

リアルタイム流出解析を用いたポンプ運転支援 による浸水被害軽減及び省エネ効果の検討事例

2023年7月21日

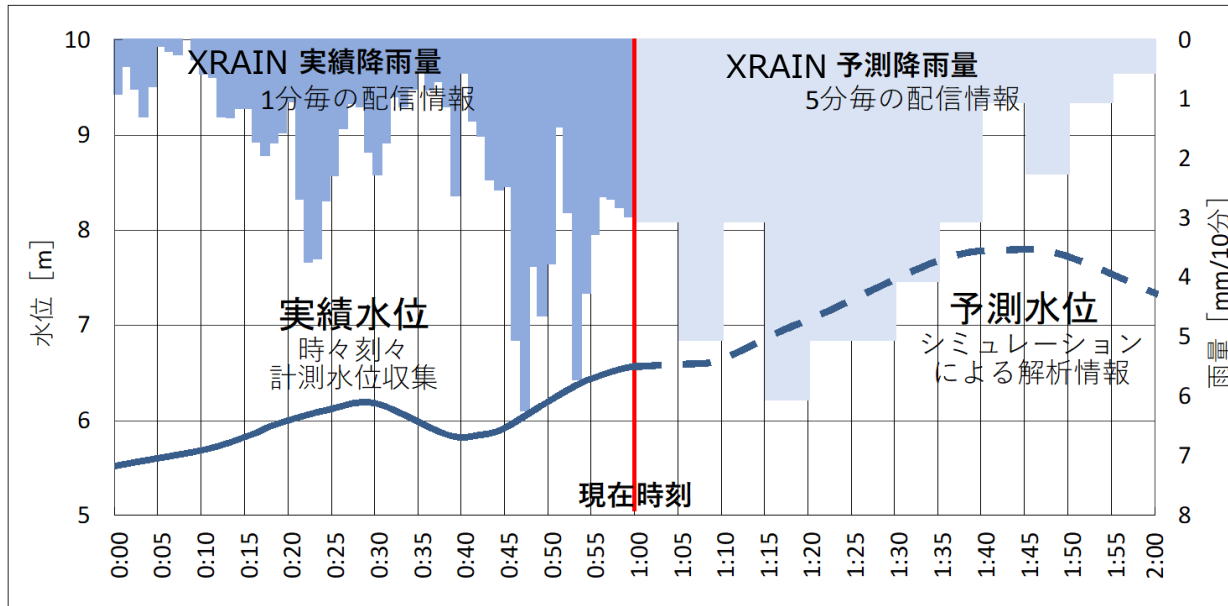
荻島 晃



- 1 はじめに
- 2 検討対象
- 3 結果と考察
 - 3-1 XRAINの予測精度
 - 3-2 予測情報活用による浸水被害軽減効果
 - 3-3 予測情報活用による省エネ効果
- 4 結論

1. はじめに

(1)リアルタイム流出解析の概念



【従来】

流入樹水位やポンプ井水位など施設内の水位情報でのポンプ運転

【技術導入】

雨水幹線の管内予測水位情報も活用したポンプ運転

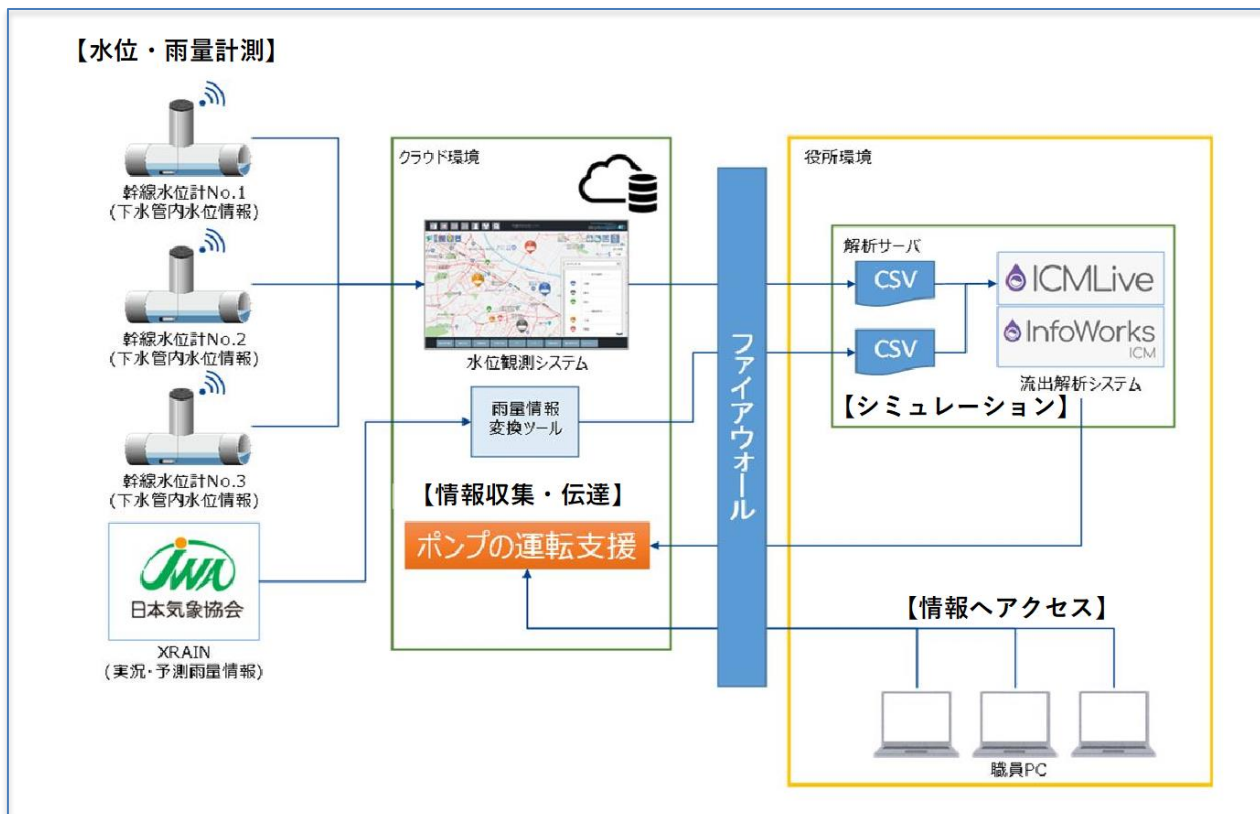
⇒ ポンプ早期起動による
浸水被害軽減効果

⇒ ポンプの早期停止による
省エネ効果

1. はじめに

(2) システム概要

● システム構成イメージ



- 【水位・雨量計測】
 - ・ 水位計
 - ・ XRAIN
- 【情報収集・伝達】
 - ・ 水位、雨量情報
 - ・ ポンプの運転支援情報 (シミュレーション)
 - ・ クラウド環境
- 【シミュレーション】
 - ・ リアルタイム流出解析
- 【情報へアクセス】
 - ・ 各PCからアクセス

2. 検討対象

(1) 構築モデル

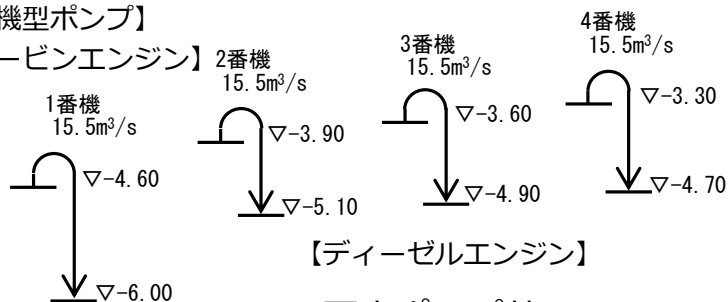
●構築モデルの概要

項目	内容	備考
流出解析ソフト	InfoWorksICM	
面積	約3,200ha	合流区域約2,450ha、分流区域約600ha、区域外流入約150ha
ノード（人孔）	約24,300	
リンク（管渠）	約25,400	整備水準：約35mm/hr（10年確率） 整備率：約100%（一部能力不足あり）
地表面モデル	5～10mメッシュ相当	TIN。1メッシュ25～100m ² 、メッシュ数約372,000個
解析時間	1～3分	XRAIN実況1時間、予測1時間、計2時間

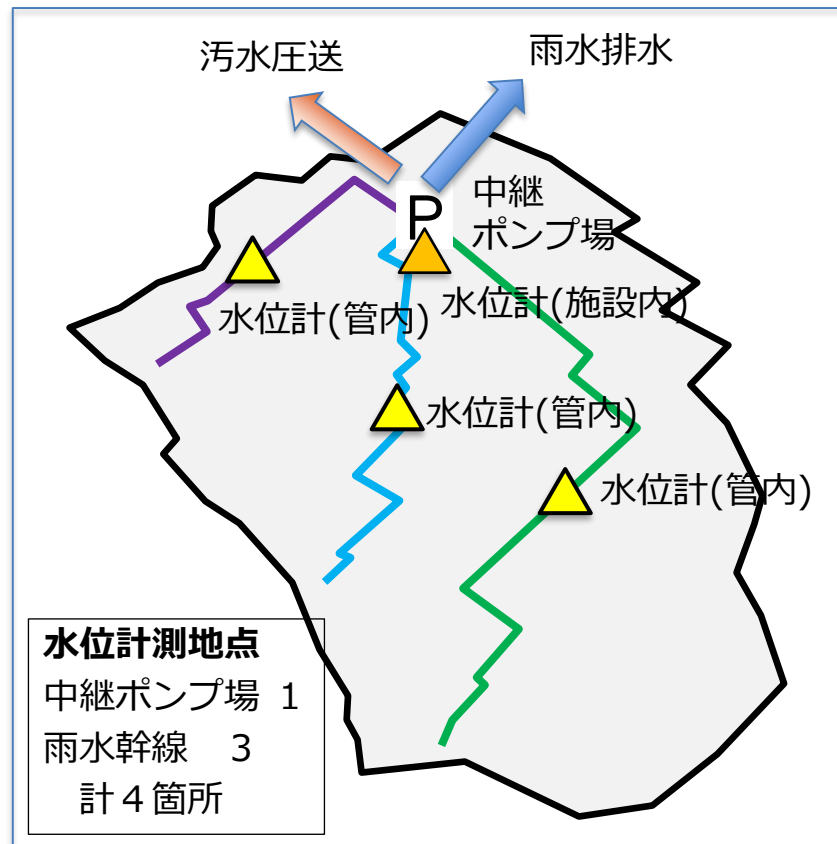
●現状の雨水ポンプの起動・停止水位

【先行待機型ポンプ】

【ガスタービンエンジン】



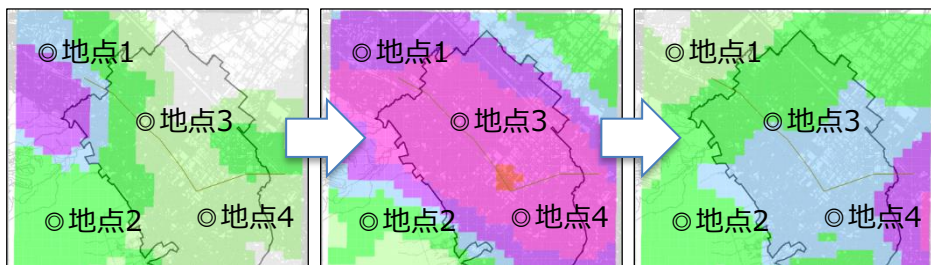
●モデル概要図



3. 結果と考察

(1) XRAINの予測精度

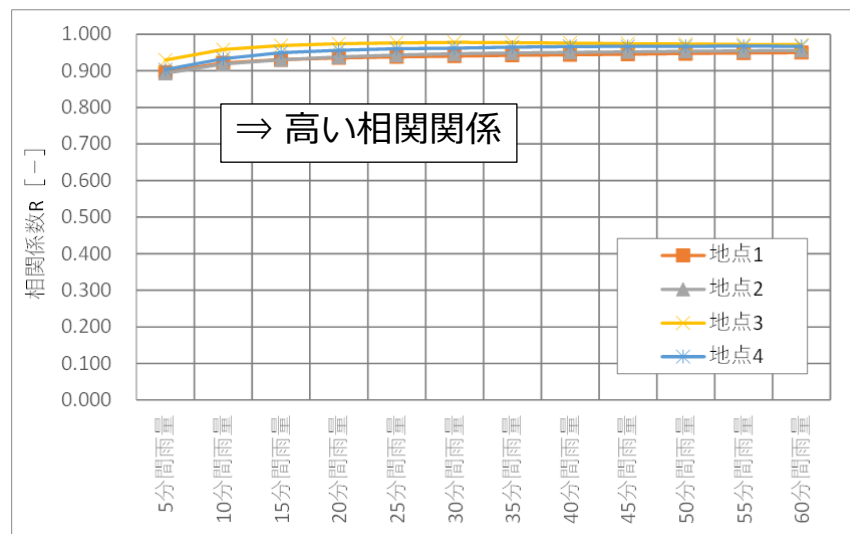
●比較対象：XRAIN実況雨量と地上雨量



●雨量比較のイメージ

項目	5分後	10分後	15分後	...
XRAIN実況雨量と地上雨量の比較 【メッシュと地上雨量計設置地点】	15分間の累積雨量で比較			

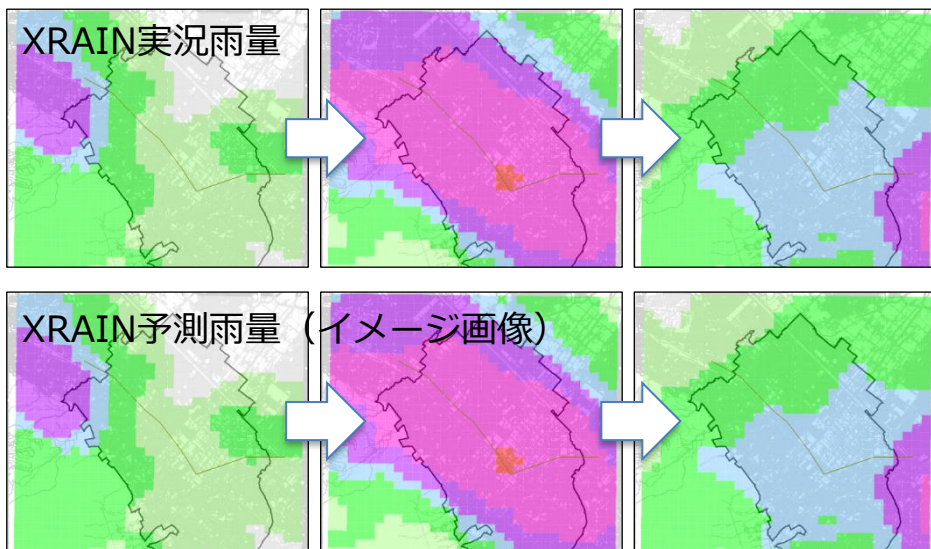
●XRAIN実況雨量と地上雨量の相関関係



3. 結果と考察

(1) XRAINの予測精度

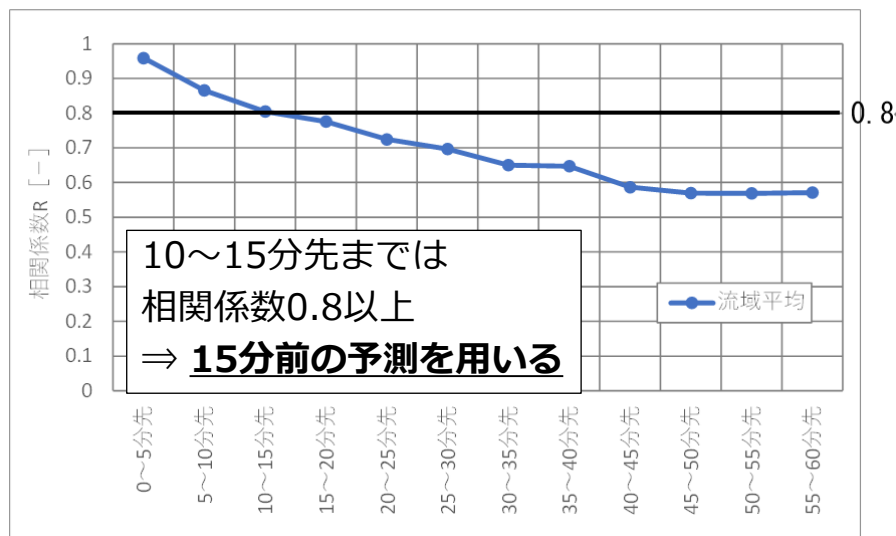
●比較対象：XRAIN実況雨量、XRAIN予測雨量



●雨量比較のイメージ

項目	5分後	10分後	15分後	...
XRAIN実況雨量とXRAIN予測雨量の比較 【流域平均雨量】			5分間の雨量で比較 ↔	

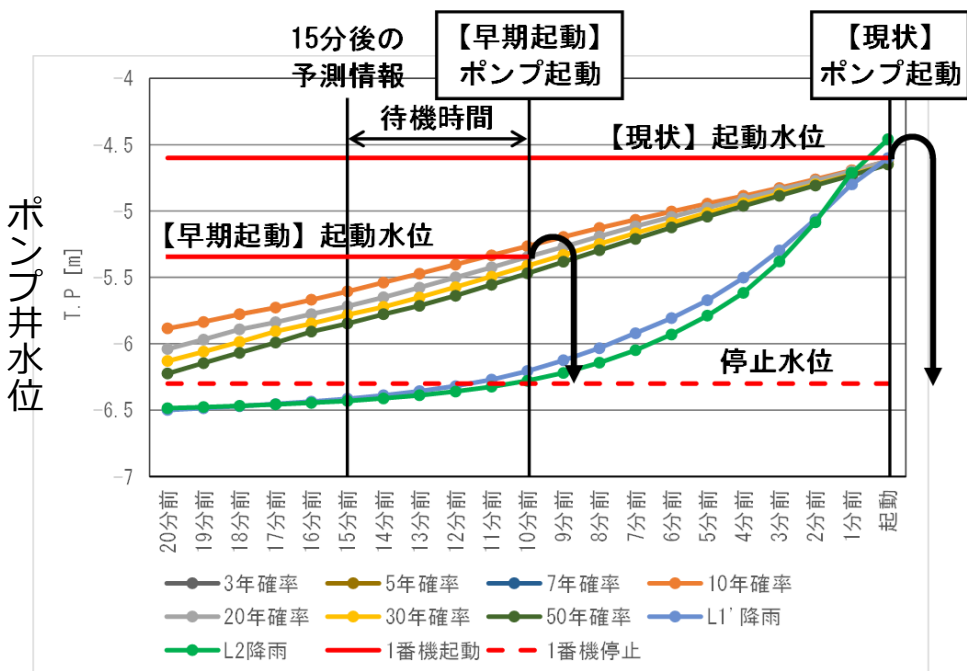
●XRAIN実況雨量とXRAIN予測雨量の相関関係



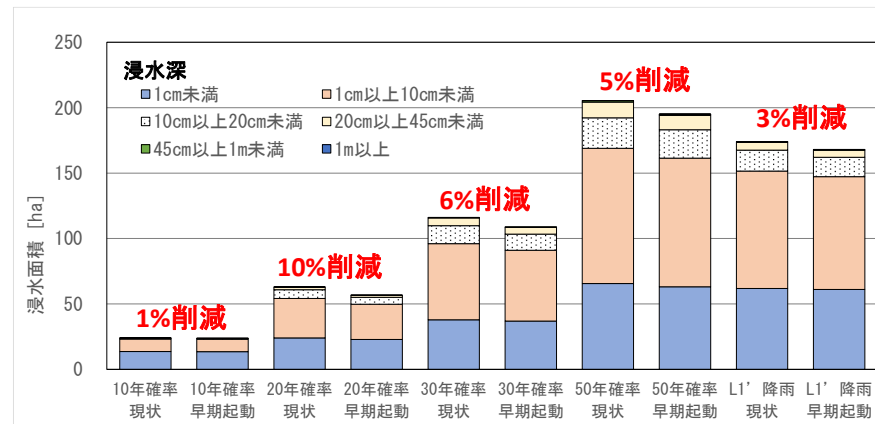
3. 結果と考察

(2) 予測情報活用による浸水被害軽減効果

●ポンプの早期起動のイメージ図



●対策前後の浸水面積の比較 (中央集中型降雨)



⇒ 1~10%の浸水面積の減少 (浸水被害軽減)

平均的には、システム導入のB/C = 2.5

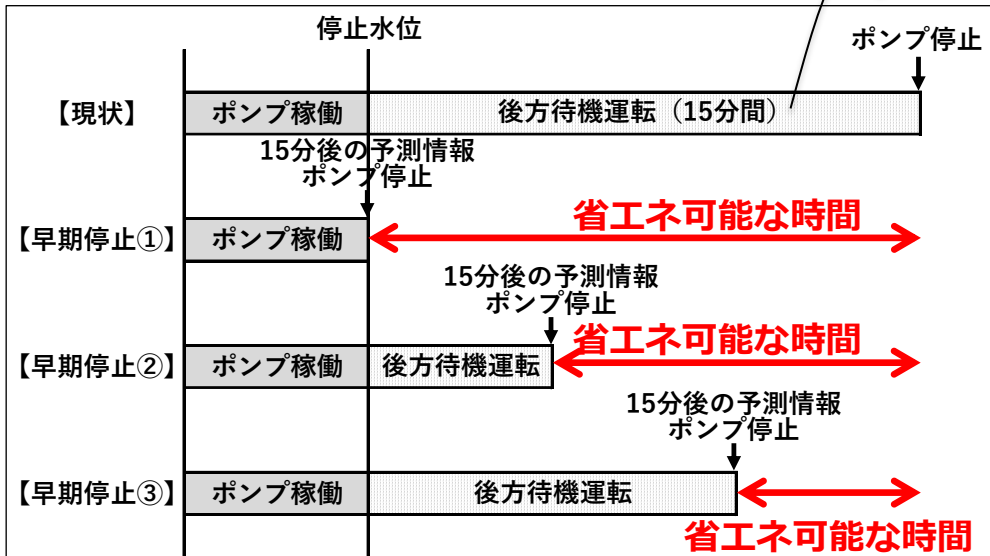
XRAIN降雨での試算では、B/C = 1.9

3. 結果と考察

(3) 予測情報活用による省エネ効果

ポンプのON-OFF頻度の緩和のため、ポンプ待機状態

●ポンプ早期停止のイメージ図



●年間の省エネ効果の試算結果

項目	値	備考
ポンプ起動回数	41 回	1番機～4番機合計
削減運転時間	615 分	15分/回×41回
定格出力	3,370 PS	
燃料消費率	180 g/PS・hr	
	699 L/hr	
1回あたり後方待機	175 L/15分	
A重油省エネ効果	7,175 L/年	
維持管理費削減効果	866 千円/年	A重油価格120.75円で計算
CO ₂ 排出係数	2.71 t-CO ₂ /kL	A重油
CO ₂ 排出量削減効果	19.44 t-CO ₂ /年	

◆リアルタイム流出解析によるポンプ運転支援技術の導入により、浸水被害軽減効果として浸水面積が最大で10%程度削減、省エネ効果として維持管理費が866千円/年、CO₂排出量が19.44 t-CO₂/年の削減が期待できる。（定量的な効果）

◆情報配信システム（雨量・水位、浸水予測、アラートなどの情報）により、リスクの少ない施設運転、迅速で的確なリスク対応、住民の自助・共助の活動促進などが考えられる。（定性的な効果）

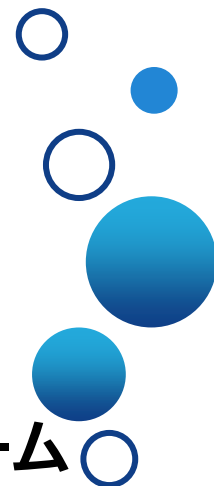
◆将来的にはポンプ運転支援から自動運転まで発展させることができれば、職員減少による技術力の低下、技術継承等の課題に対する解決方策の一つとして期待できる。

ご清聴ありがとうございました。

三次元流況解析による 雨水滞水池の検討事例

株式
会社 東京設計事務所
TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

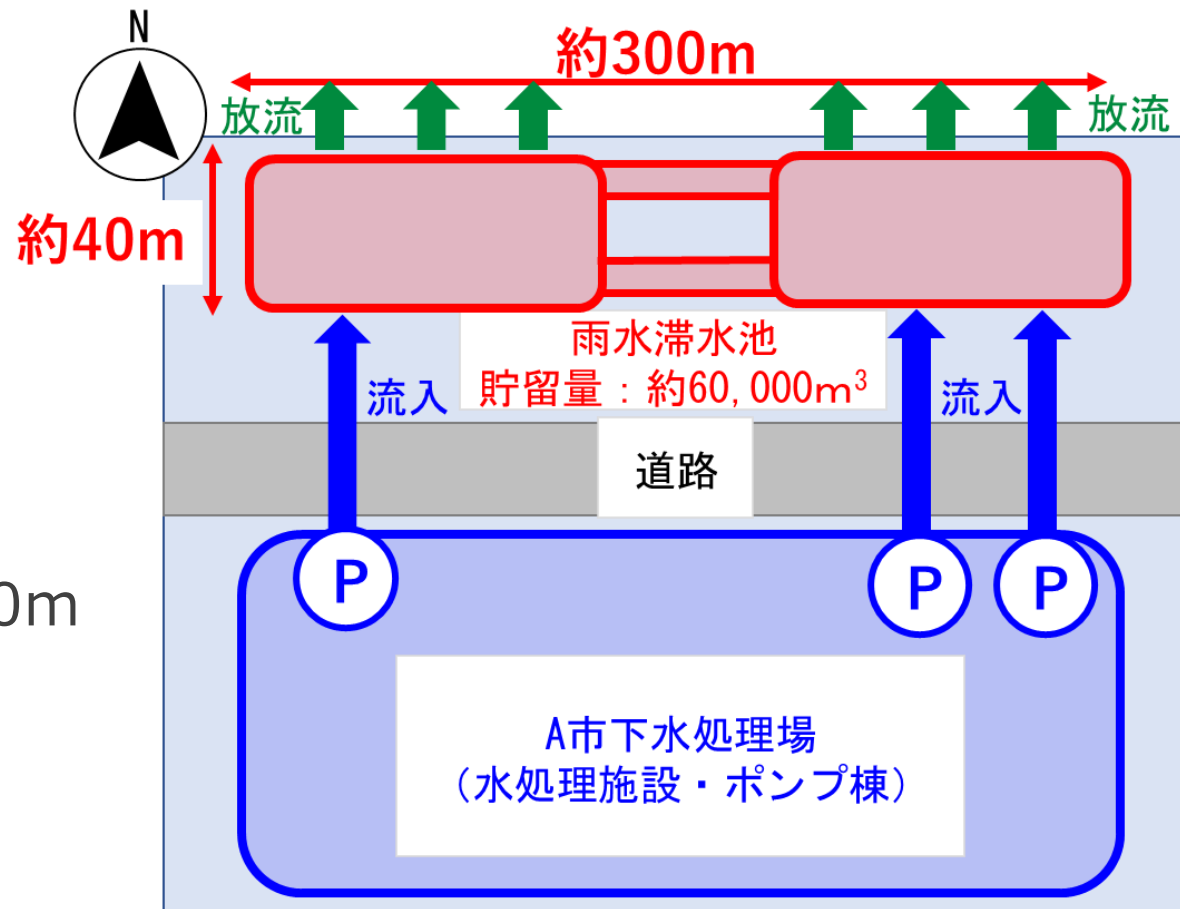
関西支社 デザイン第1グループ 建設デザイン第2チーム
太田 尚輝



はじめに

対象施設の概要

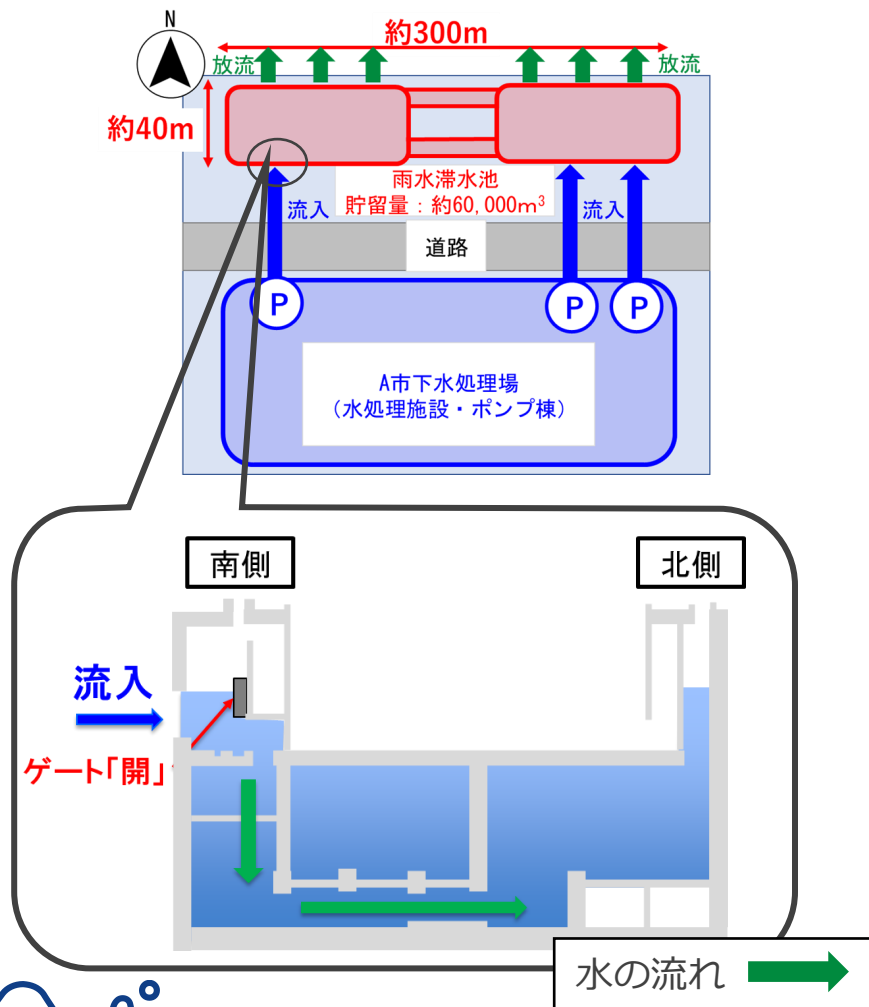
- 対象施設
A市雨水滞水池
- 設計対象水量
約200,000m³/日
- サイズ
短辺約40m×長辺約300m
×高さ約25m
- 貯留量
約60,000m³



はじめに

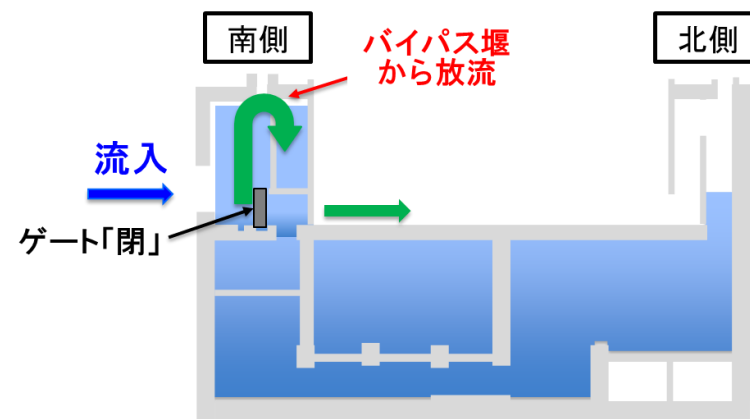
流入水の流れ

① 雨水滞水池貯留時

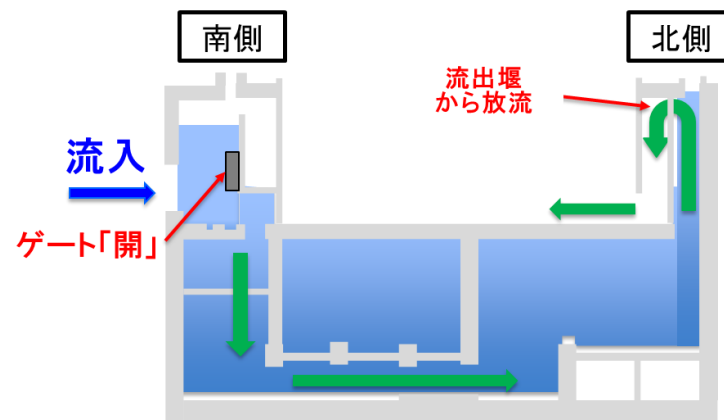


② 雨水滞水池満水後

I. 流入停止



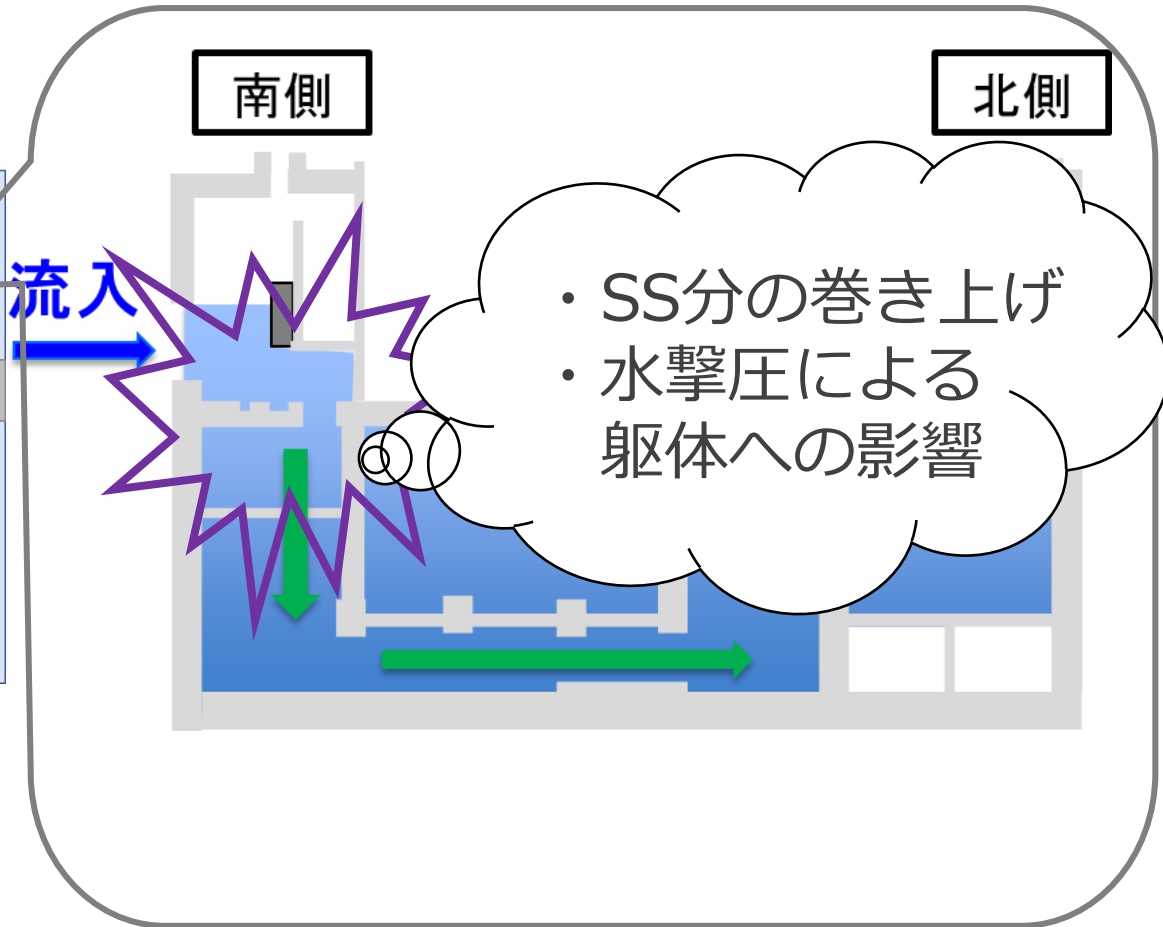
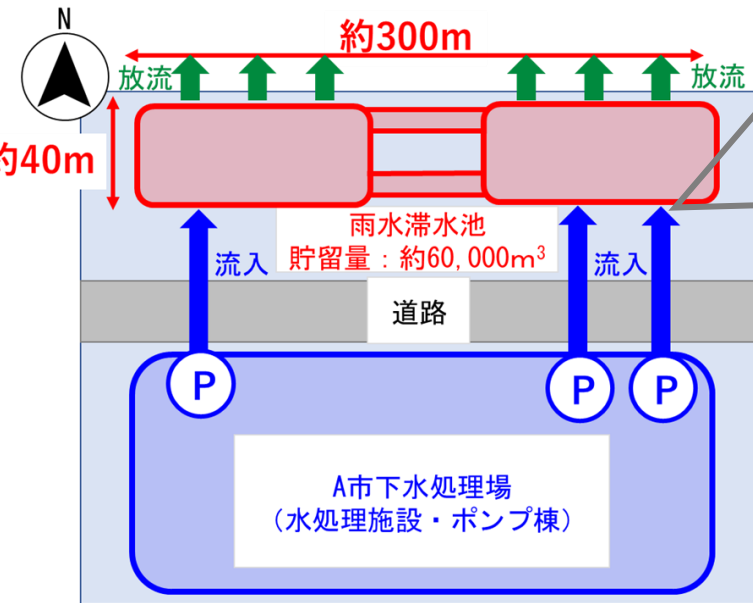
ii. 流入継続



解析方法

解析目的①

3箇所でのポンプ施設からの異なる量の流入による影響把握

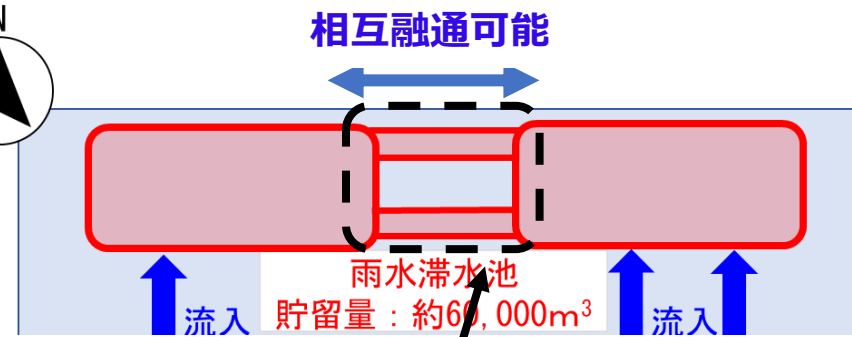


解析方法

解析目的②

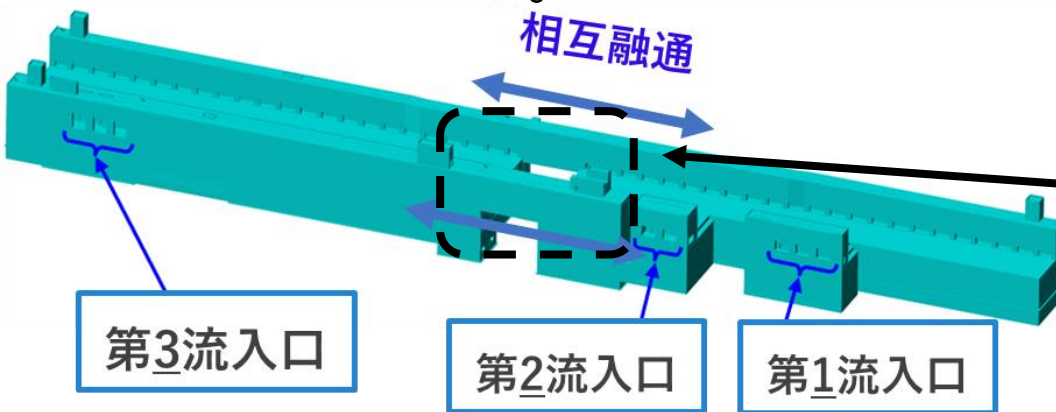
雨水滞水池接続部（中央部）の流況把握

【平面図】



流況の予測が困難

【3Dモデル】



接続部（中央部）

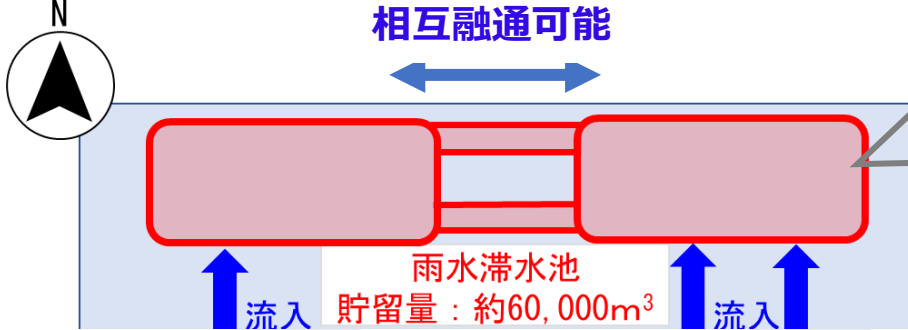
- ・ 左右の滞水池で水の融通が可能
- ・ 1水路の断面は、滞水池断面の10%

解析方法

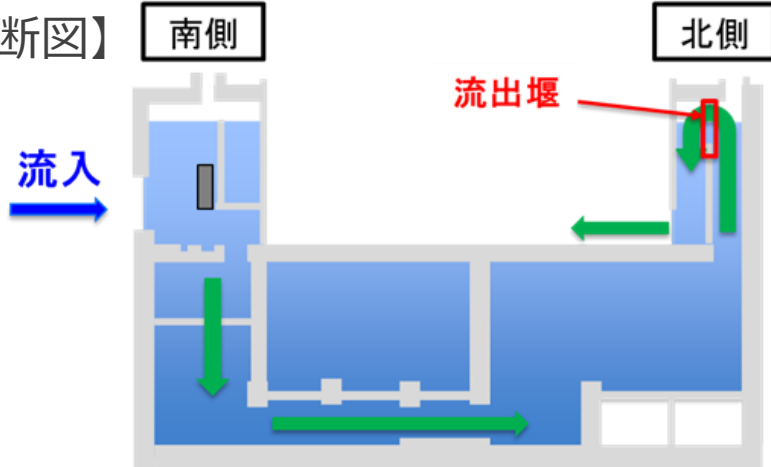
解析目的③

SS分の滞留状況の把握

【平面図】



【横断図】



滞留時間の検証

流入部から放流部
へのショートパス
による短時間での放流

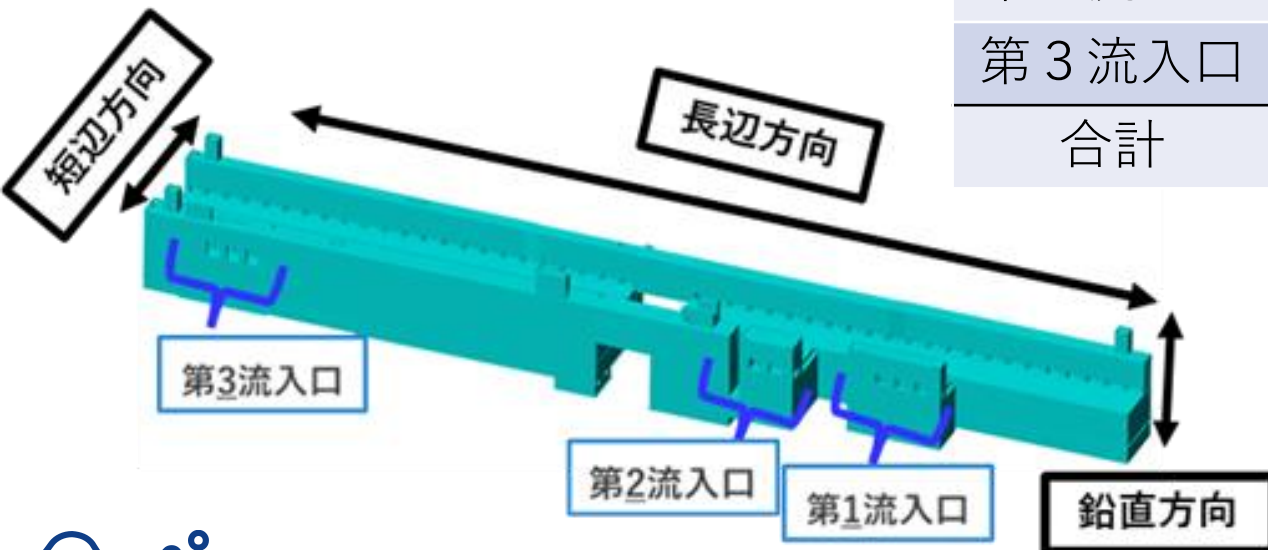
SSの沈降効果が期待できるかどうかの確認

解析方法

解析条件

- 計算区間：雨水滞水池全域（約300m区間）
- 計算メッシュサイズ：河道縦断：1.5m、河道横断：0.2m
- 計算メッシュ数：約180万メッシュ
- 流量：下表のとおり

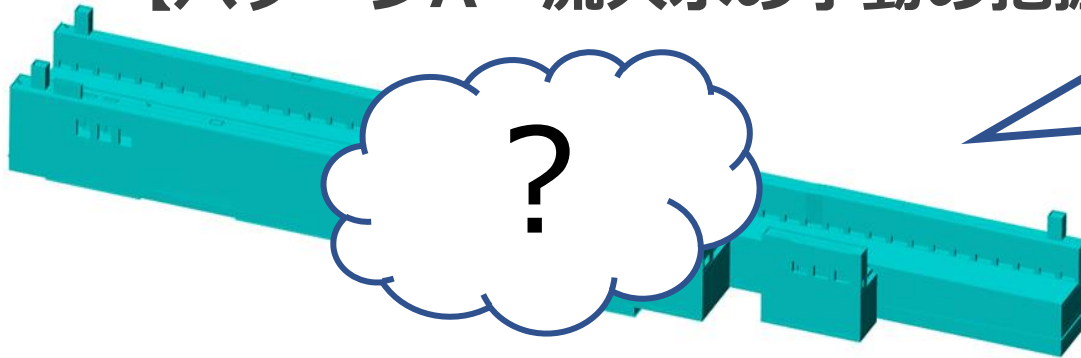
流入口	流入量 (m ³ /s)	流入割合 (%)
第1流入口	9.0	19.6
第2流入口	8.0	17.4
第3流入口	29.0	63.0
合計	46.0	100.0



解析方法

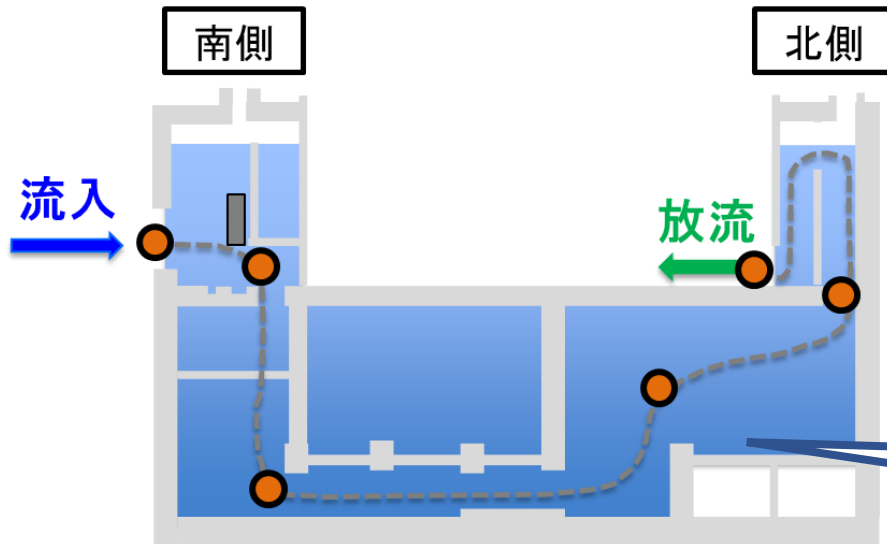
解析ケース

【パターンA 流入水の挙動の把握】



- ・ 滞水池内の流況把握
- ・ 構造的な問題点の抽出

【パターンB 雨水滞水池の滞留時間の確認】



トレーサー粒子

- ・ SSを想定した粒子
- ・ 各流入口から複数投入
- ・ 南側流入から北側放流までの滞留時間

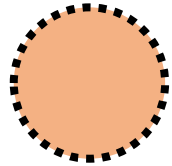
- ・ 滞留時間の把握

解析方法

解析ケース

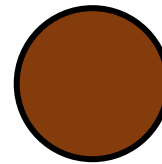
【パターンC SSの沈降状況の確認】

平均粒径



・ 0.6mm
(0.0006m)に設定
類似する雨水滞水池
の粒度分布より

移動限界粒径

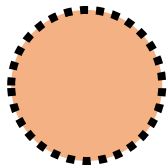


・ 岩垣の式より算出

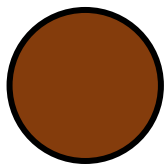
$$\begin{cases} d_m \geq 0.3030cm & u_{*cm}^2 = 80.9d_m \\ 0.1180 \leq d_m \leq 0.3030cm & u_{*cm}^2 = 134.6d_m^{\frac{31}{22}} \\ 0.0565 \leq d_m \leq 0.1180cm & u_{*cm}^2 = 55.0d_m \\ 0.0065 \leq d_m \leq 0.0565cm & u_{*cm}^2 = 8.41d_m^{\frac{11}{32}} \\ d_m \leq 0.0065cm & u_{*cm}^2 = 226d_m \end{cases}$$

移動限界粒径の分布と平均粒径の比較

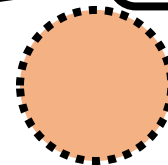
・ SSの移動可能性の確認



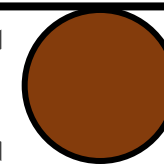
>



沈降の可能性が高い



<

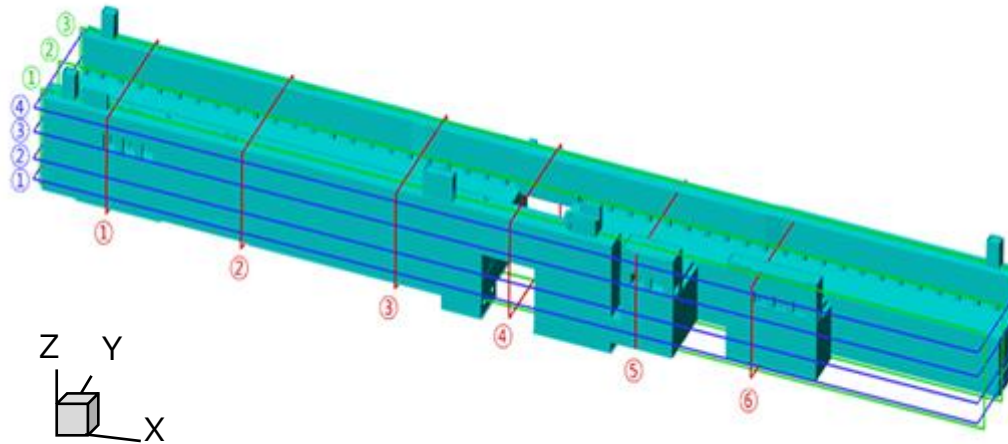


沈降の可能性が低い

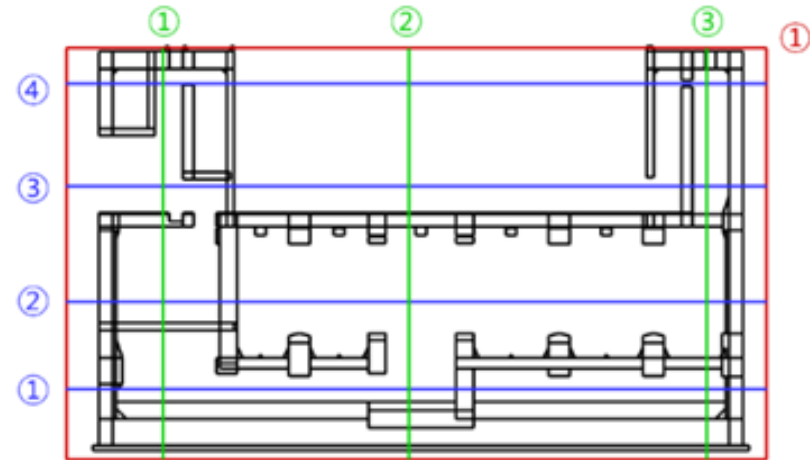
解析方法

表示断面の選定

【全体図】



【Y-Z平面①】

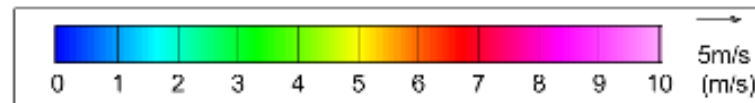
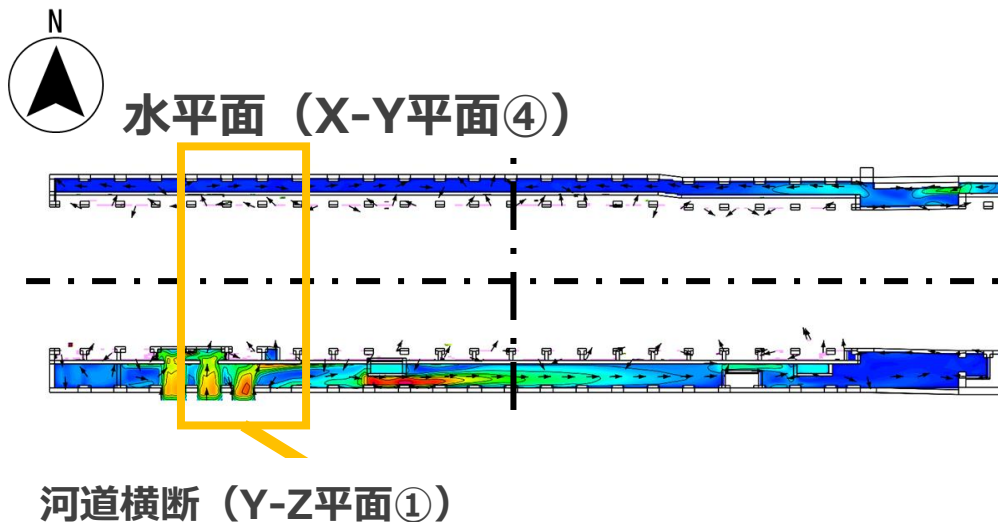


表示断面数

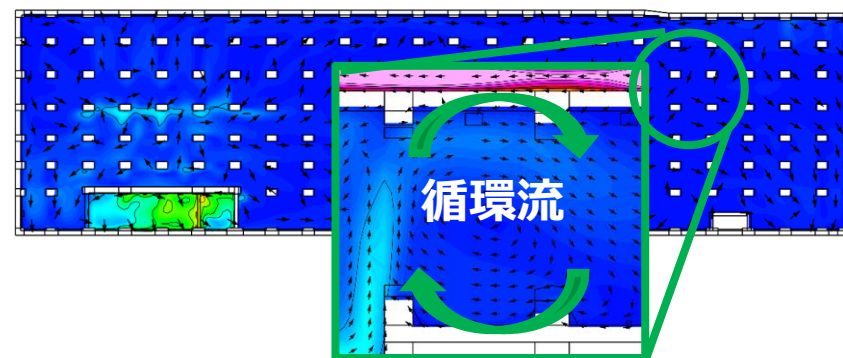
- 水平面 (X-Y平面) : 4断面
- 河道横断 (Y-Z平面) : 6断面
- 河道縦断 (X-Z平面) : 3断面

解析結果

解析結果【パターンA 流入水の挙動の把握】



水平面 (X-Y平面④)



- 問題点①
流出堰で流速が速くなっている
(10m/s以上)

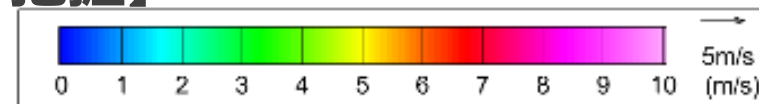
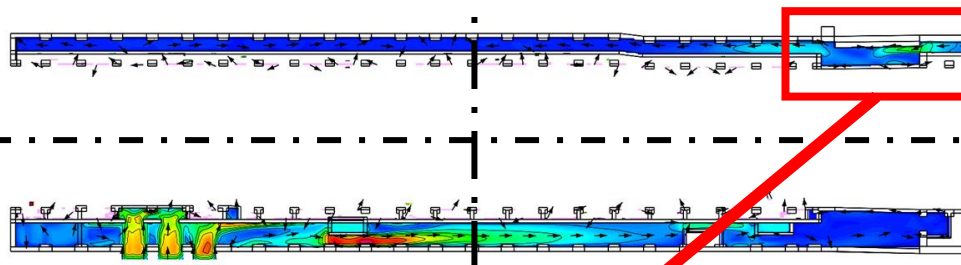


流出堰開口のサイズを適切な
サイズに変更

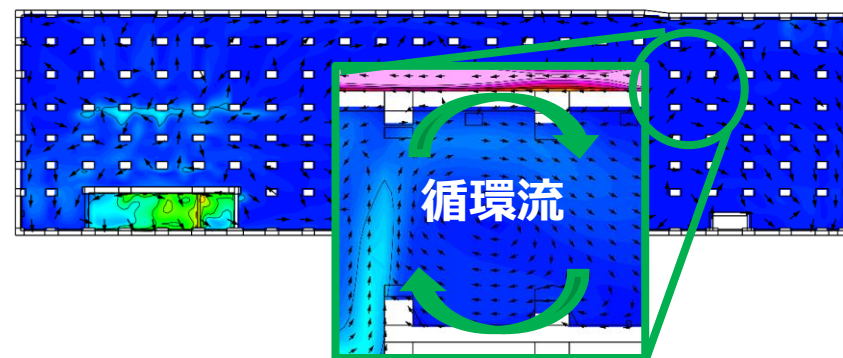
解析結果

解析結果【パターンA 流入水の挙動の把握】

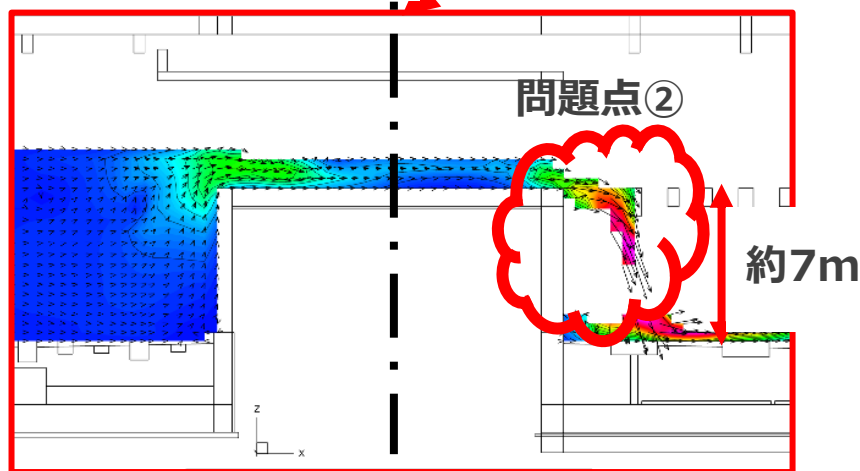
N
▲ 水平面 (X-Y平面④)



水平面 (X-Y平面④)



河道縦断 (X-Z平面)



- 問題点②
約7mの落水が生じる箇所があり、
衝撃圧による躯体の損傷が危惧される



落水箇所に対して減勢対策を行う

解析結果

解析結果【パターンB 雨水滞水池の滞留時間の確認】

- 平均的な滞留時間
0.20～0.50時間（中央値0.35）

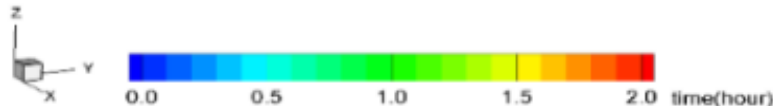
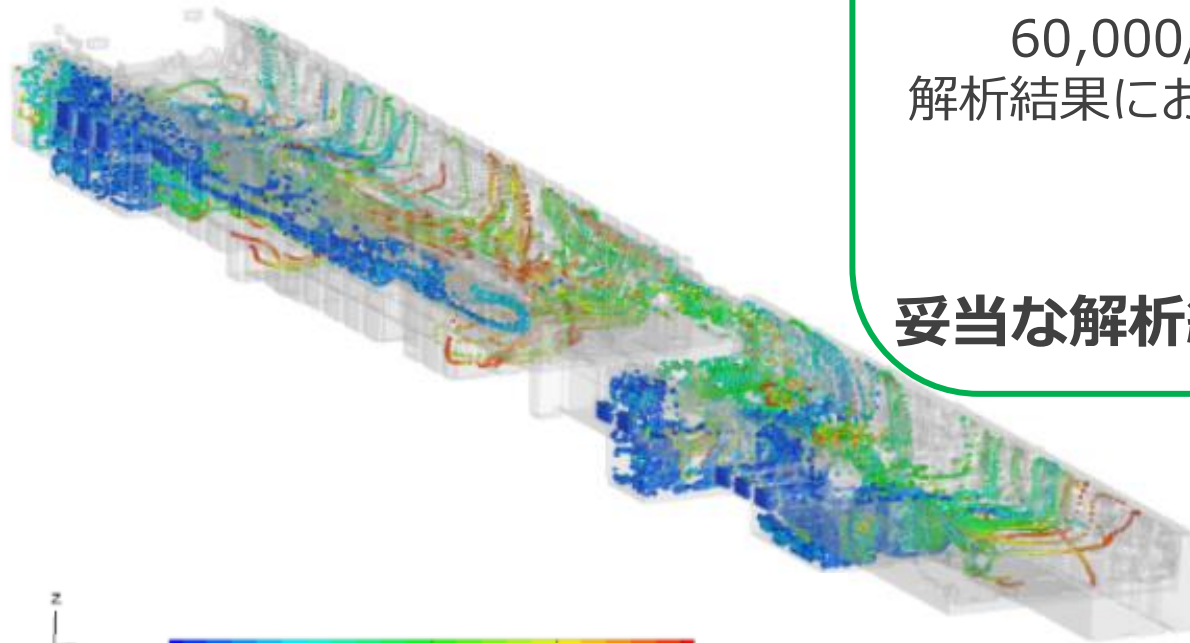
- 計算による滞留時間
滞水池容量：60,000m³
流入水量46.0m³/s
60,000/46.0≒0.36時間

解析結果における平均値

≒計算による滞留時間



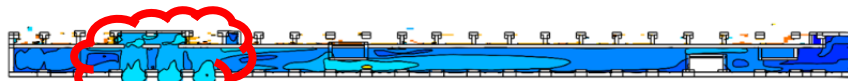
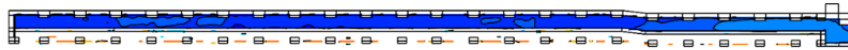
妥当な解析結果であると推察できる



解析結果

解析結果【パターンC SSの沈降状況の確認】

水平面 (X-Y平面③)



流入地点

河道横断 (Y-Z平面①)

流入地点



平均粒径 d : 0.6mm



沈降する可能性が高い

- 流入地点から滞水池下層への流れが比較的大きいが、平均粒径 (0.6mm) 以下である



概ね雨水滞水池の全域でSSの沈降が進行すると推察される

まとめ

パターンA

- ・ 現況の施設形状に対する問題点を抽出
- ・ 雨水滞水池内で循環流が発生していることを確認
⇒SSの沈降が促進されることが期待される

パターンB

- ・ 平均的な滞留時間に比べ、早期に流出するトレーサー粒子を確認
⇒流入制限等を行うことにより、滞留時間を期待できる

パターンC

- ・ 概ね移動限界粒径に比べて、平均粒径が小さいことを確認
⇒本滞水池の構造及び対象水量であればSSの沈降が期待できる

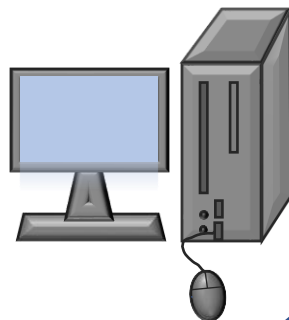
まとめ

今後の方針

【今回】

- ポンプ運転
3台を同時起動
- 流入条件
過年度実績（最大降雨）

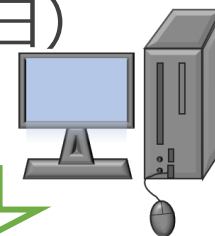
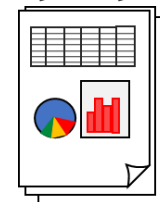
時系列について
考慮が不十分



【今後】

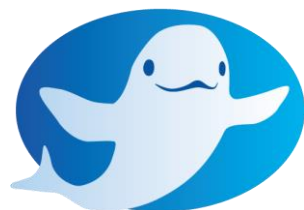
- ポンプ運転
運転順序を考慮
- 流入条件
過年度実績
(ポンプ運転と同日)

実降雨時
データ



ポンプやゲート等の
運転方法を最適化

ご清聴
ありがとうございました



株式
会社

東京設計事務所

TOKYO ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

関西支社 デザイン第1グループ 建設デザイン第2チーム

太田 尚輝



潤いある未来へ

2023/07/21

第33回技術研究発表会プログラム

ドローン管内調査適用事例

株式会社日水コン 名古屋下水道部 技術第一課

南雲亮佑



報告内容

1.背景と目的

2.調査施設と調査方法

3.調査結果

4.本管調査への適用性の検討

5.ドローン調査の優位性に関する検討

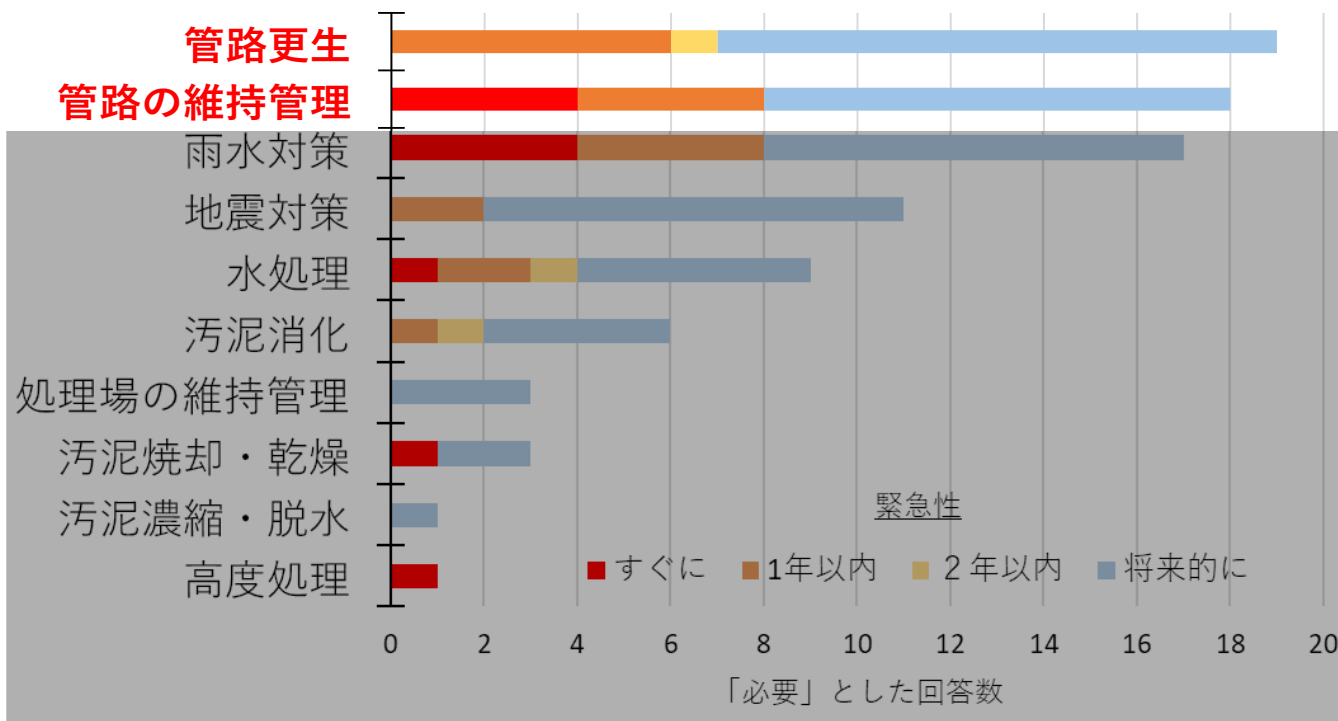
6.まとめ

1. 背景と目的

維持管理における課題

- ・劣化管路の増大
- ・職員の減少
- ・パンデミックに伴う衛生意識の変化

→ 管路調査の技術革新が必要



中核自治体における技術的課題のアンケート結果

(「平成30年度下水道係調査研究年次報告書集」、国土総合研究所(2020) より引用)

2. 調査施設と調査手法

管路2施設について、ドローン飛行調査を実施
→過年度の潜行目視調査とドローン飛行調査を比較

番号	断面形状 (mm)	延長 (m)	敷設年度 (年)	数 (年)	前回調査時の判定 (2015年実施時)
調査箇所1	矩形渠 3,000×1,500	109.6	1976	44	B (機会を捉え全体改築)
調査箇所2	円形管 φ1,200	89.8	1958	62	B (機会を捉え全体改築)

2. 調査施設と調査手法

調査に用いた機器：ELIOS2

* 最新版はELIOS3



安定化センサー (NEW)

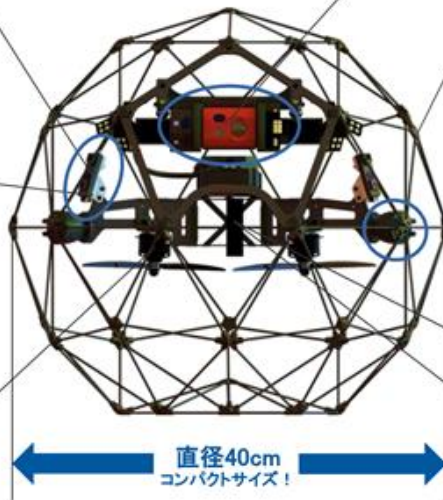
7セットのセンサーを搭載しており、自己位置を正確に保持します。

状態表示LED

機体の状態を表示します。

柔軟なモーター制御

機体が逆さになっても機体を水平に戻します。



直径40cm
コンパクトサイズ!

カメラ配置 (NEW)

ガードが写りません。

球体ガード

人にも設備にも安全です。
(取換え可能)

飛行時間

10分間

機体重量

1450g

(バッテリー含む)

安全な飛行をすることに特化された機体

3. 調査結果 過年度同箇所での調査結果と比較

潜行目視調査時



ドローンによる調査時



症状	劣化症状発見数			
	調査箇所1		調査箇所2	
	潜行目視	ドローン	潜行目視	ドローン
破損	7	9	20	21
クラック	0	2	0	0
腐食※	12	13	84	85
浸入水	0	0	0	4
土砂堆積※	12	10	0	1
その他	0	2	0	2

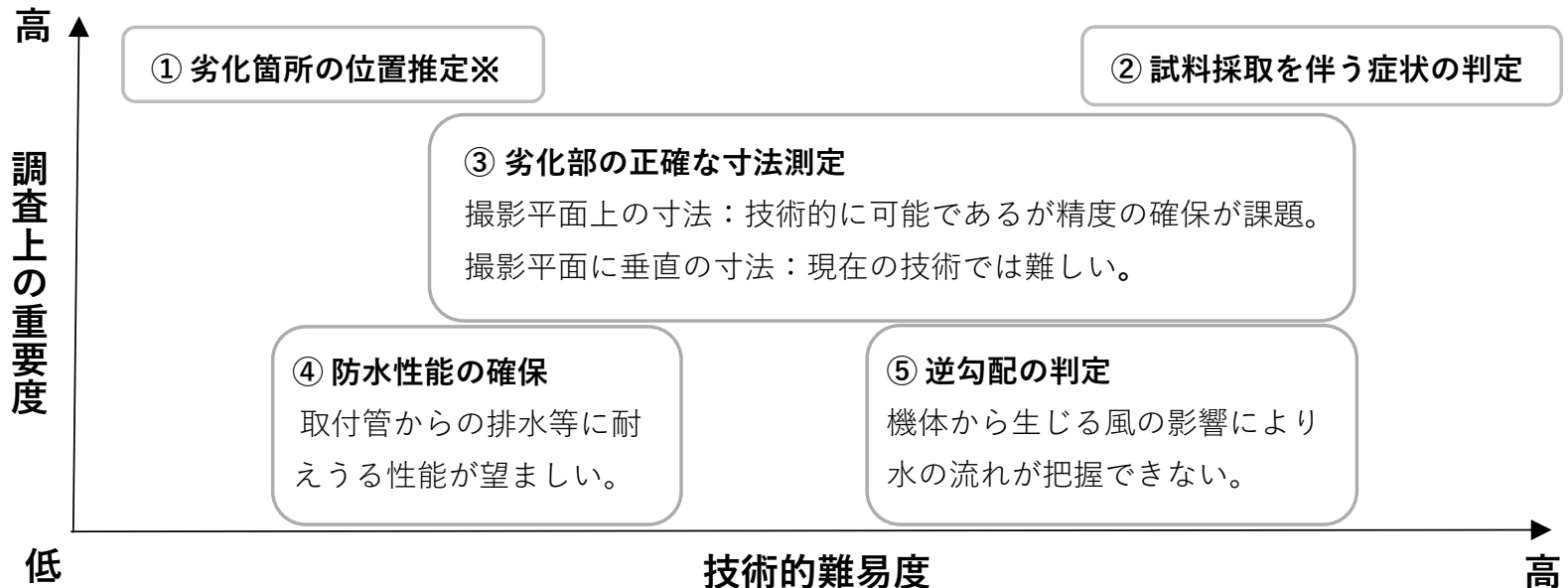
- * 土砂堆積の発見箇所は、潜行目視と今回の調査結果で一部異なる。
- * 腐食と土砂堆積の発見数は、症状が確認された目地数。

4. 本管調査への適用性の検討

ドローン調査と症状評価の適否

ドローン調査による症状評価の適否	具体的な症状
① 評価が十分に可能な症状	破損、クラック（円周方向）、（接合による）隙間、パッキン、浸入水、木根侵入、その他、取付不良（接続部、破損など）
② 症状の有無は確認できるが、評価が難しい症状	クラック（幅）、クラック（軸方向）、接合不良（段差）、土砂堆積深、付着物（モルタル、油脂など）、貫通、取付不良（突き出しの程度）
③ 評価が不可能な症状	腐食（中性化）、たるみ、逆勾配

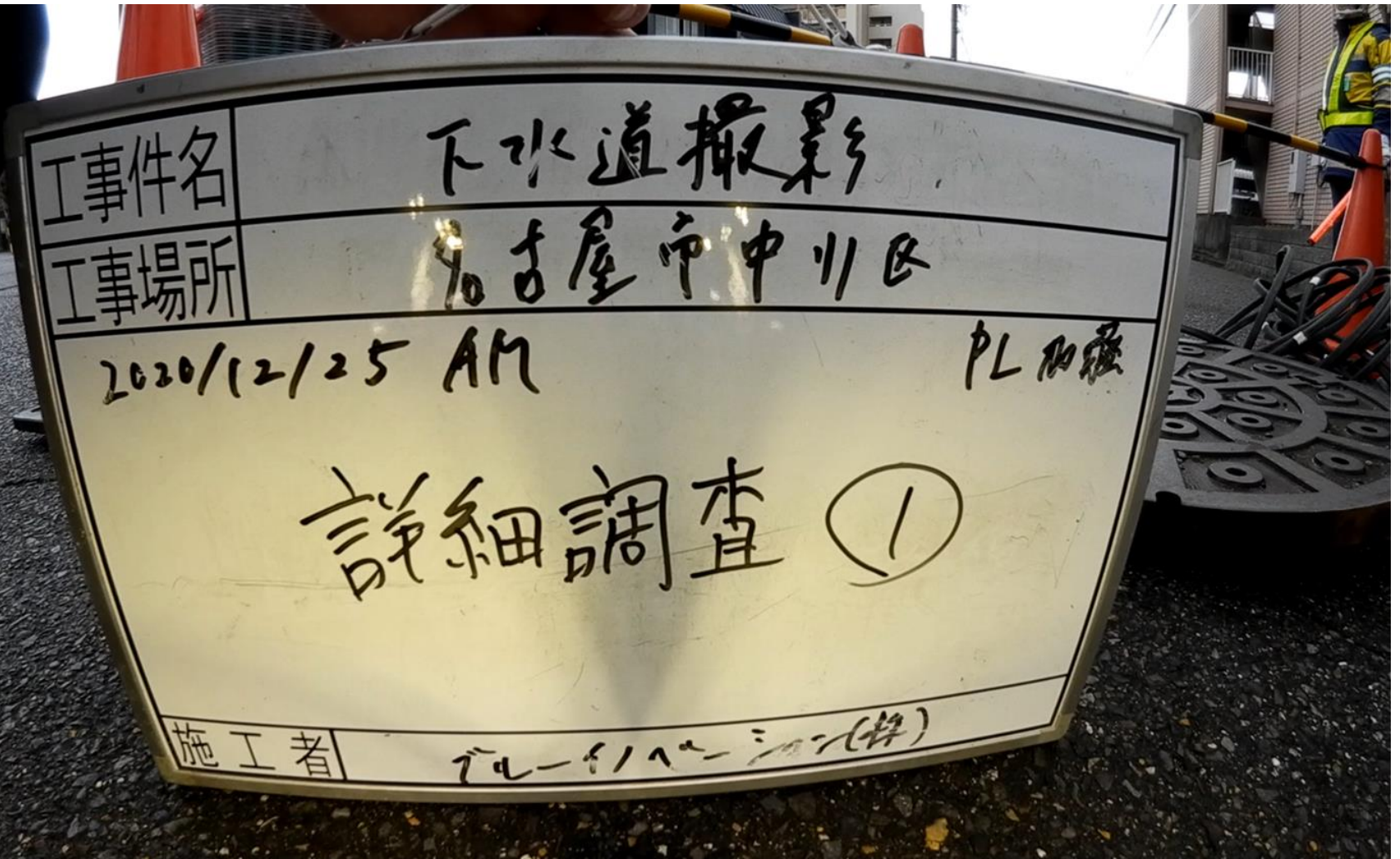
4. 本管調査への適用性の検討



※後継機ELIOS 3にて、リアルタイムでも計測後でも位置情報を取得することが可能

詳細調査への適用における課題

3. 調査結果



5. ドローンの優位性に関する検討

潜行目視調査とドローンによる調査について、2点を比較

1. 効率性（日進量）

- BDASH技術導入ガイドラインに沿うように調査計画を立てた
(スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術導入ガイドライン (案))

2. 経済性(単価)

- 人員数・日進量の最大最小時間で費用算出

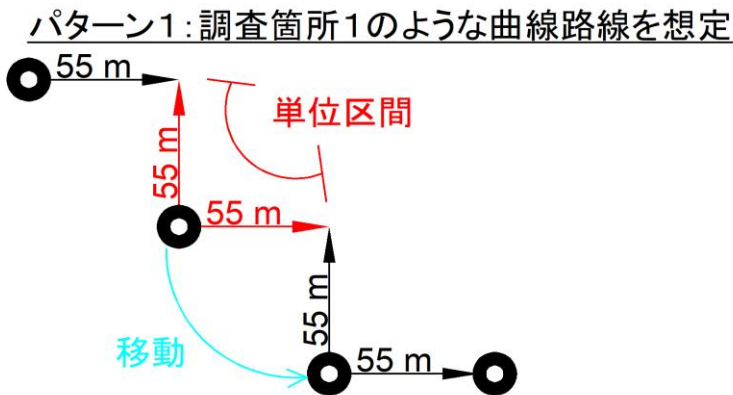
5. ドローンの優位性に関する検討

・ 効率性（日進量）の算定方法

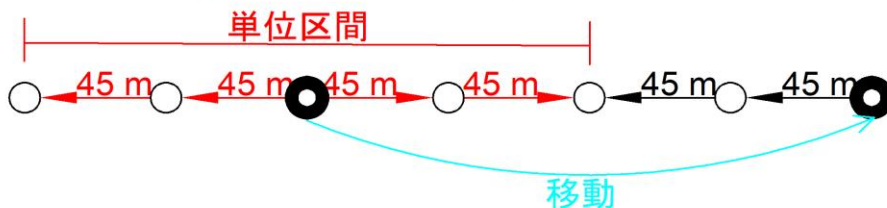
- ✓ 1日の本調査、限られたスパン(90 ~ 110m)で日進量(m/day)を算出するための準備が必要
- ✓ BDASHでは小口径管のカメラ調査が対象 → ドローン特有の作業項目を考慮



4. 既往調査手法（潜行目視調査）との比較



パターン2: 調査箇所2のような直線路線を想定



	管渠（想定距離と調査方向）
	単位区間となる管渠
	人孔
	調査のため開口する人孔

- 作業単位の設定：準備項・機材設置項・計測項・機材回収項・片付け項**
 日進量 = {1日の実作業時間 / (1スパンあたりの調査時間)} × 代表スパン長
- 項目ごとの時間計測
- テスト飛行時間を想定
- 電波障害の有無における到達再遠点

5. ドローンの優位性に関する検討

日進量の算定結果

(単位：分)

		パターン1	パターン2	算出根拠
要 単 す 位 る 区 時 間 間 に	移動	5	5	ガイドライン
	①準備	3.3	3.3	ガイドライン
	②機材設置	5	5	今回実績
	③計測	13.5	27.1	今回実績
	④機材回収	10.5	18.5	今回実績
	⑤片付け	3.1	3.1	ガイドライン
1 スパンあたり調査時間(分)		40.4	15.5	
日進量(m/日)		980	1,045	

* 潜行目視調査の日進量目安は500 m/日

5. ドローンの優位性に関する検討

潜行目視調査とドローン調査の比較結果

	単位	既往調査手法*(潜行目視調査)	ドローンによる手法
作業の容易性			
必要人員 (適正)	人	5	4
必要人員 (最小)	人	5	2
必要な道具		換気設備	ドローン 換気設備 (必要に応じ)
人員の安全		常に酸欠・硫化水素発生リスクあり 管内の突発的な流量増加によるリスクあり	基本的に特殊環境に晒されない
周囲の安全		特別な危険性は伴わない	機体が接触・衝突する可能性あり
効率性			
期待される日進量	m/日	500 ~ 600	約 900 ~ 1,000
経済性			
1日当たりの費用	¥/日	約35万	約120万**
費用単価	¥/m	約600 ~ 700	約1,000 ~ 1,200

*潜行目視調査の費用は、「下水道施設維持管理積算要領－管路施設編－」に基づき算出

**ドローン調査費用は今回調査に限ったものであり、暫定的である。

6. まとめ

2施設での現地調査結果をもとに、劣化症状の評価の可否、現場での作業の容易性、効率性（日進量）、経済性の視点にて、ドローンによる調査と潜行目視調査を比較した。

ドローン調査の評価点

- 劣化症状は概ね発見し、劣化レベルを評価可能。
- 日進量が2倍近く向上。
- 調査の安全性への寄与。
- 人員の削減。

ドローン調査の課題点

- 劣化箇所計測精度の確保。
- 「逆勾配」や土砂体積深の評価。
- 緊急時対応方法（故障・着水による落下時）。
- 既往調査手法に対して単価が約4倍。

参考資料

- 公益社団法人日本下水道管路業協会, (2002). 下水道管路管理に関する安全衛生管理マニュアル
- 公益社団法人日本下水道管路業協会, (2019). 下水道管路の修繕・改築工事施工時における安全の留意点
- 国土交通省 国土技術政策総合研究所, (2015). 国土技術政策総合研究所資料 第876号、「スクリュー調査を核とした管渠マネジメントシステム技術導入ガイドライン（案）」
- 日本下水道協会, (2020). 下水道施設維持管理積算要領－管路施設編－ 公益社団法人
- 一般社団法人 日本建設機械施工協会, (2020). 建設機械等損料表
- 一般財団法人 建設物価調査会, (2020.3). 建設物価
- 国土交通省, (2020). 点検支援技術性能カタログ（案）
- 国土研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, (2018). 無人航空機性能評価手順書 Ver.1.0
- 国土交通省 国土技術政策総合研究所 (2020). 国土技術政策総合研究所資料 第1114号「平成30年度下水道関係調査研究年次報告書集」
- 谷戸善彦 (2020). 下水道情報 新型コロナパンデミック後の日本の国土政策と下水道政策、第1920号
- Flyability, (2018). Inspection of Wastewater Infrastructure with Flyability's Elios Solution.pdf (hubspot.net)

ご清聴ありがとうございました。

高解像度カメラを用いて 水管橋の点検を実施した業務事例

オリジナル設計 株式会社
東日本支店 新潟技術課
家井 拓也



OEC オリジナル設計株式会社

1	業務概要	背景・目的	P3
		対象施設の諸元	P6
2	点検方法	高解像度カメラによる点検の課題	P8
		参考とした図書	P9
		撮影機材	P10
		撮影方法	P12
		損傷程度の評価・判定方法	P14
3	課題解決	点検結果	P18
		発生した課題と対応策	P19
4	まとめ	高解像度カメラの効果・課題	P23
		今後の展望	P25

1 業務概要	背景・目的	P3
	対象施設の諸元	P6
2 点検方法	高解像度カメラによる点検の課題	P8
	参考とした図書	P9
	撮影機材	P10
	撮影方法	P12
	損傷程度の評価・判定方法	P14
3 課題解決	点検結果	P18
	発生した課題と対応策	P19
4 まとめ	高解像度カメラの効果・課題	P23
	今後の展望	P25

背景

上水道事業

2021年に和歌山市において水道橋崩落事故が発生。
調査報告書より、約6日間最大60,000世帯が断水。



「和歌山市水管橋崩落時の様子」※

事故を受け、厚生労働省が「全国上水道水管橋緊急調査」を実施。
水管橋の点検調査について見直しが図られ、水管橋の補強、改築・更新等の
国庫補助が創設。

※出典:「六十谷水管橋破損に係る調査委員会 報告書(本編)令和4年9月 和歌山市企業局」より引用

下水道事業

腐食環境下における管きよの点検が法定義務として定められたが、
一般環境下における点検には義務化がなされていない。

本業務の対象となるN市においても、
下水道水管橋の点検・調査があまり行われていないのが実状。



早急に下水道水管橋の点検を行い、対策の必要性を確認することが課題。

下水道水管橋の点検・調査が進まない要因

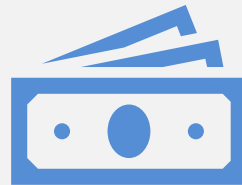


調査員の転落リスク

独立水管合は
橋梁点検車の使用不可



仮設足場やロープアクセス
等による高所作業が主、
点検にリスクを伴う



調査費用

仮設足場や台船を使用し
た場合、その設置・撤去
に時間がかかる



作業期間が長期化し
点検費用が嵩む傾向



評価手法の確立

下水道水管橋の点検・調
査におけるマニュアル・
指針等が存在しない



**点検・評価手法が確立し
ていない**ので異常判定に
乖離が生じる可能性

解決策

これら要因の解決策として、**デジタル技術（高解像度カメラ）**を活用した点検が有効。



出典:「i-Gesuidoの推進について～ICTの活用により、下水道事業の「持続」と「進化」を实践！～」平成29年2月 国土交通省



目的

- 1) 早急にN市内の下水道水管橋の点検を行い、**異常の状況を踏まえ、対策の必要性を判定。**
- 2) 下水道水管橋の点検における、**高解像度カメラの有効性の確認。**

対象施設の諸元

構造	独立水管橋
形式	トラス補剛形式
径間	4径間
橋長	283.5m
添架管	塗覆装鋼管 φ600mm×2 条
竣工年	1984年



川幅約300mの一級河川の河口付近を横断、海岸線からの距離が約2kmと近く塩害地域に存在。

現場はN市の中心市街地であり、周辺地域一帯はD I D地区に指定、鉄道橋が下水道水管橋に近接。

1	業務概要	背景・目的	P3
		対象施設の諸元	P6
2	点検方法	高解像度カメラによる点検の課題	P8
		参考とした図書	P9
		撮影機材	P10
		撮影方法	P12
		損傷程度の評価・判定方法	P14
3	課題解決	点検結果	P18
		発生した課題と対応策	P19
4	まとめ	高解像度カメラの効果・課題	P23
		今後の展望	P25

高解像度カメラによる点検の課題

参考図書を選択



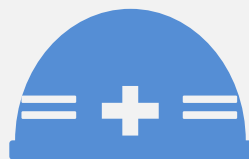
高解像度カメラによる点検に
対応した図書

撮影機材の選択



高解像度の撮影が可能で
点検に耐え得る性能を有した機種

撮影方法の検討



安全に配慮しつつ
点検の漏れがないような撮影方法

損傷の評価手法の確立



撮影した映像から
正しい判定が可能な評価手法

以下の図書を参考に、**ドローン**と**全天球カメラ**を使用。

道路橋定期点検要領 平成31年2月 国土交通省 道路局

定期点検を行う者は、健全性の診断の根拠となる道路橋の現在の状態を、近接目視により把握するか、または、**自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法**により把握しなければならない。

露出鋼管(水管橋等)～外面塗装劣化診断評価の手引き～ 平成25年3月 (公社)日本水道協会 WSP日本水道鋼管協会

当該水管橋が、高所又は直近で調査が出来ない場所にある場合、また劣化部分について詳細に評価を行う場合、デジタルカメラの光学高倍率ズームを活用して、画像をパソコンに取り込み、画像を拡大してから判定を行う。

機材は家電量販店等で販売されている汎用品から、
要求性能を有するものを選択。

点検用機材の要求性能

	要求事項	要求性能
ドローンカメラ 全天球カメラ	映像から画像を拡大して切り抜ける	高画質の撮影が可能であること (4K以上)
	対象施設が長大なため軽量	持ち運びが簡単であること (3kg 以内)
	撮影時間が長い	連続20分以上の撮影が可能な電池容量であること
ドローン機体	構造物に接触するリスクを減らす	自動で障害物を回避する機能を有していること
	支承部を撮影する際に細かく撮影位置を調整する必要がある	継続飛行時間が長いこと (20分以上)

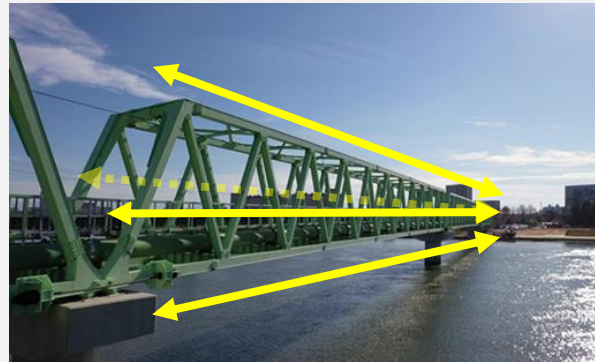
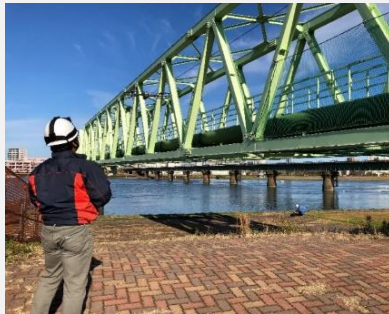
撮影機材の性能表

	ドローン	全天球カメラ
外観		
名称	MAVIC 2 Pro	RICOH THETA SC2
製造社名	DJI	リコー
寸法	322×242×84mm (飛行時)	45.2×130.6×22.9mm
重量	1204g(バッテリー込)	約104g
動画解像度	4K 30fps	4K 30fps
バッテリー	約31分 (継続飛行時間)	約60分
その他機能	障害物回避機能	-

ドローンの撮影方法

ドローン撮影

ドローン撮影は水管橋の**上面、下面および左右側面**を**動画撮影しながら往復飛行**することにより行う。



ドローンの法規制

今回使用したドローンの重量は**約1200g**。
点検当時の航空法の対象が200g以上なので**航空法の対象**。
(2023.7 現在は法改正により100g以上が対象)

ドローンの飛行は条例等による規制のほか、航空法の改正も頻繁に行われている。
点検の実施にあたっては最新の法規制を遵守した方法とした。



全天球カメラの撮影方法

全天球カメラ撮影

全天球カメラ撮影は調査員が**管理用歩廊上を動画撮影しながら往復**する。

撮影時は約1mのポールの先に全天球カメラを取付け、周囲を撮影。

橋台周辺の陸上部分等の調査員が作業可能な箇所も撮影。



安全対策

撮影は歩廊上での高所作業となる。

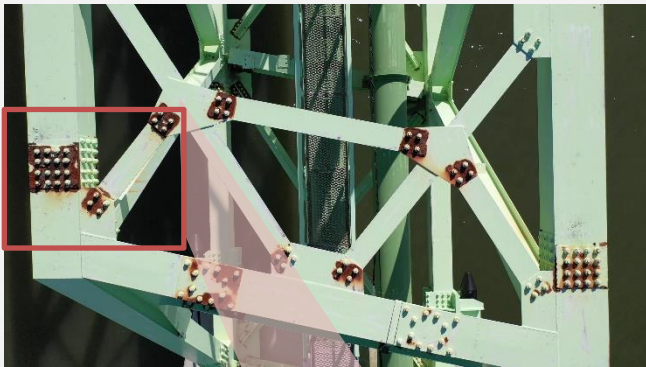
「橋梁定期点検要領 ～国土交通省 道路局 国道・技術課 平成31年3月～」等を参考に安全対策を講じたうえで作業。

橋梁定期点検要領

平成31年3月
国土交通省 道路局 国道・技術課

損傷程度の評価・判定方法

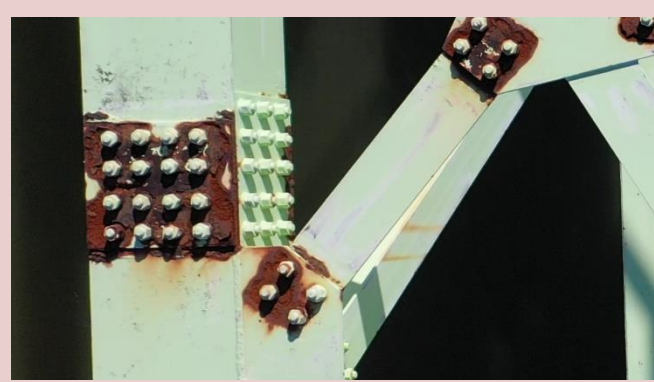
1. 映像から損傷箇所を発見



3. 静止画を基に損傷程度の評価・判定

写真説明	上弦材	写真ファイル名	
損傷程度	b	損傷の種類	腐食
メモ			
腐食-b ボルト部に錆が見られる。			

2. 映像から損傷箇所の静止画を切り出し



管の外面塗装における損傷程度の評価・判定方法

管の外面塗装は「露出鋼管(水管橋等)～外面塗装劣化診断評価の手引き～」を参考に、**景観性**と**防食性**を評価。

景観性の評価点※

評価	白亜化	変退色	汚れ	外観
3	塗料に光沢がある。 塗料の付着が全く無い。	竣工時から変化なし。	塗装に異常は見られず。	塗装に異常は見られない。
2	塗料に光沢がない。 塗料の付着が全く無い。	竣工時の色味がわずかに変化している。	汚れがあるが、塗装面を確認することが出来る。	塗装に微少なキズがあり、錆汁はない。
1	塗料の付着が多少見られる。	竣工時から変化しているが、推定出来る。	まんべんなく汚れがあり、塗装面部分的に確認される。	塗装に部分的にキズがあり、錆汁がある。
0	塗料の付着が著しい。	竣工時の色味が推定出来ない。	汚れがこびりついて、塗装面が見えない。	塗装が剥がれ、錆汁がある 漏水が見られる。

防食性の評価点※

評価	さび	はがれ	われ
3	さびがない。	はがれがない。	われがない。
2	さびが見られるが、錆汁は見られない。	はがれが見られるが、鋼面は見えない。	われが見られるが、開いていない。
1	さびが見られ、錆汁が見られる。	はがれが見られ、鋼面が見える。	われが見られ、開いている。
0	さびが見られ、腐食により減肉している。	はがれが多数あり、全体に広がっている。	われが見られ、発錆が確認される。

※ 出典:「露出鋼管(水管橋等)～外面塗装劣化診断評価の手引き～平成25年3月(公社)日本水道協会 WSP日本水道鋼管協会」より引用

管構造部材・上部工における損傷程度の評価・判定方法

管構造部材は「**露出鋼管(水管橋等)～外面塗装劣化診断評価の手引き～**」、
 上部工は「**N市の橋梁定期点検要領**（国土交通省の道路橋定期点検要領に準じた内容）」
 を参考に点検項目を設定、評価基準は共に**N市の橋梁定期点検要領**を参考。

管構造部材の点検項目※1

番号	部位	点検内容
①	圧送管	漏水（塗装については塗替え基準による）、変形
②	リングサポート	腐食、傾き、変形、破損、アンカーボルトの状態
③	沓（アンカーボルト）	移動可能量（ストッパーとの当たり） 腐食、変形、破損、アンカーボルトの緩み
④	伸縮管（継輪）	漏水、腐食、異常変形（伸び、縮み）
⑤	空気弁	漏水、フランジ部の腐食
⑥	管理歩廊	腐食、変形、破損

上部工の点検項目※2

部位・部材区分			対象とする項目（損傷の種類）			
大区分	中区分	小区分	鋼	コンクリート		
上部構造	主桁	上弦材	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断 ⑤防食機能の劣化 ⑬遊間の異常 ⑭定着部の異常 ⑯漏水・滞水 ⑰異常な音・振動	⑱異常なたわみ ⑲変形・欠損		
		下弦材 斜材・垂直材				
	横桁	橋門構 下横構				
	その他					
支承部	支承	支承本体	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断 ⑤防食機能の劣化	⑬支承の機能障害 ⑭漏水・滞水 ⑮変形・欠損 ⑯土砂詰り ⑰沈下・移動・傾斜		
		アンカーボルト			①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落	④破断 ⑮変形・欠損
	落橋防止システム		①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断	⑤防食機能の劣化 ⑱異常な音・振動 ⑲異常なたわみ ⑳変形・欠損	⑥ひびわれ ⑦剝離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑨うき ⑩変色・劣化	⑪異常な音・振動 ⑫異常なたわみ ⑬変形・欠損 ⑭土砂詰り
	沓座モルタル				⑥ひびわれ ⑨うき	⑲変形・欠損
	台座コンクリート					

管構造部材・上部工の評価基準※2

損傷区分	一般的状況
a	損傷が特に認められない。
b	軽微な損傷が発生している。
c	損傷が発生している。
d	損傷が大きい。
e	深刻な損傷が発生している。

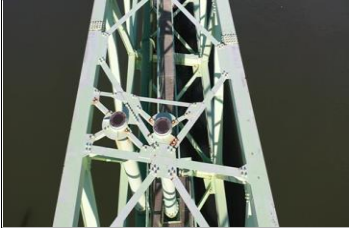



※1 出典:「露出鋼管(水管橋等)～外面塗装劣化診断評価の手引き～平成25年3月(公社)日本水道協会 WSP日本水道鋼管協会」を一部修正

※2 出典:「N市橋梁定期点検要領」を一部修正





1	業務概要	背景・目的	P3
		対象施設の諸元	P6
2	点検方法	高解像度カメラによる点検の課題	P8
		参考とした図書	P9
		撮影機材	P10
		撮影方法	P12
		損傷程度の評価・判定方法	P14
3	課題解決	点検結果	P18
		発生した課題と対応策	P19
4	まとめ	高解像度カメラの効果・課題	P23
		今後の展望	P25

点検結果

ドローン撮影

写真説明	上横構	写真ファイル名	写真説明	沓座モルタル	写真ファイル名
損傷程度	b	損傷の種類	腐食	損傷程度	-
		メモ			メモ
腐食-b ボルト周辺に錆が見られる。			沓座モルタルに損傷は見られなかった。		
写真説明	下弦材	写真ファイル名	写真説明	橋門構	写真ファイル名
損傷程度	b	損傷の種類	腐食	損傷程度	b
		メモ			メモ
腐食-b 部材下部に錆が見られる。			腐食-b ボルト部に錆が見られる。		

全天球カメラ撮影

写真説明	支承本体、アンカーボルト	写真ファイル名	写真説明	圧送管	写真ファイル名
損傷程度	c, b	損傷の種類	変形・欠損、腐食	損傷程度	2
		メモ			メモ
変形・欠損-c 下部に欠損が見られる。 アンカーボルト 腐食-b 下部に腐食が見られる。			変退色		
変退色			沓座の頂部に変退色が見られる。		
写真説明	空気弁	写真ファイル名	写真説明	管理歩廊	写真ファイル名
損傷程度	c	損傷の種類	腐食	損傷程度	C
		メモ			メモ
空気弁の上部に錆が広がり、穴が開いている			手摺にさびが広がり、穴が開いている。		
腐食			腐食		

健全度診断結果

空気弁：「損傷程度c」の腐食を確認。**空気弁構造物の補修**が必要。

塗装：塗替えから約20年が経過、腐食等を140箇所確認。**塗替え**が必要。

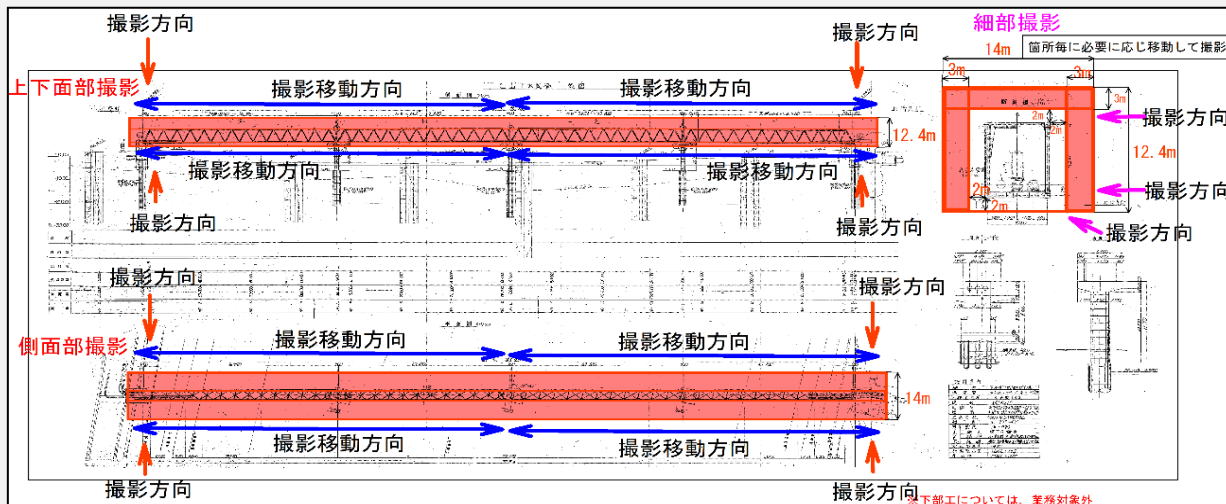
点検の課題と対応策

課題

ドローンの飛行に際し、関係機関（河川事務所、工事施工業者）に調整事項の確認及び承諾許可が必要。

対応策

ドローンによる点検の方法をまとめた飛行計画を作成・説明。
飛行範囲を設定し、「飛行範囲図」として示し、周辺への影響範囲を説明。



効果

周辺への影響範囲が見える化でき、調査イメージの共有が図られた。

点検の課題と対応策

課題

支承部等の狭隘箇所は一面からの撮影では死角が多い。
狭隘箇所はドローンの操縦が難しい。

対応策

点検前に調査員と具体的な撮影箇所を共有。
ドローンの操縦者には複数の角度からの撮影を指示。

また、撮影時にドローンが構造物に接触しないよう、双眼鏡による目視で確認するドローン監視員を配置。



効果

安全に配慮しながら、映像の撮り逃しを防ぐことができた。

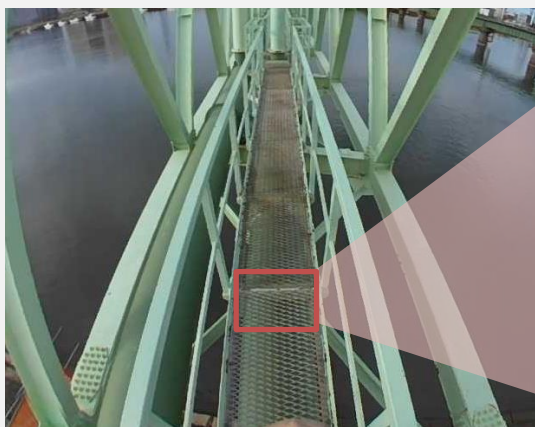
点検の課題と対応策

課題

全天球カメラで歩廊下の管を撮影する際、歩廊に遮られて管が撮影できない。

対応策

歩廊下の管および管の支承部等は**デジタルカメラでスチール撮影**し補完。



「全天球カメラ撮影」
歩廊に遮られ、管が撮影できない



「デジタルカメラ撮影」
歩廊の網目から管が撮影可能

効果

損傷ごとに写真を撮るので時間はかかったが、死角となる部位の点検は可能。

1	業務概要	背景・目的	P3
		対象施設の諸元	P6
2	点検方法	高解像度カメラによる点検の課題	P8
		参考とした図書	P9
		撮影機材	P10
		撮影方法	P12
		損傷程度の評価・判定方法	P14
3	課題解決	点検結果	P18
		発生した課題と対応策	P19
4	まとめ	高解像度カメラの効果・課題	P23
		今後の展望	P25



素早い点検が可能

足場の設置・撤去が不要であり、**現場作業日数は1日程度**。
調査日数が少ないことで関係機関との調整も容易に。



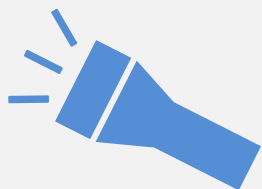
調査員の安全性向上

高所作業は歩廊上からの撮影のみ。**安全に作業が実施できた**。



損傷判定の精度向上

高画質な映像を複数の人員で確認でき、**正確な評価・判定が可能**。



日陰および曇天時の撮影

日陰の部分の映像に見づらい箇所があった。
カメラに**照明を搭載**する、**光感度を調整**する等の工夫が必要。



全天球カメラの撮影位置

全天球カメラの映像を拡大した際に画質の粗さを感じた。
部材に近寄るなど**複数の画角から撮影**すべきだった。



点検データの管理方法

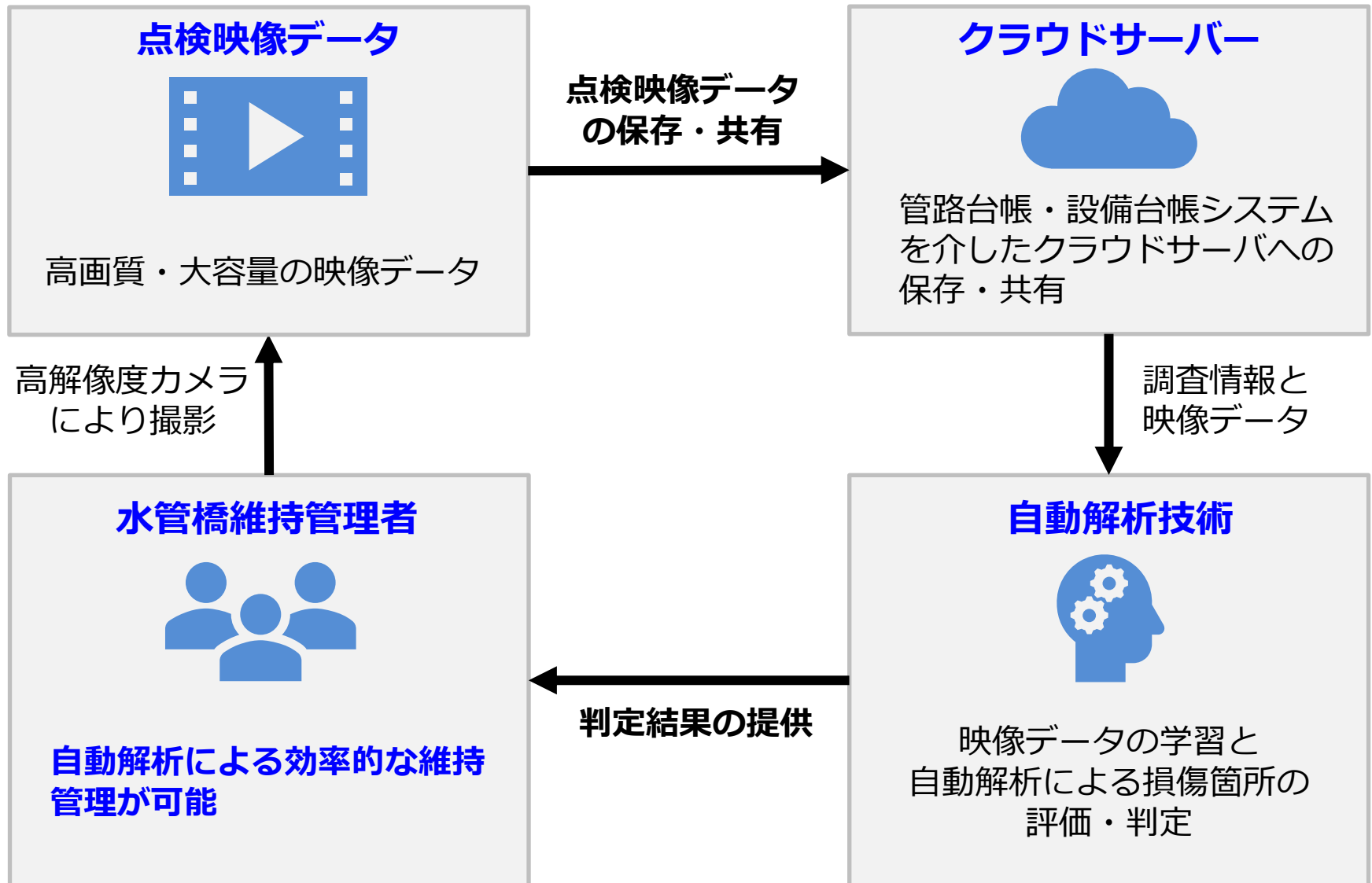
映像のデータ量が大きく、**データ整理**や**保存容量の制約**を受ける。
データの保存方法について模索が必要。



損傷箇所の判定作業

映像から損傷箇所を探し、損傷箇所を判定する作業に時間を要した。
効率的に判定ができる**マニュアル**または**手順書等の作成**が課題。

今後の展望



管路施設修繕・改築計画 策定の一事例

日本工営都市空間株式会社

上下水道部 上下水道第一課

上坂 晃己

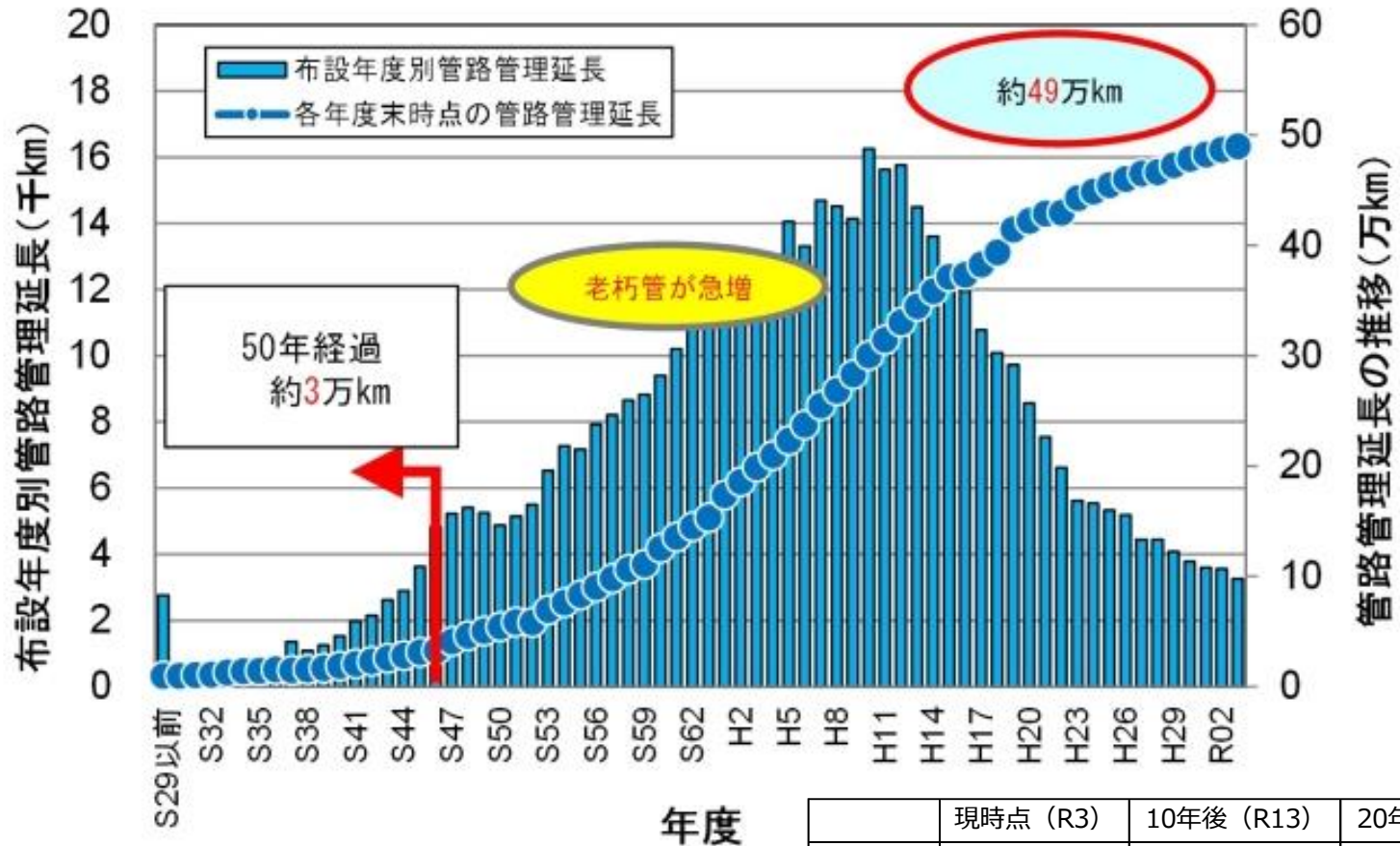
2023年7月21日

目次

- はじめに
- 業務の背景・目的
- 修繕・改築計画策定の流れ
- 点検調査基準（管渠）
- 調査判定基準の提案
- 調査判定基準の変更による検証
- おわりに

はじめに

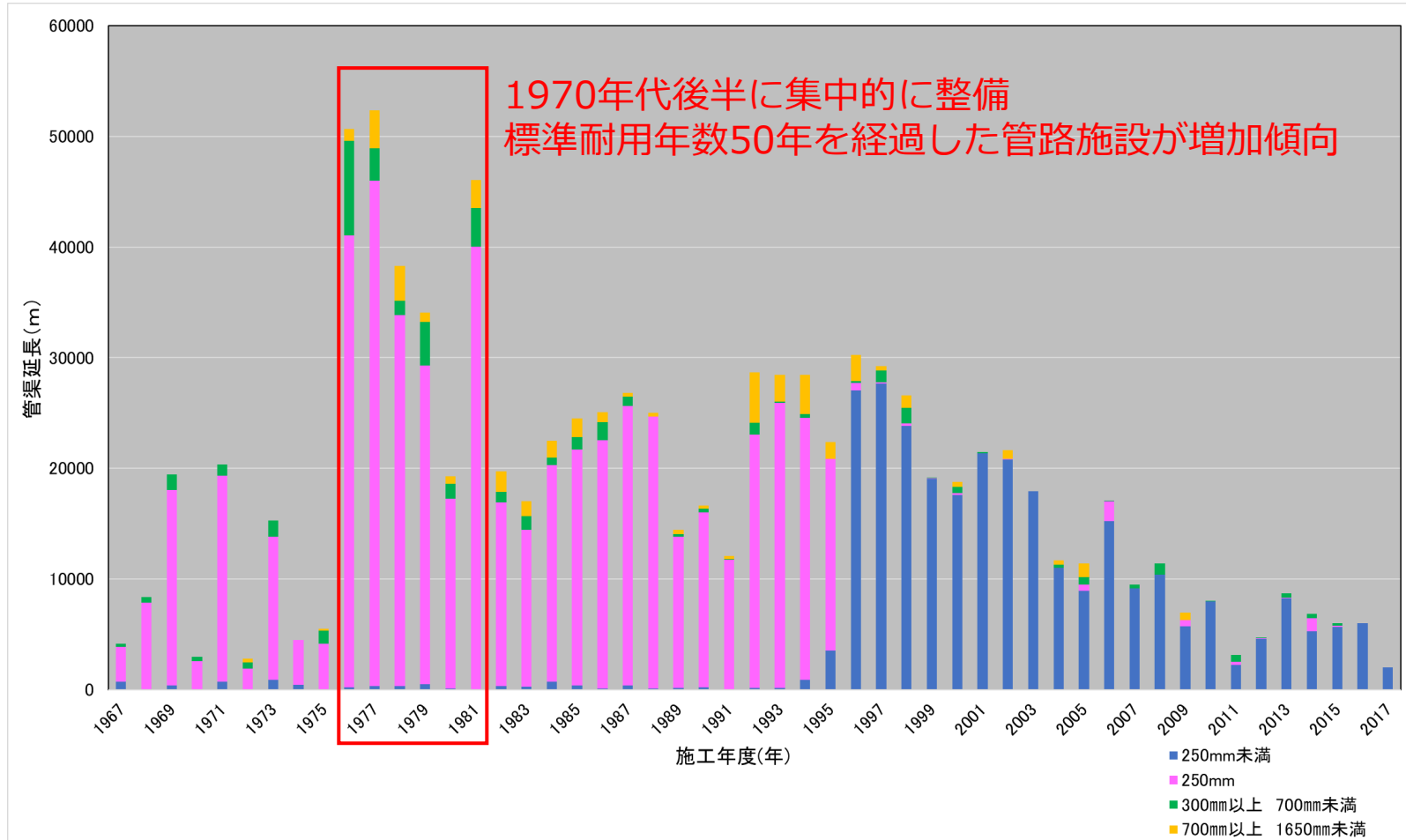
【全国の管路施設の現状】



出典：国土交通省HP

業務の背景・目的

【A市の管路施設の現状と課題】



年度別污水布設延長 (A市)

修繕・改築計画策定の流れ

実施方針（策定済み）

施設情報の収集・整理

リスク評価

施設管理の目標設定

長期的な改築事業のシナリオ設定

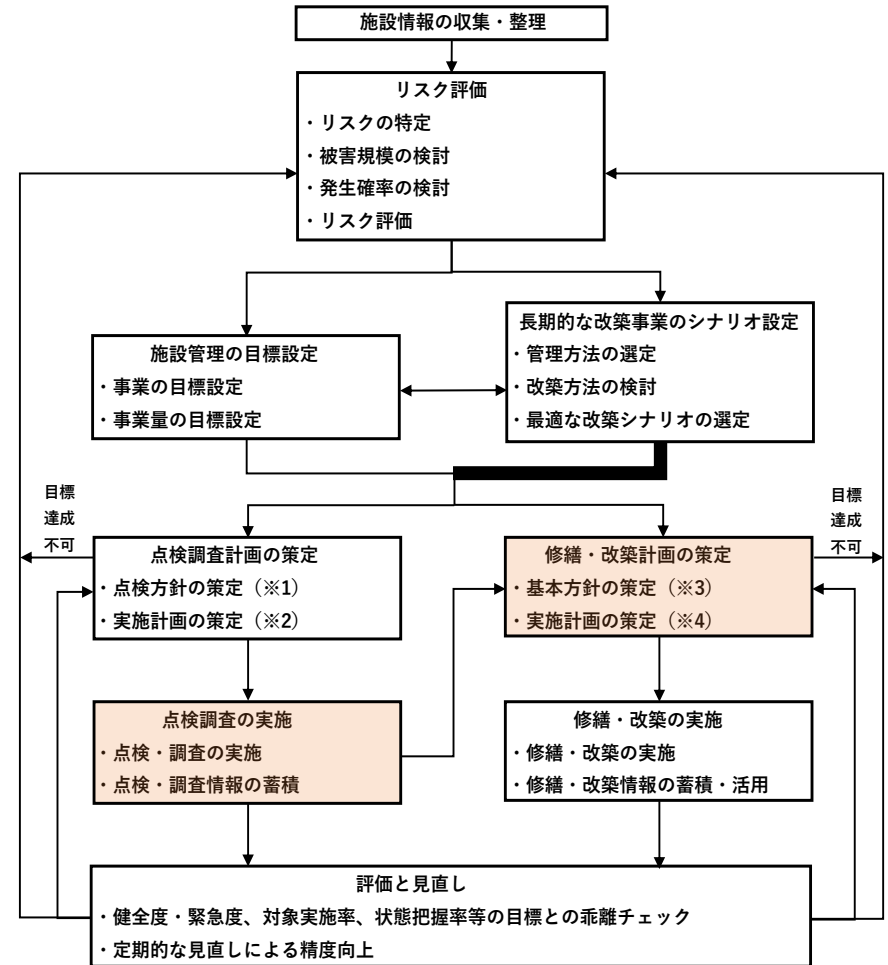
点検調査計画の策定



本業務内容

点検調査の実施

修繕・改築計画の策定



※1: 頻度、優先順位、単位、項目

※2: 対象施設・実施時期、点検調査方法、概算費用

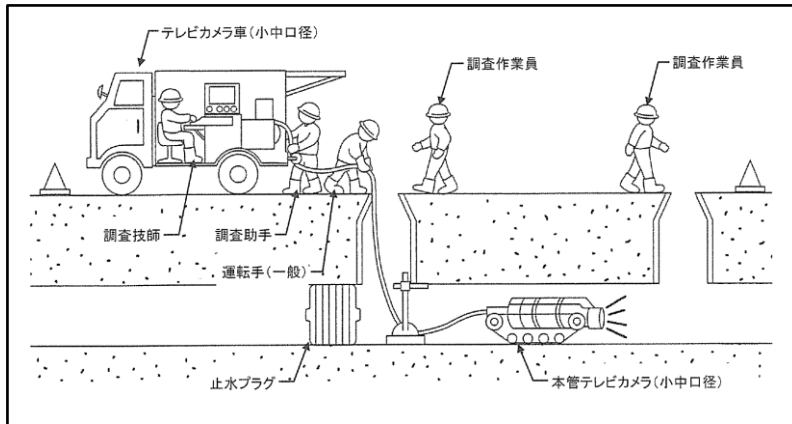
※3: 診断、対策の必要性、修繕・改築の優先順位

※4: 対策範囲、長寿命化対策検討対象施設、改築方法、実施時期・概算費用

点検調査の実施

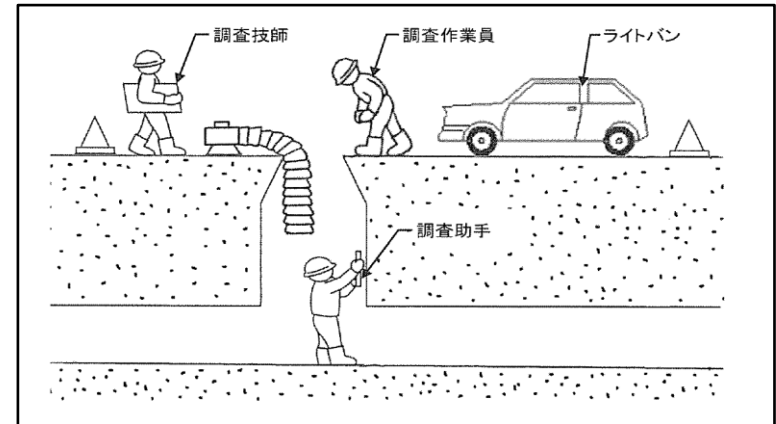
【管渠】

テレビカメラ調査



【人孔・蓋】

目視調査



点検調査基準（管渠）

下水道維持管理指針

実務編

— 2014年版 —

公益社団法人 日本下水道協会

表 10.2.6 調査判定基準【鉄筋コンクリート管等（遠心力鉄筋コンクリート管含む）及び陶管】（案）

項目		ランク			
		A	B	C	
スパン 全体 で 評価	管の腐食		鉄筋露出状態	骨材露出状態	表面が荒れた状態
	上下方向 のたるみ	管きよ内径 700mm未満	内径以上	内径の1/2以上	内径の1/2未満
		管きよ内径 700mm以上 1650mm未満	内径の1/2以上	内径の1/4以上	内径の1/4未満
		管きよ内径 1650mm以上 3000mm以下	内径の1/4以上	内径の1/8以上	内径の1/8未満

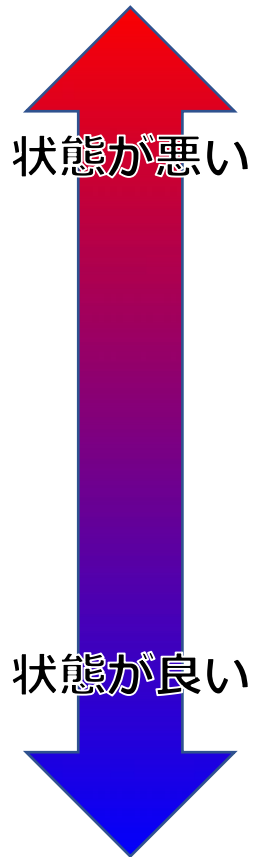
項目		ランク			
		a	b	c	
管一 本 ごと に 評 価	管の破損 及び軸方向 クラック	鉄筋 コンクリート管等	欠落 軸方向のクラックで 幅5mm以上	軸方向のクラックで 幅2mm以上	軸方向のクラックで 幅2mm未満
		陶管	欠落 軸方向のクラックが 管長の1/2以上	軸方向のクラックが 管長の1/2未満	—
管の円周方 向クラック	鉄筋 コンクリート管等	円周方向のクラックで 幅5mm以上	円周方向のクラックで 幅2mm以上	円周方向のクラックで 幅2mm未満	
	陶管	円周方向のクラックで その長さが円周の2/3以上	円周方向のクラックで その長さが円周の2/3未満	—	
管の継手ズレ		脱却	鉄筋コンクリート管等：70mm以上 陶管：50mm以上	鉄筋コンクリート管等：70mm未満 陶管：50mm未満	
浸入水		噴き出ている	流れている	にじんでいる	
取付け管の突出し		本管内径の1/2以上	本管内径の1/10以上	本管内径の1/10未満	
油層の付着		内径の1/2以上閉塞	内径の1/2未満閉塞	—	
樹木根侵入		内径の1/2以上閉塞	内径の1/2未満閉塞	—	
モルタル付着		内径の3割以上	内径の1割以上	内径の1割未満	

注1 段差は、mm単位で測定する。また、その他の異常（木片、他の埋設物等で上記にないもの）も調査する。

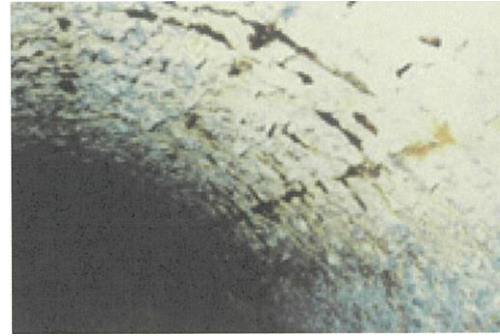
注2 取付け管の突出し、油層の付着、樹木根侵入、モルタル付着については、基本的に清掃等で除去できる項目とし、除去できない場合の調査判定基準とする。

注3 判定項目は、各自治体の地域特性を踏まえて追加してもよい。

管渠の腐食判定基準



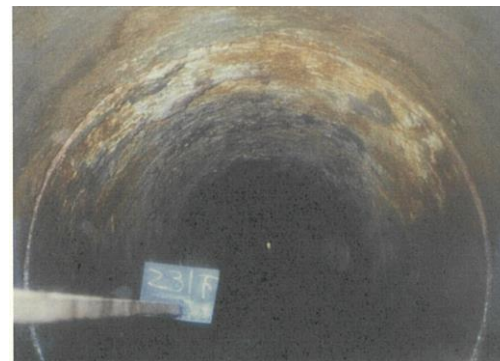
A : 鉄筋露出状態



B : 骨材露出状態



C : 表面が
荒れた状態



出典：下水道維持管理 実務編 -2014年版-

管渠の腐食A判定

スパン全体は健全、部分的に鉄筋露出



鉄筋露出があるため、腐食Aである考え方は間違いではないか？



鉄筋露出の原因の考察

Q.腐食の進行によって鉄筋露出するのではないとすると何が原因で鉄筋露出しているか？



A.異物が流れ管路表面を削り、鉄筋が出てきているのではないか

【理由】

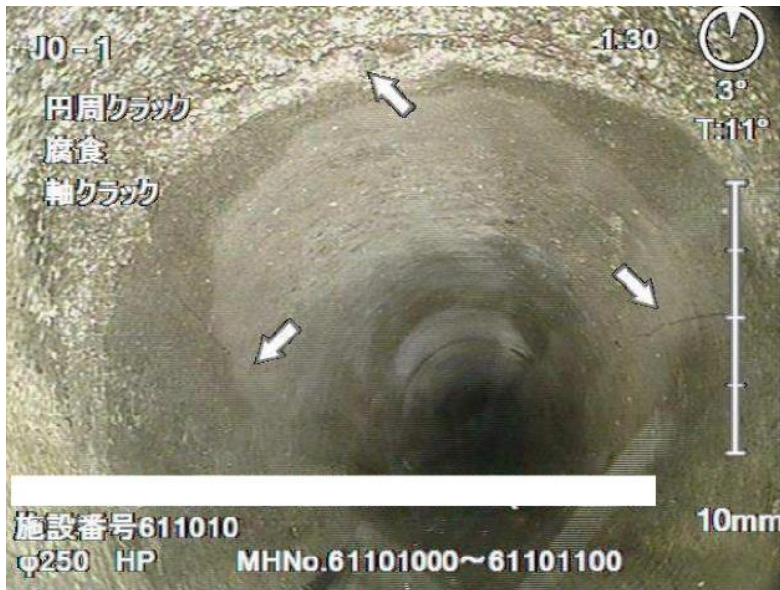
- ・ 落差・段差、圧送管の吐き口、伏せ越しの下流等の部分的に腐食しやすい状況ではないこと。調査時に上下流の人孔にて硫化水素濃度測定を実施していたが、硫化水素は確認されなかったこと。
- ・ 上下流の路線に付着物が確認されたこと。



腐食A判定の判定基準の提案

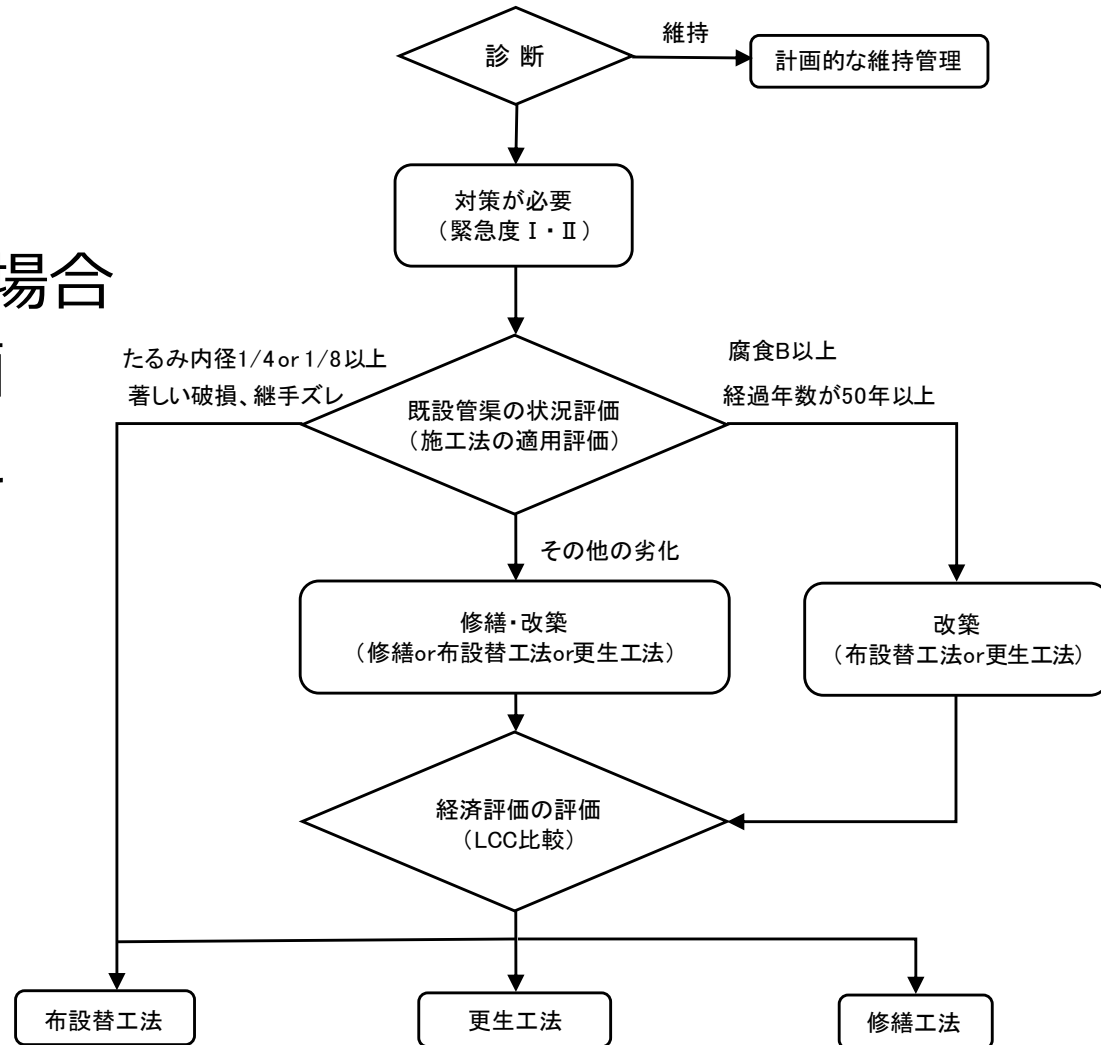
スパン全体が健全で部分的に鉄筋露出が確認される場合、その部分は破損の判定とする。

部分的な
鉄筋露出



腐食A判定を変更しない場合の検証

鉄筋露出 = 腐食Aとした場合
 その後の修繕・改築計画
 にどのような影響を与えるのか検証



【検証】 緊急度への影響

緊急度判定結果（腐食A判定を変更しない場合）

緊急度	I	II	III	劣化無し	計
スパン数	1	44	177	3	225
延長 (m)	32.12	1,149.94	4,683.89	36.15	5,902.10
割合 (%)	0.54	19.48	79.36	0.61	100.00

緊急度判定結果（腐食A判定を変更した場合）

緊急度	I	II	III	劣化無し	計
スパン数	1	35	186	3	225
延長 (m)	32.12	907.05	4,926.78	36.15	5,902.10
割合 (%)	0.54	15.37	83.48	0.61	100.00

※実施方針より管渠は緊急度 I・II が対策が必要な施設

**腐食A判定を変更しない場合
緊急度IIが9スパン（242.89m）増加**

【検証】 修繕・改築費用への影響

修繕・改築費用の検討結果（腐食A判定を変更しない場合）

工法	改築		修繕
	布設替	更生	
スパン数	0	45	0
延長 (m)	0	1,182.06	0
費用 (千円)	0	128,030	0

修繕・改築費用の検討結果（腐食A判定を変更した場合）

工法	改築		修繕
	布設替	更生	
スパン数	0	36	0
延長 (m)	0	939.17	0
費用 (千円)	0	101,797	0

**腐食A判定を変更しない場合
改築費用が26,233千円増加**

検証結果まとめ

緊急度Ⅱは26.77%増加（9スパン：242.89m）
修繕・改築費用は25.77%増加（26,233千円）

今後の「修繕・改築の実施」に多大な影響を与える

本業務対象管渠のみならず、全ての管渠で起こりうる可能性があり、改築コスト増大を招く恐れがある



おわりに

腐食Aの判定基準は、鉄筋露出しているため、腐食Aと判断するのではなく、管渠全体の劣化状態・腐食のしやすい環境下にあるかを考慮し、判断する必要がある。

まだ健全な管路施設に対して過大評価に繋がる。

今後の点検・調査にて発注者、受注者ともに腐食A判定に対する共通の認識を持つ必要がある。



**発表は以上となります。
ご清聴ありがとうございました。**

2023年7月21日 第33回技術研究発表会

下水道施設ストックマネジメント 計画策定事例

株式会社 極東技工コンサルタント

西日本支社 設計部

広瀬 芳行

-目次-

- 1.はじめに
 - 2.事例市の下水道事業概要
 - 3.ストックマネジメント計画策定
 - 4.おわりに
-

1. はじめに

下水道事業の現状・課題

① 下水道職員減少
「ヒト」

② 施設老朽化
「モノ」

③ 使用料収入減少
「カネ」

下水道職員の不足
ノウハウの喪失・技術力の低下

ストックの増大・老朽化の進行
老朽化施設に起因する事故の増大

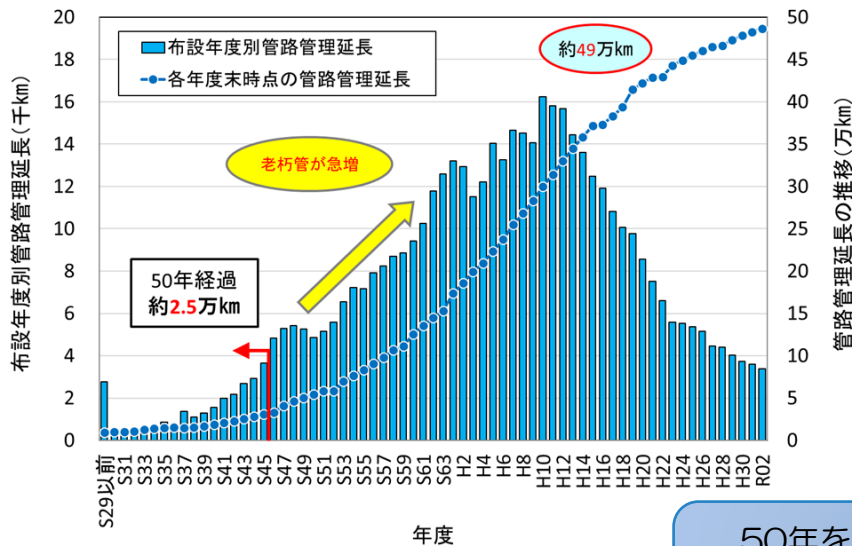
増大する維持管理費を賄う財源の不足

限られた人員・予算の制限下で適切な
維持管理計画を策定する必要がある。

1.はじめに

下水道施設の老朽化の進行

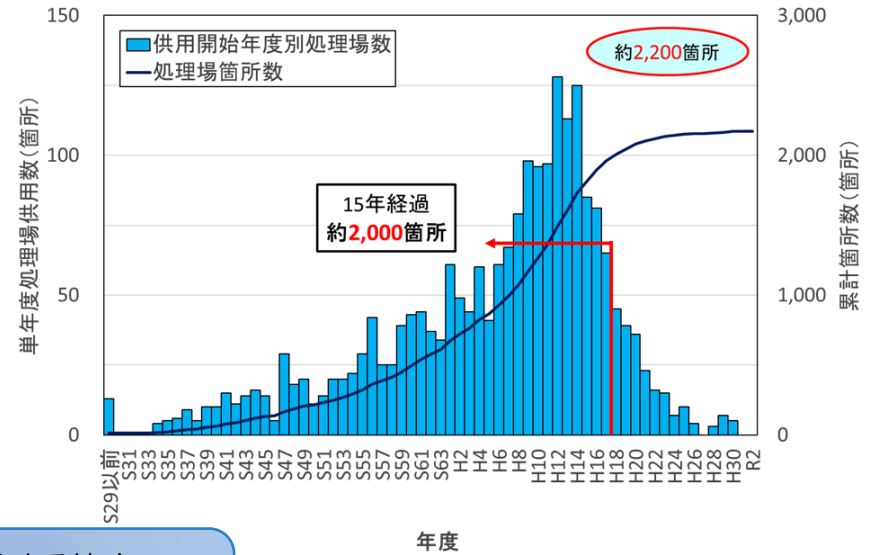
■ 管路施設の年度別管理延長 (R2末現在)



出典：国土交通省HP

50年を経過する管きよ
 10年後(R12) 約8.2万km
 10年後(R22) 約19万km

■ 処理場の年度別供用箇所数 (R2末現在)



出典：国土交通省HP

「整備」
の時代



「維持管理」
の時代

2. 事例市の下水道事業概要

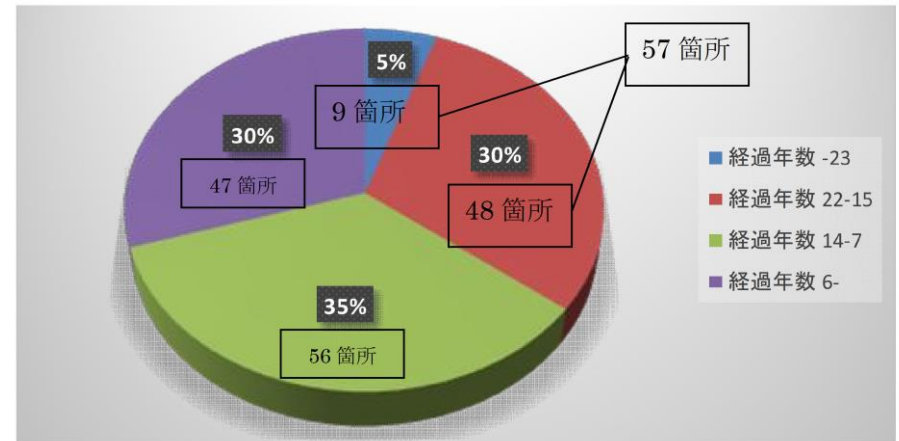
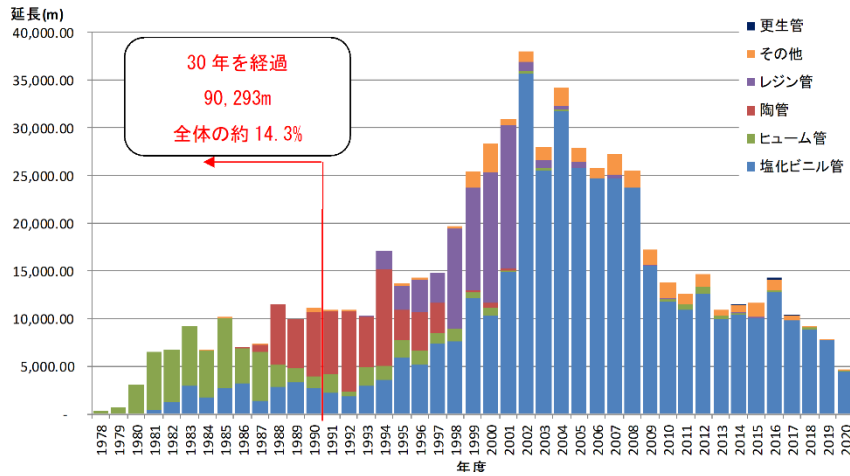
下水道施設概要

K市は、昭和53年（1978年）より下水道事業を着手し、鋭意事業を推進している。また、平成17年に7町村との合併、平成18年に1村との合併により、現在は、5処理区において、下水道事業が実施されている。

●処理場・ポンプ場	
終末処理場	: 5箇所
汚水中継ポンプ場	: 6箇所
雨水ポンプ場	: 5箇所
●汚水管路施設	: 3,163ha(L=632.6km)
●マンホール形式ポンプ場	: 160箇所
●雨水管路施設	: 237.0ha(L=47.4km)

2. 事例市の下水道事業概要

下水道施設概要



汚水管路施設で30年を経過している施設は約90km（約14%）と多い。
また、汚水マンホール形式ポンプ場160箇所のうち57箇所が機械・電気施設の標準耐用年数15年を超えており、不具合の発生も年々増加している。

予算、職員数の制限があるなか、計画的な維持管理を行う必要がある。

2. 事例市の下水道事業概要

下水道維持管理状況

K市の汚水管路施設において、下水道台帳（電子）で管理しているが、点検・調査結果や修繕・改築などの維持管理情報の履歴においては、各業務の成果品のみで下水道台帳へ情報を追加していない状況である。雨水管路施設においては、紙ベース（事業計画一般図）のみで管理している。施設（終末処理場・中継ポンプ場・雨水ポンプ場）においては、施設台帳で各施設の情報を管理している状況であった。

ストックマネジメント計画を実施していくなかで、
維持管理情報の蓄積方法に課題があった。

2. 事例市の下水道事業概要

下水道改築状況

K市の改築状況は、令和2年度から令和6年度の期間で施設（終末処理場・中継ポンプ場・雨水ポンプ場）を先行して修繕・改築計画策定している。改築費が年間約8億円の計画であり、管路施設（汚水・雨水）、汚水マンホール形式ポンプ場においては、ほぼ改築実績がない状況である。令和7年度から令和11年度の5年間は、施設（終末処理場・中継ポンプ場・雨水ポンプ場）の改築費に毎年約11億円が必要となっている。

予算の制限下のなかで、管路施設
（汚水・雨水）および
汚水マンホール形式ポンプ場の
維持管理計画を策定する必要があった。

3. スtockマネジメント計画策定

汚水マンホール形式ポンプ場の計画

K市の特徴

海と山に囲まれており、地形勾配があるため、管路が深くなり、マンホール形式ポンプ場が160箇所と非常に多い。

維持管理状況

毎月の定期点検を行っており、軽度な異状は発見しやすい状況である。また、故障した場合は、その都度改築・修繕を行っている。

検討事項

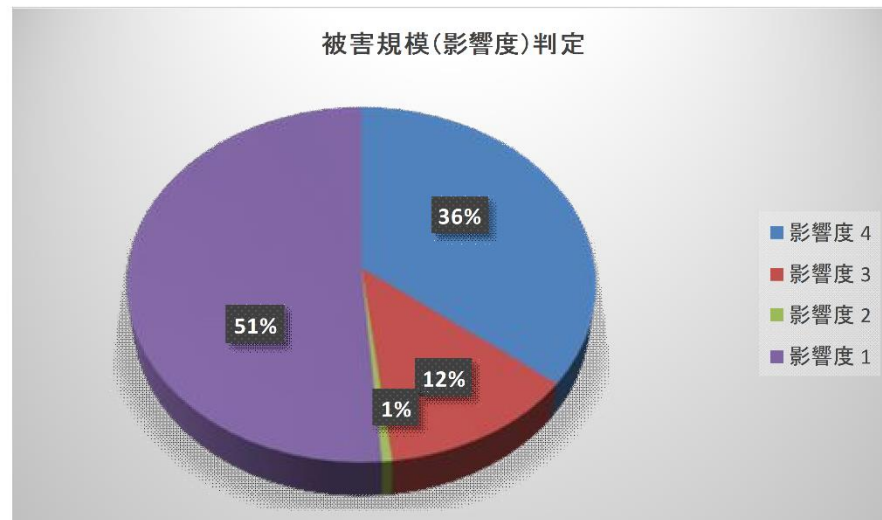
維持管理を少しでも減らすため、マンホール形式ポンプ場の統合を検討したが、起伏が激しい地形状況から統合は困難であった。

また、箇所数が多いため、優先順位を算出することが求められていた。

3. スtockマネジメント計画策定

汚水マンホール形式ポンプ場の計画

影響度	被害規模 (影響度)
幹線に設置されている または、緊急輸送道路に設置されている マンホール形式ポンプ場	4
市街地にある マンホール形式ポンプ場	3
マンホールふたの開閉が困難な マンホール形式ポンプ場	2
機能が停止したことを把握しづらい マンホール形式ポンプ場	2
影響度が少ない マンホール形式ポンプ場	1



本計画では、160箇所と箇所数が多いため、**機能停止に着目した影響度評価**によるリスクマトリクスを用いて、優先順位の設定を行った。

幹線系統に設置するまたは、緊急輸送道路に埋設する箇所については、二次災害のおそれを考え、影響度のポイントを高く設定し、優先順位を上位になるようにした。

3. スtockマネジメント計画策定

汚水マンホール形式ポンプ場の計画

ポイント

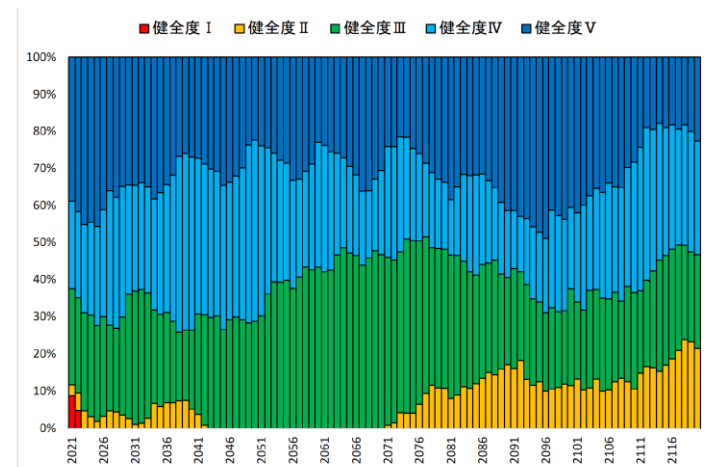
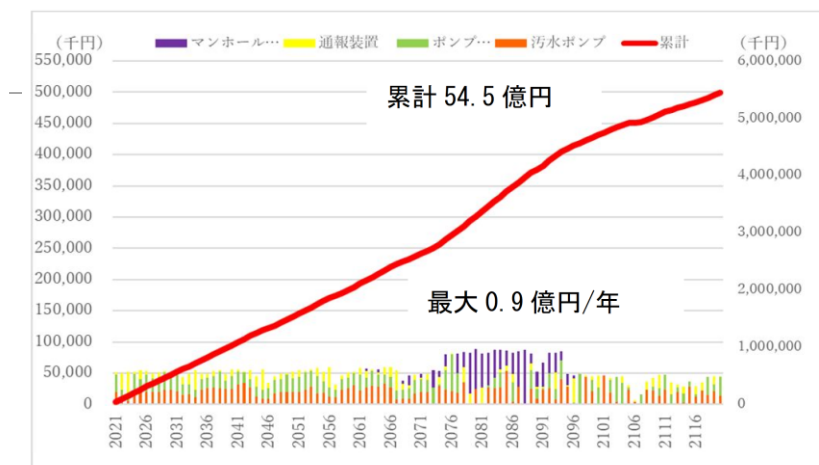
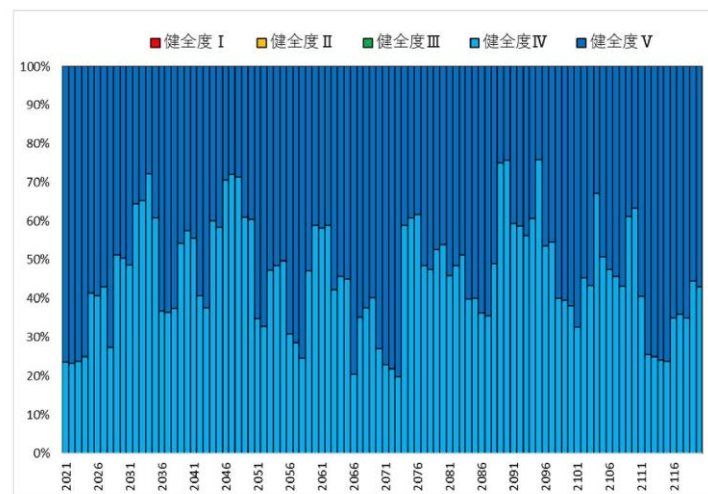
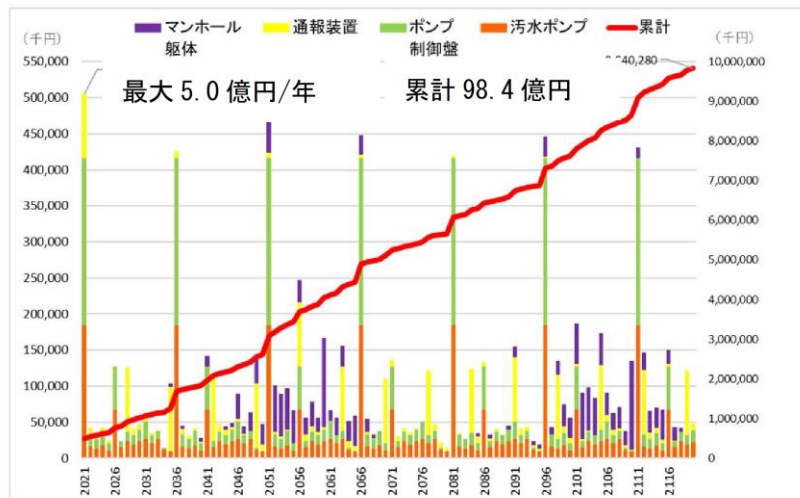
機能停止に着目した影響度評価によるリスクマトリクスを用いて、優先順位を算出した。結果、優先度Ⅰの23箇所について、点検・調査の実施および修繕・改築の実施を行う計画とした。

評価

その結果、単純更新する場合と比較すると100年間で約44億円（単純シナリオ約98億円ー採用シナリオ約54億円）のコスト縮減となった。短期計画の5年間では、年間最大0.5億円の改築費に抑えることができた。

3. スtockマネジメント計画策定

汚水マンホール形式ポンプ場の計画



3. スtockマネジメント計画策定

雨水管路施設の計画

K市の特徴

海に面しているため、雨水管路の吐口付近では塩害の被害が発生している。

維持管理状況

雨水管路においては、異状が発見されたS幹線においては、管更生を行っている。

検討事項

雨水幹線管路が、約47kmあるため、リスクの高い幹線より、調査・点検を行う必要があった。

3. スtockマネジメント計画策定

雨水管路施設の計画



雨水管路の吐口付近では塩害の被害が発生している。過去に塩害によって、頂版部の鉄筋腐食やコンクリートひび割れ、剥離があり、緊急的な対応（管更生）を行っている。

雨水管路施設については、塩害区域を設定し、
塩害区域を優先順位を上位と設定した。

3. スtockマネジメント計画策定

雨水管路施設の計画

ポイント

G沿岸の「朔望平均満潮位」を踏まえ、管底高がTP+1.22m以下（最小値）の管路について、塩害の影響を考慮した。なお、M大堰（流下能力増大を図るための河道掘削に伴う塩水遡上による塩害防止を目的として、可動堰を設置している）より上流は塩害の可能性が低いため、本計画では塩害区域から除外した。

その結果、全体の約3割を塩害区域と設定した。そのうち、開渠路線においては、日常巡視で異状が確認できることから、事後保全施設に区分した。

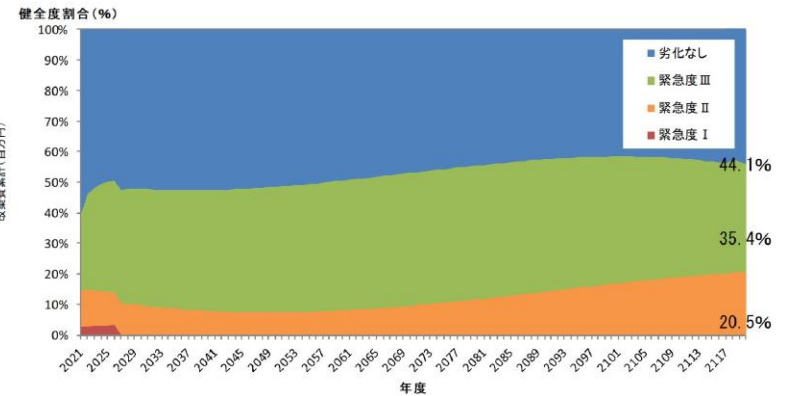
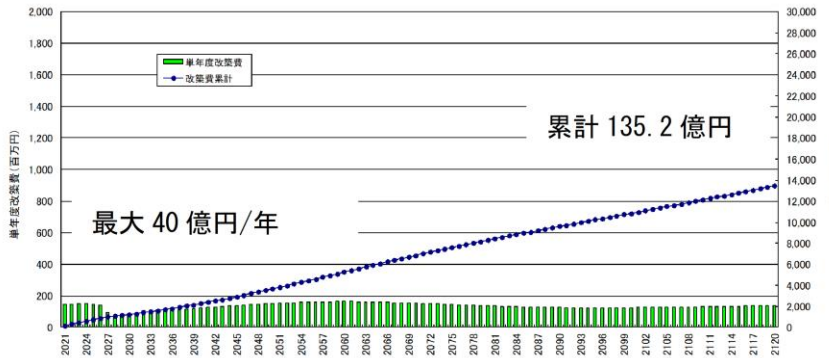
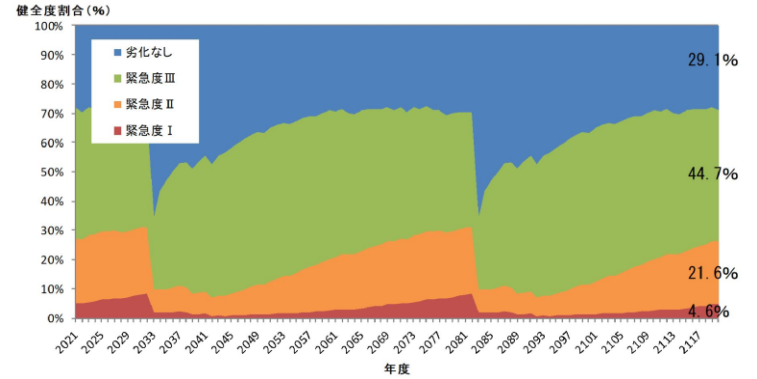
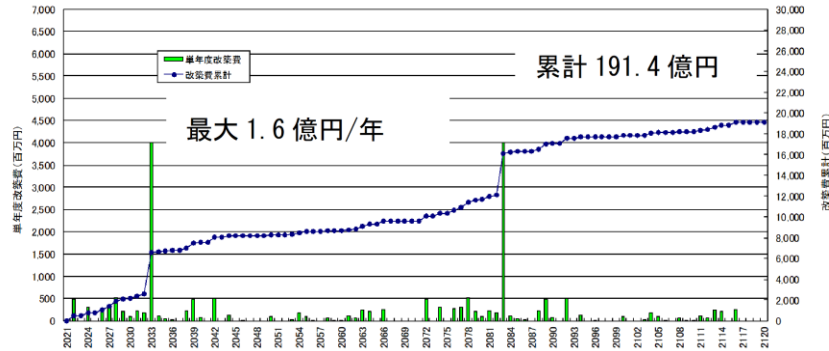
優先度Ⅰの約7km(塩害区域)について、点検・調査の実施および修繕・改築の実施を行う計画とした。

評価

単純更新する場合と比較すると100年間で約56億円（単純シナリオ約191億円－採用シナリオ約135億円）のコスト縮減となった。短期計画の5年間では、年間最大1.5億円の改築費に抑えることができた。

3. スtockマネジメント計画策定

雨水管路施設の計画



3. スtockマネジメント計画策定

汚水管路施設の計画

K市の特徴

約630kmと膨大なストックを保有している。

維持管理状況

平成25年～平成30年の間に約15kmの管路においては、TVカメラ調査を行っている。また、その結果を基に、下水道長寿命化計画を策定し、約0.3kmの管路を管更生している。

検討事項

約630kmと膨大なストックを保有している。そのため、特に緊急性の高い箇所や改築の効果が高い箇所を優先的に改築する必要があった。

3. スtockマネジメント計画策定

汚水管路施設の計画



実際に、ヒューム管路線（雨水管路）において、陥没事故が発生している。

特に劣化の可能性が高い、ヒューム管と陶管に
絞り調査を行う計画とした。

3. スtockマネジメント計画策定

汚水管路施設の計画

ポイント

特に劣化の可能性が高い、ヒューム管と陶管に絞り調査を行う計画とした。対象となる管路施設は、約125km（全体の約20%）あるため、15年間1サイクルでテレビカメラ調査を行う計画とし、調査結果で緊急度ⅠおよびⅡの管路について、改築を行う。

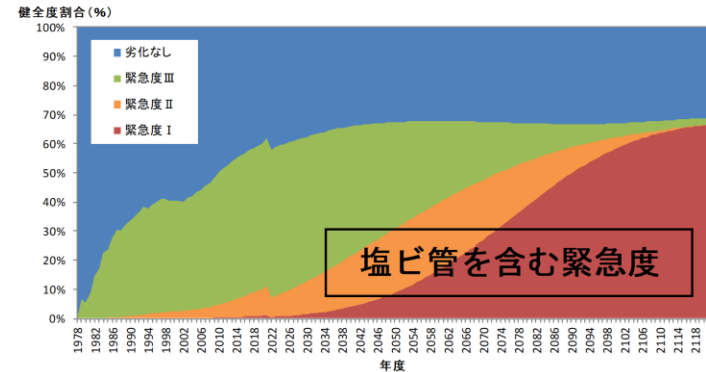
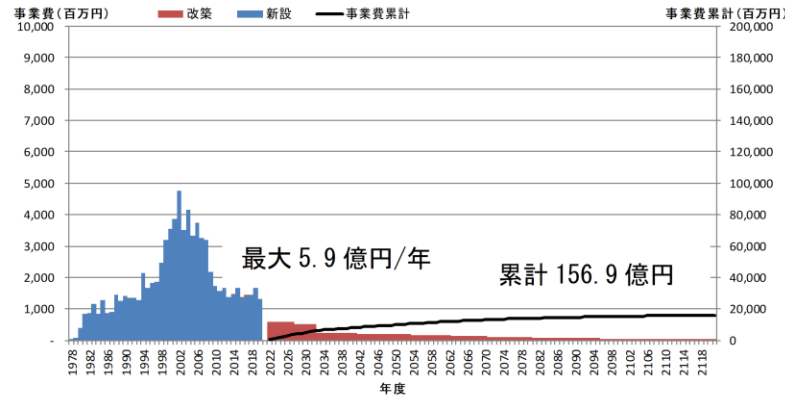
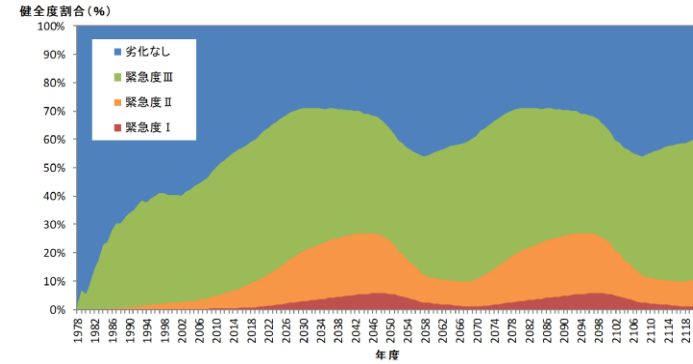
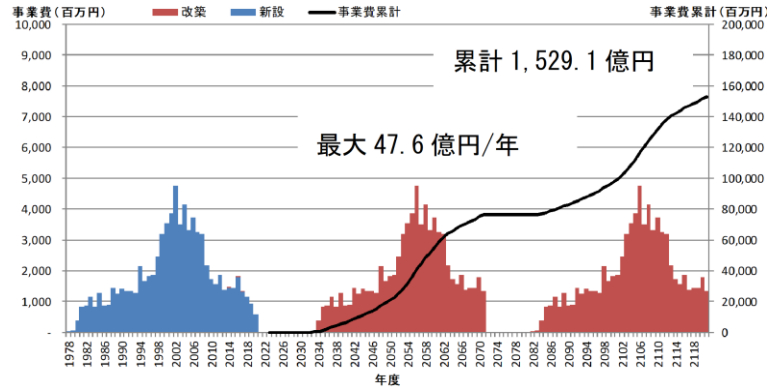
ヒューム管と陶管に絞った理由として、汚水管路では陥没は発生していないが、雨水管路（ヒューム管）で陥没が発生していること、陶管は強度が弱いことから、優先的に点検・調査および修繕・改築を行うことになった。

評価

その結果、単純更新する場合と比較すると100年間で**約1,372億円**（単純シナリオ約1,529億円－採用シナリオ約157億円）のコスト縮減となった。短期計画の5年間では、**年間最大1億円**の改築費に抑えることができた。

3. スtockマネジメント計画策定

污水管路施設の計画



3. スtockマネジメント計画策定

全体事業の平準化

ポイント

K市の下水道ストックマネジメント計画は、K市が保有するすべての施設を将来にわたって維持・向上させることを目的とし、下水道施設の劣化・損傷を把握するための点検・調査と長寿命化対策を含めた計画的な改築が必要である。

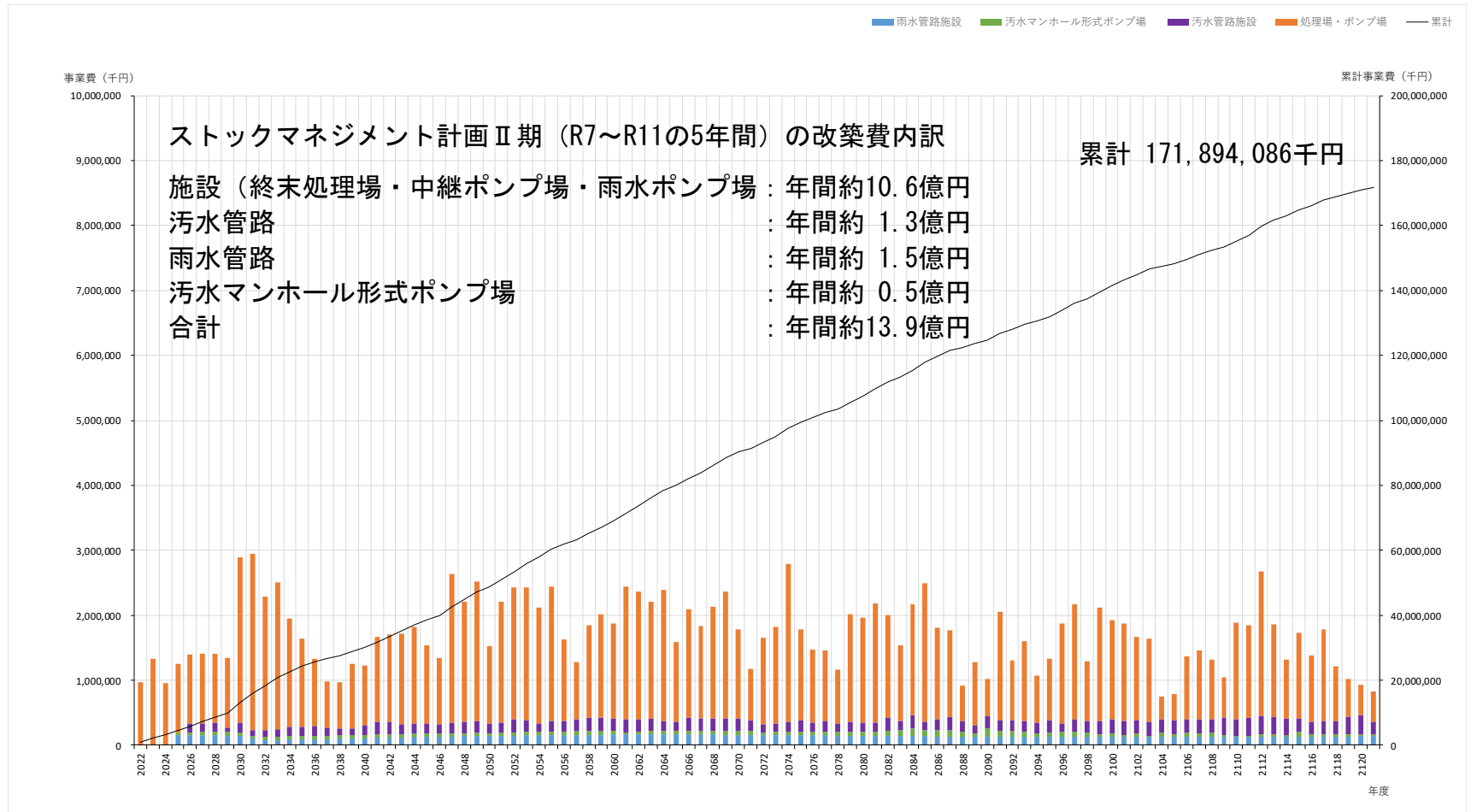
また、一方、現在の市の財政は、厳しい状況であり、令和7年度から令和11年度の5年間は、最大年間**14億円**までに抑える必要があった。ここで、管路施設（汚水・雨水）、汚水マンホール形式ポンプ場を含んだ下水道施設全体において、適正な優先順位を設定し、限られた制限のなかで改築事業を進めていくため、本事例では、下水道施設全体における最適な改築シナリオの設定を行い、実現可能な最も効果的かつ効率的な維持管理計画を策定することが必要であった。

評価

ストックマネジメント計画（Ⅱ期）では最大年間14億円に抑える必要があり、管路施設（汚水・雨水）、汚水マンホール形式ポンプ場について最小限に費用を抑えることができたため、**年間約13.9億円**とすることができた。さらに、点検・調査結果次第でさらに抑えることが可能となる。

3. スtockマネジメント計画策定

全体事業の平準化

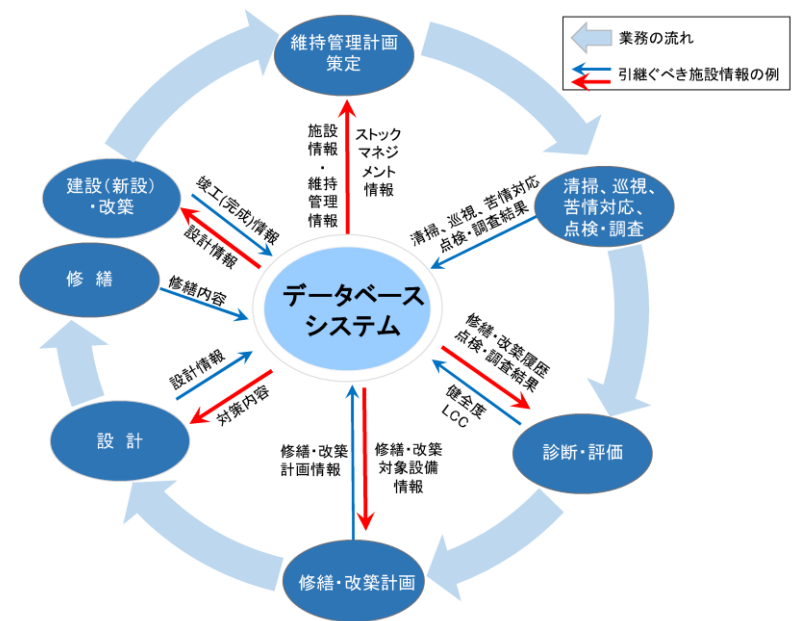


4. おわりに

事例市のように、膨大なストックを保有する自治体においては、維持管理情報の活用を最大限に活用することが有効的だと考える。ライフサイクルの過程で発生するさまざまな情報を蓄積・管理することに加え、関係部署などとの連携を密にし、情報の取集・提供・活用に努める必要がある。

提案事項

事例市においては、維持管理情報を蓄積したシステムとしないため、今後の維持管理を考慮し、一元管理できるシステムの構築を行うことも提案した。



出典：維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン（管路施設編）-2020年版-

ご清聴ありがとうございました

農業集落排水処理施設統廃合に おける施設活用事例

株式会社 三水コンサルタント
東日本施設事業部施設第二部
森 正輝



目次

1. はじめに
2. 施設概要
3. 活用計画・検討
4. 検討結果、まとめ
5. おわりに

1. はじめに

農業集落排水処理施設について

・K町の農業集落排水処理施設であるH浄化センターは平成6年度に供用を開始し、設備の異常確認、定期的な修繕を行いながら水質保全と生活環境の向上に寄与してきた。

しかし・・・

1. 機械電気設備の経年による劣化が見られ今後、高額な更新整備費用が必要
2. 処理区域内の人口が現状傾向にあり、維持管理費の確保が困難



今後、処理機能の維持が出来ない状況

1. はじめに

公共下水道施設について

- ・ K町の公共下水道施設であるK浄化センターは平成5年度に供用を開始。
H浄化センターに比べて施設規模が大きい
しかし・・・

処理区域内の人口が減少傾向であり、
節水機器の普及により **処理能力に余裕がある**



**H浄化センター、K浄化センターの
状況を踏まえ、基本検討を実施**

- ・ 農業集落排水処理施設であるH浄化センターを廃止
- ・ 新たに汚水中継ポンプ場へ改修し、公共下水道事業への統合を計画

→本発表は施設統廃合における **施設活用の設計・検討事例の紹介**

目次

1. はじめに
2. 施設概要
3. 活用計画・検討
4. 検討結果、まとめ
5. おわりに

2. 施設概要

農業集落排水処理施設：H浄化センター

形式	JARUS-Ⅲ型
計画汚水量	日最大338m ³ /日
汚泥処分方式	濃縮汚泥貯留槽に貯留後、バキューム車にて抜き取り広域処理場にて処分

真空式污水収集装置の利用により、各家庭からの污水を収集
→本装置を停止した場合、管内の真空状態が保たれず污水収集が不可となるため長時間の停止は不可

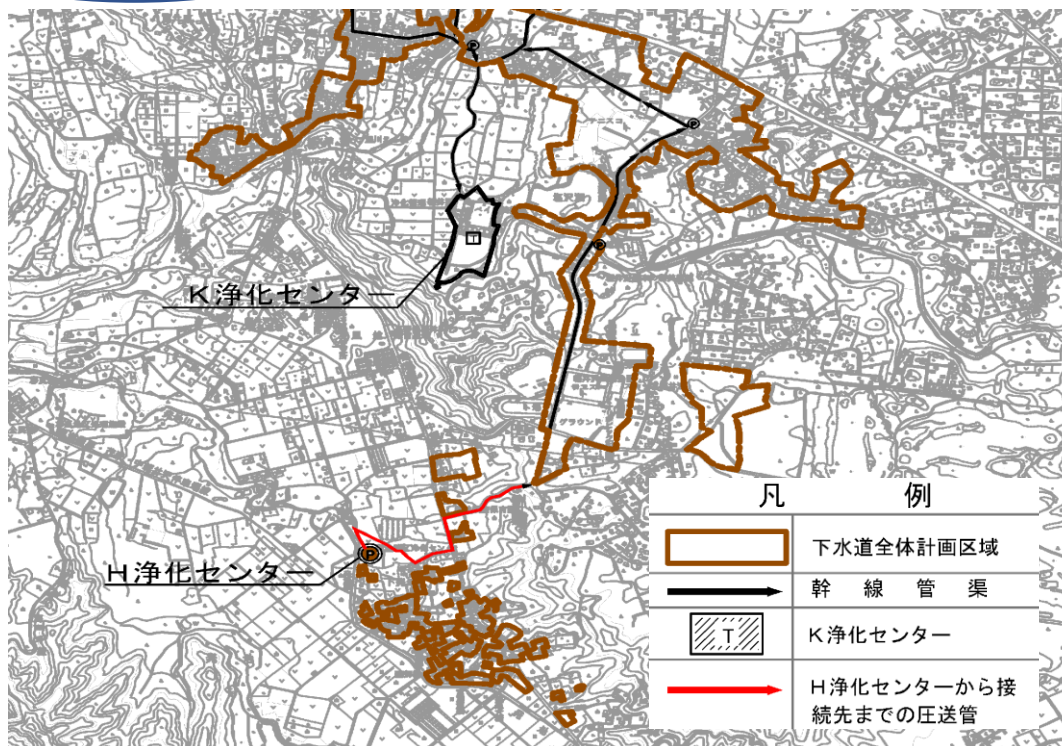
公共下水道施設：K浄化センター

形式	オキシデーションディッチ（4池）
計画汚水量	日最大7,600m ³ /日
汚泥処分方式	汚泥脱水機にて処理後広域処理場にて処分

→現在の実績最大汚水量は6,000m³/日程度

2. 施設概要

位置図



H浄化センターからK浄化センターは直線距離約2.0 km

H浄化センターから接続先までの圧送管は約1.0 km

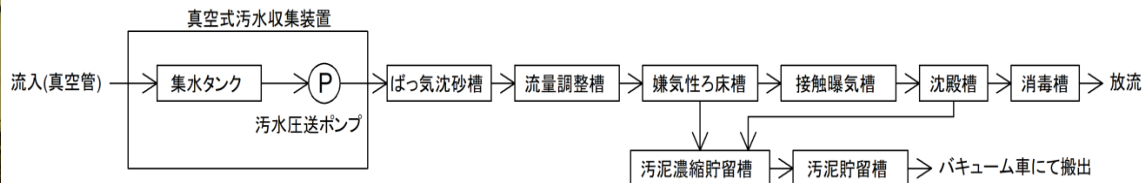
目次

1. はじめに
2. 施設概要
3. 活用計画・検討
4. 検討結果、まとめ
5. おわりに

3. 活用計画・検討

施設活用・検討の留意点

- ・ H浄化センターでは、真空式污水収集装置にて污水収集を行っており、污水を幹線管きょに接続するまでの期間は、污水の収集・污水の処理は継続する必要がある。
- ・ 自家発電設備が設置されておらず自然災害等の長時間の停電対策を考慮する必要がある。
- ・ 機器撤去後は、防災備蓄庫として利用する計画がある。



3. 活用計画・検討

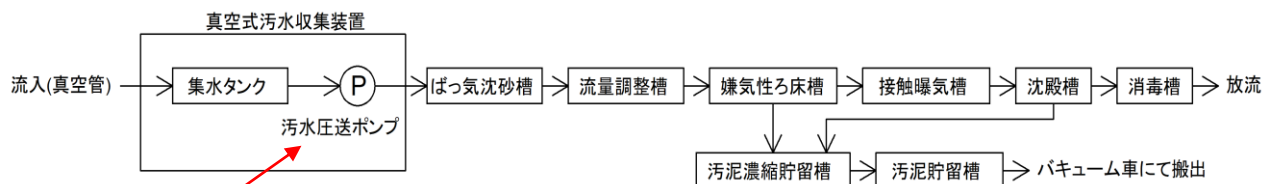
汚水送水設備の設置場所検討

案1：既設貯留槽をポンプ井として利用する案

案2：屋外（敷地内）にマンホールポンプ設置案

案1、案2で比較検討

~~案3：既設汚水圧送ポンプ活用案~~



汚水圧送ポンプは能力不足により活用不可

真空式污水収集装置の改造は、設置より25年経過しており今後改築が必要なこと、改造事例がないことより比較対象外とした

3. 活用計画・検討

汚水送水設備の設置場所比較

	貯留槽利用案	マンホールポンプ設置案
概要	既設汚泥貯留槽をポンプ井として利用し水中ポンプにて圧送	屋外にマンホールポンプを設置し圧送
作業工程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 圧送管、自然流下管、場内配管の敷設 2. 汚泥貯留槽の清掃 3. 着脱装置、配管、水位計の設置 4. 貯留槽内の防食塗装 5. 水中ポンプ、覆蓋の設置 6. 切替後共用開始 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 圧送管、自然流下管、場内配管の敷設 2. マンホールポンプ、電気設備の設置 3. 切替後共用開始
概算費用	<ul style="list-style-type: none"> ・圧送管、自然流下管 ・汚水ポンプ、脱臭設備 ・電気設備 ・場内配管 ・貯留槽内防食塗装 <p>約2.1億円</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・圧送管、自然流下管 ・汚水ポンプ ・電気設備 ・ポンプ場マンホール、場内配管等 <p>約1.9億円</p>
検討結果	<ul style="list-style-type: none"> ・「マンホールポンプ設置案」に比べて高価 ・汚泥貯留槽への流入がないよう工事を進める必要があり、前段の汚泥濃縮槽によりバキューム車で搬出を行う必要がある ・防食塗装が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・「貯留槽利用案」に比べて安価 ・切替工程が簡略され、切替中処理にも影響しない ・防食塗装が不要
判定	▲	○

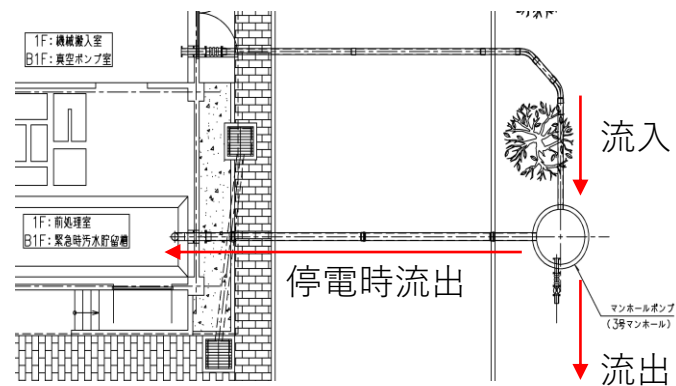
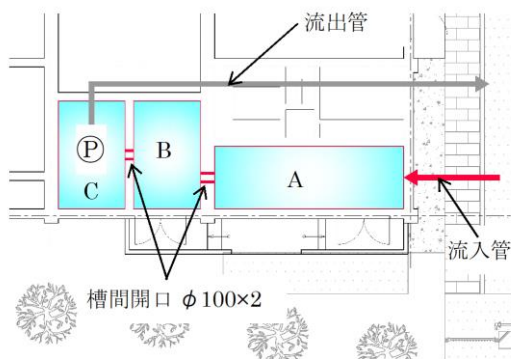
3. 活用計画・検討

停電対策方法の検討

案1：既設水槽利用案（停電時汚水を貯留）

案2：自家発電設備設置案（停電時も下水道幹線に圧送）

・真空式汚水収集装置の停電対策は可搬式自家発電機で対応し、他の現場（マンホールポンプ場）で停電があった際は移動させて利用する方針としている。



案1：水槽を連通管でつなげる

3. 活用計画・検討

停電対策方法の比較

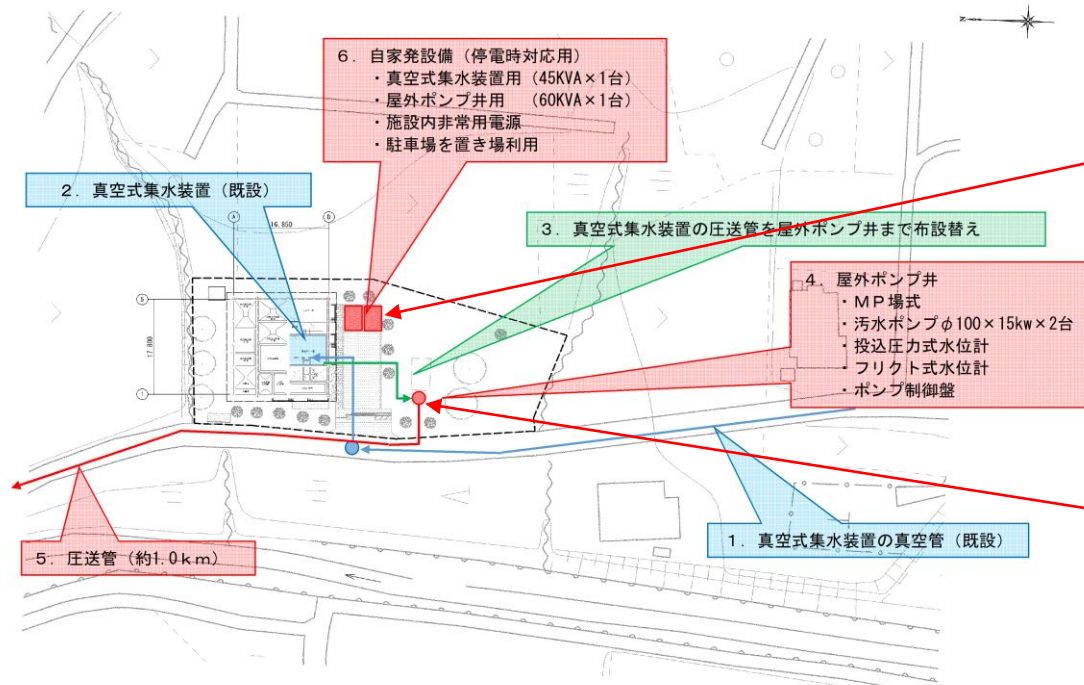
	水槽利用案	自家発電装置設置案
概要	屋外に真空式汚水収集装置用可搬型自家発電機を設置し、K浄化センター内へ貯留させる。	屋外に真空式汚水収集装置用可搬型自家発電機を設置、マンホールポンプ用自家発電機を設置し停電時も圧送機能を確保させる。
概算費用	<ul style="list-style-type: none"> ・真空式汚水収集装置用可搬型自家発電装置 ・水槽内連通管 ・防食塗装 <p style="text-align: center;">約2.1億円</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・真空式汚水収集装置用可搬型自家発電装置 ・マンホールポンプ用自家発電装置 <p style="text-align: center;">約1.9億円</p>
検討結果	<ul style="list-style-type: none"> ・各水槽に連通管の設置、防食塗装が必要となり高価である。また引抜時は可搬式ポンプによる引き抜きが必要となる。 ・貯留可能時間は24時間以上となる。 ・防災備蓄庫の後利用が可能となるが、室内に汚水流出の可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水槽利用案に比べて安価である。 ・内臓タンクにより各自家発電装置は約18時間程度連続運転可能 ・脳足備蓄倉庫の後利用が可能であり、水槽は防火水槽としても利用可能。
判定	×	○

目次

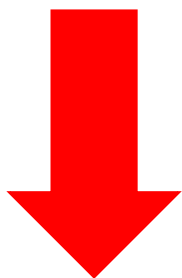
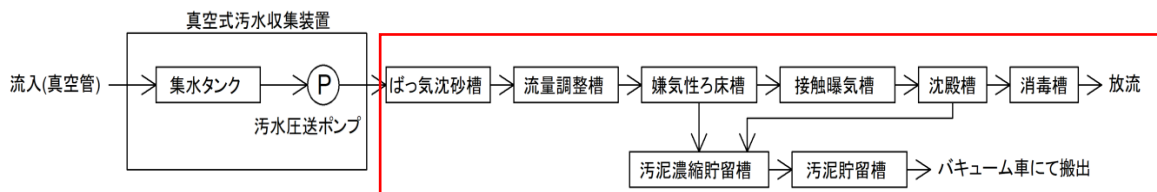
1. はじめに
2. 施設概要
3. 活用計画・検討
4. 検討結果、まとめ
5. おわりに

4. 検討結果、まとめ

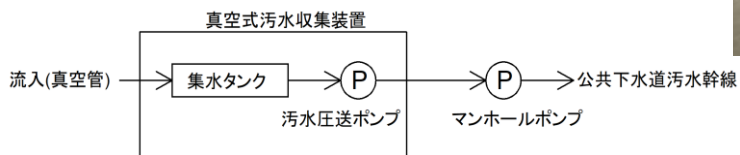
- ・H浄化センターは敷地に余裕があったため、切替時水処理を行いながらも大きな仮設を必要とせず屋外のマンホールポンプへの切替が可能となった。
- ・既存建屋の改修もなく、後利用計画に則した既存建屋の活用及び、防火水槽としての活用も可能となった。



4. 検討結果、まとめ



場内の不要設備は撤去
→防災備蓄庫利用のため



目次

1. はじめに
2. 施設概要
3. 活用計画・検討
4. 検討結果、まとめ
5. おわりに

5. おわりに

■設計・検討を通して

- ・ 農業集落排水事業では、農業人口の減少により使用料収入が減少している
- ・ 農業集落排水処理施設は建設より15年以上経過しており、機械・電気設備の改築を迎えている地方公共団体が多くあると想像できる
- ・ 防災意識が高まっている中で、防火水槽利用、備蓄庫、一時避難所などの後利用は有効な活用方法
- ・ 近年の自然災害等による長時間の停電は、汚水の溢水、下水道の利用制限等、市民生活に多大な影響を及ぼすため、停電対策は必須である

5. おわりに

■今後の課題

・H浄化センターに設置されている真空式污水収集装置については、今後も継続使用をしていくが、真空式下水道システムの市場希望が縮小していることより、今後污水収集方法の変更も考慮した、改築更新・活用検討が必要となる。

→污水収集方法の変更では、真空管含めた更新が必要となるが、大規模な仮設、切替が必要と考えられる。

ご清聴
ありがとうございました

