



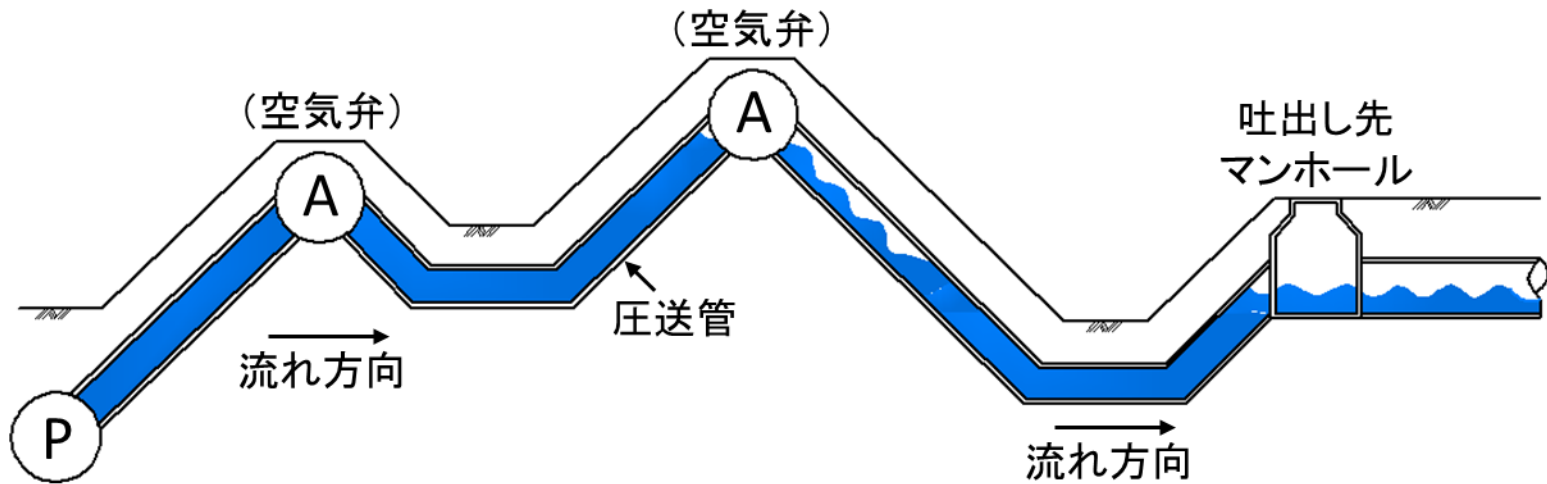
下水道圧送管路における 硫酸腐食箇所の効率的な調査技術



国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management

圧送管とは

- ポンプ設備から下水を圧力輸送するための管路施設。
- 自然流下管きょより管径が小さく済み、道路の縦断線形（起伏）に合わせたこう配設定が可能であり、長距離圧送も可能。
- 管内圧力により、管の破損時期と間を置かずに汚水溢水や道路陥没事故に直結する可能性がある。



圧送管の点検調査

➤ 構造特性上、点検調査が困難

調査機材挿入の開口部が存在しない、常時満流である、1スパンが長距離等の特性から、既存の自然流下管きよの調査技術での対応が困難。

➤ ストマネ手引き等では時間計画保全の対象

点検調査技術が確立されていない現状を踏まえ、時間計画保全の対象とされている。しかし、圧送管での腐食事故は毎年のように発生しており、事故の規模も大きいため、状態監視保全への移行が急務。

➤ 改正下水道法への対応

改正下水道法により、管路施設の点検実施が義務付け。とりわけ腐食の恐れの高い箇所については、5年に1回以上での点検が義務化。圧送管の点検も例外ではない。

下水道管路施設における腐食

下水が長期間嫌気状態に置かれると、嫌気性細菌が繁殖し、**硫化水素**を生成する。落差・段差、圧送管吐き出し先の下流等、下水が攪拌されるところで、水中の硫化水素が空気中に放散され硫酸となり、管を腐食させる。**腐食の進行スピードは速く、供用後10年をたたずに管が損傷する事例もある。**

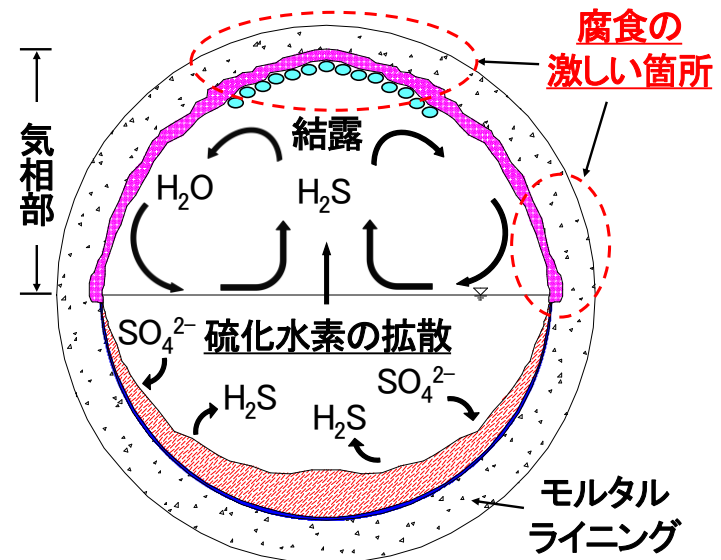


コンクリート管の腐食例

圧送管路も腐食する

圧送管路で硫酸腐食が発生するのは、以下の3つの条件が重なった場合。

- ①管路内に気相部が存在
- ②新鮮な空気の出入りがある
- ③耐食性に乏しい管材を使用



圧送管における点検調査のフロー

スクリーニング

腐食危険推定箇所の抽出(机上検討)

- ・管路縦断図
- ・動水こう配線

腐食危険推定箇所

事前確認

ポンプ稼働時に空気弁からの下水排出・硫化水素有無確認

現地での
調査診断

硫酸腐食の調査

空気弁から管内にカメラを挿入して調査診断

腐食状況をランク分け

対策検討

腐食危険推定箇所への抽出（机上スクリーニング）

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を行う。

1. 管内面防食方法による抽出

ダクトイル鋳鉄管の防食性能は、管内面防食方法に大きく依存（エポキシ樹脂粉体塗装の性能評価については後述）

直管	異形管	防食性能 ^{*2)}
エポキシ樹脂粉体塗装	エポキシ樹脂粉体塗装	○
モルタルライニング	エポキシ樹脂粉体塗装	×
	タールエポキシ樹脂塗装 ^{*1)}	×

*1) 1997年にJSWAS G-1 下水道用ダクトイル鋳鉄管から削除

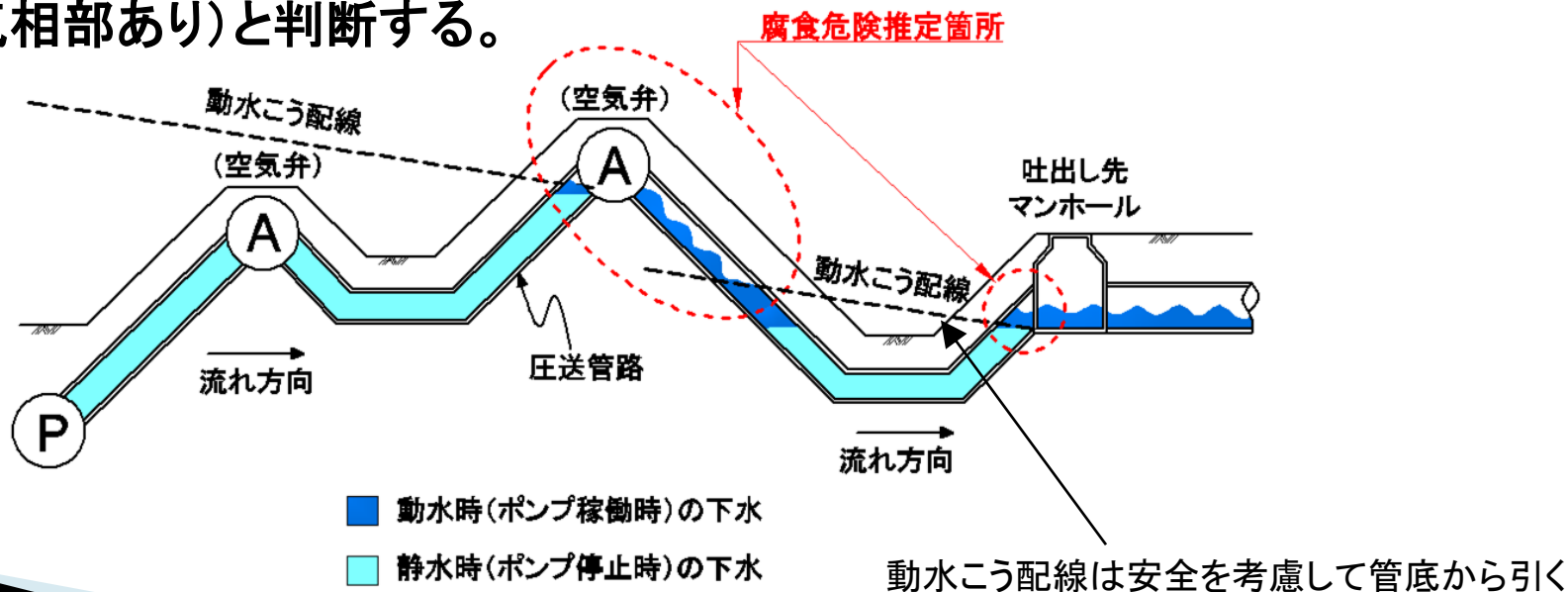
*2) ○: 硫化水素腐食に対する優れた耐食性、×: 硫化水素腐食に対する耐食性が不十分

腐食危険推定箇所の抽出(机上スクリーニング)

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う。

2. 腐食危険推定箇所の抽出

- ・腐食のメカニズムに着目し、任意の圧送区間内に気相部が存在するかどうかの机上検討を行う。
- ・気相部有無は、管路の位置が動水こう配線より高いか低いかで判断する。
- ・ポンプ稼働時、動水こう配線より低い箇所では管内は満流、高い箇所では非満流(気相部あり)と判断する。



机上スクリーニングの事例（実証結果）

腐食が進んでいる箇所を確実に抽出

→過去の事故事例と腐食危険推定箇所との照合

11の圧送管路の事故事例を対象に検討し、全ての腐食事故（漏水，道路陥没等）は、本手法により抽出された腐食危険推定箇所のモルタルライニングで発生していることを確認した。

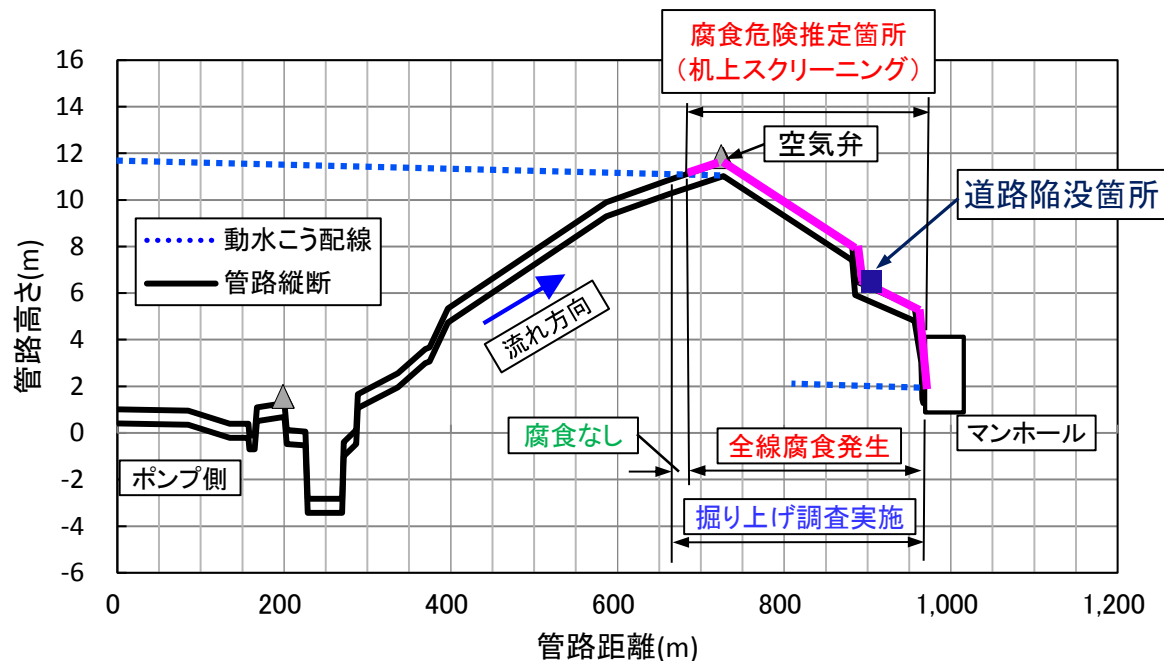
事業体	管径(mm)	管路長(m)	内面防食方法 (直管)	事故形態	検討結果
A 流域下水道	250	4,410	モルタル ライニング	漏水	事故発生箇所と 腐食危険推定箇所 とが一致
B 流域下水道	250	3,670			
C 市	350	4,730			
D 市	600	970		道路陥没	
	600	2,490			
	450	1,480			
E 市	350	約4,080		漏水	
F 流域下水道	300	1,990			
G 市	300	約1,400			
H 流域下水道	300	2,690			
	450	330			

机上スクリーニングの事例(実証結果)

検討事例

(D市: 管径600mm × 管路長970m, モルタルライニング)

机上スクリーニングの腐食危険推定箇所で、道路陥没が発生していた。
D市では、道路陥没発生後に約300mの範囲で管路を掘り上げ、管内面の腐食調査を実施。腐食危険推定範囲(内面防食モルタルライニング)は、全線で腐食が確認された。



硫酸腐食の調査

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を対象として、空気弁から調査機器を挿入して硫酸腐食の視覚調査を行い、管内の腐食状況を直接確認し劣化度を診断・評価する。

1. 視覚調査

調査機器(ガイド挿入式カメラ)を空気弁(口径75mm)から圧送管路内に押し込み、管頂側約180°の範囲をビデオカメラで連続的に撮影し、画像をパソコンに記録

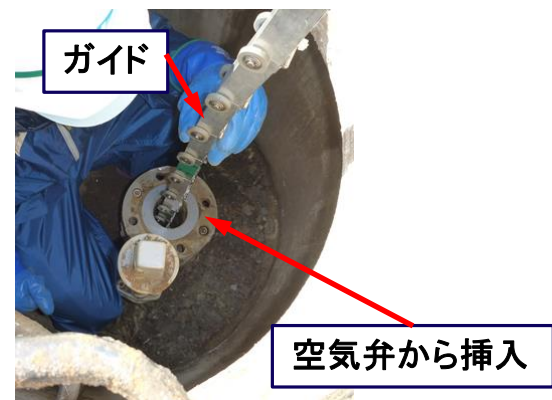
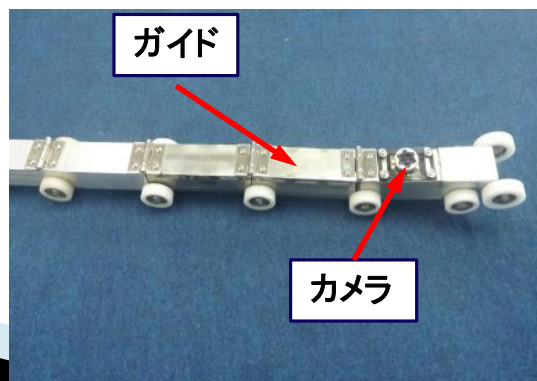
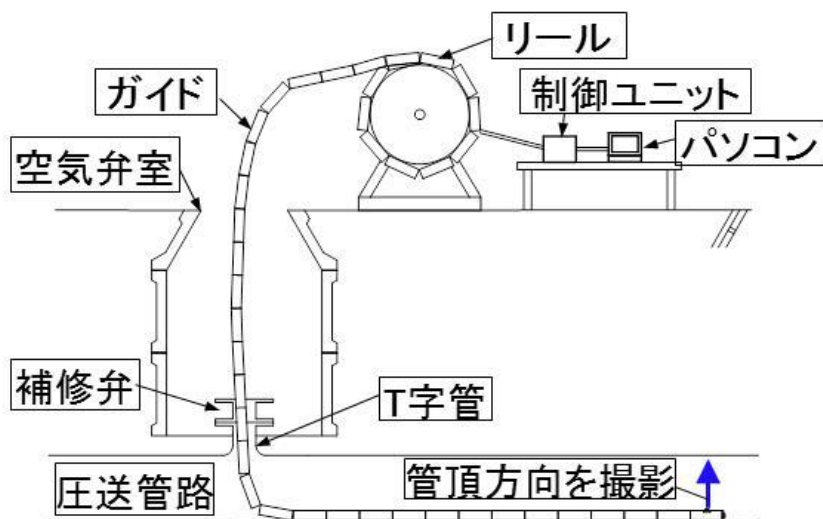
2. 診断・評価

視覚調査結果をもとに劣化度をランク分け



視覚調査方法

視覚調査は、空気弁（口径75mm）または吐出し先マンホールから挿入可能な調査機器を圧送管路内に押し込んで、管頂側約180°の範囲をビデオカメラで連続的に撮影した画像をパソコンに記録する。



硫酸腐食の調査の事例（実証結果）

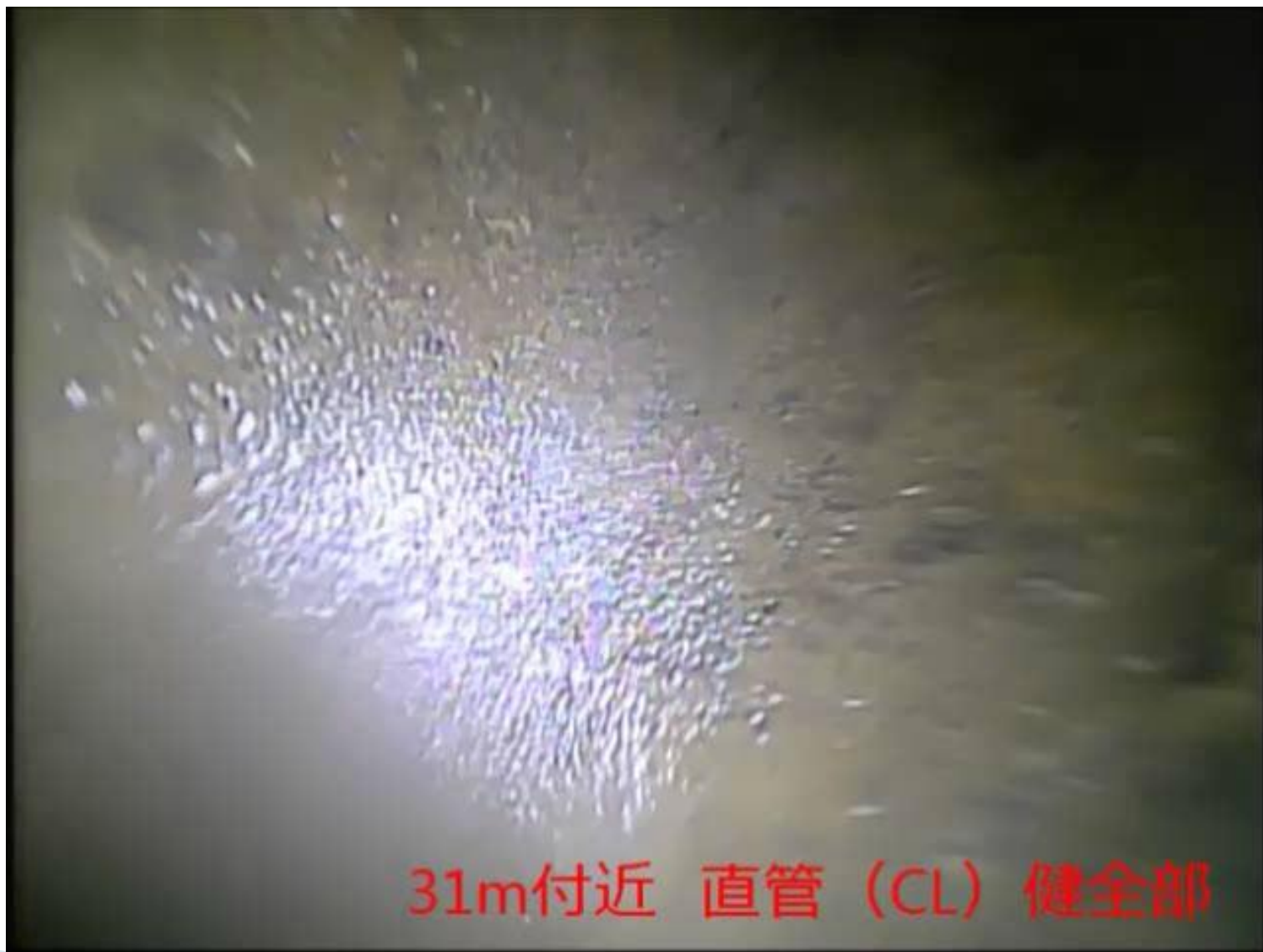
実証フィールド管路(2流域下水道, 3市の計6管路)を対象に調査実施

- 空気弁(口径75mm)から調査機器を挿入し, 1.5時間以内に約30mの範囲を調査できた。
- 管頂側約180° を撮影でき, 撮影された画像は鮮明で管内の劣化度を診断できた。
- 全ての実証フィールド管路(腐食危険推定箇所)で, 実際に管内面腐食発生が確認された。

事業体	管径 (mm)	管路長 (m)	調査時間 (時間)	撮影された画像	調査範囲 (m)	管内面 の状況
I流域下水道	200 (2条)	886	1.5	管頂側約180° の範囲を撮影でき, 画像は鮮明で腐食のレベルを明確に判別可能であり, 管内の劣化度を診断できた。	32	腐食を確認
J市	600	370	1.0		10 ^{*1)}	
K市	350	4,730	1.0		32	
L市	800	2,110	1.0		30	
	450	1,480	0.5		31	腐食なし ^{*2)}
M流域下水道	300	2,690	1.0		30	
目標	200～1000	－	1.5時間以内	管内の劣化度を診断可能	30m	－

*1) 調査機器の適用条件の22.5° を越える45° 曲管が布設されていたため, 調査範囲は10mとした。

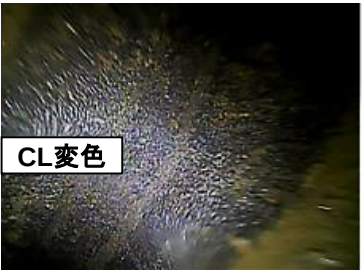
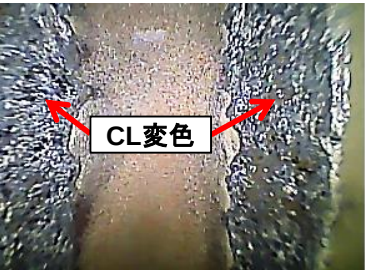
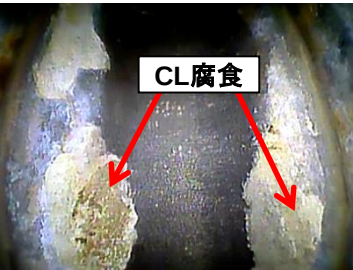
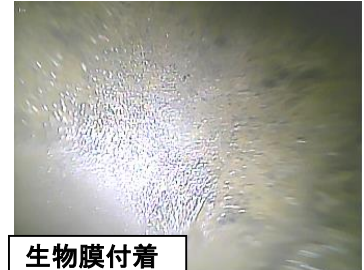
*2) 腐食危険推定箇所対象外の箇所で調査実施。



31m付近 直管 (CL) 健全部

硫酸腐食の調査の事例(実証結果)

実証フィールド管路(2流域下水道, 3市の計6管路)での実証研究で, 管内の劣化度は, 概ね下表のようにランク分けできることを確認した。

Aランク(重度) 鉄部腐食			
Bランク(中度) モルタルライニング (CL) 変色, 腐食			
異常なし モルタルライニング 全面均一			

(参考)調査コスト

実証研究対象の6管路を対象に、調査コストを試算。

(1)コスト試算条件

- ①机上スクリーニングを1～2日間で実施し、調査箇所を決定。
- ②事前準備として打合せ及び現地踏査を1日間実施。
- ③硫酸腐食の調査は、事前確認と視覚調査をそれぞれ1日間ずつ、計2日間実施。
- ④調査に係る旅費交通費も計上。

(2)試算結果

【机上スクリーニング】:10万円～23万円／管路

【事前準備】+【硫酸腐食の調査】:173万円～276万円／管路

※ここで示すコストはあくまで試算事例であり、実際にかかるコストについては、対象管路の図面整備状況や図面枚数、視覚調査を実施する場所の所在地や現地状況によって変化する。

事業体	管径 (mm)	管路長 (m)	管内面防食 方法(直管)	供用 開始年	調査範囲(m)		作業 時間帯
					空気弁上流側	空気弁下流側	
I流域 下水道	200 (2条)	886	モルタル ライニング	1996	-	32	昼間
J市	600	370		2003	4	10	昼間
K市	350	4,730		1994	-	32	昼間
L市 ^{*1)}	800	2,110		1973	16 (空気弁1) 2 (空気弁2)	28 (空気弁1) 30 (空気弁2)	夜間
	450	1,480		1991	2 (空気弁3) 2 (空気弁4)	31 (空気弁3) 31 (空気弁4)	昼間
M流域 下水道	300	2,690		1994	30	-	昼間

*1) 1管路につき2箇所の空気弁から視覚調査を実施。

今年度内にガイドライン発刊予定！



＜問合せ先＞

国土技術政策総合研究所 下水道研究室 深谷(ふかたに)・川島(かわしま)

TEL:029-864-3343(直通) E-mail:nil-gesuidou@mlit.go.jp

HP:<http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/b-dash.html>