MA2下流側）	
	
① 下流側 1m	⑥ 下流側 10m
	
⑪ 下流側 20m	⑯ 下流側 30m

#### 5. おわりに

平成11年の供用開始から本調査に行くまで一度も点検がされていなかった高島北幹線において、「下水道圧送管路における硫化腐食調査技術」を適用することでマキノポンプ場から下流30mの安全が確認できた。また今後下水道施設の点検として、今回の点検技術が圧送管の点検に一つの答えを出してくれた。今後も引き続き適切な圧送管路の点検に用いたい。

最後に今後の圧送管路における腐食調査の際に、本調査の適用事例を参考にいただければ幸いです。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省国土技術研究所：B-DASHプロジェクトNo.20 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ガイドライン（案）、2018

奥村直生



滋賀県琵琶湖環境部下水道課  
技師  
Naoki OKUMURA

西川佳宏



滋賀県琵琶湖環境部下水道課  
課長補佐  
Yoshihiro NISHIKAWA

田本典秀



滋賀県琵琶湖環境部下水道課長  
Norihide TAMOTO