

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）

株式会社 クボタ

ガイドライン（案）の構成

【本編】

第1章 総則

- ・ 目的
- ・ ガイドラインの位置付けと適用範囲
- ・ ガイドラインの構成
- ・ 用語の定義

第2章 技術の概要

- ・ 技術導入の背景
- ・ 技術の概要
- ・ 技術の評価結果

第3章 導入検討

- ・ 導入時の確認事項
- ・ 技術の導入効果

第4章 腐食危険推定箇所の抽出 （机上スクリーニング）

- ・ 机上スクリーニングの手順
- ・ 机上スクリーニング

第5章 硫酸腐食の調査手法

- ・ 硫酸腐食の調査手順
- ・ 現地踏査
- ・ 事前確認
- ・ 視覚調査
- ・ 診断・評価
- ・ 代替手法
- ・ 安全衛生管理



【参考資料編】

I. 机上スクリーニングの妥当性の検討事例

II. 硫酸腐食の調査の実施事例

III. デジタルカメラを用いた調査の実施事例

IV. エポキシ樹脂粉体塗装の耐食性評価

V. 劣化度ランク分けの根拠

VI. 調査コスト試算事例

VII. 圧送管路の点検

VIII. 圧送管路におけるストック
マネジメントの実施手法

IX. 問い合わせ先

本日の説明内容

1. ガイドラインの位置付けと適用範囲
2. 技術の概要
3. 腐食危険推定箇所の抽出（机上スクリーニング）
4. 硫酸腐食の調査
5. 参考資料編

【第1章第2節】

ガイドラインの位置付けと適用範囲①

ガイドライン導入の経緯

下水道管路施設の老朽化

多発する道路陥没（約3,300箇所/年）

下水道法改正（平成27年）

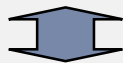
全ての管路施設について適切な時期に清掃や点検等を行い、異状を把握した際には必要な措置を講ずること

ストックマネジメントの導入促進

- ・ 下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015年版-
- ・ 下水道管路施設ストックマネジメントの手引き



圧送管路については、技術的に調査が困難であるという現状に配慮し、**具体的な調査方法が示されていない（時間計画保全）**



近年、ダクタイル鑄鉄管（内面モルタルライニング）の圧送管路で**硫化水素に起因する硫酸腐食**による漏水や道路陥没の事故が多数報告

【第1章第2節】

ガイドラインの位置付けと適用範囲②

ガイドラインの位置付け

圧送管路の維持管理も、予防保全を見据え、積極的にストックマネジメントの導入を図ることが望ましい



ストックマネジメントを踏まえた圧送管路の維持管理の一助とすべく、
具体的な調査方法を踏まえた維持管理方法を示す

ガイドラインの適用範囲

- ダクタイル鋳鉄管
- 圧送管路の管内面腐食による劣化

本日の説明内容

1. ガイドラインの位置付けと適用範囲
2. **技術の概要**
3. 腐食危険推定箇所の抽出（机上スクリーニング）
4. 硫酸腐食の調査
5. 参考資料編

【第2章第1節】

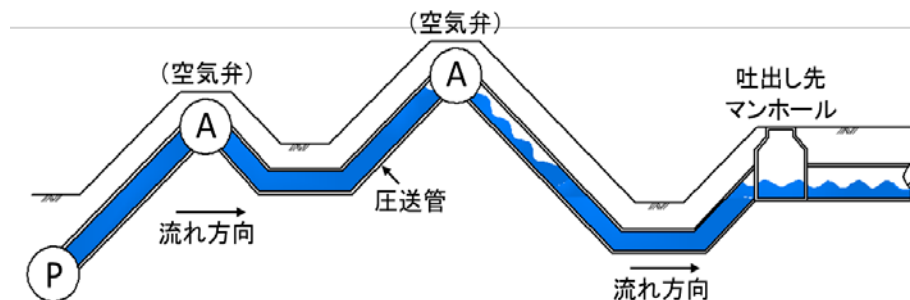
圧送管路の硫酸腐食及び調査の現状

圧送管路の点検

構造特性上、点検調査が困難

(既存のカメラ調査で対応不可)

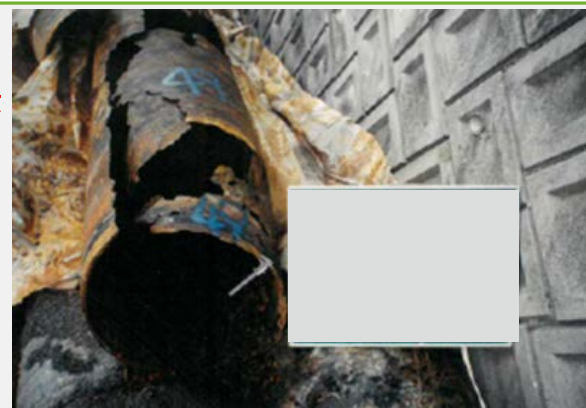
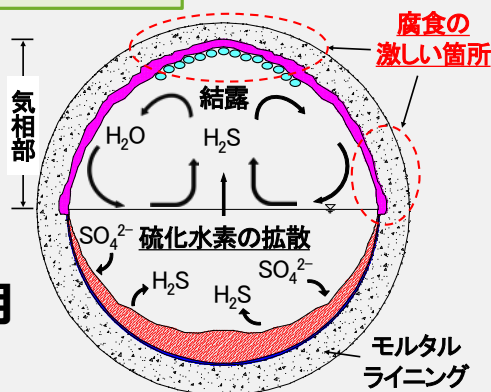
- ・ 調査機材挿入の開口部が存在しない
- ・ 常時満流
- ・ 1スパンが長い



【圧送管路の概要】

圧送管路の硫酸腐食の条件

- 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

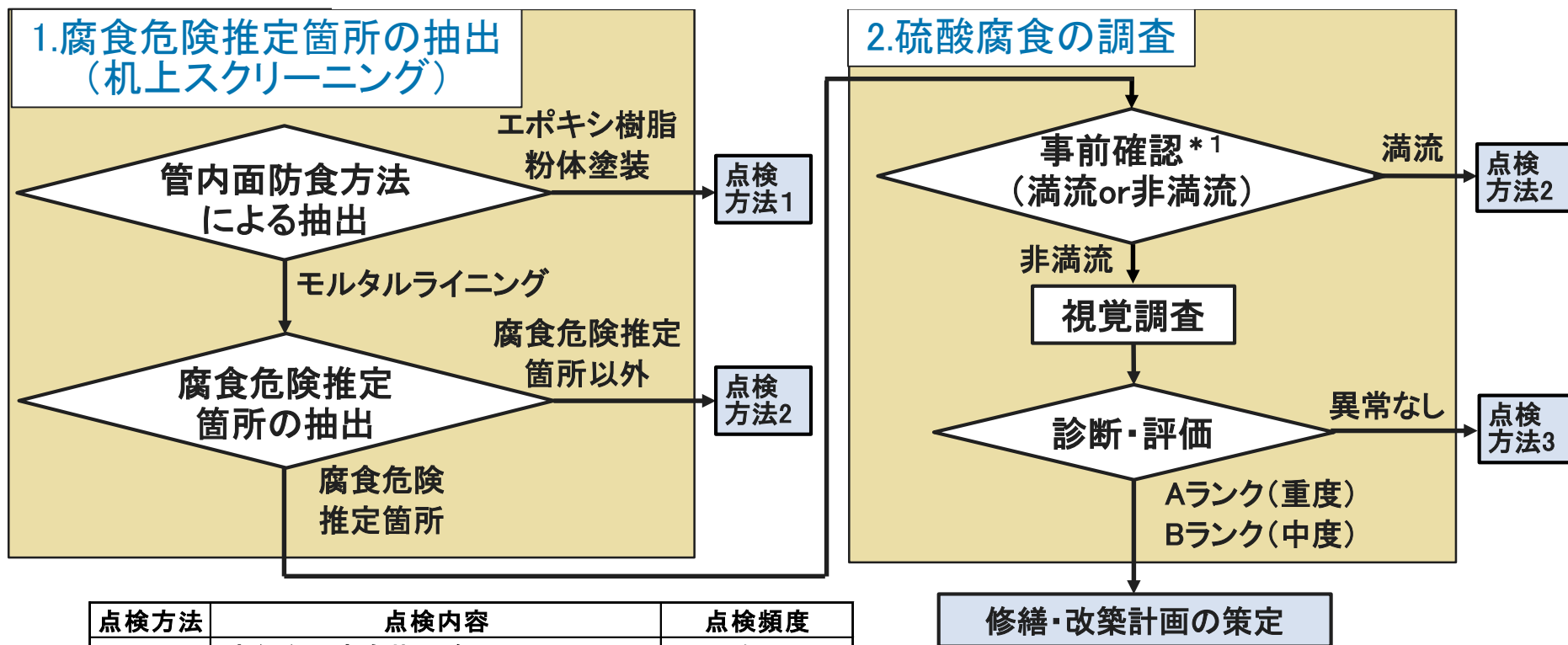


【圧送管の腐食例】

【第2章第2節 §2.2.1】 技術導入の目的と概要

技術導入の目的 | 腐食の危険性が高い箇所を優先的かつ確実に調査することで
事故リスクの低減を図る

技術の概要 | 1. 圧送管路の硫酸腐食の危険推定箇所(危険箇所)を効率的に抽出し、
2. 抽出された箇所に対して、空気弁を利用して硫酸腐食の有無を
調査し、劣化度を診断・評価する



点検方法	点検内容	点検頻度
1	空気弁の腐食状況確認	7～8年に1回
2	空気弁の腐食状況確認 ⇒ 空気弁室内の硫化水素濃度測定	7～8年に1回
3	空気弁室内の硫化水素濃度測定	5年に1回以上

*1) 空気弁を安全に撤去でき、
下水が溢水しないことを確認

腐食危険推定箇所の抽出（机上スクリーニング）の概要

目的 | 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

1. 管内面防食方法による抽出

ダクタイル鋳鉄管の防食性能

➡ 管内面防食方法に大きく依存

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 下水道用ダクタイトル鉄管から削除

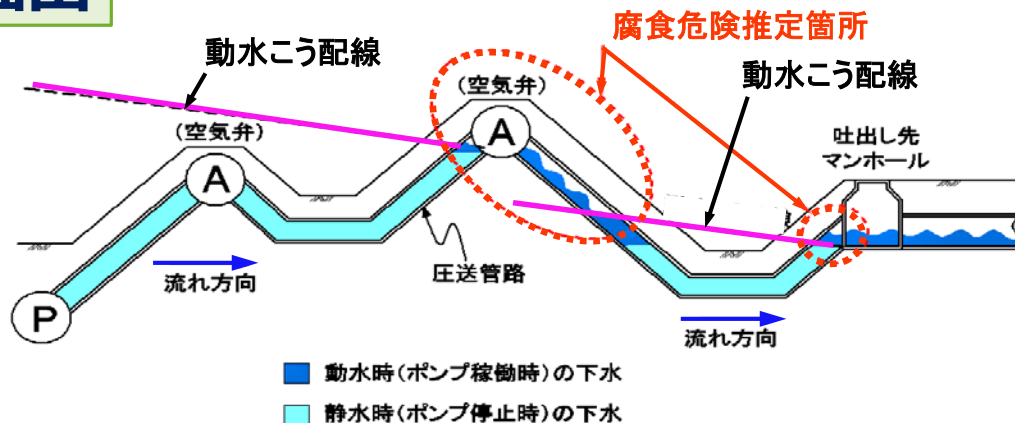
*2) ○: 硫酸腐食に対する優れた耐食性、×: 硫酸腐食に対する耐食性が不十分

2. 腐食危険推定箇所抽出

空気弁周辺の非満流区間

吐出し先マンホール接続部

腐食危険推定箇所と判断



【第2章第2節 §2.2.3】

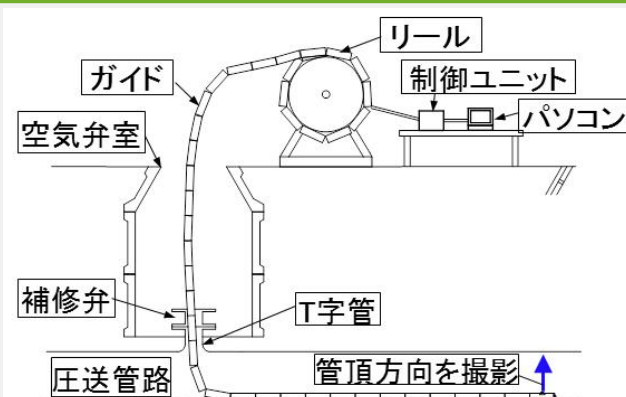
硫酸腐食の調査の概要

対象 | 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

目的 | 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)設置箇所から圧送管路内に押し込む
- 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

劣化度をランク分け

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

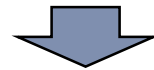
本日の説明内容

1. ガイドラインの位置付けと適用範囲
2. 技術の概要
- 3. 腐食危険推定箇所の抽出（机上スクリーニング）**
4. 硫酸腐食の調査
5. 参考資料編

【第2章第3節 §2.3.2, 第4章, 参考資料編 I】 机上スクリーニングの評価（1）

（1）腐食が進んでいる箇所を**確実に抽出**していることの評価

検証結果



過去の事故事例と腐食危険推定箇所との照合

対象 | 11管路（8事業体）の事故事例

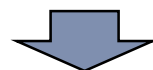
結果 | **全ての腐食事故**（漏水，道路陥没等）は本手法により抽出された
腐食危険推定箇所のモルタルライニングで発生

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			

【第2章第3節 §2.3.2, 第4章, 参考資料編 I】 検証事例

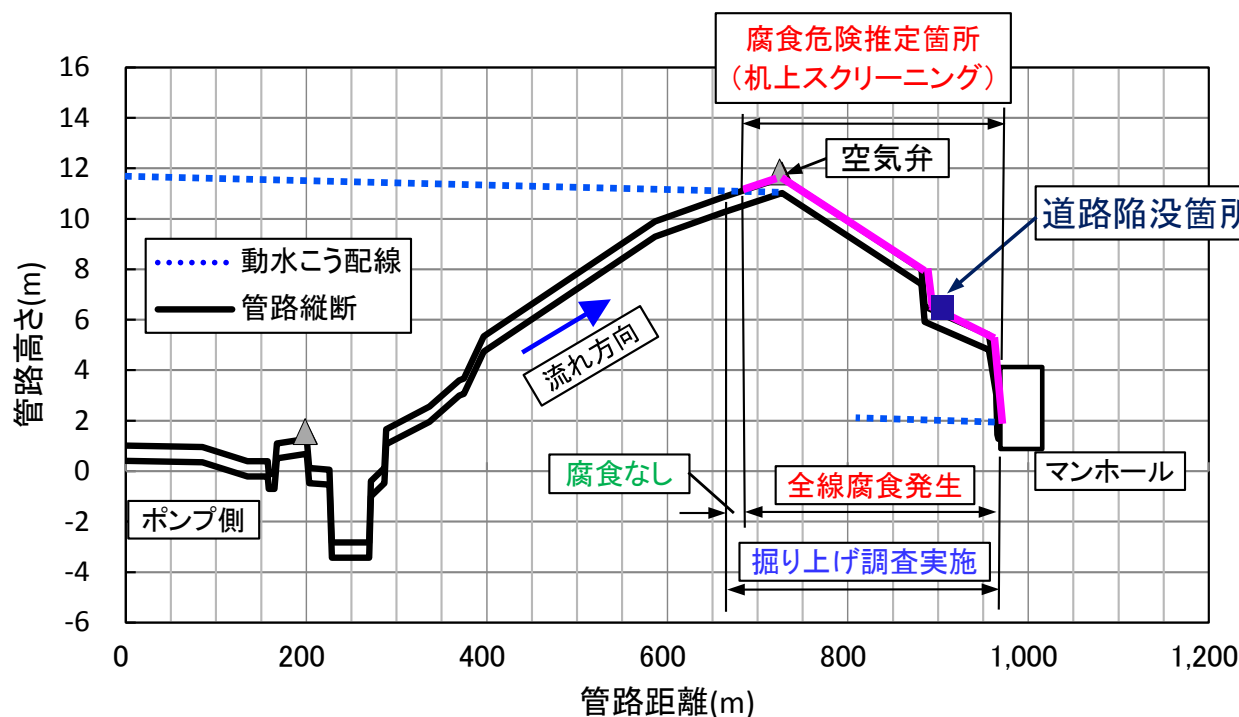
- D市 | 管径600mm × 管路長970m (内面防食モルタルライニング)
1989供用開始、1999年道路陥没発生

道路陥没箇所と腐食危険推定箇所が一致



道路陥没発生後、掘り上げ調査を実施

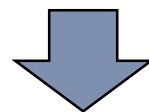
腐食危険推定範囲 (内面防食モルタルライニング) は、
全線で腐食が確認された



【掘り上げ管の腐食状況】

机上スクリーニングの評価（2）

（2）抽出されなかった箇所では腐食が発生していないことの評価



2つの検証を実施

〔検証 1〕

満流箇所（＝非腐食危険推定箇所）の腐食状況の確認

〔検証 2〕

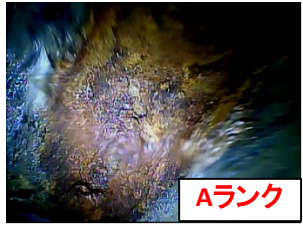
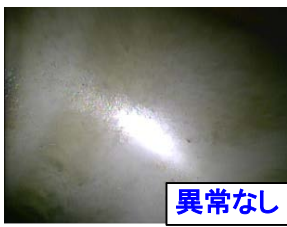
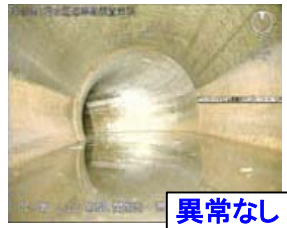
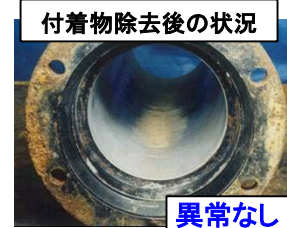
非満流箇所でのエポキシ樹脂粉体塗装の腐食状況の確認

[検証2]エポキシ樹脂粉体塗装の腐食状況の確認

内面モルタルライニングの直管に硫酸腐食が発生している
実管路(非満流箇所)で、内面エポキシ樹脂粉体塗装の異形管には
腐食が全く発生していないことを確認した

事業体	管径 (mm)	直管		異形管	
		管内面 防食方法	調査結果	管内面 防食方法	調査結果
I流域下水道	200	モルタル ライニング	管内面が激しく腐食、3 事業体では 事故発生	エポキシ樹脂 粉体塗装	管内面に 腐食は見られず健全
J市	600				
L市	450				
D市	600				
E市	350				
下水道事業団 *1)	200				

*1) 送泥管での調査結果

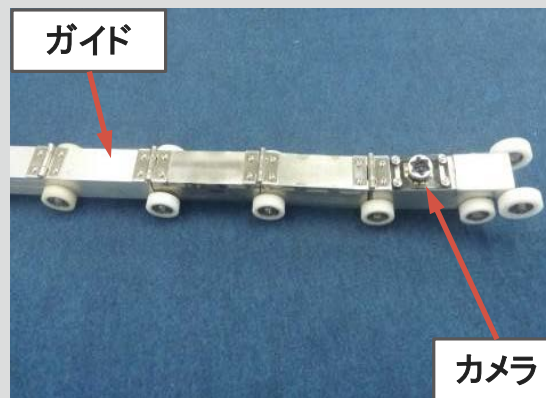
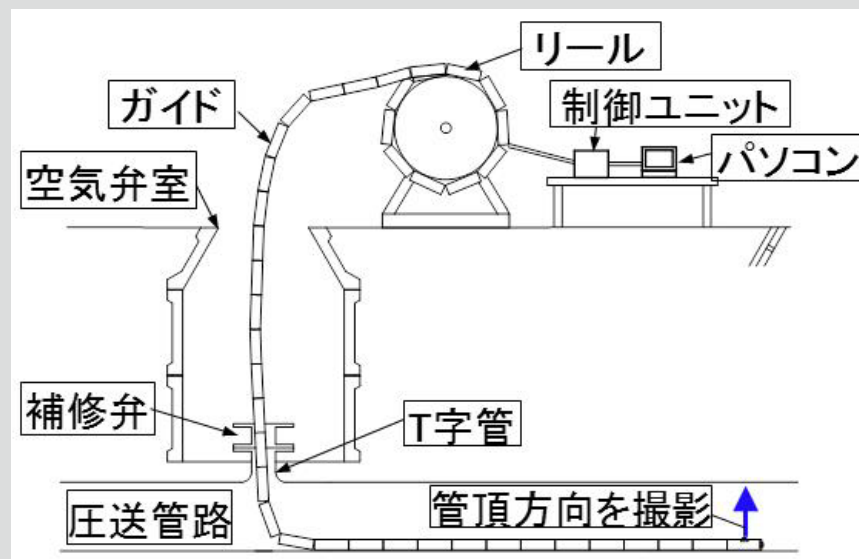
事業体	モルタルライニング (直管)	エポキシ樹脂粉体塗装 (異形管)
I流域下水道	 Aランク	 異常なし
E市	 管頂部 Aランク	 異常なし
下水道事業団 (送泥管)	 Aランク	 付着物除去後の状況 異常なし

本日の説明内容

1. ガイドライン（案）の位置付けと適用範囲
2. 技術の概要
3. 腐食危険推定箇所の抽出（机上スクリーニング）
- 4. 硫酸腐食の調査**
5. 参考資料編

【第2章第2節§2.2.3, 第5章】 硫酸腐食の調査方法(視覚調査)

- 調査機器を**空気弁**(口径75mm)設置箇所から**圧送管路内**に押し込む
- **管頂側約180°の範囲を撮影**し, 画像データをPCに記録

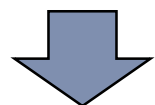


【第2章第3節 §2.3.3】

硫酸腐食の調査技術の評価項目

硫酸腐食の調査技術

- ・ 実管路での視覚調査の可否
 - ・ 管内面の劣化度を的確に診断・評価できること
- } 現地適用性



実証研究に基づいて以下を評価

(1) 圧送管路特有の制約条件下における限界性能

- ① 空気弁（口径75mm）から挿入可能
- ② ポンプ停止時間内（1.5時間 程度以内）に視覚調査可能
- ③ 下水滞留（深さ30mm以下）や堆積物に対応可能
- ④ 曲線部（22.5°以内の曲管）視覚調査可能
- ⑤ 対象管径200mm～1000mmに対応可能

(2) 管内面の劣化度の診断精度

- ① 撮影画像は鮮明で、管頂側180°程度を診断可能
- ② 空気弁から30mの範囲を診断可能

【第2章第3節 §2.3.4, 第5章, 参考資料編Ⅱ】 硫酸腐食の調査技術の評価結果

評価結果

対象 | 2 流域下水道, 3 市の計 6 管路の実証フィールド

結果 | ・ 全ての評価項目を満足した
・ 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	
M流域下水道	300	2,690	1.0		30	腐食なし* ²⁾
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) 非腐食危険推定箇所で調査実施。

【第2章第3節 §2.3.4, 第5章, 参考資料編Ⅱ】

実証事例

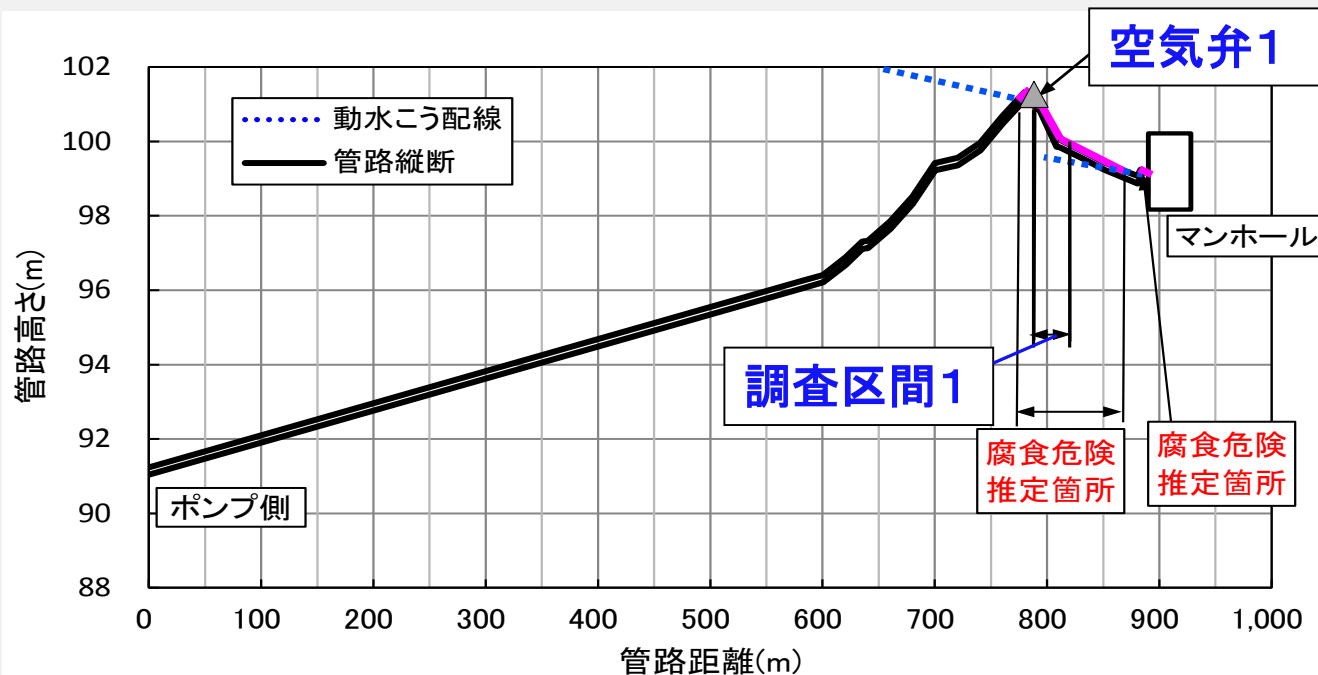
- I流域下水道 | 管径200mm × 管路長886m, 20年間供用
(内面防食モルタルライニング)

調査箇所の決定

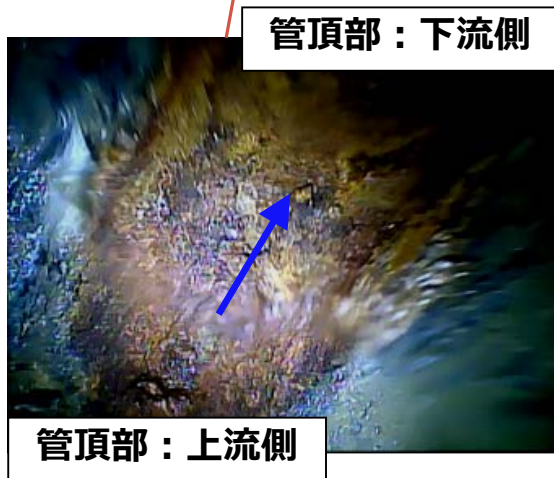
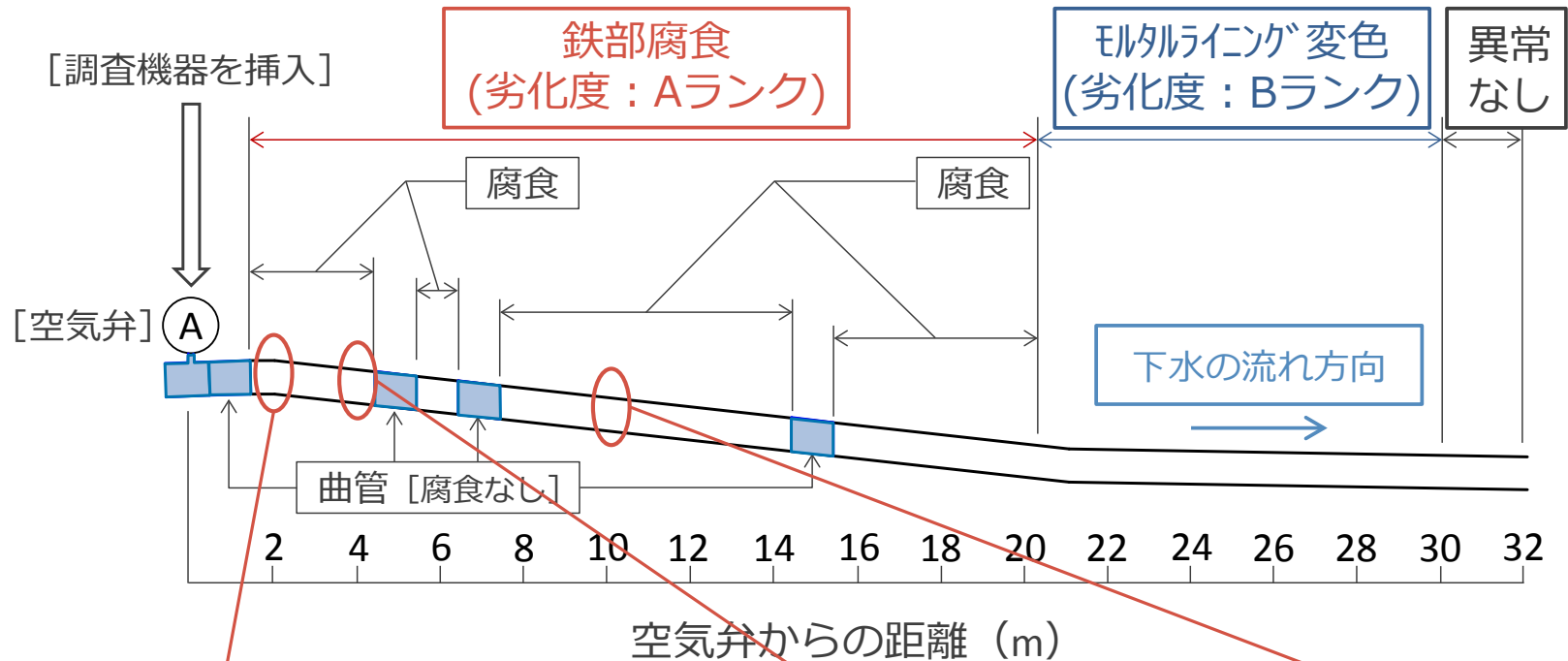
机上スクリーニング

現地踏査

空気弁1から下流側を対象に
約30mの範囲



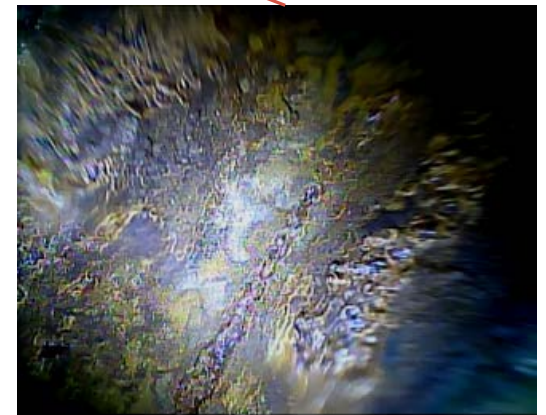
視覚調査結果①



＜空気弁から2m＞



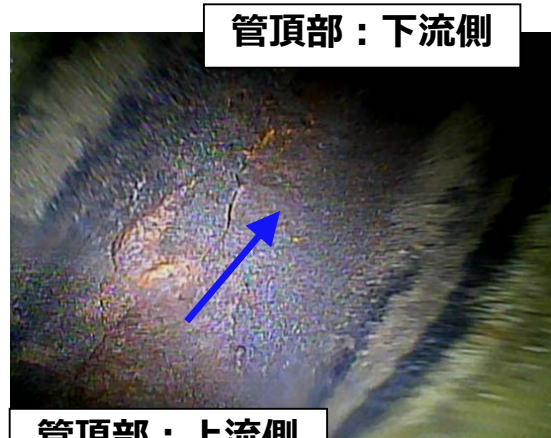
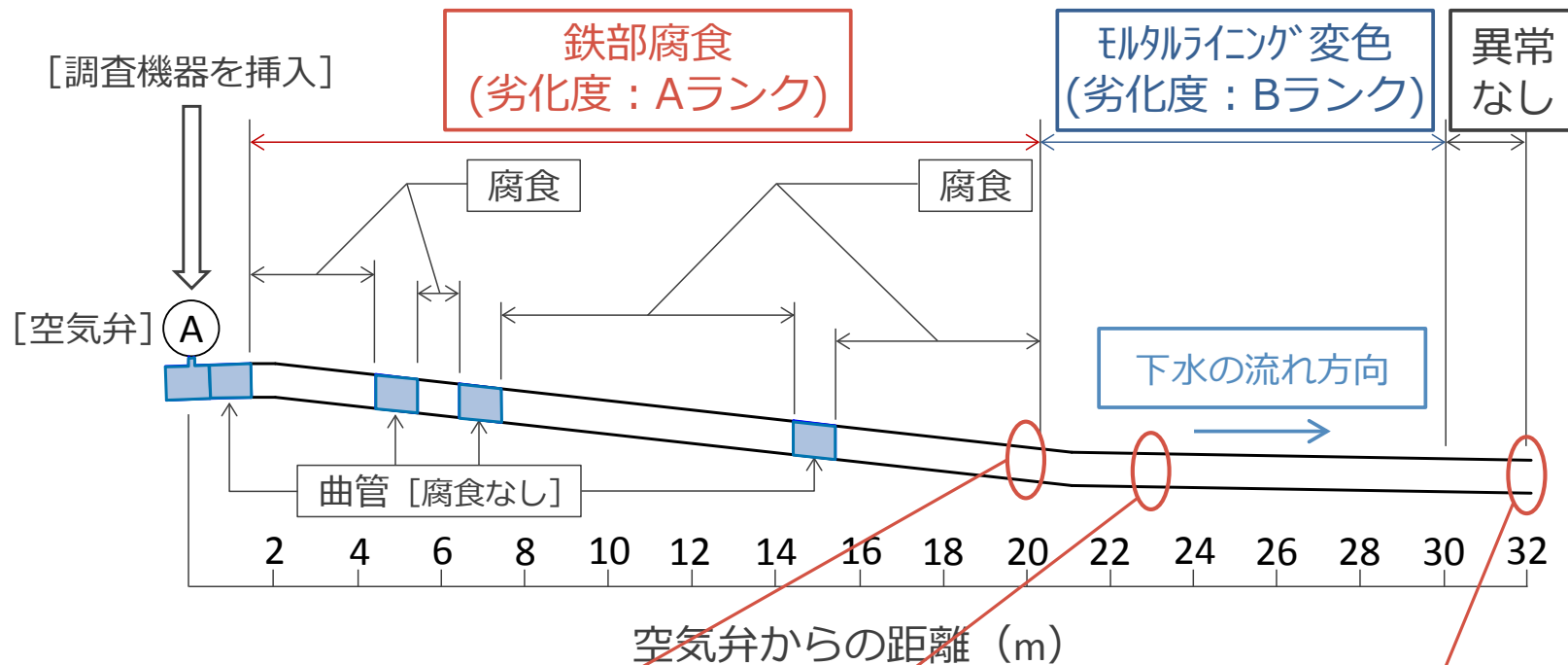
＜空気弁から4m＞



＜空気弁から10m＞

【第2章第3節 §2.3.4, 第5章, 参考資料編Ⅱ】

視覚調査結果②



<空気弁から20m>

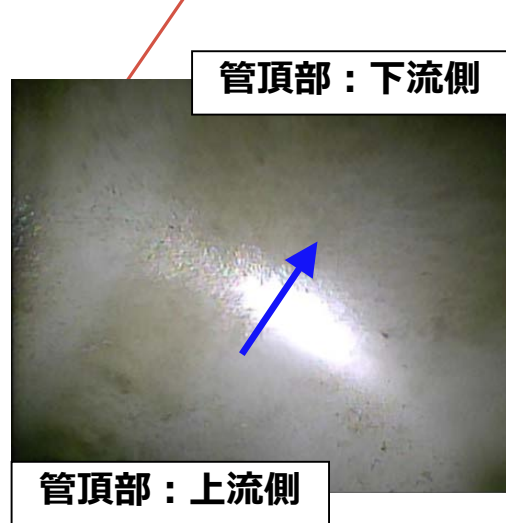
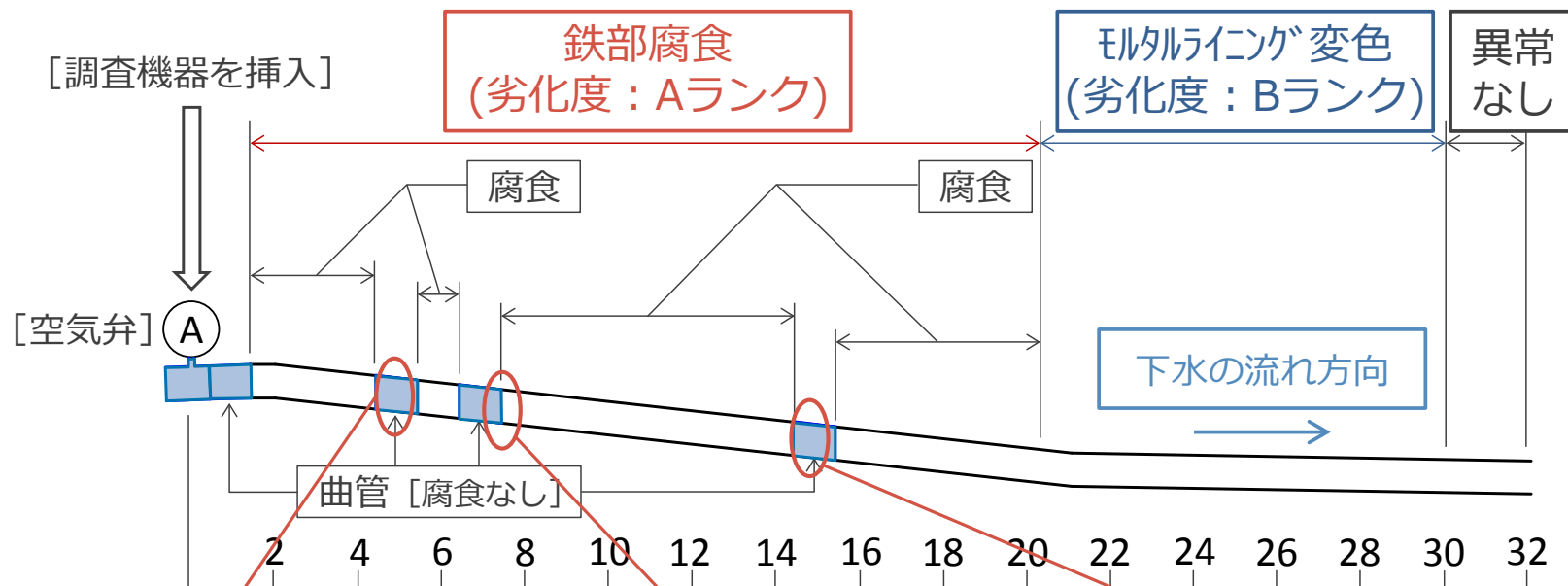


<空気弁から23m>



<空気弁から32m>

視覚調査結果③



＜空気弁から5m＞



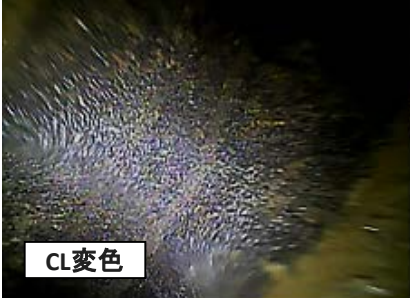
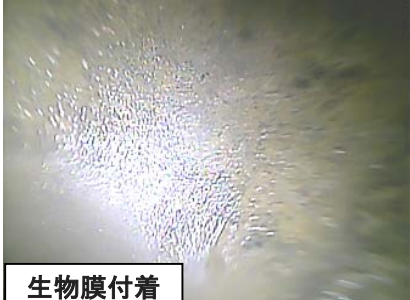
＜空気弁から7.5m＞



＜空気弁から15m＞

劣化度ランク分け

実証研究により, 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 (6管路の実証フィールド)

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	 CL変色	 CL変色	 CL腐食
異常なし モルタルライニング (CL) 全面均一	 生物膜付着	 生物膜付着	 生物膜付着

【第5章第5節 §5.5.1, 参考資料編V】

劣化度毎の対応例

劣化度	管内面状況	対応例
Aランク(重度)	鉄部腐食あり	速やかに修繕・改築計画を策定し、 早急に 修繕又は改築を実施
Bランク(中度)	モルタルライニング表面が部分的に変色, 腐食発生	速やかに修繕・改築計画を策定し、 5年以内に 修繕又は改築を実施
Cランク(軽度)	*1) —	—
異常なし	モルタルライニング表面が全面均一	5年に1回以上の適切な頻度で 点検を実施

*1) Cランクは, 実証研究で確認されなかったこと, また, モルタルライニングの軽微な変色と汚れとの見分けが困難なため, 設定せず。

本日の説明内容

1. ガイドライン（案）の位置付けと適用範囲
2. 技術の概要
3. 腐食危険推定箇所の抽出（机上スクリーニング）
4. 硫酸腐食の調査
5. **参考資料編**

調査コスト試算事例

● 実証研究を行った6管路を対象に、調査コストを試算

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

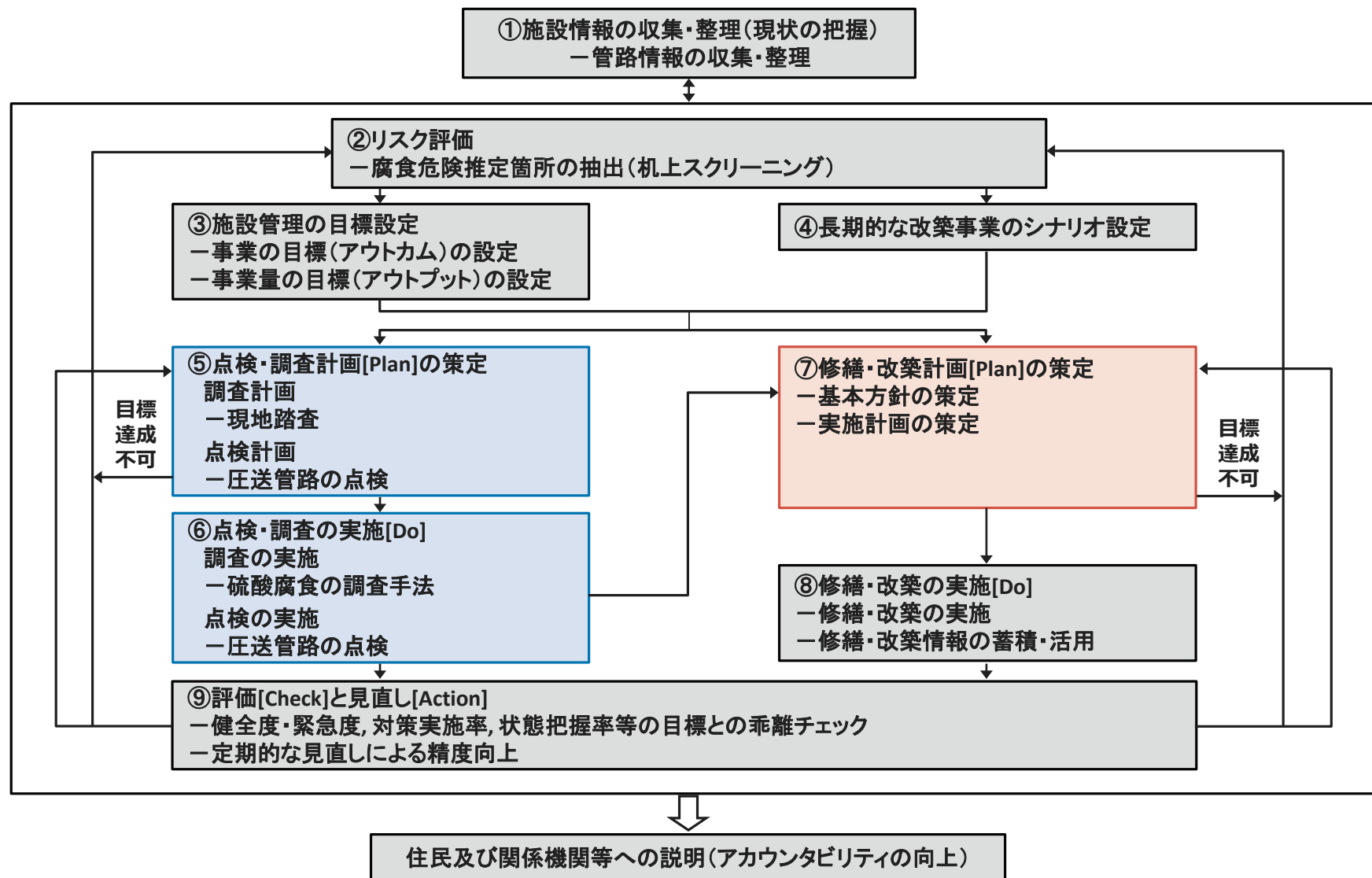
試算結果※

机上スクリーニング	10万円～23万円／調査
現地踏査＋硫酸腐食の調査	173万円～276万円／調査

※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。

圧送管路におけるストックマネジメントの実施手法

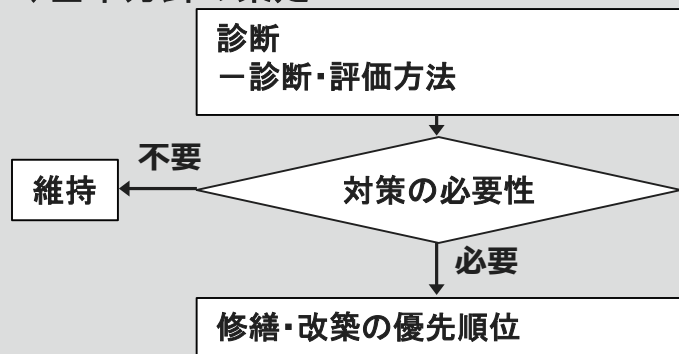
● 圧送管路維持管理におけるストックマネジメントの実施フローが示された



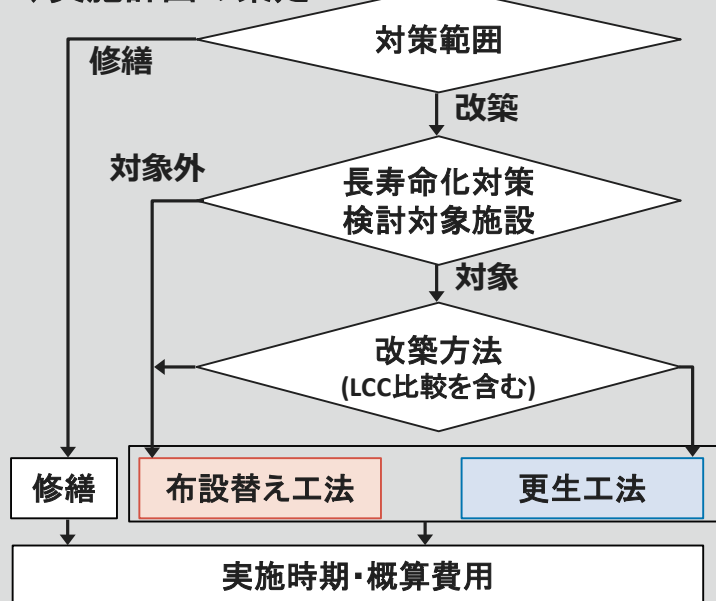
修繕・改築計画[Plan]の策定

修繕・改築計画[Plan]の策定

1) 基本方針の策定



2) 実施計画の策定



主なポイントとなる記載事項

- **鉄部腐食が発生し**, 管材としての健全性が損なわれ耐荷能力が不足し, 管きよが変形または破損している場合は, **原則として布設替え工法**を採用する。
- 圧送管路における**更生工法の安全性の照査方法や構造設計手法**については, 現時点では確立されていないことに留意が必要である。
- **布設替えを選択する場合**, 圧送管路の長期的な維持管理や地震等で破損した際の速やかな応急復旧を考慮して, **二条化についても検討すること**。

➡ 国交省事務連絡を別紙として添付

【参考資料編IX】

問い合わせ先

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
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地
TEL 029-864-3343 FAX 029-864-2817
URL <http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/index.htm>

実証研究者連絡先

株式会社クボタ パイプシステム事業ユニット
東京技術グループ
〒104-8307 東京都中央区京橋2丁目1番3号
TEL 03-3245-3107 FAX 03-3245-3498
URL <http://www.kubota.co.jp/>