

三次元流体解析による雨水ますの 能力評価と効果的な対策の検討

令和3年6月29日

日本水工設計株式会社

名古屋支社

岡本 光史

目 次

- 1.はじめに
- 2.検討フロー
- 3.フィールド実験による雨水ますの能力評価
- 4.三次元流体解析による再現性の検証
- 5.三次元流体解析による雨水ますの能力評価
- 6.おわりに

目 次

1.はじめに

2.検討フロー

3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

4.三次元流体解析による再現性の検証

5.三次元流体解析による雨水ますの能力評価

6.おわりに

1.はじめに

1.1 背景

近年、

局所的大雨、集中豪雨による浸水被害が全国各地で頻発

A市においても、

内水による床上・床下浸水が深刻な問題

治水目標

1 時間63mm(計画降雨) ⇒ 浸水被害をおおむね解消

1 時間100mm(過去最大降雨) ⇒ 床上浸水をおおむね解消



貯留施設の整備、雨水ポンプ場および管きよの能力向上

1.はじめに

1.2 目的

しかし 計画降雨においても浸水が発生

雨水ますの能力不足？

設置数の不足？

その他の要因？



雨水ますの排水能力をフィールド実験と三次元流体解析で評価するとともに、浸水が発生させる要因を分析し、排水能力を向上するための効果的な対策を検討する。

1.はじめに

1.3 フィールド実験と三次元流体解析の特徴

	フィールド実験	三次元流体解析
目的	<ul style="list-style-type: none">・雨水ます単体の能力評価。・実験結果と解析結果を比較し、三次元流体解析の再現性を確認。	<ul style="list-style-type: none">・道路付帯施設としての雨水ますの路面排水能力評価。・浸水被害の要因の分析。・対策効果の検証。
長所	<ul style="list-style-type: none">・実施設で雨水ますの排水状況を把握可能。	<ul style="list-style-type: none">・道路付帯施設としての雨水ますの路面排水能力を評価可能。・条件を任意で変更できるため、対策効果の検証可能。
短所	<ul style="list-style-type: none">・道路付帯施設としての雨水ますの路面排水能力は評価不可。・雨水ますの追加や道路勾配の条件変更が不可能なため、対策効果の検証不可。	<ul style="list-style-type: none">・実現象と比較を行い、解析結果の再現性の検証が必要。

目 次

1.はじめに

2.検討フロー

3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

4.三次元流体解析による再現性の検証

5.三次元流体解析による雨水ますの能力評価

6.おわりに

2. 検討フロー

1. フィールド実験による雨水ますの排水能力の評価

実験により雨水ます単体の排水能力を評価する。

2. 三次元流体解析の再現性の検証

実験結果と解析結果を比較し、解析の再現性を検証する。

3. 三次元流体解析による雨水ますの排水能力の評価

道路付帯施設としての雨水ますの路面排水能力評価および対策を講じた場合の効果を検証する。

目 次

- 1.はじめに
- 2.検討フロー
- 3.フィールド実験による雨水ますの能力評価
- 4.三次元流体解析による再現性の検証
- 5.三次元流体解析による雨水ますの能力評価
- 6.おわりに

3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

3.1 実験概要

- ・ A市の一般道路を模して造られた実験施設内の雨水ますを使用する。
- ・ 3つの実験ケースで流量を徐々に増加させ、各項目について計測する。

<実験ケース>

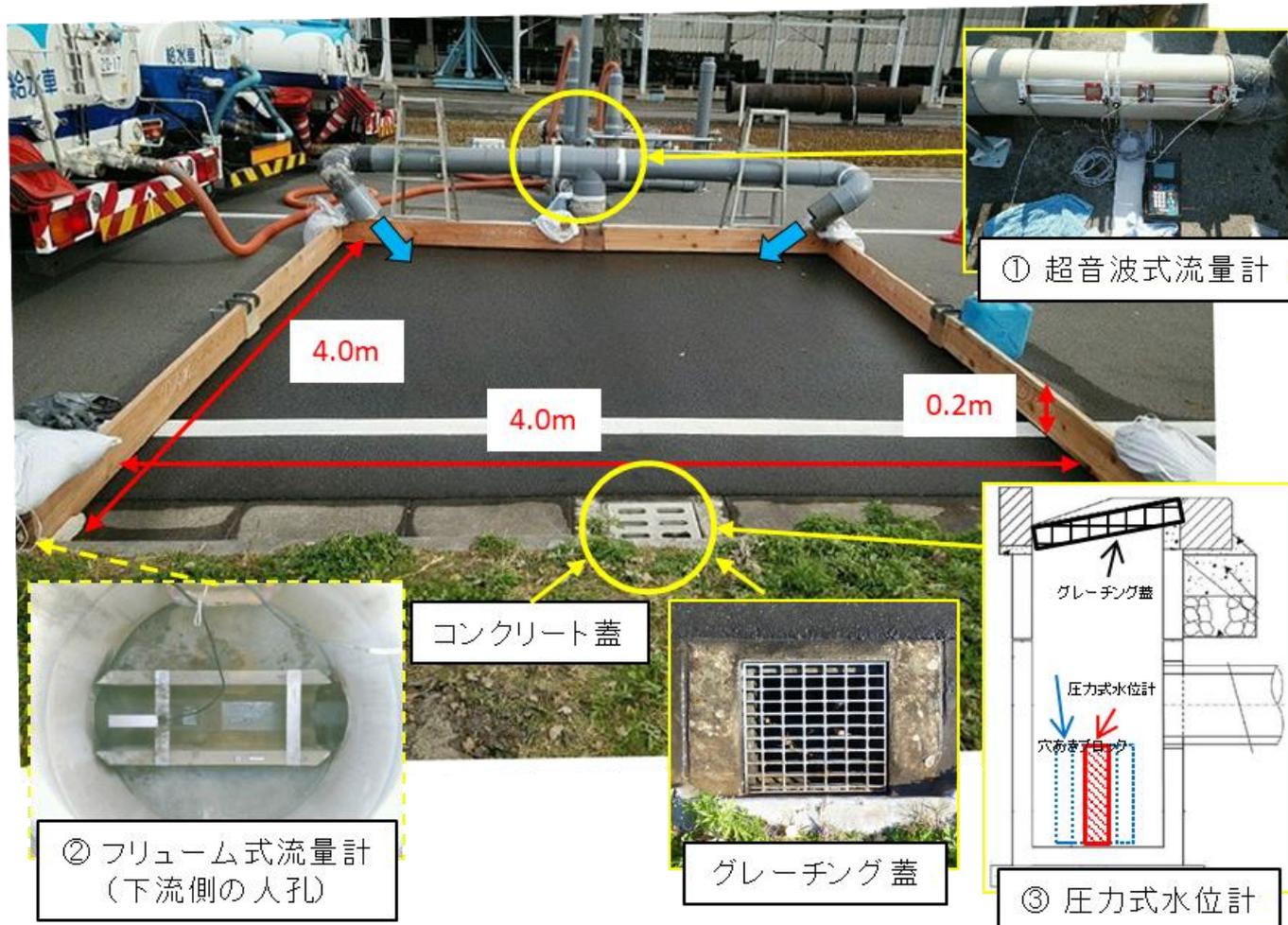
ケース	蓋形状	目的
実験①	コンクリート	コンクリート蓋の排水能力の限界を把握。
実験②	グレーチング	実験①と同等の流量で、蓋形状の違いによる流況を比較。
実験③	グレーチング	グレーチング蓋の排水能力の限界を把握。

<計測項目>

名称	計測項目	設置位置
①超音波式流量計	放水量	放水前の水路内部
②フリューム式流量計	放流量	下流側の人孔内部
③圧力式水位計	雨水ますの水位	雨水ます内部

3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

3.1 実験概要



3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

3.2 実験結果

視点A : 流量の増加と雨水ます内の水位の相関関係の確認。

視点B : 雨水ます内の水位（地上部までの距離）と蓋上部およびL形側溝の滞水状況を確認。

視点C : 取付け管の排水能力 $0.020\text{m}^3/\text{s}$ を基準とした場合、雨水ますが同等の排水能力を有しているかを確認。

⇒視点Aは各ケース共通して、**流量の増加に伴い水位も増加**
視点B、Cは各ケースで状況が異なる。

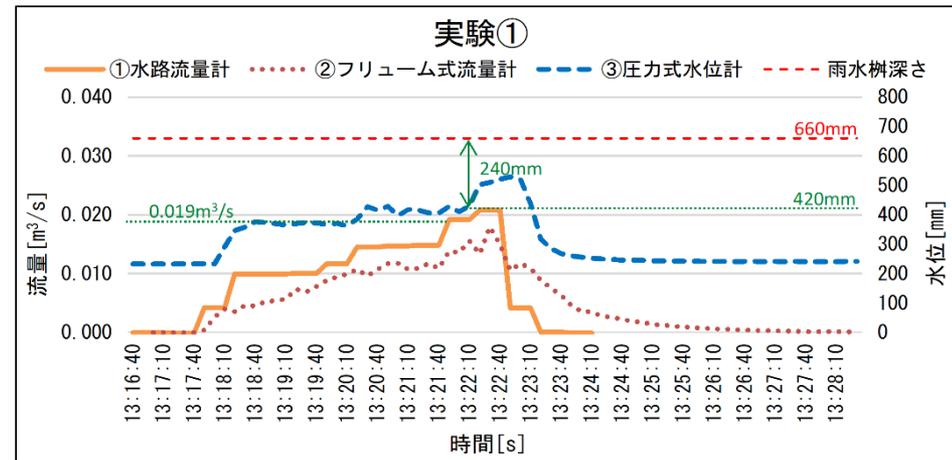
3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

3.2 実験結果（実験①）

視点B：水位と滞水状況

- ・放水量 $0.019\text{m}^3/\text{s}$ でます内に約240mmの余裕あり。
- ・蓋上部は水で覆われ、L形側溝の水位は縁石を越え始める。

⇒ **コンクリート蓋の排水能力は**
 $0.019\text{m}^3/\text{s}$ である。



視点C：取付け管との能力比較

コンクリート蓋の排水能力は、
取付け管の排水能力と同等程度である。



3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

3.2 実験結果（実験②）

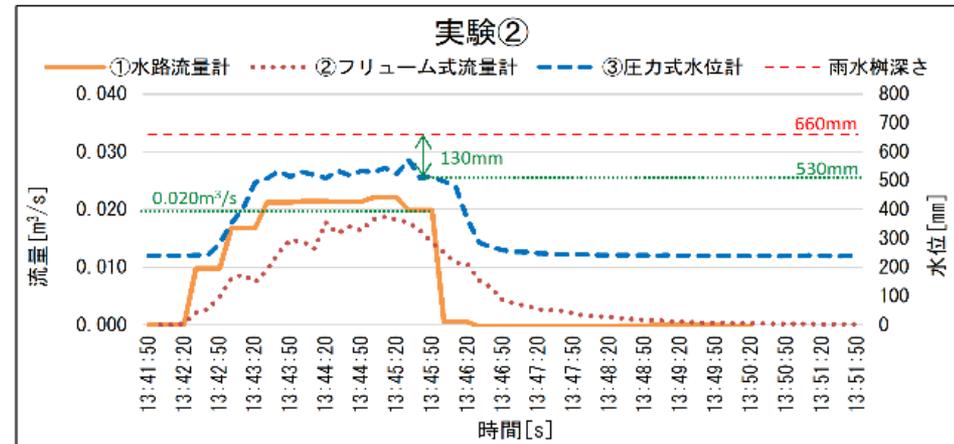
視点B：水位と滞水状況

- ・放水量 $0.020\text{m}^3/\text{s}$ でます内に約 130mm の余裕あり。
- ・蓋上部は水で覆われていないが、L形側溝の水位は縁石を越え始める。

⇒**グレーチング蓋の排水能力は、コンクリート蓋の排水能力よりも高い。**

視点C：取付け管との能力比較

グレーチング蓋の排水能力は、**取付け管の排水能力の同等以上**である。

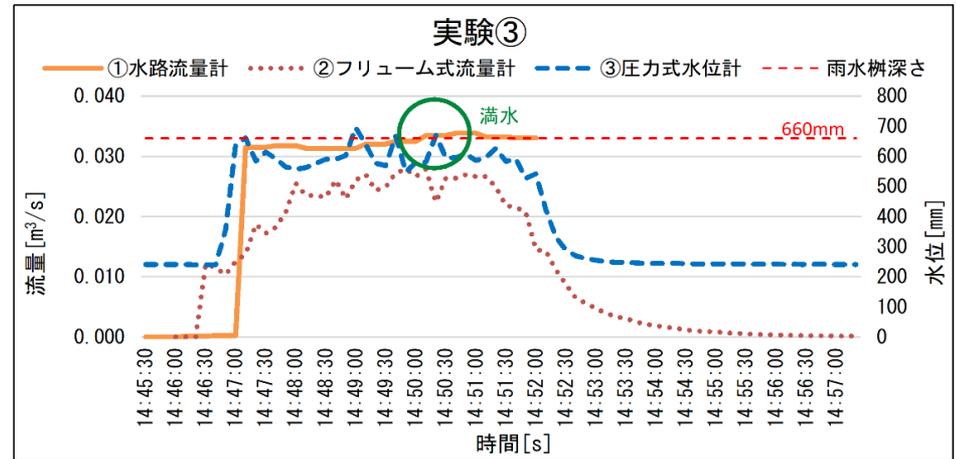


3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

3.2 実験結果（実験③）

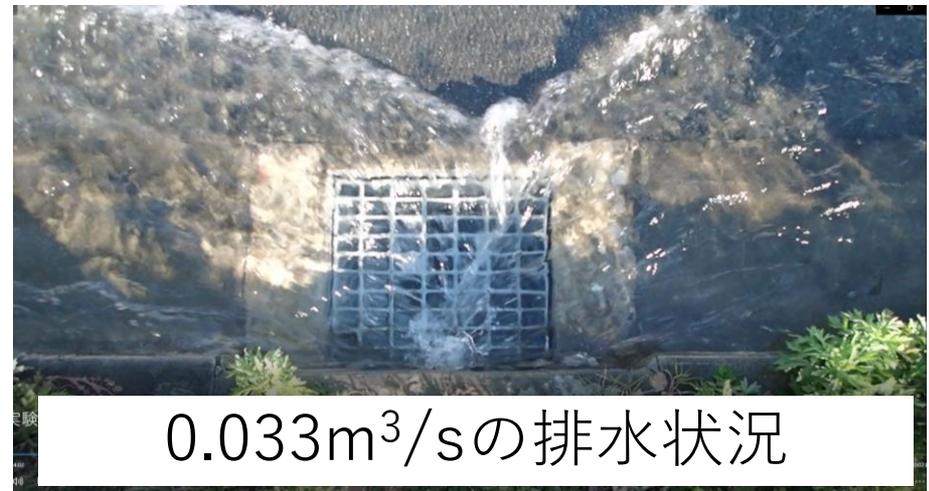
視点B：水位と滞水状況

放水量 $0.033\text{m}^3/\text{s}$ でます内は満水となり、蓋上部は水で覆われる。
⇒雨水ます本体、グレーチング蓋の排水能力は $0.033\text{m}^3/\text{s}$ である。



視点C：取付け管との能力比較

雨水ます本体、グレーチング蓋の排水能力は、**取付け管の排水能力の同等以上**である。



3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

3.3 全実験を通じた考察

考察Ⅰ：蓋の種類の違いによる影響

	実験①（コンクリート蓋）	実験②（グレーチング蓋）
L形側溝の水位の状況	縁石を超え始める。	縁石を超え始める。
雨水ます内の状況	約240mm余裕がある。	約130mm余裕がある。
蓋上部の状況	水で覆われている。	水で覆われていない。
排水状況の写真		

コンクリート蓋よりグレーチング蓋のほうが排水能力が高い。

3.フィールド実験による雨水ますの能力評価

3.3 全実験を通じた考察

考察II：降雨量換算

L形側溝、雨水ます、取付け管などの雨水関連施設の一体的な能力評価を目的としており、取付け管の排水能力 $0.020\text{m}^3/\text{s}$ を基準として、雨水ますが同等の排水能力を有しているかを確認した。

参考のため、合理式を用いて、

1時間当たりの降雨量 (mm/h) に換算した値を試算する。

整合が困難

合理式は流達時間
の設定が条件



雨水ますは降雨時
の瞬間的な排水

合理式に一定条件の時間を与えて整合を図った場合、

コンクリート蓋：80mm/h相当、グレーチング蓋：140mm/h相当である。

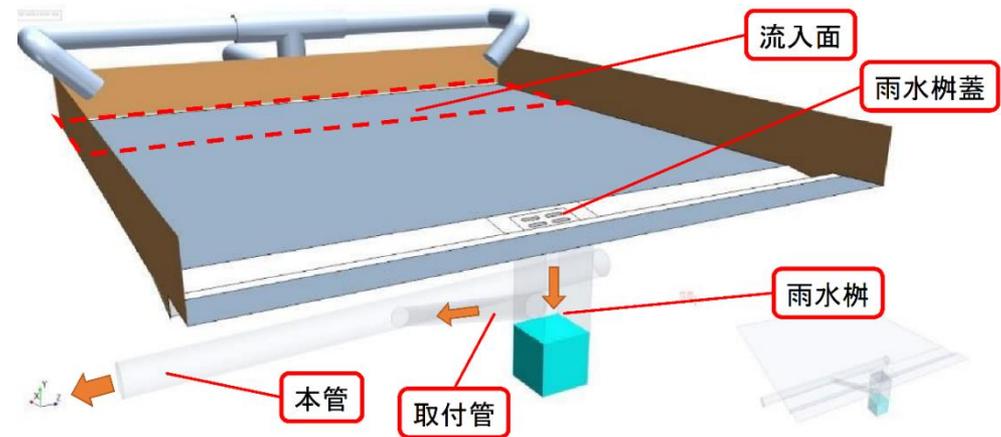
目 次

- 1.はじめに
- 2.検討フロー
- 3.フィールド実験による雨水ますの能力評価
- 4.三次元流体解析による再現性の検証
- 5.三次元流体解析による雨水ますの能力評価
- 6.おわりに

4. 三次元流体解析による再現性の検証

4.1 フィールド実験施設のモデル構築

- ・ 熱流体解析プログラム（STAR-CCM+）を用いた流体解析を実施する。
- ・ 雨水ます、雨水ます蓋、取付け管、本管を実施設と同じ寸法でモデル化する。



三次元流体解析 再現性の検証

視点①：雨水ます内の水位

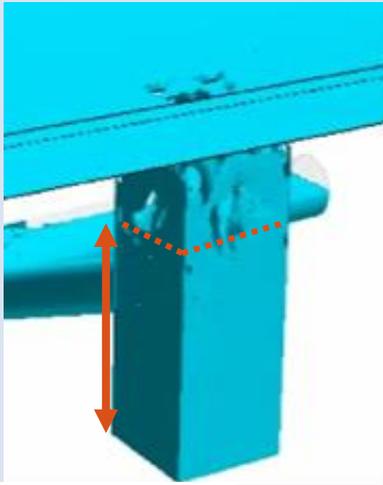
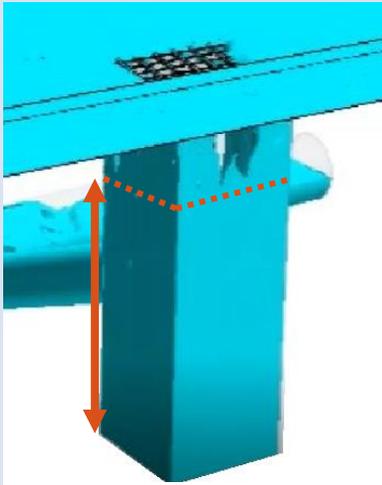
視点②：雨水ますへの流入状況

視点③：L形側溝の水位

4. 三次元流体解析による再現性の検証

4.2 三次元流体解析結果

視点①：雨水ます内の水位

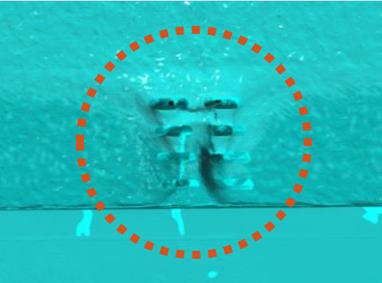
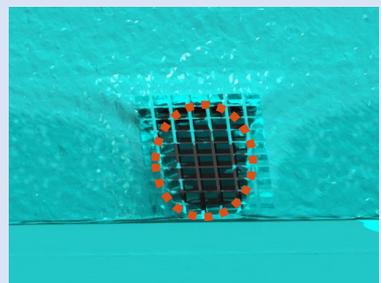
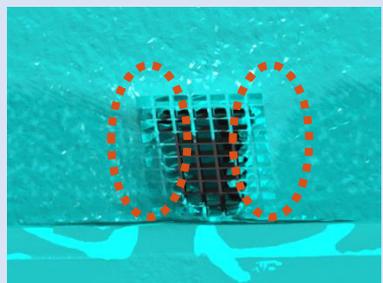
	実験①	実験②	実験③
最大流量(実測値)	0.021m ³ /s	0.022m ³ /s	0.033m ³ /s
平均水位(実測値)	511mm	531mm	660mm(満水)
解析結果	 約510mm	 約530mm	 満水

実験で得られた実測値と同等であるため、再現性がある。

4. 三次元流体解析による再現性の検証

4.2 三次元流体解析結果

視点②：雨水ますへの流入状況

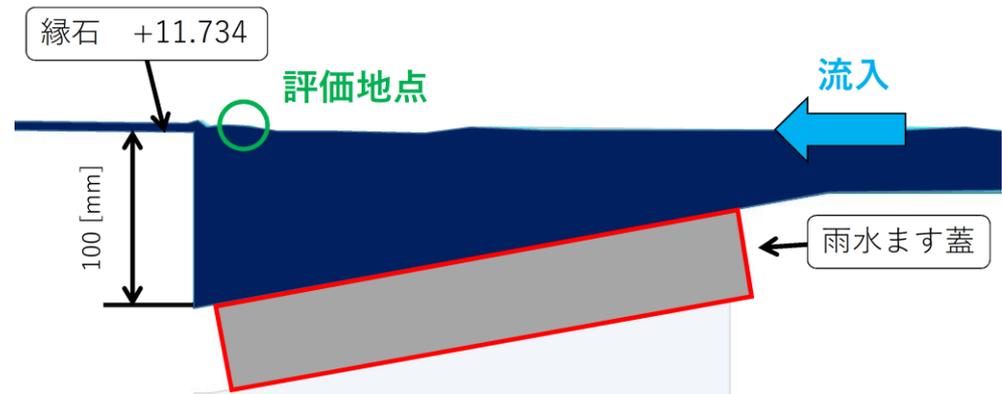
	実験①	実験②	実験③
排水状況 (実験時)			
解析結果			
比較結果	蓋が水で覆われている状況を再現。	蓋の両側面が水で覆われ、中央部は覆われていない状況を再現。	実験②と比較して、両側面の流入量が多い状況を再現。

4. 三次元流体解析による再現性の検証

4.2 三次元流体解析結果

視点③：L形側溝の水位

ケース	水位(cm)	流量(m ³ /s)
実験①	+11.726	0.021
実験②	+11.721	0.022
実験③	+11.735	0.033



実験②より実験①の水位が高いため、コンクリート蓋とグレーチング蓋の排水能力の違いを再現。

実験③の水位が縁石より高いため、一定量の水が縁石を越える状況を再現。

視点①～③より、三次元流体解析によるシミュレーションは、雨水ますの排水能力を評価する手法として妥当性がある。

目 次

- 1.はじめに
- 2.検討フロー
- 3.フィールド実験による雨水ますの能力評価
- 4.三次元流体解析による再現性の検証
- 5.三次元流体解析による雨水ますの能力評価
- 6.おわりに

5. 三次元流体解析による雨水ますの能力評価

5.1 既存道路施設のモデル構築

対象範囲の設定

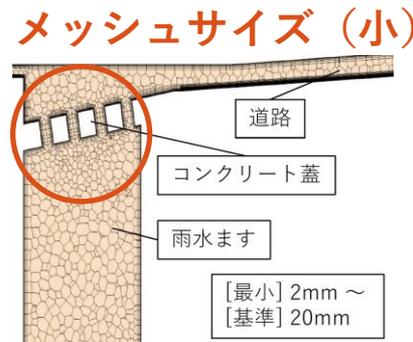
道路の片側排水を対象に延長100m程度を選定した。
(雨水ます：6箇所)

複数の雨水ますの連動した解析

メッシュサイズの設定

基準のメッシュサイズは20mmとし、雨水ます蓋周辺は最小で2mmで設定した。

解析精度向上&解析時間短縮



排水区域の設定

現地調査より、屋根や駐車場などの民地から道路へ直接排水している箇所が複数見られたため、それらを含んだ排水区域を設定した。

民地からの流入が路面排水に与える影響の確認



5. 三次元流体解析による雨水ますの能力評価

5.2 シミュレーション条件

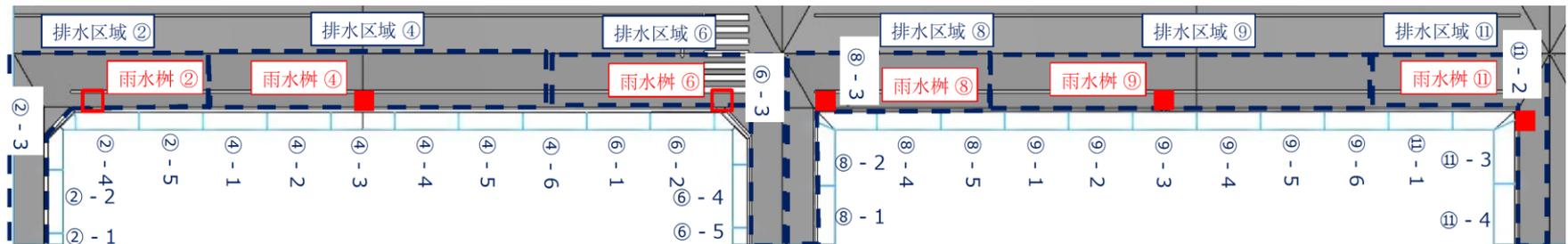
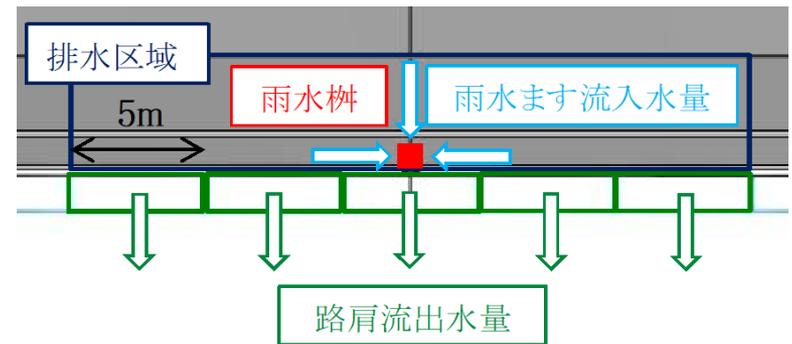
評価手法

< 評価項目 >

- ・ 雨水ますに流入 ⇒ 雨水ます流入水量
- ・ 路肩からの流出 ⇒ 路肩流出水量

< 評価単位 >

1つの雨水ますが受け持つ排水区域を5m単位で区分する。



5. 三次元流体解析による雨水ますの能力評価

5.2 シミュレーション条件

ケース設定

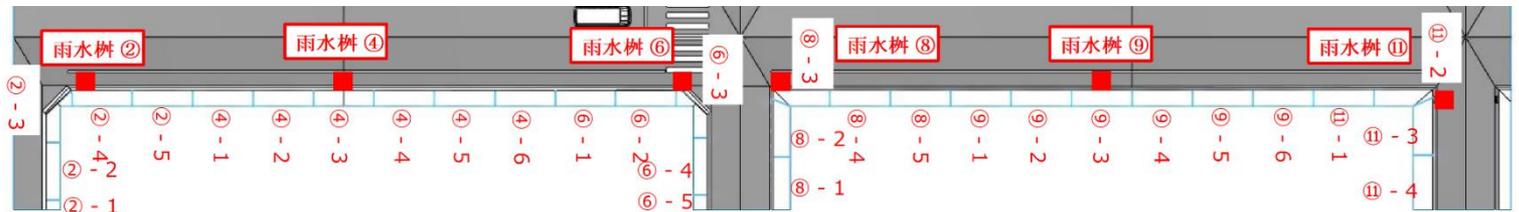
検討ケース	検討概要	施設形状
現状施設	既存道路における 雨水ますを含めた道路排水施設の能力評価。	<ul style="list-style-type: none">雨水ます6箇所（コンクリート蓋2箇所、グレーチング蓋4箇所）設置間隔はおおむね26.0m/箇所
対策案	現状施設を一部改良した場合 の雨水ますを含めた道路排水施設の能力評価。	<ul style="list-style-type: none">①コンクリート蓋→グレーチング蓋②現状の交差点の中間に雨水ますを1箇所追加（雨水ます：8箇所）
理想案	雨水ますをA市の設置基準で配置し、道路横断勾配を標準勾配とした場合 の雨水ますを含めた道路排水施設の能力評価。	<ul style="list-style-type: none">①A市の設置基準より、15m～20mに1箇所間隔で配置（雨水ます：8箇所）②蓋の種類は全てグレーチング蓋③道路横断勾配を1.75%（標準道路横断勾配1.5～2.0%の中間値）

5. 三次元流体解析による雨水ますの能力評価

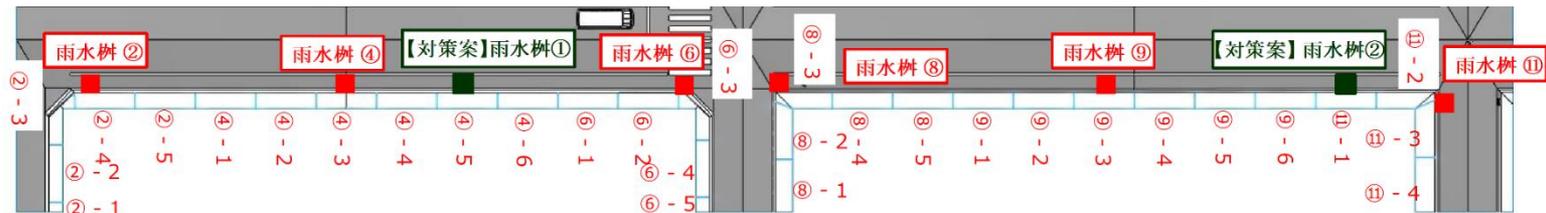
5.2 シミュレーション条件

施設形状

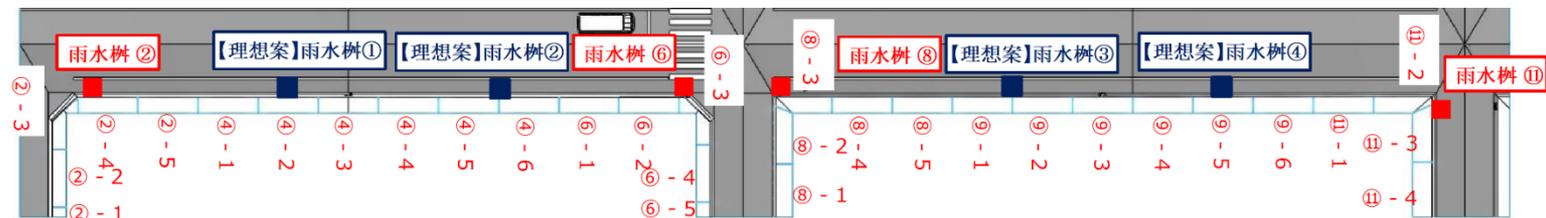
現状施設



対策案



理想案



5. 三次元流体解析による雨水ますの能力評価

5.3 シミュレーション結果

対策案および理想案の浸水軽減効果

- ・現状施設、対策案、理想案の順に路肩流出量が減少した。
- ・削減率に大きな違いがないため、**対策案のほうが費用対効果が高い。**

	路肩流出水量(m ³ /s)	削減率(%)
現状施設	0.058	—
対策案	0.037	36.2
理想案	0.035	39.7

蓋交換による浸水軽減効果

- ・コンクリート蓋からグレーチング蓋の変更で、路肩流出水量が**1割程度減少**。
- ・蓋交換によって効果が及ぶ範囲は**交換した雨水ます周辺に限定**。

	路肩流出水量(m ³ /s)					
	②-1	②-2	②-3	②-4	②-5	合計
コンクリート蓋	0.0003	0.0019	0.0015	0.0013	0.0034	0.0084
グレーチング蓋	0.0003	0.0018	0.0012	0.0010	0.0034	0.0077
削減率 (%)	0.0	5.3	20.0	23.1	0.0	8.3

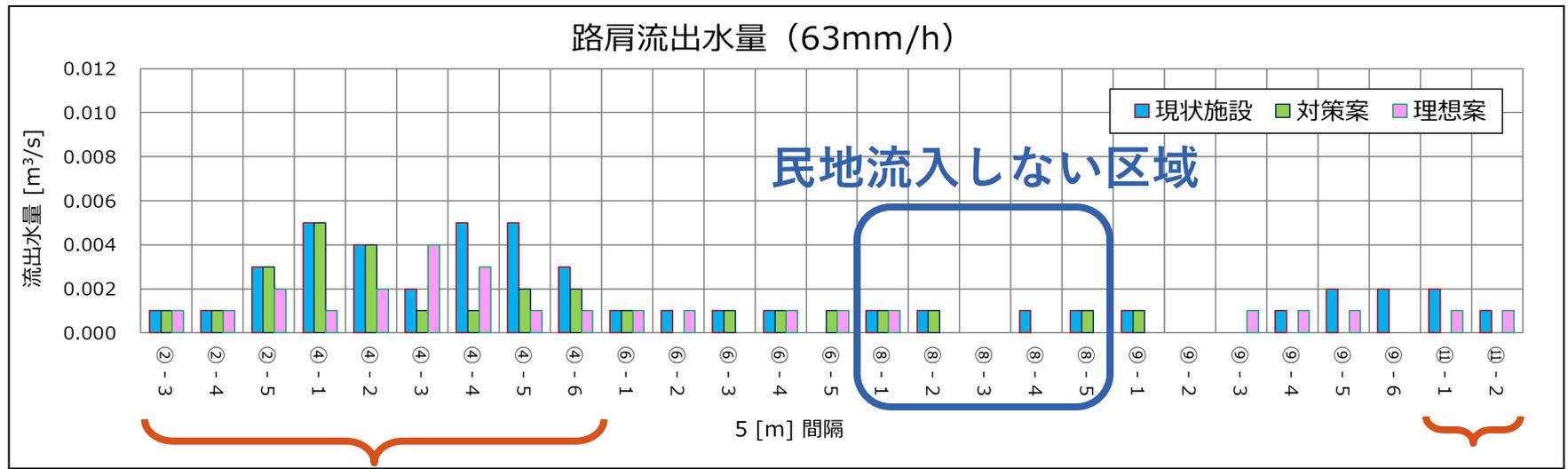
削減範囲

5. 三次元流体解析による雨水ますの能力評価

5.3 シミュレーション結果

民地からの流入が路面排水に与える影響

- ・ 民地流入区域は路肩流出水量が多く、民地流入しない区域は少ない。
 - ・ 民地流入しない区域では、理想案で路肩流出水量がほとんど発生しない。
- ⇒ 計画降雨（時間雨量63mm/h）に対して、標準的な道路の横断勾配で雨水ますの設置基準を満足していれば、**路面排水はおおむね可能**であると判断できる。



民地流入区域

民地流入区域

目 次

- 1.はじめに
- 2.検討フロー
- 3.フィールド実験による雨水ますの能力評価
- 4.三次元流体解析による再現性の検証
- 5.三次元流体解析による雨水ますの能力評価
- 6.おわりに

6. おわりに

6.1 検討成果

雨水ますの排水能力

コンクリート蓋：0.019m³/s グレーチング蓋：0.033m³/s

A市の計画降雨に対して、標準的な道路の横断勾配で雨水ますの設置基準を満足していれば、**排水能力を十分に発揮。**

効果的な対策

- ・ コンクリート蓋からグレーチング蓋への変更
- ・ 雨水ますの追加

民地からの流入が路面排水に与える影響

浸水被害を拡大する要因の1つで、対策を講じるが必要ある。

6. おわりに

6.2 今後の課題と展望

今後の課題

蓋交換、雨水ます追加だけでは計画降雨に対して浸水被害を解消できないため、他の対策も含め、様々な組み合わせで効果を検証する必要がある。

今後の展望

蓋交換、雨水ますの追加は、現状進められている対策と比較して**施工が容易**であり、**対策効果の早期発現が期待**できるため、浸水を解消する対策の1つとして提案を進める。

ご清聴ありがとうございました

ボックスカルバートの浅埋布設の事例

玉野総合コンサルタント株式会社 東京支店
堀 辰太郎

目次

I. 業務概要

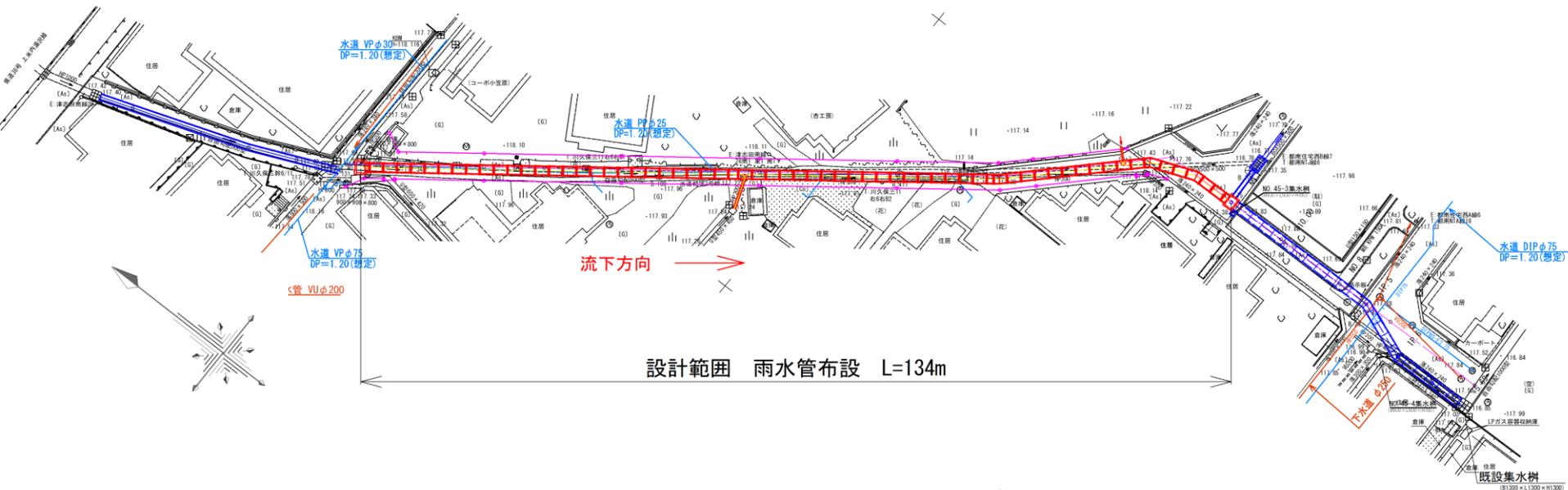
II. 課題

III. 解決策

IV. まとめ

I. 業務概要

- ・ 目的：事業計画にて計画された函渠を布設するための詳細設計
- ・ 業務内容：雨水管渠詳細設計 L=134m



I. 業務概要

●現場状況

現道幅員：2.0m

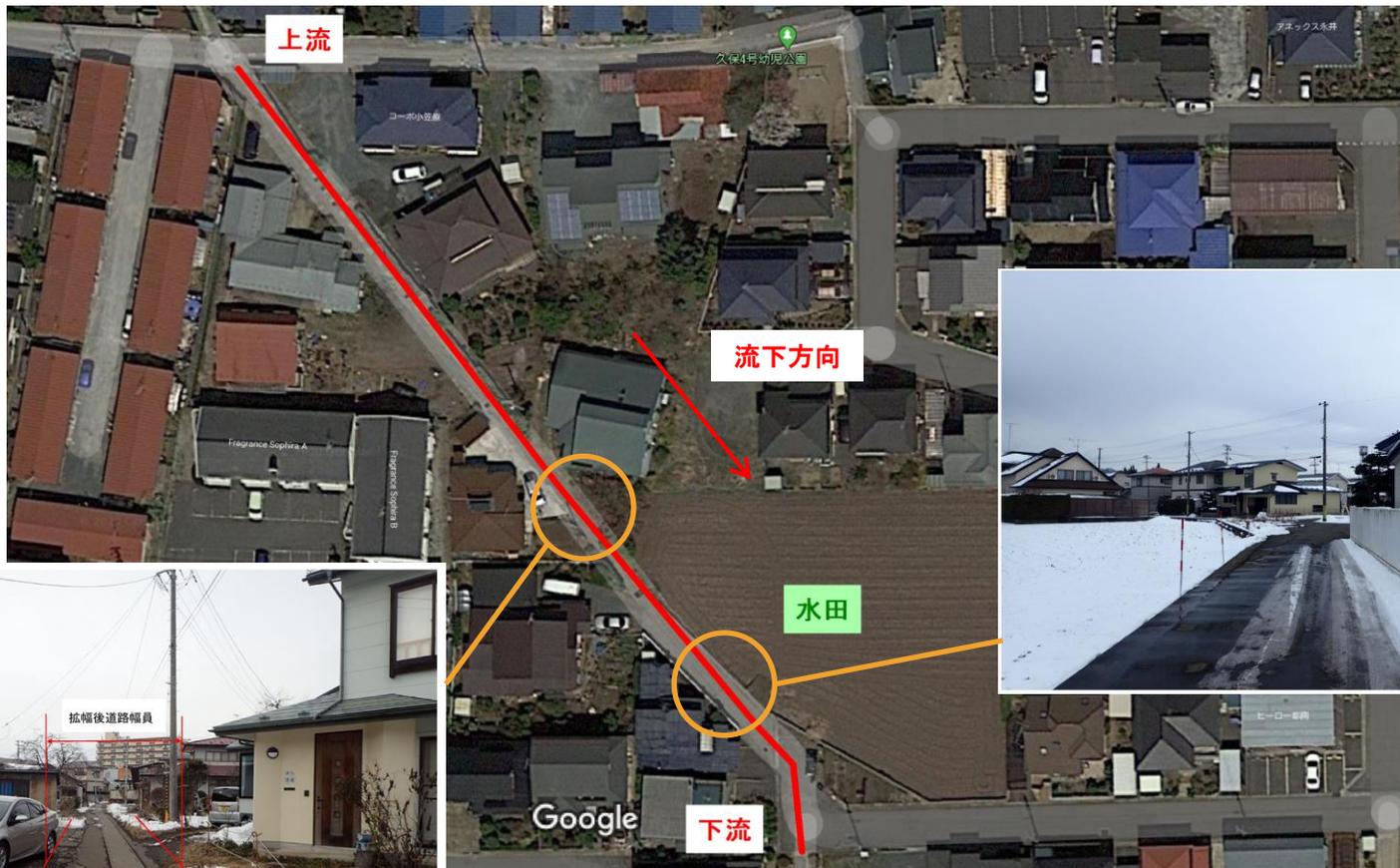
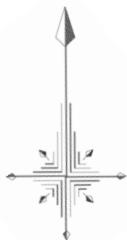
拡幅後(工事時幅員)：4.0m

道路中央に

既設自由勾配側溝500×700が整備



I. 業務概要



地図データ ©2020、地図データ ©2020 10m

I. 業務概要

過年度にて設計済み



現場が狭隘な道路であり、施工が困難。
工事が不調となっていた



施工可能な設計及び施工計画が求められた

I. 業務概要

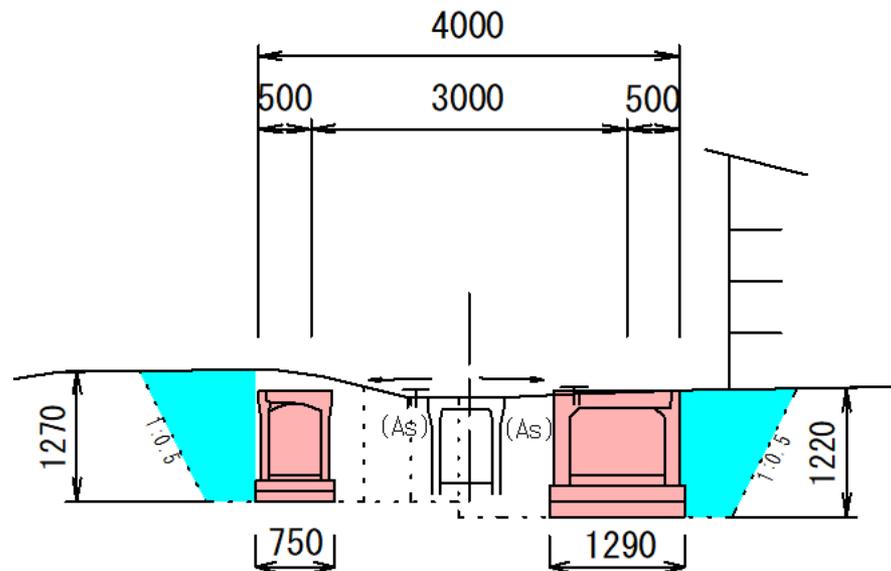
●過年度設計概要

可変側溝の2条

- U-500 × 700
- U-900 × 700

●課題

- 掘削による民地・家屋に影響
- 具体的な施工計画無し
- 側溝蓋上を車が通過（騒音問題）



Ⅱ. 課題

①下流接続点（管底高）が決まっており、
ボックスカルバート躯体が路盤内に食い込む

②設計範囲が開削工法で施工するには
狭隘であり施工が困難

II. 課題

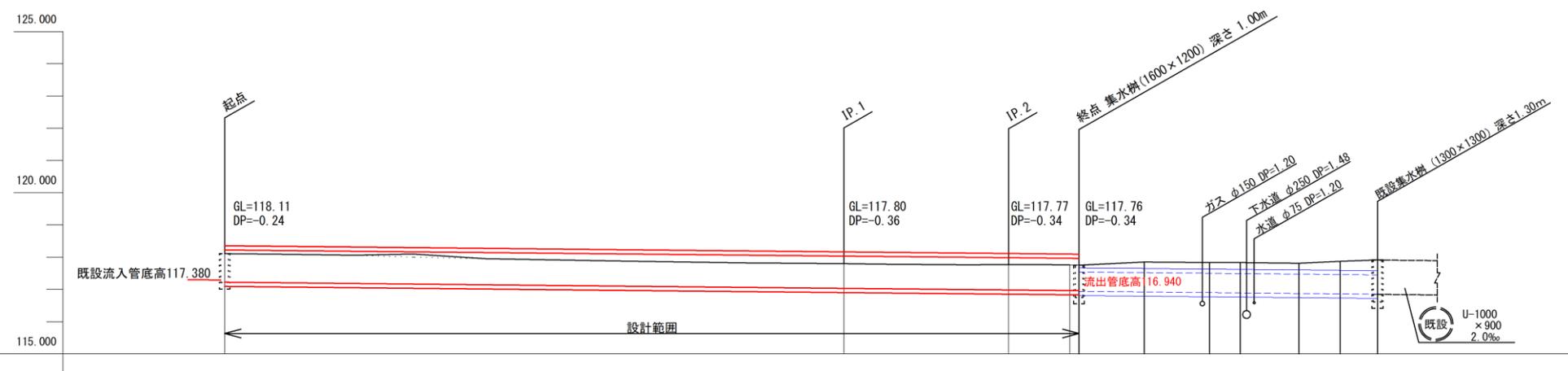
①ボックスカルバート躯体が路盤内に食い込む

●縦断計画のコントロールポイント

下流接続

計画集水桝：B1600×L1200×H1000

管底高：116.940（GL-0.81m）



Ⅱ. 課題

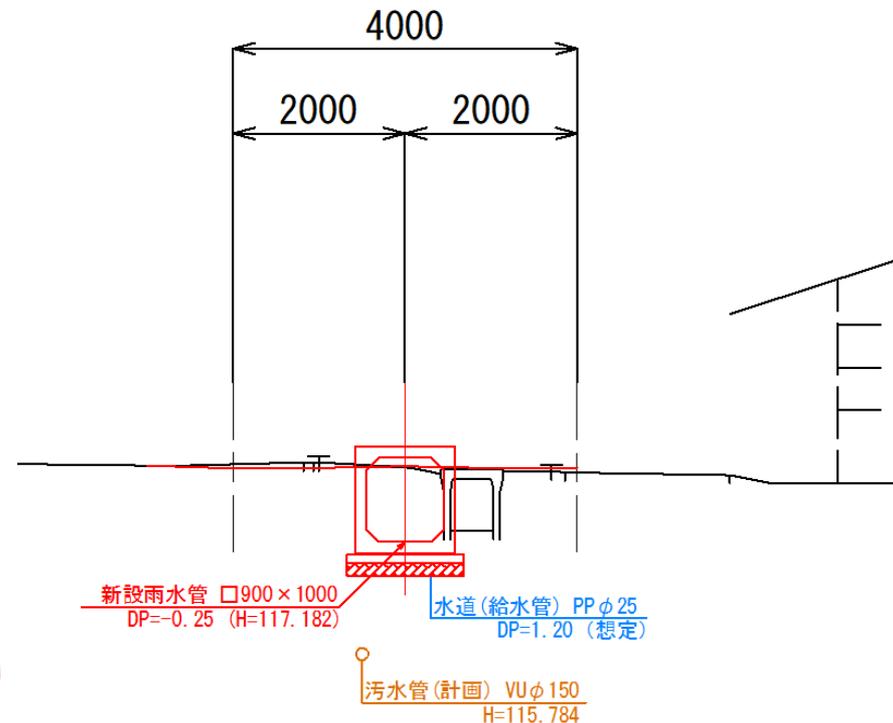
①ボックスカルバート躯体が路盤内に食い込む

- 事業計画より
必要断面：□900×1000



ボックス頂版が路面より突出

土被りを確保する計画を立案



Ⅱ. 課題

②設計範囲が開削工法で施工するには狭隘であり**施工が困難**

- 現道＋拡幅のため買収済み用地の4.0m内で施工
- 重機の横付けが困難
- 工事時の資材置き場となる仮設ヤードの確保が必要
- 周辺住民のための仮駐車場が必要



施工可能な施工計画の立案

Ⅲ. 解決策

①土被り確保

●構造形式の選定

プレキャスト製ボックスカルバートを採用

→断面の扁平が可能・施工性に優れる

現場打ちに比べ部材厚が薄く・施工性に優れる

→**プレキャスト製**を採用

円形管 (φ1000)

→土被りの確保が不可

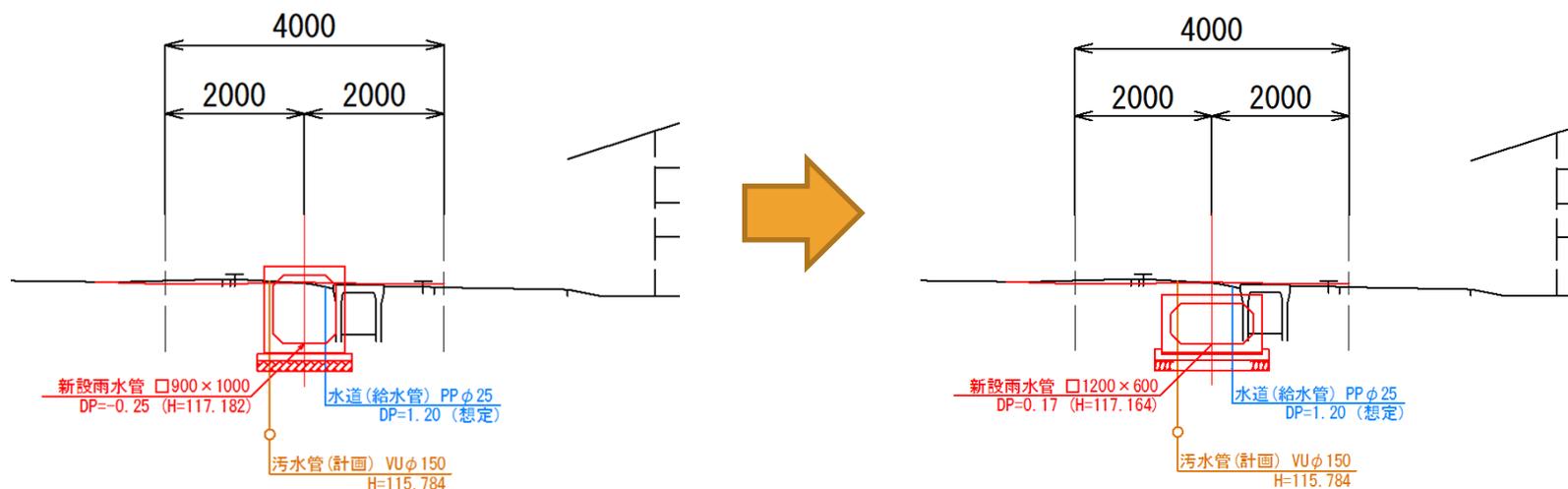
開水路 (900×700~1200)

→蓋上を車両が通過することは避けられない⇒騒音

Ⅲ. 解決策

①土被り確保

事業計画の $\square 900 \times 1000$ と同等の流量を確保し可能な限り扁平させた断面 ($\square 1200 \times 600$) とすることで土被りを確保



Ⅲ. 解決策

●新たな課題

ボックスカルバートの頂版突出は解決



土被りが最小で0.10mしか確保できない



路盤内にボックスカルバート躯体が侵入

構造部と土工部の境界に段差やクラックが生じる恐れがある

→ 別途対策（舗装ひび割れ対策） を講じる必要がある

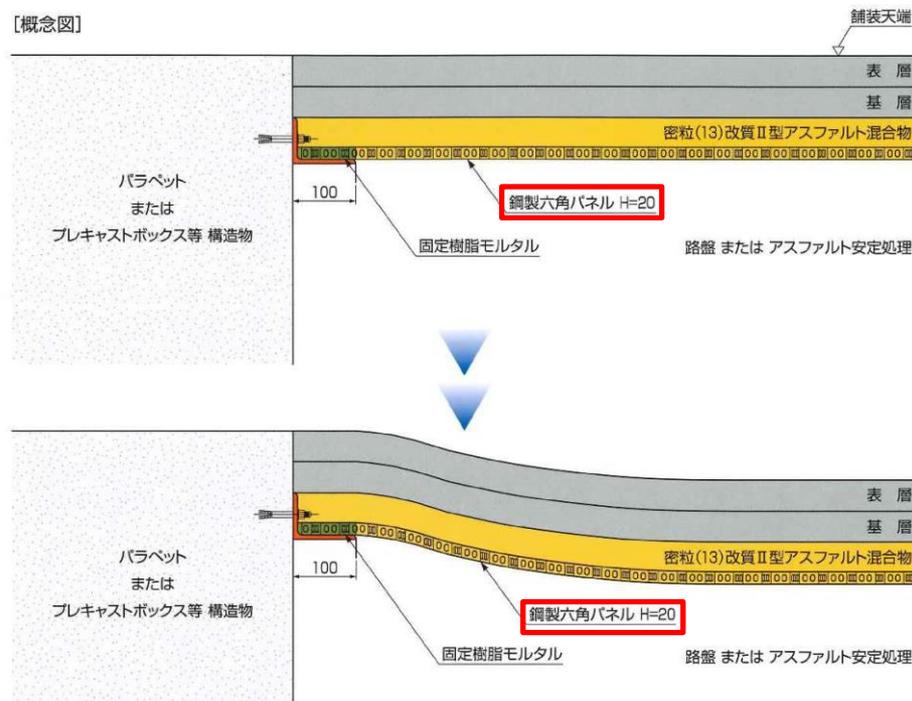
Ⅲ. 解決策

●舗装ひび割れ対策

→ **背面処理工の応用**を提案

構造物と土工部の境界に鋼製六角パネルの可撓性踏掛版を構築
(多くは橋台の背面処理に用いられる工法)

[概念図]



背面処理工資料より

荷重に対する舗装の変状に合わせて鋼製の六角パネルが変形することで路面の勾配をなだらかにし、段差・ひび割れを抑制

Ⅲ. 解決策

② 施工計画

狭隘な道路部で施工実績の多い、ボックス本体をスライドさせるような**横引き工法**の採用

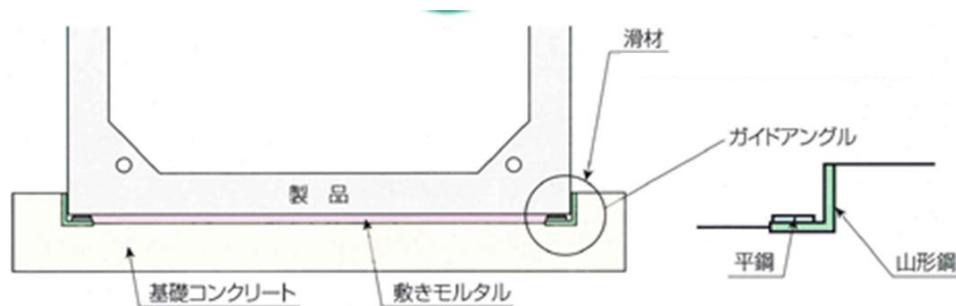
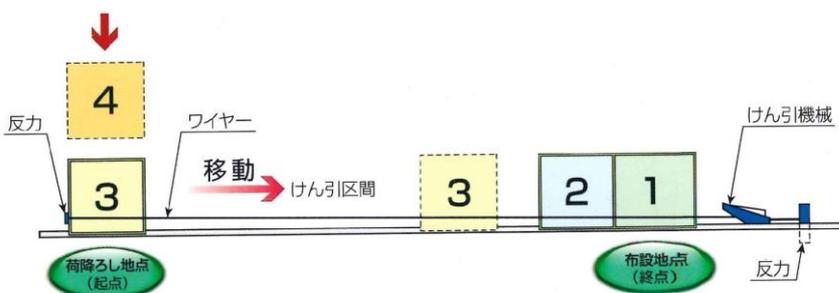
併せて、資材置き場等ヤードとして利用する場所を提案

Ⅲ. 解決策

② 施工計画

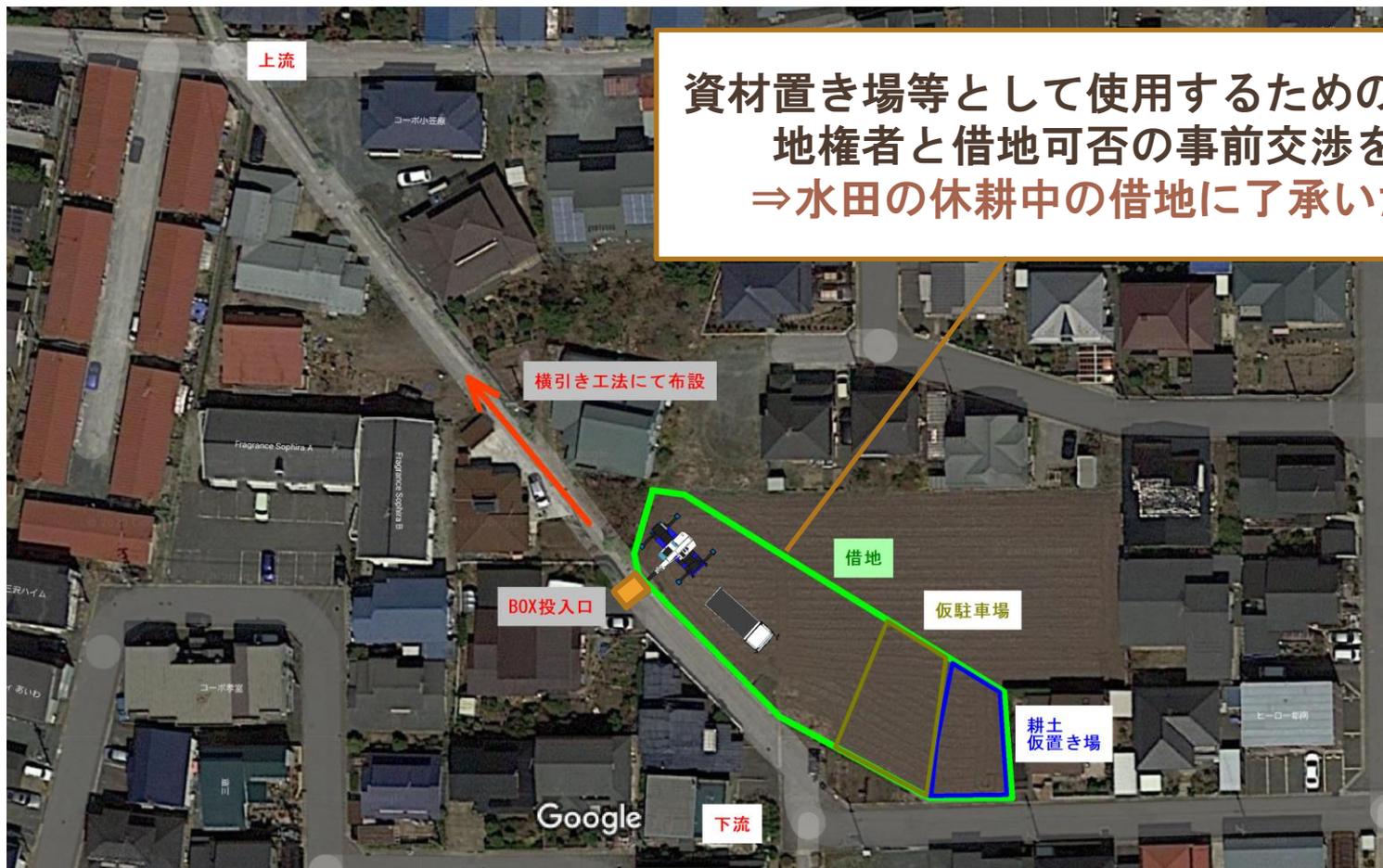
● 横引き工法概要

→ 基礎コンクリートに埋め込んだガイドアングル上をけん引機を用いて縦断的に滑らせて据付ける工法



Ⅲ. 解決策

● 施工イメージ図



資材置き場等として使用するための借地場所
地権者と借地可否の事前交渉を提案
⇒水田の休耕中の借地に了承いただく

地図データ ©2020、地図データ ©2020 10m

IV. まとめ

- 過年度設計時からの課題や今回設計を進めていく中で追加で発生した課題に対して解決策を提案することができた
- 今後も今回と同様な事例に出会う可能性があるため、今回の経験を生かしたい
- 設計時に施工を具体的にイメージすることの重要性を再認識した

ご清聴ありがとうございました

潤いある未来へ

2021/06/29

第31回 技術研究発表会

地域用途・地域特性に合わせた 管路維持管理計画の策定

大阪市の下水道管路施設

- 平成25年より維持管理業務を民間委託している
- 維持管理は平成29年2月に大阪市建設局が策定した「下水道施設管理計画(個別施設計画)」に基づき実施している

臨港埋立地の下水道

- 臨港地域特有の地盤沈下等による外的要因が管路施設に影響を与えていることが懸念される
- 臨港地域特有の管渠の特徴を加味した維持管理を行うことが望まれる

【本業務の目的】

地域用途・地域特性に適合した維持管理のあり方を策定する

対象施設：大阪市臨港埋立地に布設される管渠 L=85km

【舞洲・鶴浜地域】

- ・樹脂管（塩ビ管、FRP管）が大部分を占める
- ・経過年数30年未満である
- 著しい劣化の懸念は少ない

【咲洲地域】

- ・コンクリート管が85%を占める
- コンクリート管
- ・経過年数30年以上の管渠が約65%を占める
 - 劣化の進行が懸念される

■ 樹脂管

- ・経過年数30年未満である
- 著しい劣化の懸念は少ない

図_対象範囲



検討 ①

各種不具合と想定要因の傾向分析



検討 ②

将来予測



検討 ③

点検調査頻度の設定



検討 ④

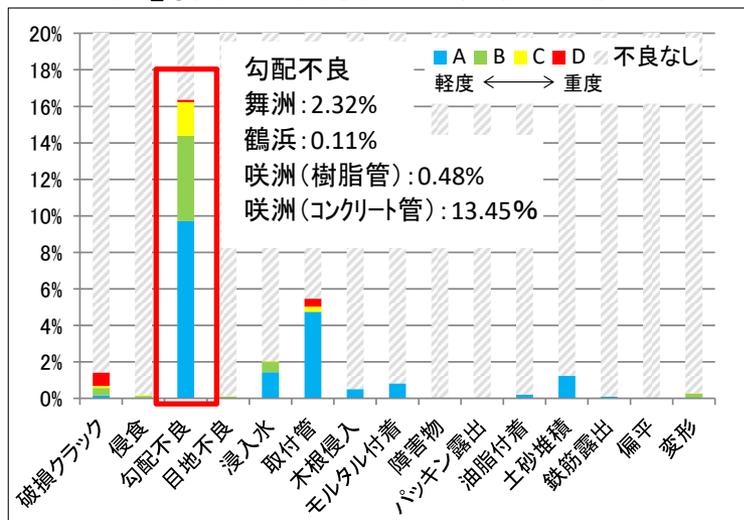
改築事業量の算出

- 対象管渠約85kmの管渠調査結果(H28～H30年度実施)を整理した
- 臨港地域下水道の劣化に影響を及ぼすと想定される劣化要因と各種不具合の不良発生率との関係性について評価した

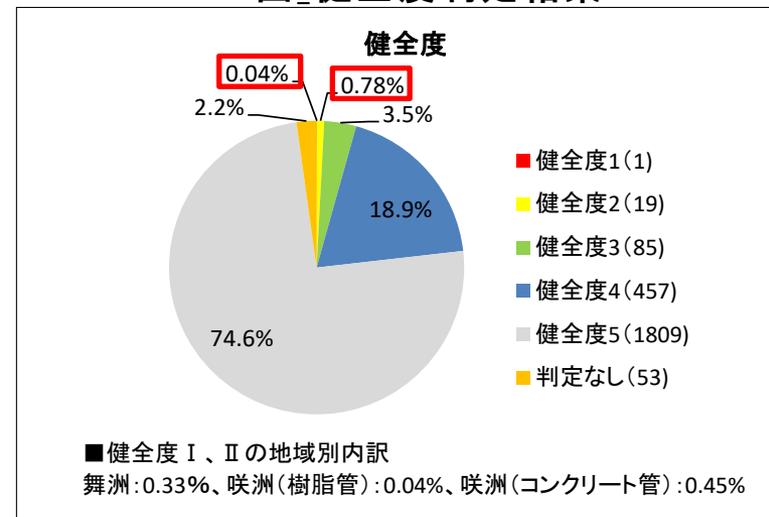
管渠調査結果

- 不良発生率は低く、健全な状態であった
 - ⇒各種不具合の不良発生率は勾配不良が高くなる傾向を示した
 - ⇒健全度1,2に判定されたスパンは臨港地域全域で1%未満であった

図_各種不具合の不良発生率



図_健全度判定結果



劣化に影響を及ぼすと想定される要因

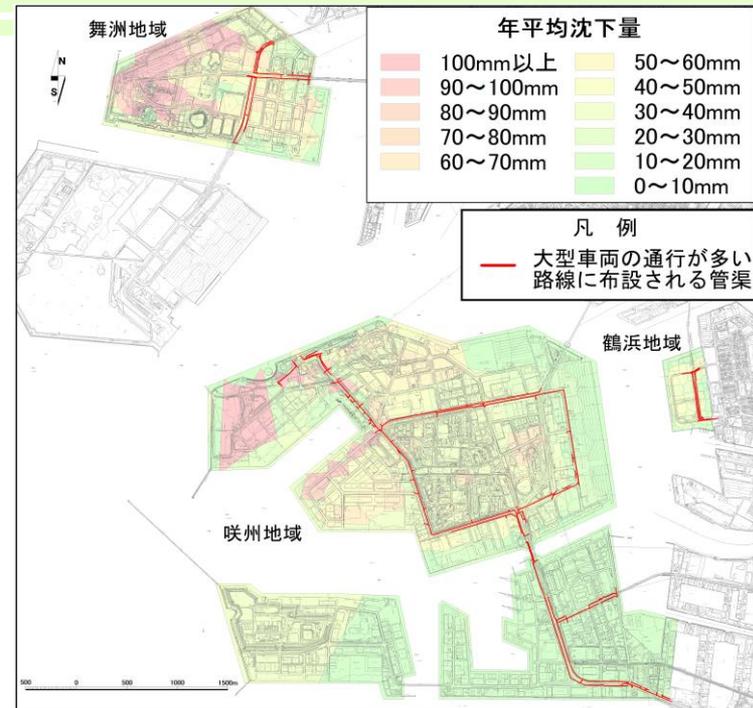
図_年平均沈下量および大型車両の通行が多い路線に布設される管渠位置図

【臨港地域特有のリスク発生要因】

- 地盤沈下による影響
- 大型車両の通行による影響
- 大型車両の通行が多い路線における土被りの影響

【一般的な管渠のリスク発生要因】

- 経年劣化による影響
 - 応力腐食の影響
- 2000年以前に敷設されたFRP管は、
応力腐食により、縦軸方向に
クラックが生じる事例が報告されている
- (出典)下水道管路施設ストックマネジメントの手引き
(旧下水道管路施設腐食対策の手引き(案))



図_FRP管の応力腐食事例



各種不具合の不良発生率と想定要因の傾向分析結果

表_各種不具合の不良発生率と想定要因の関連マトリクス

不良項目 要因	地区	破損 クラック	侵食	勾配 不良	目地 不良	浸入水	取付管	木根 侵入	モルタル 付着	ハッキング 露出	油脂 付着	土砂 堆積	変形
地盤沈下による影響	舞洲	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	鶴浜	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	咲洲:樹脂管	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	咲洲:コンクリート管	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
大型車両の通行による影響	舞洲	○	×	×	○	×	○	○	○	×	×	○	○
	鶴浜	○	×	○	○	○	○	×	×	×	×	×	○
	咲洲:樹脂管	×	×	×	×	○	×	○	○	×	×	×	×
	咲洲:コンクリート管	○	○	○	○	○	○	×	×	○	×	×	×
大型車両の通行が多い路線における土被りの影響	舞洲	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	○
	咲洲:コンクリート管	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
経年劣化による影響	舞洲	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	鶴浜	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	咲洲:樹脂管	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	咲洲:コンクリート管	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
応力腐食の影響	舞洲	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	鶴浜	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	咲洲:樹脂管	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	咲洲:コンクリート管	×	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(凡例)
○: 関係性あり
×: 関係性なし

地盤沈下量が高い地域は、勾配不良の不良発生率が高くなる傾向が確認された

大型車両の通行が多い路線に布設される管渠は複数の項目で不良発生率が高くなる傾向が確認された

2000年以前のFRP管のうち汚水管の不良発生率: 約62%

図_2000年以前のFRP管における破損クラック



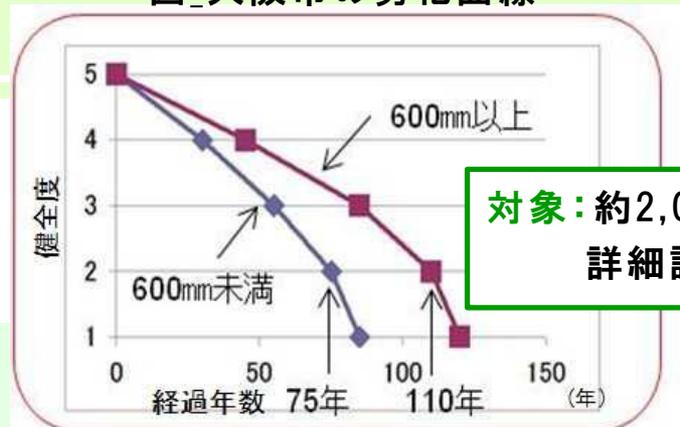
⇒ 不良発生率との因果関係が高い3要因に該当する路線を「重要路線」とする。

- 調査結果より臨港地域における劣化曲線を作成した
- 作成した劣化曲線と大阪市の劣化曲線を比較することにより、臨港地域下水道の劣化傾向を評価した

大阪市における劣化曲線

- 健全度2に達するまでの経過年数
 - ・ ϕ 600mm未満: 75年
 - ・ ϕ 600mm以上: 110年

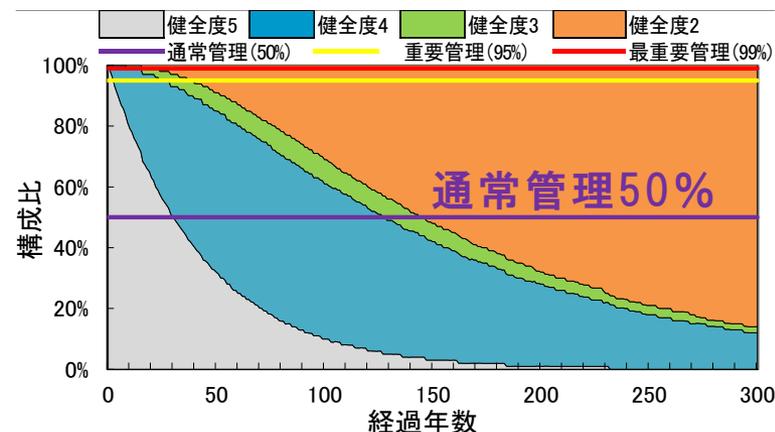
図_大阪市の劣化曲線



臨港地域における劣化曲線

- マルコフ推移確率を用いて作成し、通常管理(50%)における健全度の経過年数による推移を整理した
- 劣化要因を踏まえた維持管理計画の見直しを図るために重要路線、それ以外の路線において作成した

図_通常管理における健全度の推移の一例



臨港地域における劣化曲線の評価

- 健全度2に達するまでの期間は全体的に長くなる傾向が確認された
 - 重要路線の管渠は、それ以外の管渠より健全度2に達するまでの期間が短い傾向を示した
 - 舞洲地域の2000年以前のFRP管（汚水）は健全度2に達するまでの経過年数が24年と大阪市のおよそ1/5となった
- ⇒重要路線においてスクリーニングを行い、効率化を図った維持管理を実施することを提案した

表 大阪市劣化曲線との比較

対象地域	対象施設	健全度2に達するまでの経過年数	
		φ 600mm未満	φ 600mm以上
大阪市	-	75年	110年
舞洲地域	全項目	296年(3.95倍)	102年(0.93倍)
	大型車両の通行が多い路線	208年(2.77倍)	119年(1.08倍)
	地盤沈下量の大きい路線	208年(2.77倍)	141年(1.28倍)
	2000年以前のFRP管の路線 (汚水管のみ)	24年(0.21倍)	-
	重要路線以外	409年(5.45倍)	198年(1.80倍)
鶴浜地域	全項目	406年(5.41倍)	78年(0.71倍)
	大型車両の通行が多い路線	928年(12.4倍)	96年(0.87倍)
	重要路線以外	277年(3.69倍)	106年(0.96倍)
咲洲地域 (樹脂管)	全項目	274年(3.65倍)	118年(1.07倍)
	大型車両の通行が多い路線	136年(3.95倍)	274年(3.40倍)
	地盤沈下量の大きい路線	90年(1.20倍)	246年(2.24倍)
	重要路線以外	338年(4.51倍)	103年(0.94倍)
咲洲地域 (コンクリート管)	全項目	213年(2.84倍)	334年(3.04倍)
	大型車両の通行が多い路線	105年(1.40倍)	223年(2.12倍)
	重要路線以外	305年(4.07倍)	469年(4.26倍)

※赤字は劣化曲線を補完した数値である。

※()は大阪市劣化曲線との比較倍率である。

- 重要路線において、劣化の進行が早い要因に該当する路線から優先的に点検調査を実施するように点検調査頻度の設定を行った

点検調査頻度の設定

- 点検頻度はP-F間隔の1/2を設定した

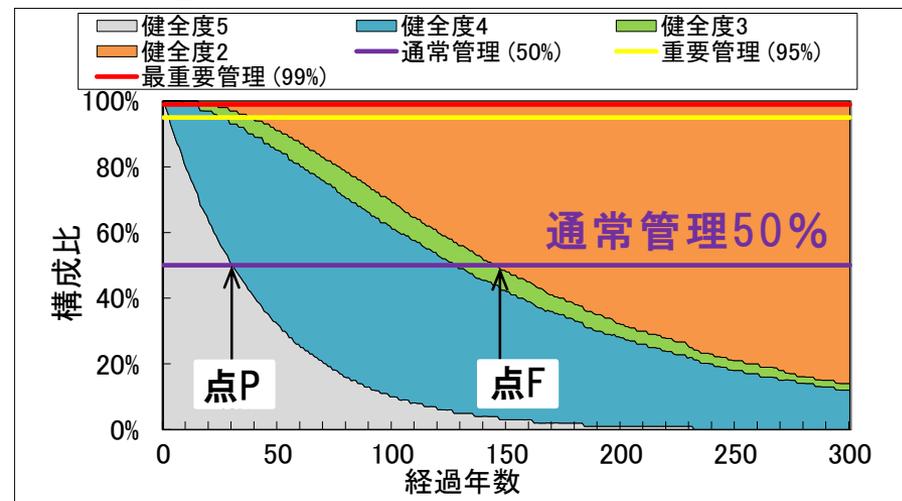
【点P】: 不具合が起こり始めてから不良を発見できる時点

【点F】: 劣化進行により最終的な機能不全が起こる時点

→P-F間隔の半分程度で
必要な措置を講じることにより
機能的な不具合を回避できる

- 咲州地域コンクリート管における腐食環境下の管渠は下水道法に基づき、5年に1度の点検とした

図_臨港地域における劣化曲線の一例



点検調査計画案の策定

表_臨港地域における点検調査計画案

○臨港地域における点検・調査計画案

- ・点検調査延長：3,003m/年
- ・点検調査費用：1,502千円/年

○年あたりの点検調査延長は
 大阪市における維持管理計画と
 比較すると、管渠総延長に
 対する割合は半分以下となった

表_大阪市維持管理計画との比較

	大阪市	臨港地域
管渠総延長	4,950km	123km
年あたりの点検延長	290km	3km
点検調査延長割合	5.9%	2.4%

舞洲地区

環境区分	対象施設	点検頻度 (年)	数量 (m)	年あたり数量 (m/年)	年あたり費用 (千円/年)
一般 環境下	地盤沈下の 影響路線	70	1,851	26	13
	大型車両の 通行路線	55	1,179	21	11
	2000年以前の FRP管(汚水)	8	9,454	1,182	591
	重要路線以外	152	13,124	86	43
合計			25,608	1,316	658

鶴浜地区

環境区分	対象施設	点検頻度 (年)	数量 (m)	年あたり数量 (m/年)	年あたり費用 (千円/年)
一般 環境下	大型車両の 通行路線	42	2,354	56	28
	重要路線以外	42	2,227	53	27
合計			4,580	109	55

咲洲地区

管種別	環境区分	対象施設	点検頻度 (年)	数量 (m)	年あたり数量 (m/年)	年あたり費用 (千円/年)
樹脂管	一般 環境下	地盤沈下の 影響路線	30	1,083	36	18
		大型車両の 通行路線	30	1,075	36	18
		重要路線以外	45	7,676	171	85
コンクリート管	一般 環境下	大型車両の 通行路線	45	16,743	372	186
		重要路線以外	75	66,272	884	442
	腐食環境下	圧送管 吐出先	5	401	80	40
合計				93,250	1,578	789

改築計画案の策定

- 作成した劣化曲線に応じて劣化するとみなし、改築事業量を推計し、年間の改築延長を算出した
- 臨港地域における改築計画案
 - ・ 改築延長：97m/年
 - ・ 改築費用：16,593千円/年
- 年あたりの改築延長は大阪市における維持管理計画と比較すると、管渠総延長に対する割合は1/10程度となった

表_臨港地域における改築計画案

対象地域	年あたり数量 (m/年)	年あたり費用 (千円/年)
舞洲地域	37	4,222
鶴浜地域	7	841
咲洲地域(樹脂管)	8	941
咲洲地域(コンクリート管)	45	10,589
合計	97	16,593

表_大阪市維持管理計画との比較

	大阪市	臨港地域
管渠総延長	4,950km	123km
年あたりの改築延長	40km	0.097km
改築延長割合	0.81%	0.08%

【検討①：各種不具合と想定要因の傾向分析】

臨港地域特有の劣化要因との関係性が確認された

【検討②：将来予測】

臨港地域下水道の劣化傾向は大阪市と比較し、緩やかであった重要路線管渠は健全度2に達するまでの期間が短い傾向を示した

【検討③・④：点検調査頻度の設定・改築事業量の算出】

臨港地域下水道の年あたりの点検延長、改築延長は、大阪市の維持管理計画よりも抑えられる結果となった

課題

- ・ 咲州地域は未調査路線が残る
- ・ 健全な管路施設も、今後老朽化が進む

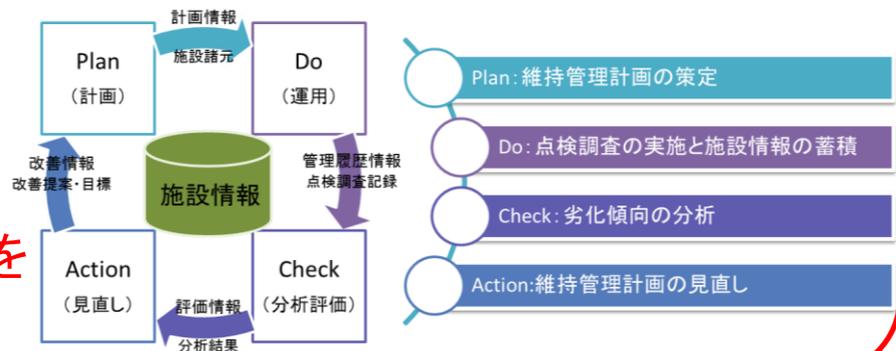
潜在的なリスクが残されている

対策

- ・ 維持管理の効率化を図るためには、机上スクリーニングの精度向上が求められる

⇒ PDCAを継続的に実施し、劣化要因別の劣化予測精度をあげることが重要である

図_PDCAサイクルの実施



管路施設

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

東京本社 東日本技術本部 畠内絵梨

1. はじめに

整備促進の時代

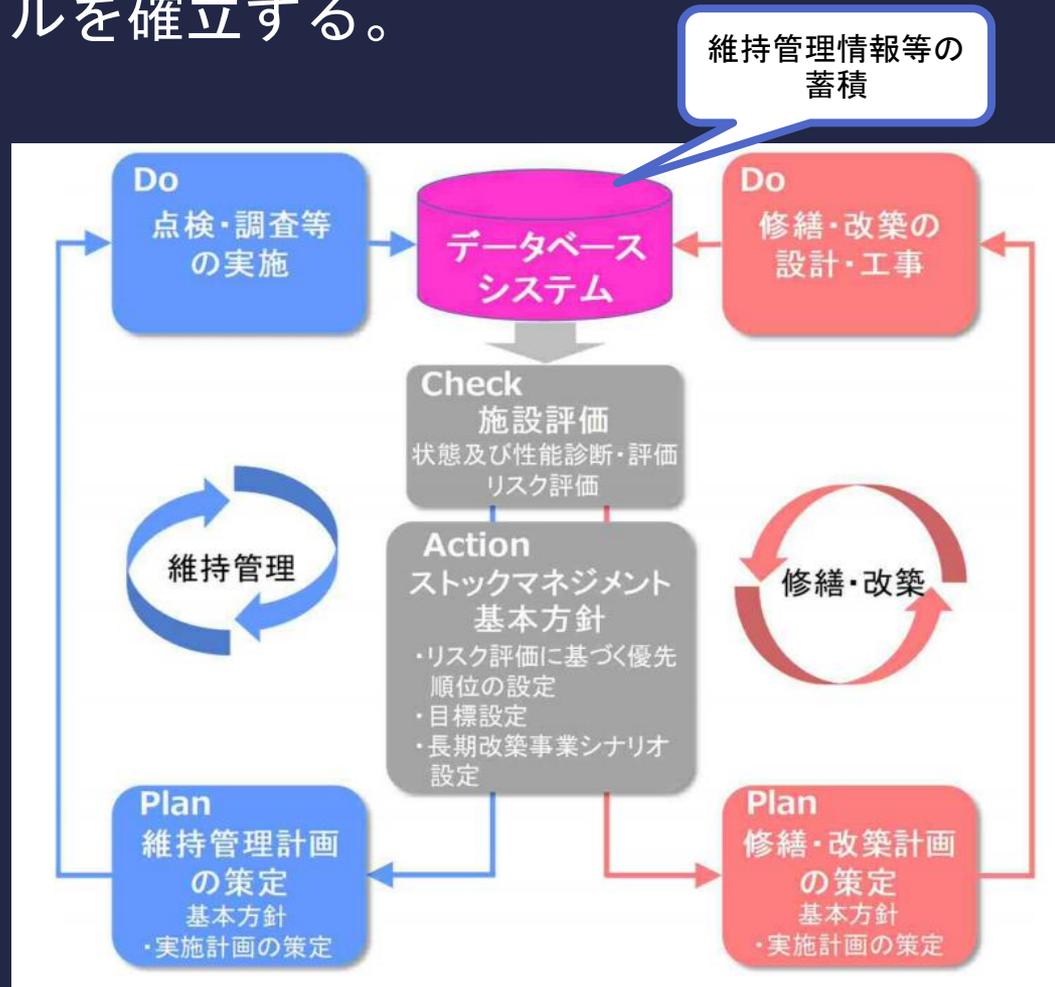
- 整備促進(普及率拡大)の時代
- 施設整備計画および設計・工事を中心とした PDCA (Plan-Do-Check-Action) サイクルのマネジメントが重要

維持・改築の時代

- 維持・改築（下水処理の維持向上）の時代
- 膨大なストックを適正に管理するために維持管理および診断・評価を中心とした CAPD (Check-Action-Plan-Do) サイクルのマネジメントが重要

1. はじめに

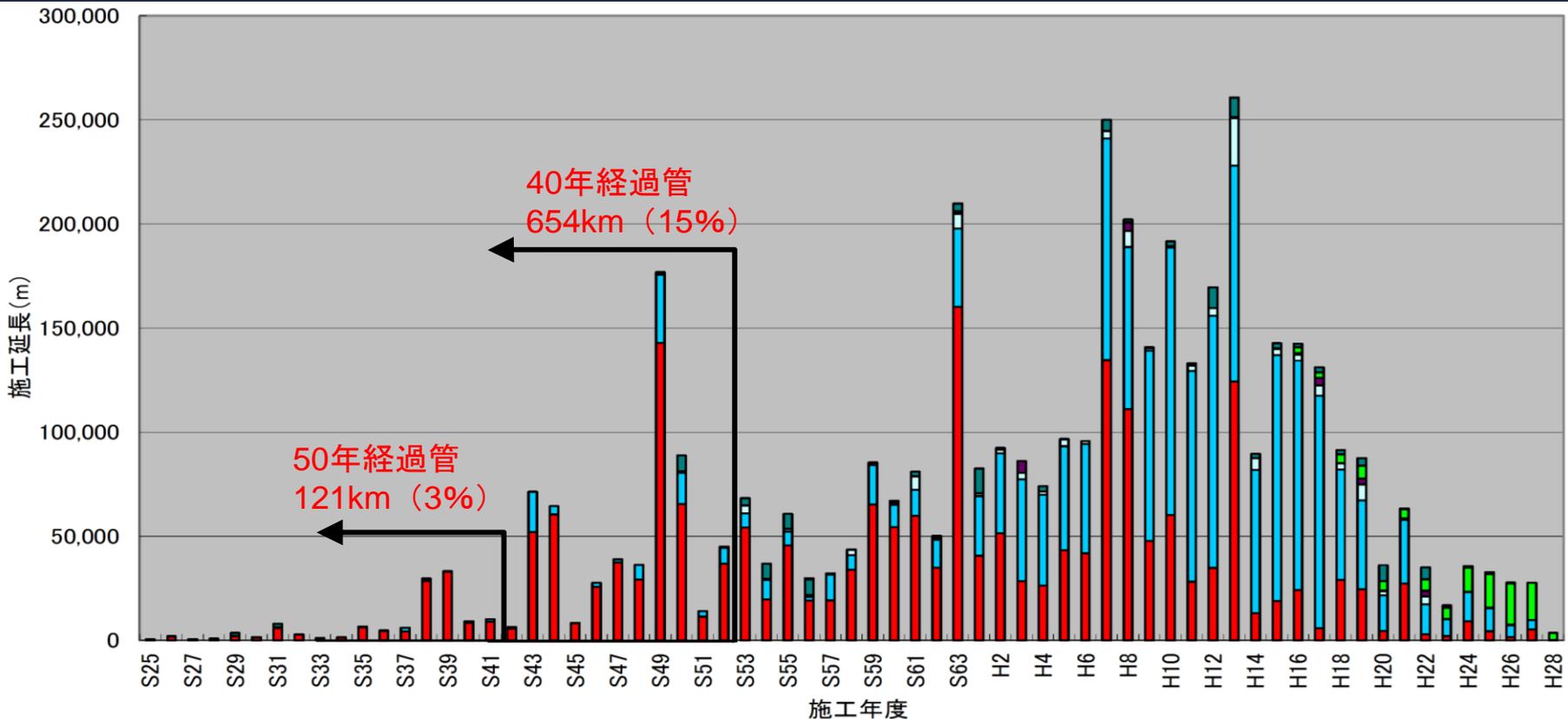
- ・ 維持管理情報等を蓄積、分析しこれを起点としたマネジメントサイクルを確立する。



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-（国土交通省）

2. 事例都市の概要と課題

- ・ 管路施設の整備開始年度：昭和25年_1950年
- ・ 管理管路延長：4,300km(平成28年_2016年の計画策定時点)



限られた財源と人員で膨大な老朽化施設の効率的な維持管理を行っていく必要がある。

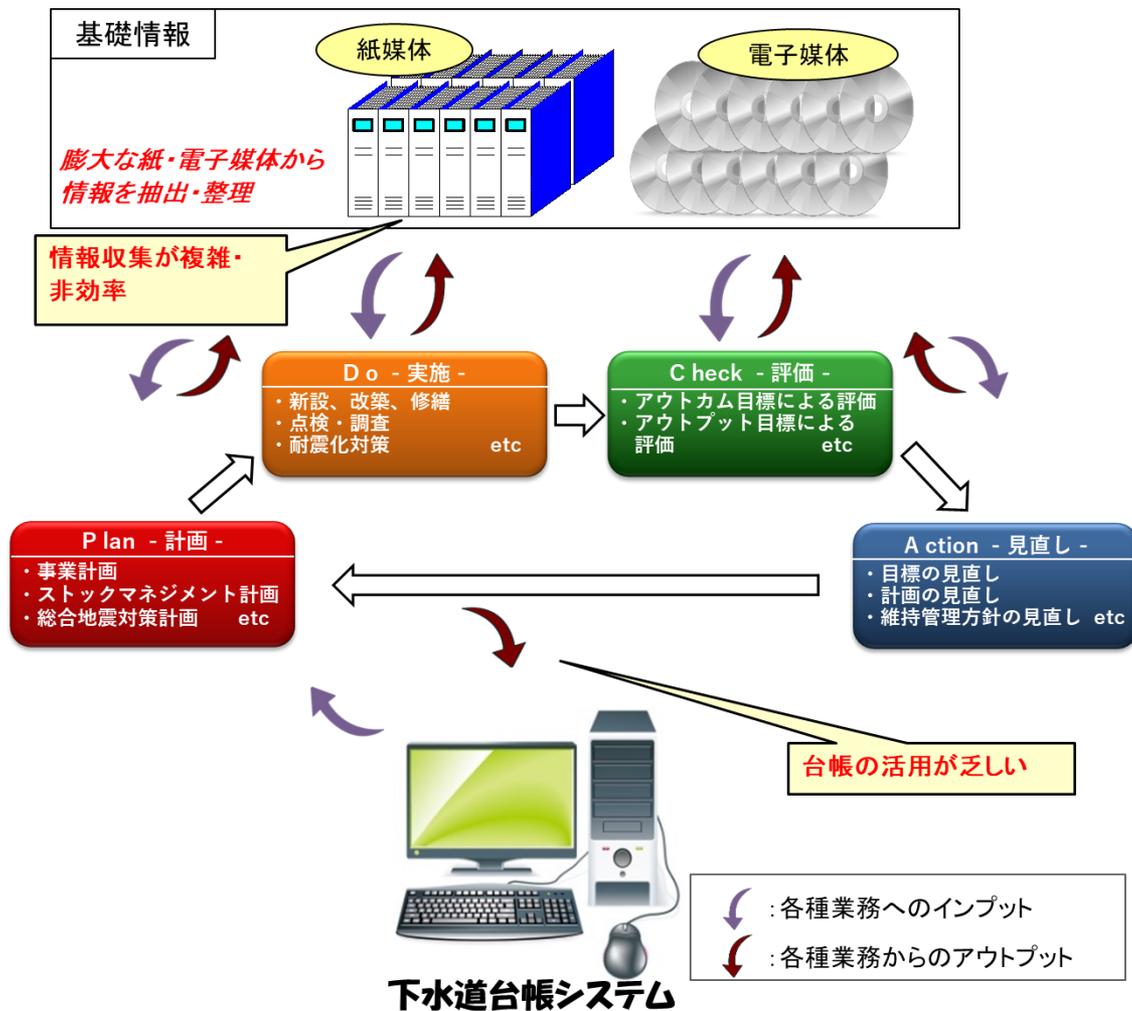
■ 鋼鉄管	■ その他
■ 鋼管	■ 開渠
■ プラスチック管	■ 更生管
□ コンクリート管	■ ボックス型ヒューム管
□ 陶管	■ 組み合わせ暗渠ブロック
■ 塩ビ管	■ コルゲートパイプ
■ ヒューム管	■ レジコン管

2. 事例都市の概要と課題

- ・ 事例都市においては、採用改築シナリオ（緊急度Ⅰを改築）で、管路施設の保有延長に対し改築投資額が小さいため、将来的に100年以上使用する管路施設が出現することになる。
- ・ 下水道事業の歴史が古い自治体、膨大な管路ストックを保有する自治体においては同様の課題を抱えるものと考えられ、限られた財源と人員における、リスクの最小化が必要となる。

- ・ スクリーニングによる効率的なリスクの発見
- ・ 被害規模に応じたリスク管理
- ・ 計画の改善に向けた情報の蓄積
- ・ マネジメントサイクルによる計画の改善

2. 事例都市の概要と課題



情報共有の仕組みが確立されていないため、関連部署の情報共有・連携、マネジメントサイクルの運用に課題があった。

3. 検討と提案

3-1. スtockマネジメント計画の策定

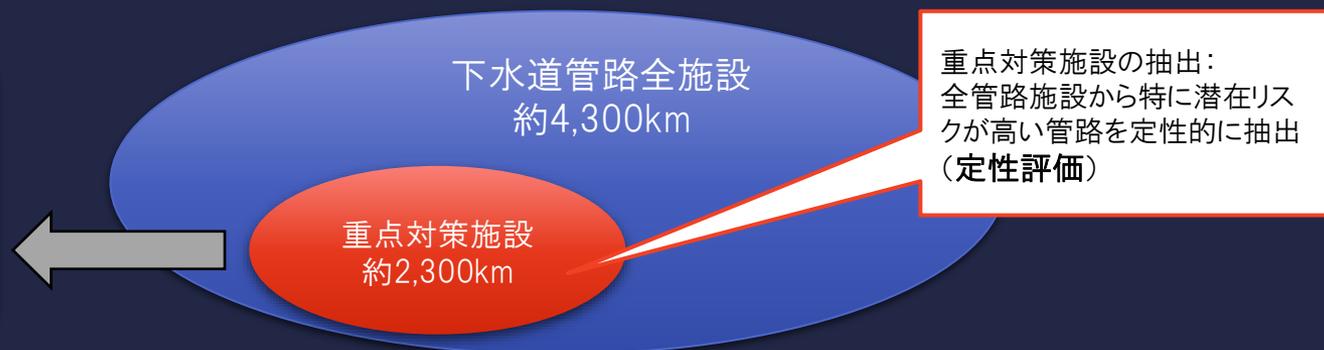
3-2. 下水道台帳システムの活用による維持管理サイクルの改善

3-3. 計画実施要領の策定

3. 検討と提案

3-1. スtockマネジメント計画の策定：リスク評価

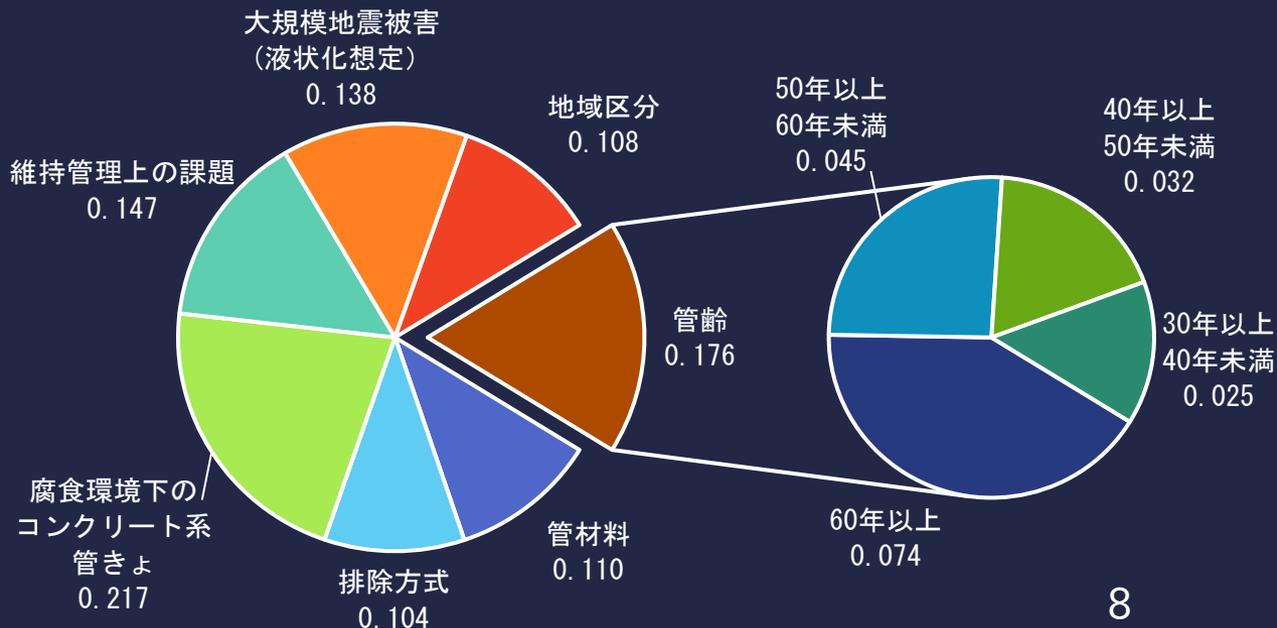
スパン毎のリスク評価：
発生確率、被害規模について、市職員へのアンケート結果より、AHP手法によるリスク値を設定(定量評価)



定性評価

- 管齢が40年以上
- 管齢が30年以上40年未満
のコンクリート系管きよ
- 管種が陶管
- 腐食環境下路線
- 地震対策上の重要な幹線等
- ターミナル駅のある処理分区

定量評価 (ex. 発生確率)



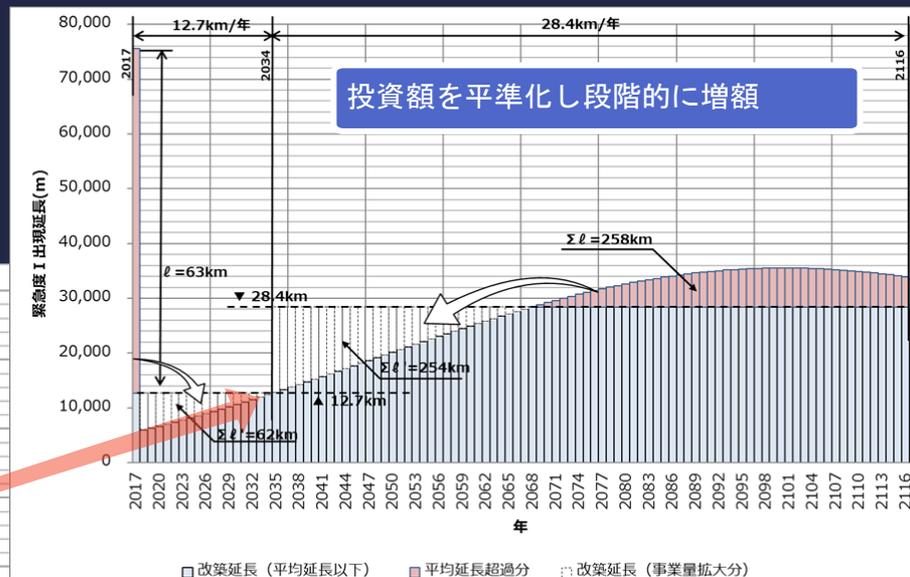
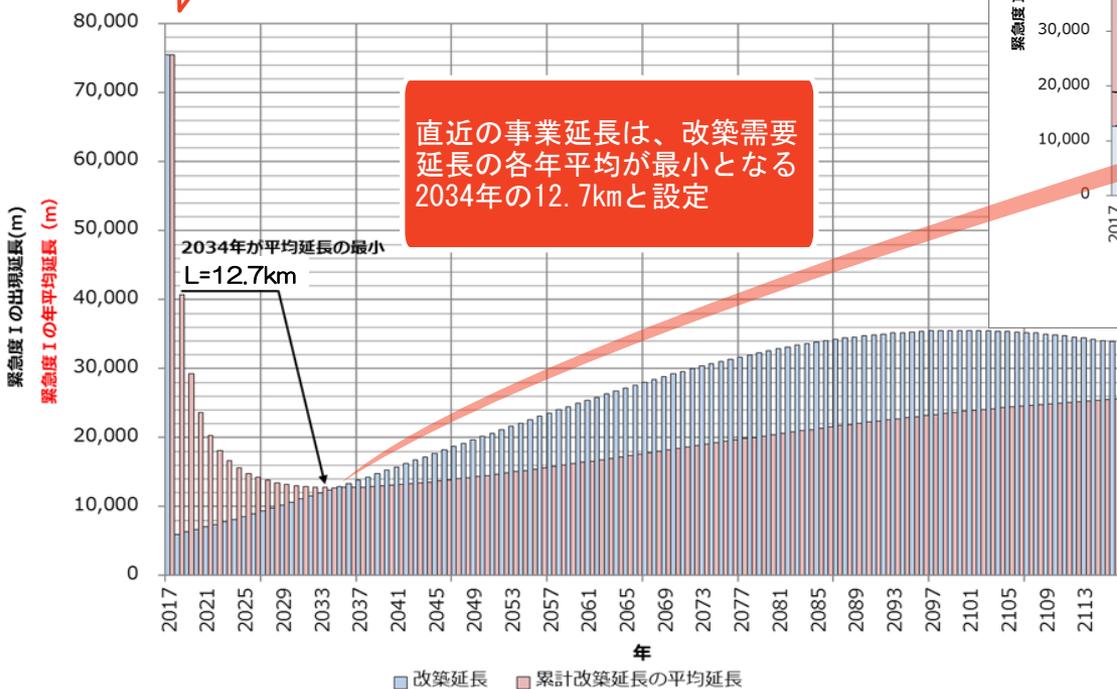
3. 検討と提案

3-1. スtockマネジメント計画の策定：長期的な改築事業シナリオ

- ・ 投資の実現性を考慮し、緊急度Iを0にするシナリオを採用

初年度に突出した改築需要を平準化する必要がある。

直近の事業延長は、改築需要延長の各年平均が最小となる2034年の12.7kmと設定



3. 検討と提案

3-1. スtockマネジメント計画の策定：施設管理の目標設定

- ・ ①安全の確保、②ライフサイクルコストの低減、③地震時における下水道施設に起因した被害軽減、の観点より設定した。

施設管理の目標設定の方法 (ex. 安全の確保)

アウトカム：全国的に老朽管に起因する道路陥没の発生件数が多い
 標準耐用年数50年経過管に起因する道路陥没、機能不全 → 0件/km/年
 アウトプット：老朽管の状態把握を目指す
 適切な調査（それに伴う対策）の実施 → 調査延長：107km/年

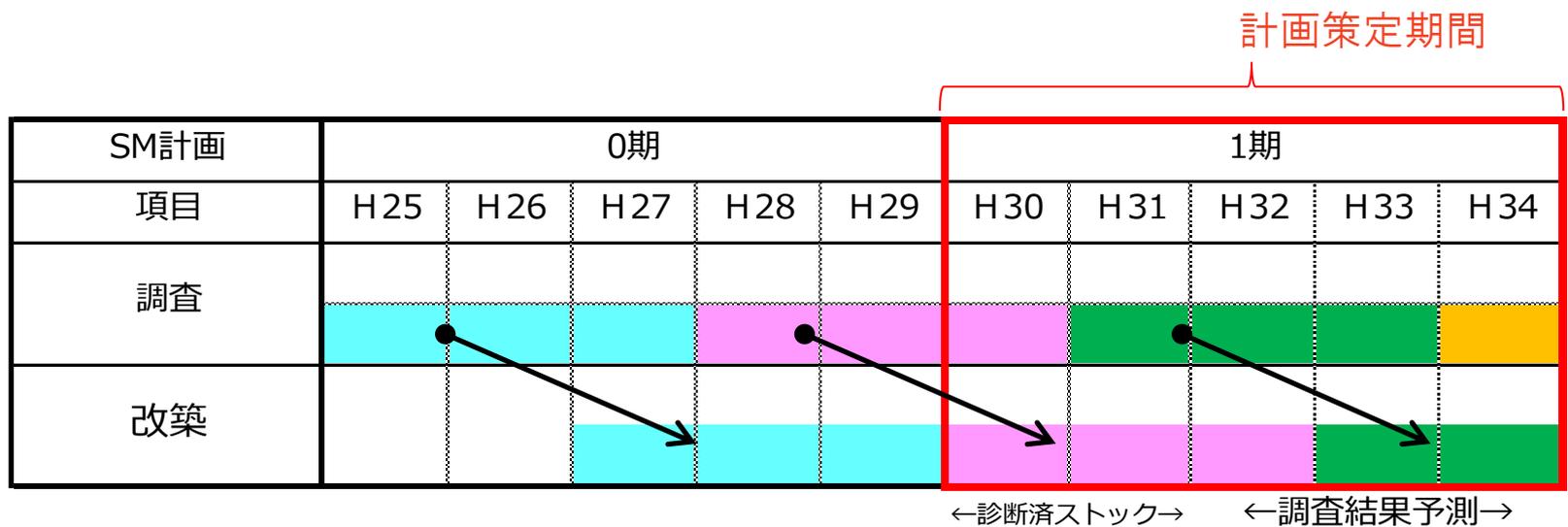
年度	元号	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	H37	H38	H39
	西暦	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
老朽管延長累計 〈管齢50年超過〉(km)		199	264	272	300	339	375	552	641	655	700
調査延長 (km)	単年度延長	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
	累計延長	107	214	321	428	535	642	749	856	963	1,070
老朽管の調査カバー率		53.8%	81.1%	118.0%	142.7%	157.8%	171.2%	135.7%	133.5%	147.0%	152.9%
道路陥没件数 (件) 未調査延長×0.25件/km		23	13	0	0	0	0	0	0	0	0

調査カバー率（調査延長の累計延長 / 老朽管延長）100%を達成することにより、老朽管による道路陥没、機能不全を防止する方針とした。

3. 検討と提案

3-1. スtockマネジメント計画の策定：修繕・改築計画の策定

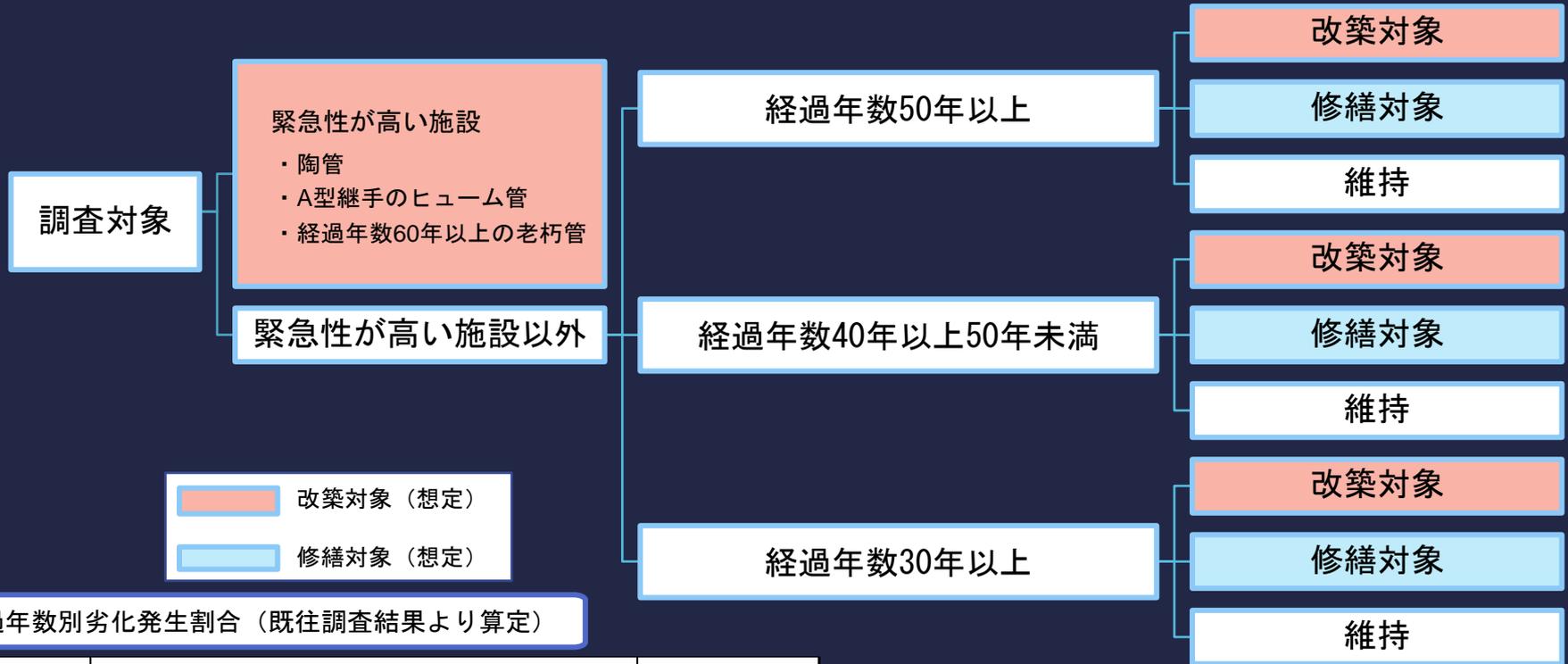
- ・ 既存の調査結果による改築事業量が、長期的な改築事業シナリオにおいて設定した改築事業量に対し、不足していた。
- ・ 不足分は、点検・調査計画において調査予定となっている管路から、供用年数等を用いて**劣化状況を想定**し、対策数量を推定・加算した。



3. 検討と提案

3-1. スtockマネジメント計画の策定：修繕・改築計画の策定

- 調査対象施設のうち、緊急性が高い施設は改築を行うことと推定し、それ以外の施設は既往調査結果より算定した劣化発生割合を掛け合わせ、対策数量を算定した。



経過年数別劣化発生割合 (既往調査結果より算定)

経過年数	緊急度Ⅱ					緊急度Ⅲ		
	腐食A・B	たるみA (蛇行A)	不良発生率A		修繕対応 異状あり	その他	修繕対応 異状あり	その他
			改築対象	修繕対象				
30年以上40年未満	23.00%	3.70%	0.15%	13.95%	2.40%	56.80%	22.10%	77.90%
40年以上50年未満	38.10%	2.00%	0.26%	24.64%	2.40%	32.60%	35.80%	64.20%
50年以上	53.40%	2.80%	0.38%	35.52%	3.80%	4.10%	67.20%	32.80%
平均	38.17%	2.83%	0.26%	24.70%	2.87%	31.17%	41.70%	58.30%

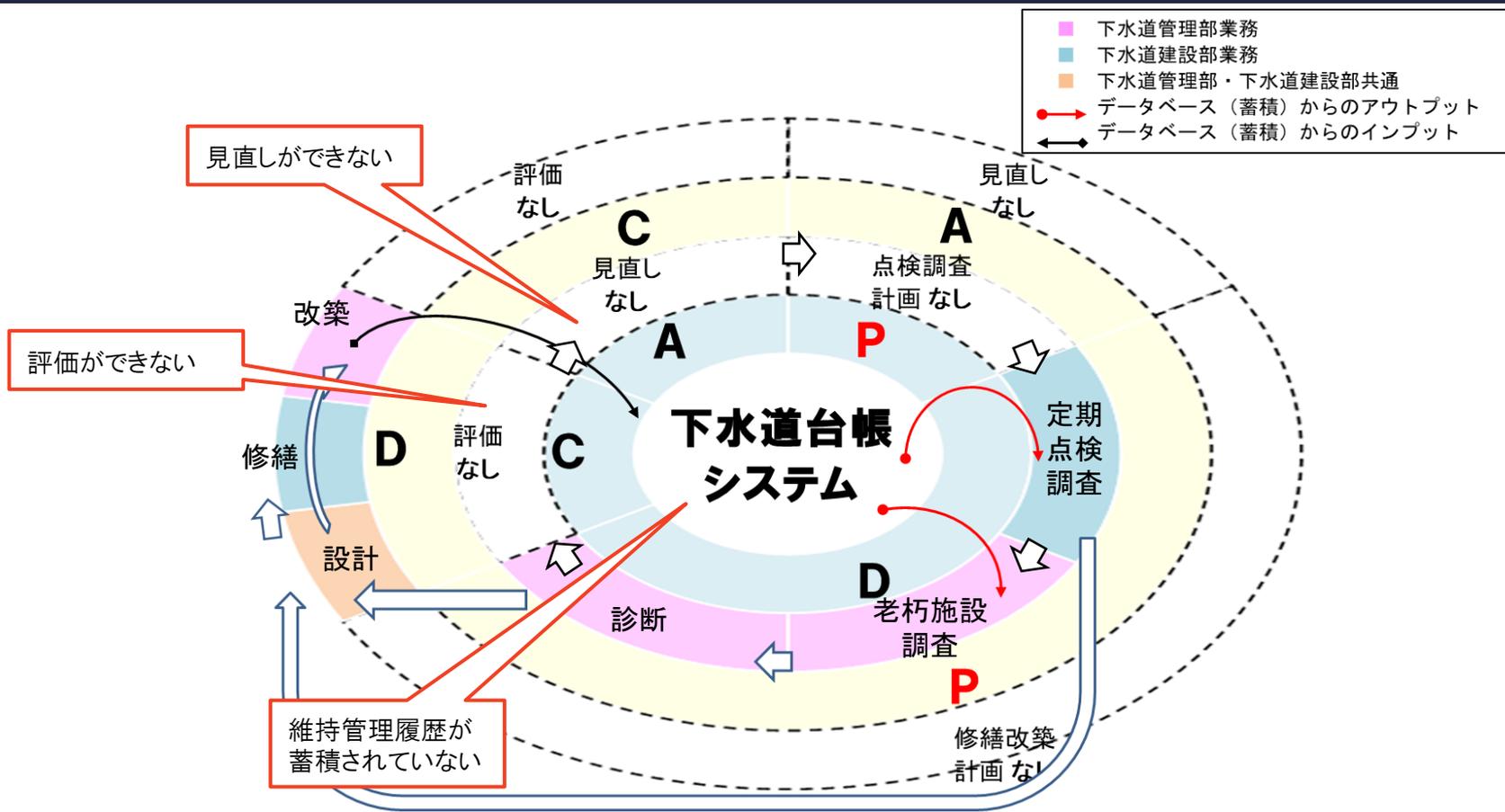
× (経過年数別劣化発生割合)

	改築
	改築と修繕の比較
	修繕

3. 検討と提案

3-2. 下水道台帳システムの活用による維持管理サイクルの改善：

下水道台帳システム現状と課題の抽出

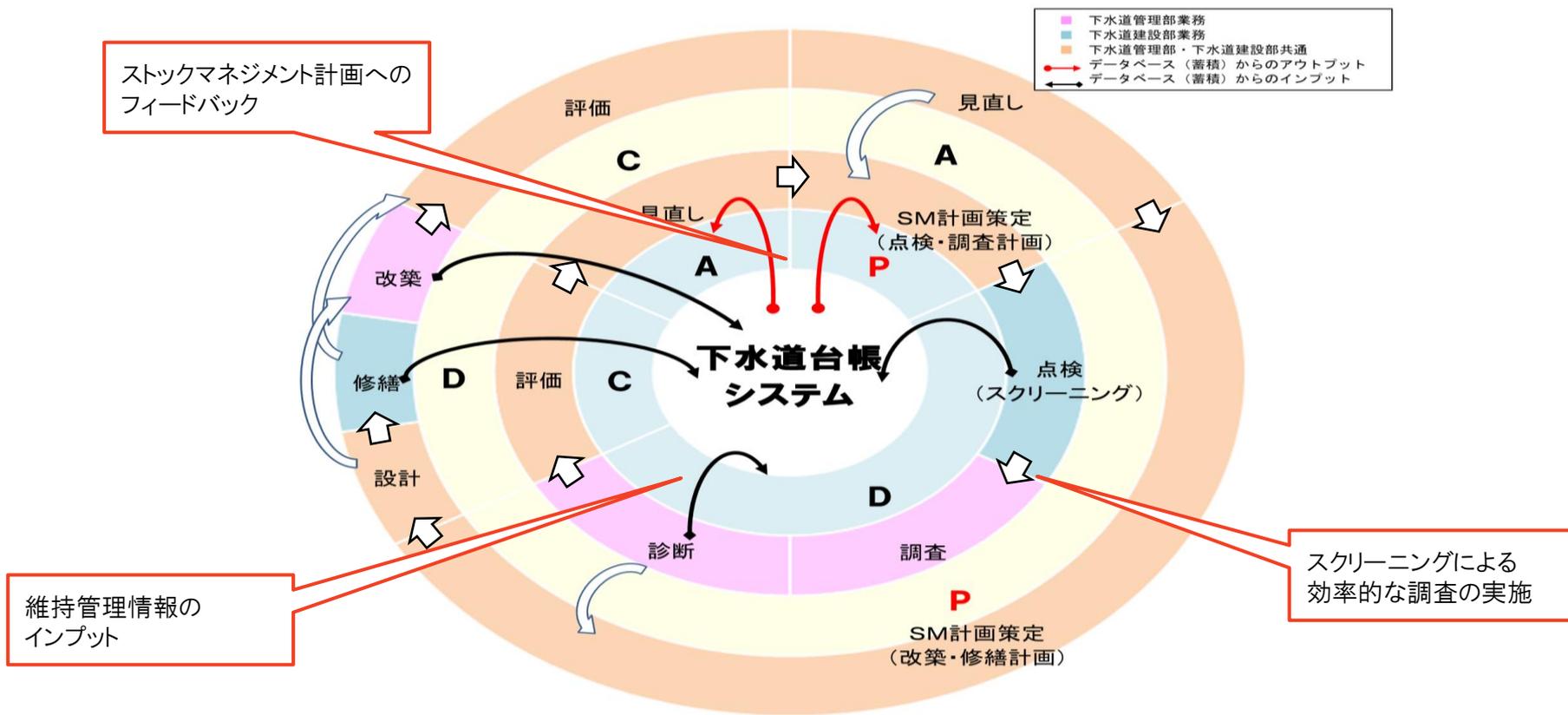


施設情報の閲覧、計画業務へのデータ利用に活用されていた。

3. 検討と提案

3-2. 下水道台帳システムの活用による維持管理サイクルの改善：

下水道台帳システムの活用提案



下水道関連業務の情報を下水道台帳システムに登録

- ・ 容易に情報の検索・取得が可能となり、多様な業務への活用が期待できる。
- ・ 複数の部署が管轄する事業の情報共有により、部署間の連携、事業全体のマネジメントが改善される。

3. 検討と提案

3-2. 下水道台帳システムの活用による維持管理サイクルの改善：

下水道台帳システムへの属性追加項目の整理

事業段階	対象業務	アウトプット情報	管きよ	MH	MH ふた	取付管	ます	属性の 有無	他業務との関連性の有無		属性化の 有効性	ファイルサーバ管理 の有効性	
									有無	関連事業			
Plan 計画	全体計画 事業計画 未普及解消	計画施設	○					×	×		-	-	
		計画目標年次	○					×	×		-	-	
		排水面積	○					×	○	新設設計・施工 改築・修繕設計 浸水対策計画	×	×	
		点検箇所(腐食環境下)	○	○				×	○	ストックマネジメント基本計画	○	×	
	ストックマネジメント 基本計画	重点対策施設	○	○	○				×	×		-	-
		リスク値	○	○	○				×	×		-	-
		調査優先度	○	○	○				×	×		-	-
		点検計画年度	○	○	○				×	○	点検	○	×
		調査計画年度	○	○					×	○	調査	○	×
	改築・修繕計画	改築・修繕優先度	○	○	○	○	○		×	×		-	-
		改築計画年度	○	○	○	○	○		×	○	改築・修繕設計 総合地震対策計画ほか改築を伴う関連計画	○	×
		改築方法	○	○	○	○	○		×	○	改築・修繕設計	×	×
		修繕計画年度	○	○		○			×	○	改築・修繕設計	○	×
		修繕方法	○	○			○		×	○	改築・修繕設計	×	×
	Plan 計画	重要な幹線等	○						×	○	ストックマネジメント計画 改築・修繕設計ほか改築を伴う各種設計	○	×
		対策優先度	○	○					×	×		-	-
		耐震性能	○	○					△ (MHのみ)	○	耐震対策設計	○	×
		耐震対策済施設	○	○					×	○	耐震対策設計	○	×
		耐震診断済施設	○	○								○	×

下水道台帳システムの活用のための追加項目は下水道関連業務からアウトプット情報を抽出し、他業務への活用有効性を整理

3. 検討と提案

3-3. 計画実施要領の策定

- ・下水道ストックマネジメント計画においては、実際の**運用**をもって、適宜**見直し**を図っていくことが重要であるため、策定した計画の運用方法をPDCAに沿った「計画実施要領」として整理した。

P

計画

- 今回策定計画の概要

D

事業実施

- 点検・調査・改築・修繕の実施方針
- 次プロセス（点検→調査、調査→改築・修繕等）への判断基準
- 調査票のフォーマット 等

C

進捗管理

- 目標の進捗管理の考え方、集計方法 等
 - 機能支障実績
 - 劣化傾向
 - 事業量 等

A

計画の見直し

- 想定される見直し項目
 - 重点対策施設の定義
 - 目標の設定
 - 対策対象範囲の設定 等

雨水ポンプ場における耐震補強及び 不同沈下対策設計事例

オリジナル設計株式会社
施設本部東日本施設部 田村孝太

OEC オリジナル設計株式会社

水・緑・環境— VISTAQUA 「見える化」で水事業を支援します

目次

1. はじめに
2. 対象施設の概要
3. 沈下の原因と現況の地盤
4. ポンプ棟の改修方針の選定
5. 具体的な改修方法の検討
6. おわりに

1. はじめに

【背景】

近年記録的大雨により河川氾濫や内水氾濫が多発

【A市の課題・目的】

A市においても浸水被害等が発生し、雨水排水機能の確保が課題

A市雨水ポンプ場の現状

- ・施設の耐震性能不足
- ・不同沈下による天井クレーンの動作不良



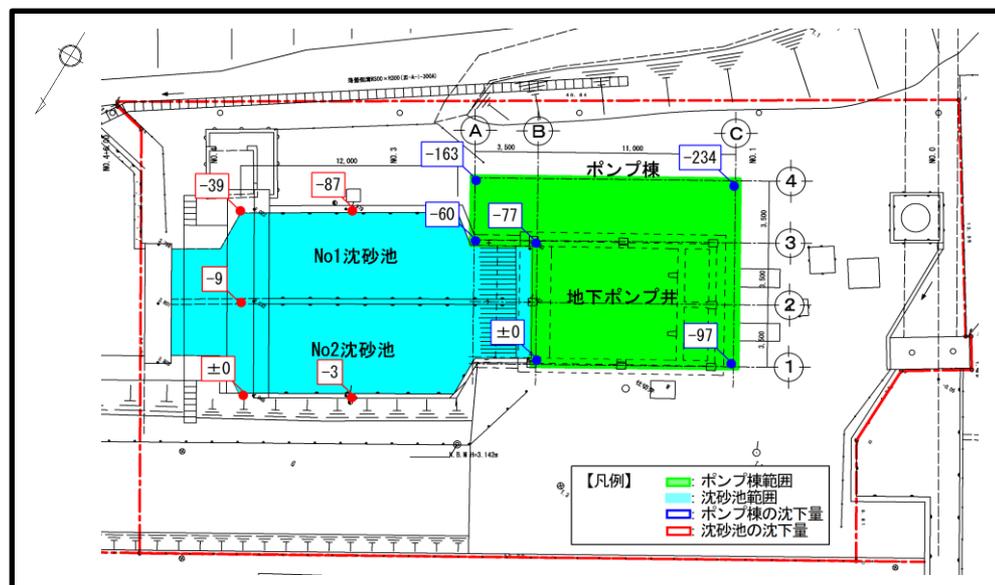
施設の機能が発揮できない可能性あり

耐震補強、不同沈下対策及び設備再構築を同時に実施することで、雨水排水機能を確保する必要がある。

2. 対象施設概要

【施設概要：A市雨水ポンプ場】

- ・形式：分流式雨水ポンプ場
- ・構造：(ポンプ棟)鉄骨造平屋建て(X方向ラーメン、Y方向ブレース構造)
(地下ポンプ井、沈砂池)鉄筋コンクリート造
- ・基礎：杭基礎(RC杭、杭長4～7m、φ250～300)
- ・供用開始：昭和50年4月



雨水ポンプ場敷地配置図

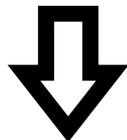


雨水ポンプ場現況写真

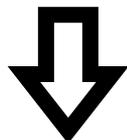
3. 沈下の原因と現況の地盤(1/2)

【沈下の原因】

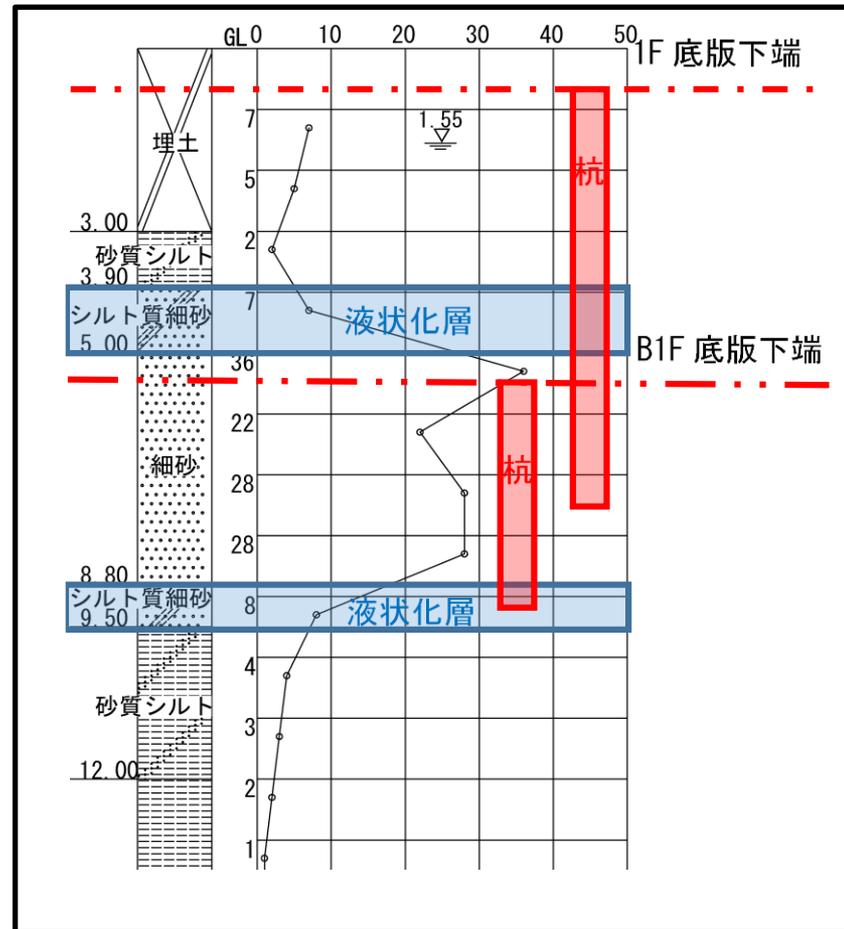
杭基礎の先端以深に液状化層が存在



東日本大震災により液状化が発生し、杭の支持力を失った



不同沈下が発生



雨水ポンプ場の地盤状況及び基礎配置

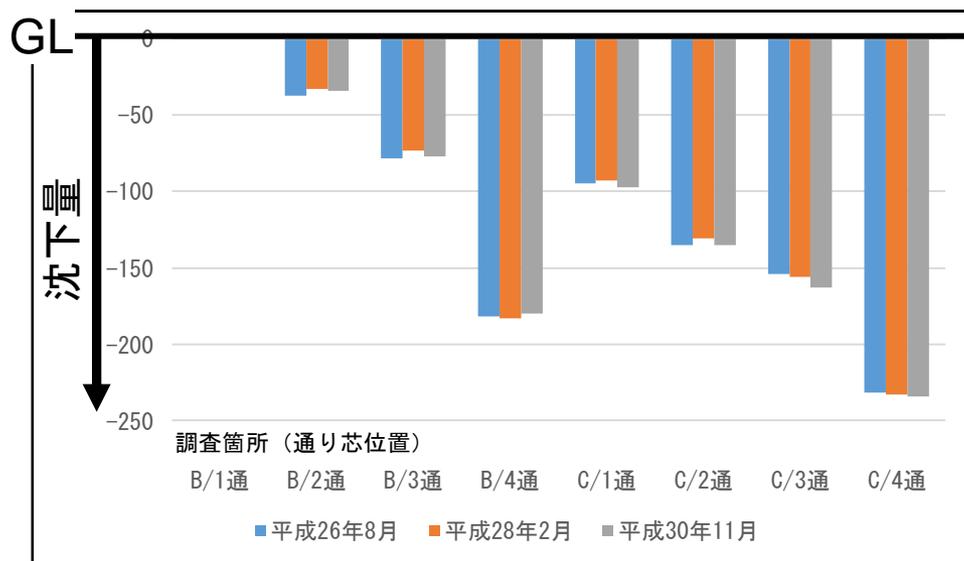
3. 沈下の原因と現況の地盤(2/2)

【地盤の現況調査】

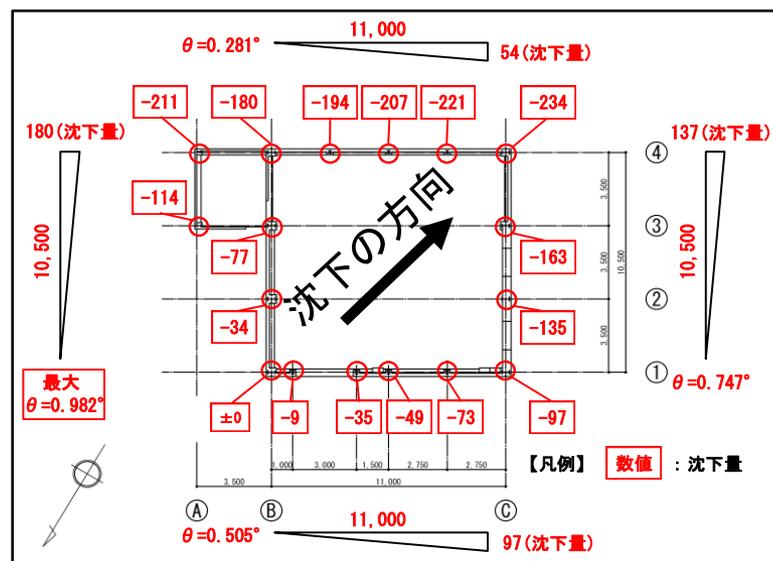
H26～30にかけて沈下量の進行について調査を実施



調査年ごとに若干の誤差はあるものの、大きな変化はなく、現状の地盤は安定している。



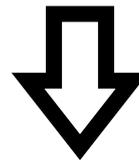
ポンプ棟沈下量測定結果



ポンプ棟沈下量測定結果 (H30)

4. ポンプ棟の改修方針の選定(1/4)

【前提】雨水ポンプ場は、用途・施設規模の変更なし
ポンプ棟の耐震性能確保と不同沈下対策の方針として、
以下の3案で比較検討を実施



比較検討3案

- case-1 建屋新築案
- case-2 耐震補強＋既存建屋曳家案
- case-3 耐震補強＋建屋建て起こし案

検討の結果、case-3 耐震補強＋建屋建て起こし案 を採用

以降に、各caseを詳述する。

4. ポンプ棟の改修方針の選定(2/4)

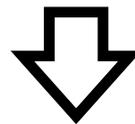
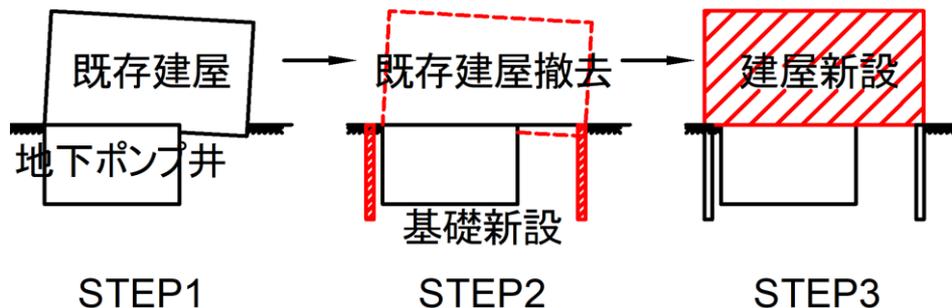
■ case-1: 建屋新設案

既存建屋を撤去し、新たに建屋を建設する案

- 【メリット】・耐震性能確保と不同沈下対策を兼ねることが可能
- ・設備再構築工事における制約が軽微

【デメリット】・経済性に劣る

概要図



3案の中で最も経済性に劣るため不採用

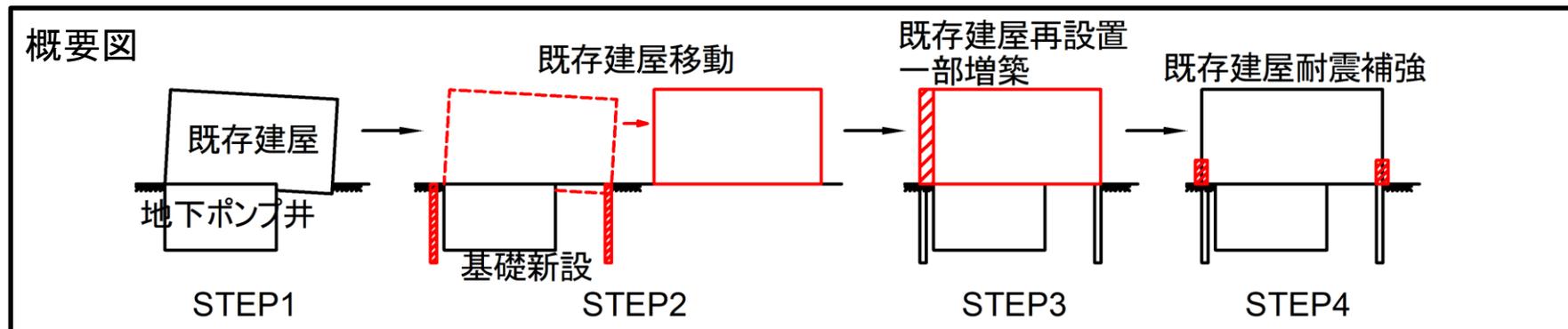
4. ポンプ棟の改修方針の選定(3/4)

■ case-2: 耐震補強 + 建屋曳家案

耐震補強により耐震性能を確保し、基礎の新設により不同沈下対策を実施する案

【メリット】・既存建屋の活用が可能

【デメリット】・曳家時の既存建屋の移動先の検討が必要
・建屋を元の場所に再設置する必要がある。



移動先確保が困難なため不採用

4. ポンプ棟の改修方針の選定(4/4)

■ case-3: 耐震補強 + 建屋建起し案

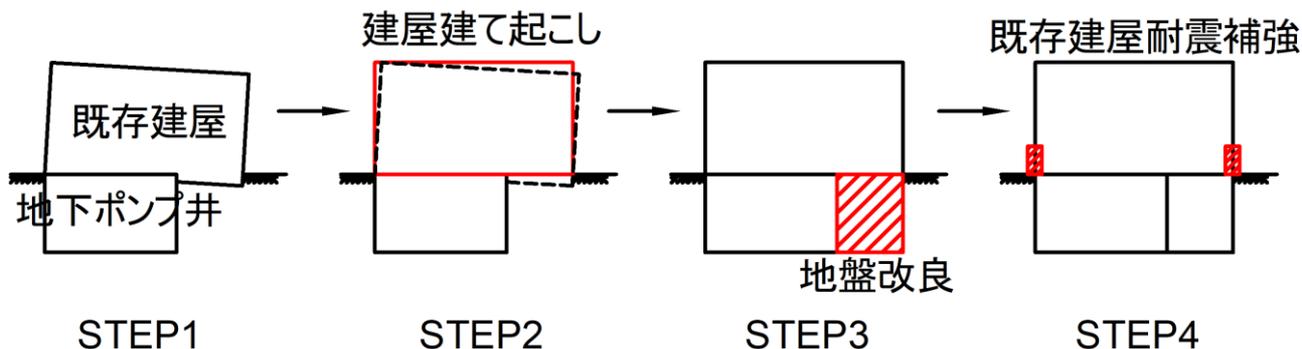
採用方針

耐震補強により耐震性能を確保し、既存建屋の建て起こしにより不同沈下対策を実施する案

【メリット】・既存建屋の活用が可能であり、経済的に最も有利

【デメリット】・建屋が残置された状態で設備再構築を行う必要がある。

概要図



経済性に最も優れ、施工性も容易なため採用

5. 具体的な改修方法の検討(1/5)

5.1耐震改修方法の検討

【耐震性能不足の要因】

地震時柱脚部の変形大

既存ブレースの耐力不足



既設柱脚部状況

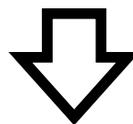


既設ブレース設置状況



既設ブレース部材寸法測定

【対策方法】



これらの問題点を改善することで耐震性能を確保

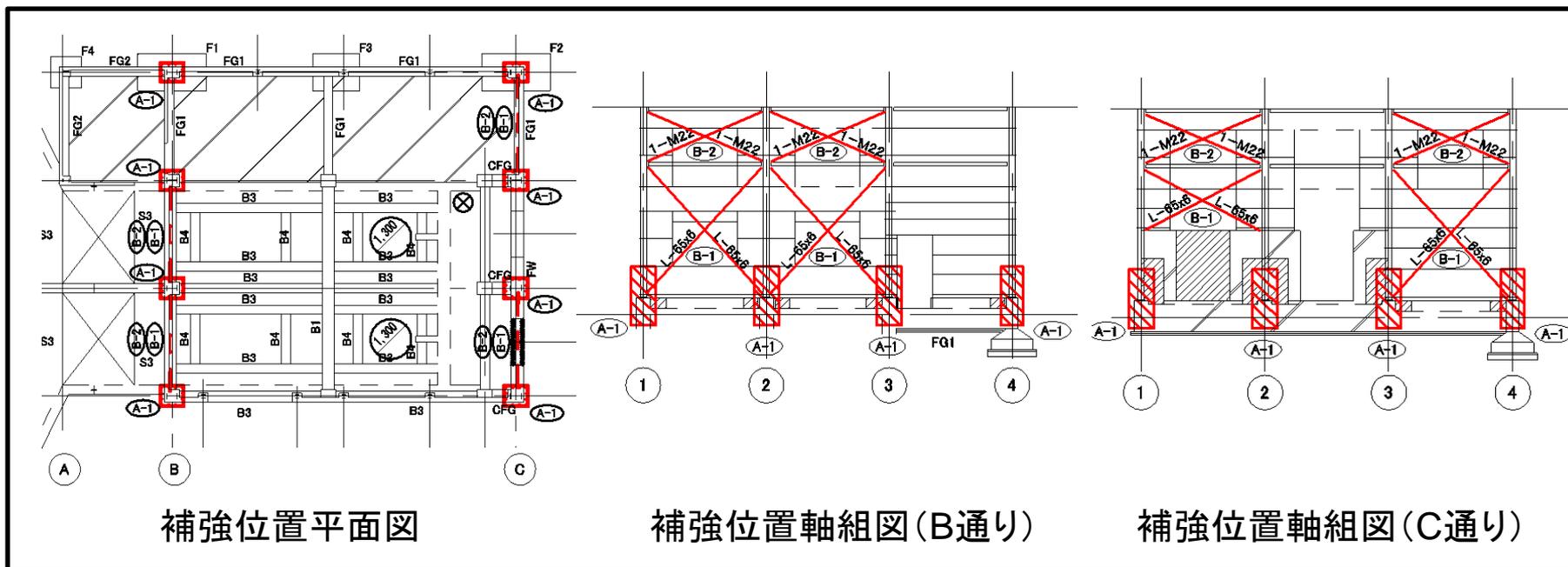
以降に、対策方法を詳述する。

5. 具体的な改修方法の検討(2/5)

5.1 耐震改修方法の検討

補強方法

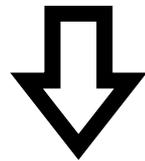
- ① 柱脚の変形抑制 → 根巻柱脚の新設
- ② 既存ブレースの耐力不足 → 既存ブレースの取り換え



5. 具体的な改修方法の検討(3/5)

5.2 不同沈下対策の検討

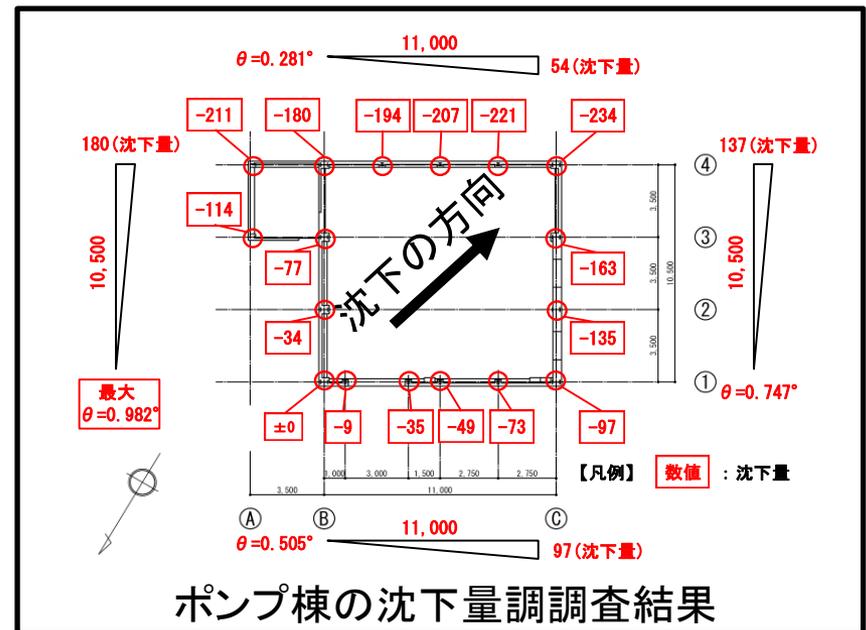
建屋の建て起こし工法として、以下の2案で比較検討



比較検討2案

case-A: 鋼管杭圧入工法

case-B: 根がらみ工法



検討の結果、case-B 根がらみ工法 を採用

5. 具体的な改修方法の検討(4/5)

■ case-A: 鋼管杭圧入工法

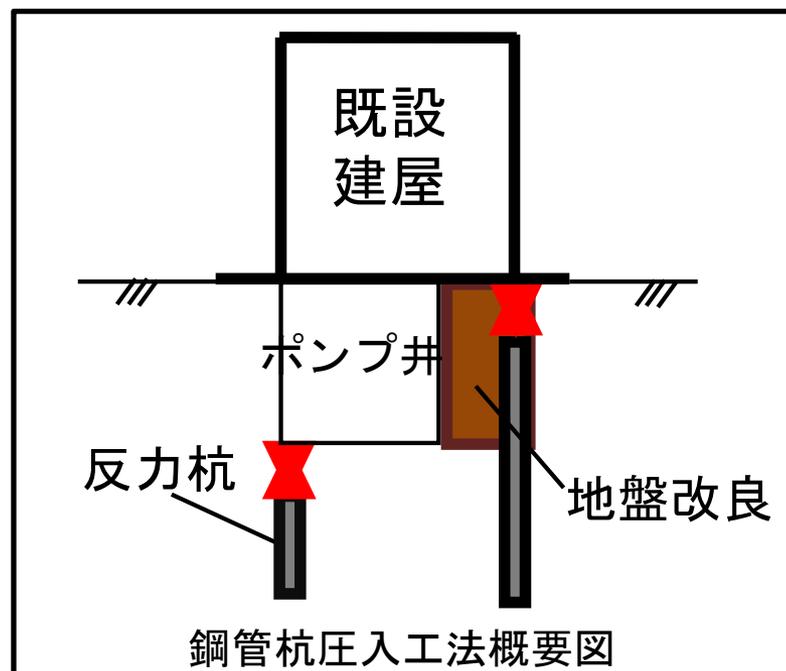
既存建屋の基礎下に鋼管杭を圧入し、杭を反力点として建物のレベルを調整する。

【メリット】

・安定した地盤まで鋼管杭が設置されるため、建屋の再沈下に有効

【デメリット】

・地下ポンプ井下まで掘削が必要
・作業時の掘削作業により一時的に沈下が進行する可能性あり。



底版下の掘削が難工事である上、経済性にも劣るため不採用

5. 具体的な改修方法の検討(5/5)

■ case-B: 根がらみ工法

採用工法

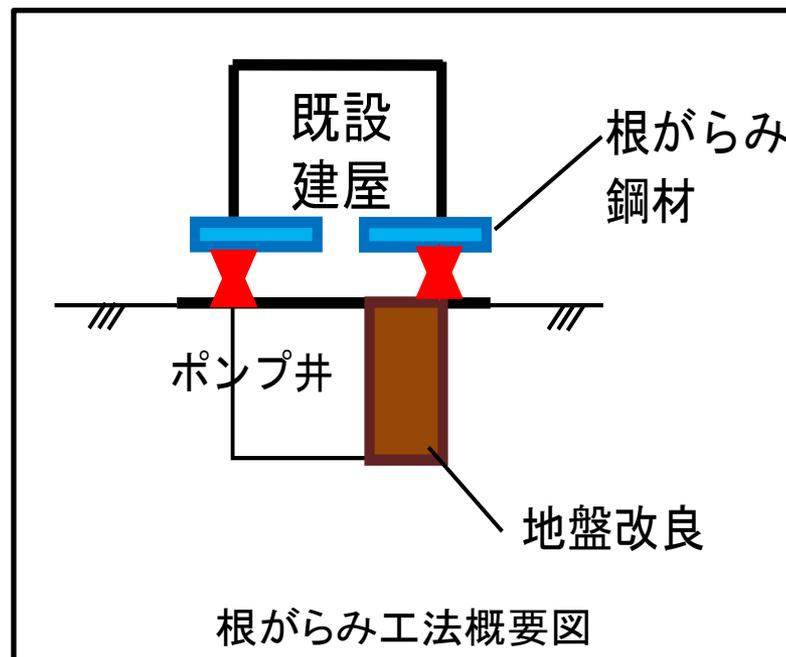
土台と建屋を切り離し、H形鋼等の根がらみ鋼材を配置し、鋼材と緊結させた建屋のレベルを調整する。

【メリット】

- ・地上部建屋のみを持ち上げるため、掘削等の工事が不要

【デメリット】

- ・既存設備機器と根がらみ鋼材との干渉に留意が必要
- ・仕上げ材の撤去復旧が必要



地上部のみの工事となり、施工性、経済性に優れるため採用

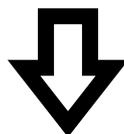
6. おわりに

■ 雨水ポンプ場の機能確保のための改築

採用工法

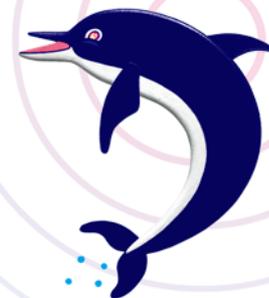
- 【耐震補強】根巻き柱脚新設、ブレース材の取り換え
- 【不同沈下対策】根がらみ工法によるレベル修正

- ・それぞれの設計内容が及ぼす影響を考慮して進める必要があった
- ・将来的にも同様の設計が増えていくと予想される



多角的に、広く俯瞰できる視点が重要

ご清聴ありがとうございました。



新設ポンプ場の津波対策

TECグループ

株式会社 東京設計事務所
Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd.

【 発表内容 】

1. 対象施設の状況
2. 津波高さの設定
3. 津波の対策検討
4. おわりに



1. 対象施設の状況

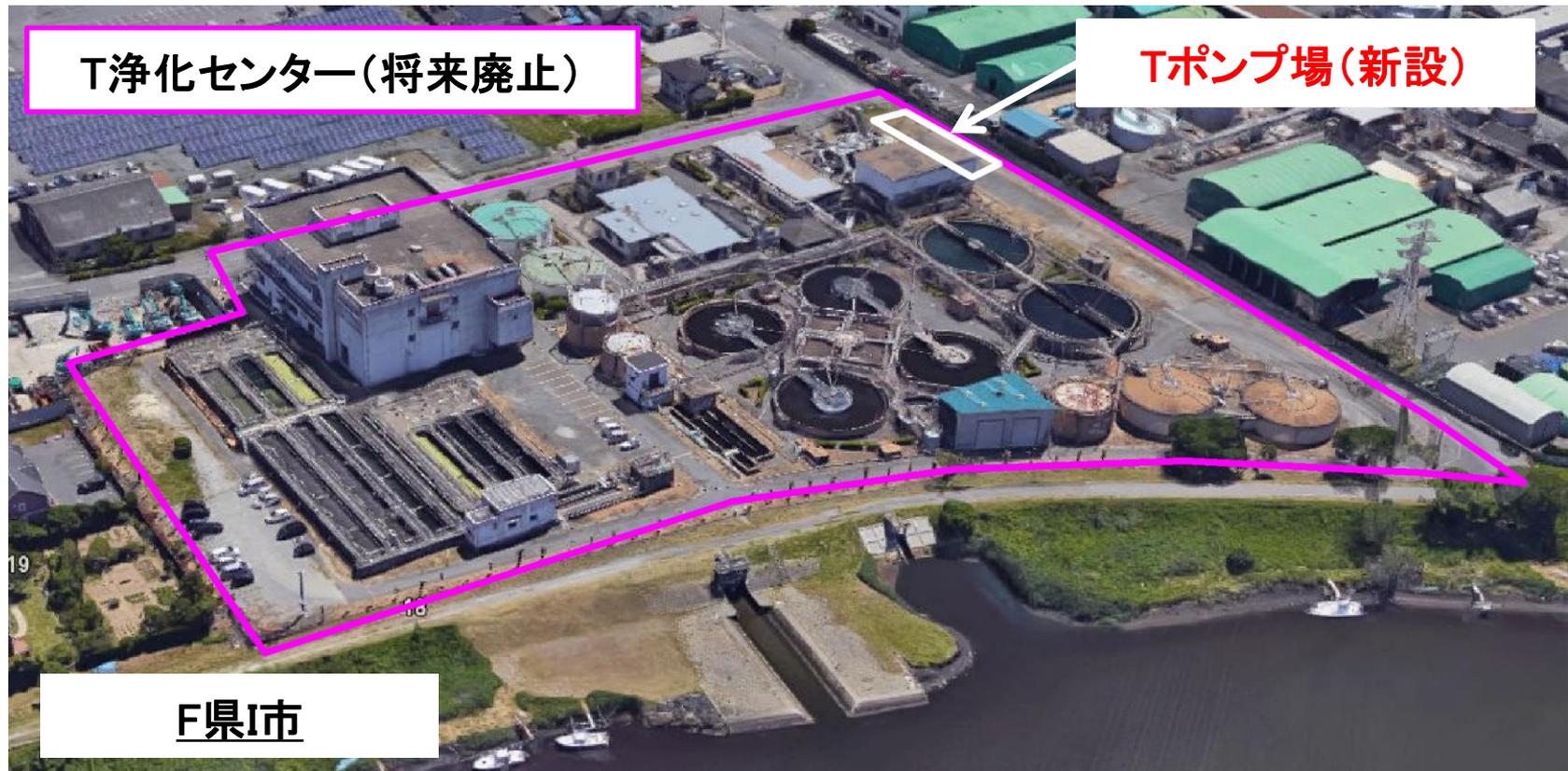
1/14



1. 対象施設の状況

2/14

対象施設：Tポンプ場（新設）



2. 津波高さの設定

3/14

1) 津波高さの情報源

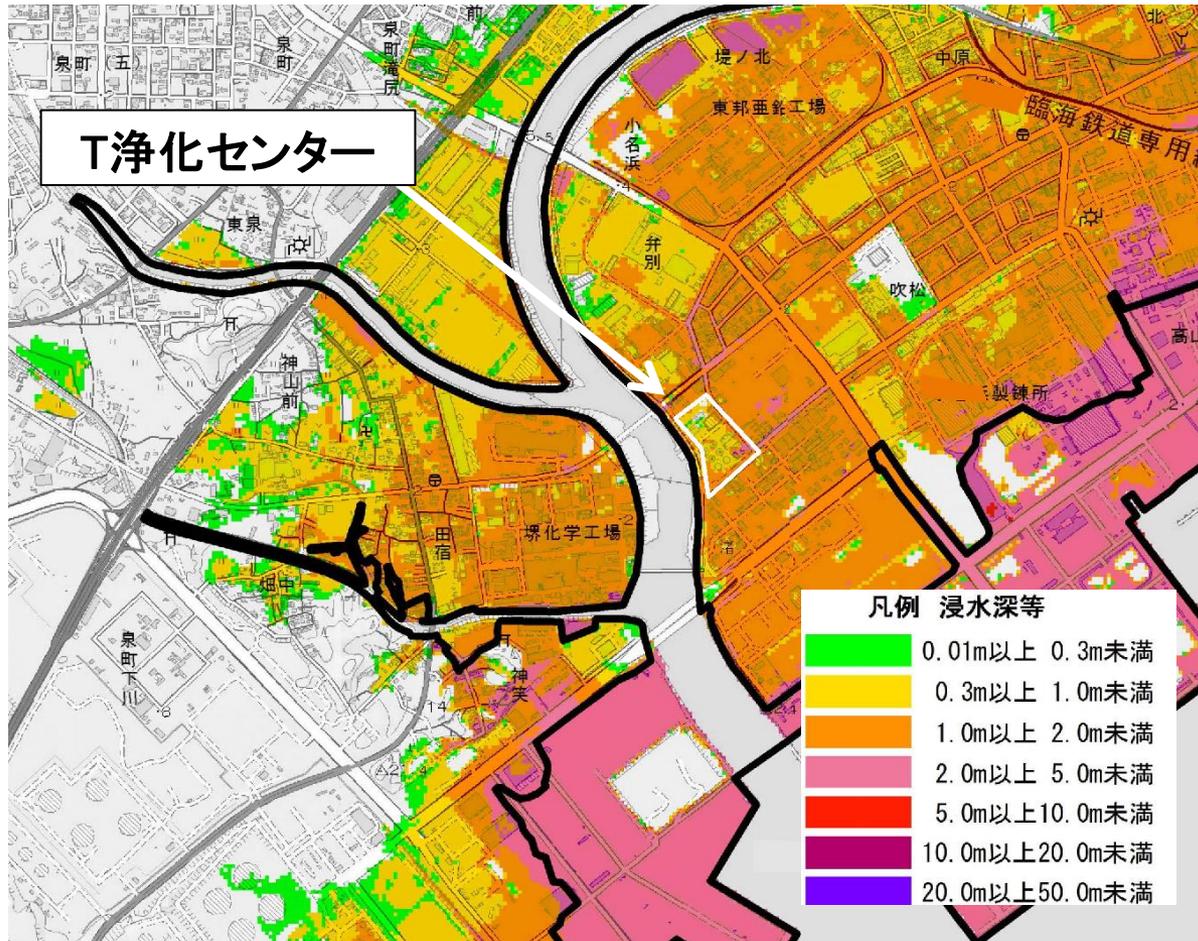
津波浸水想定

- 津波シミュレーション結果の最大浸水深を津波浸水想定区域図に着色して表記
- 浸水深に幅があり、具体的数値が判別できない

津波シミュレーションデータ

- 各地点の最大浸水深の数値が把握可能
→ 詳細な検討ができるため、採用

2. 津波高さの設定



津波浸水想定区域図

2. 津波高さの設定

5/14

2) 津波シミュレーションの津波流向

津波到達時



津波シミュレーションの画像

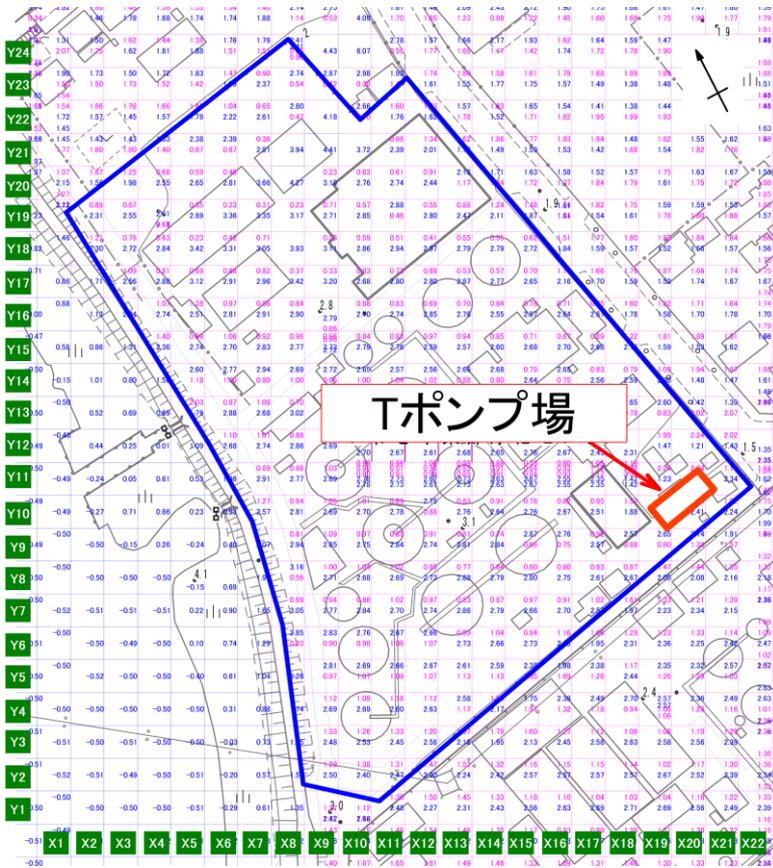


航空写真

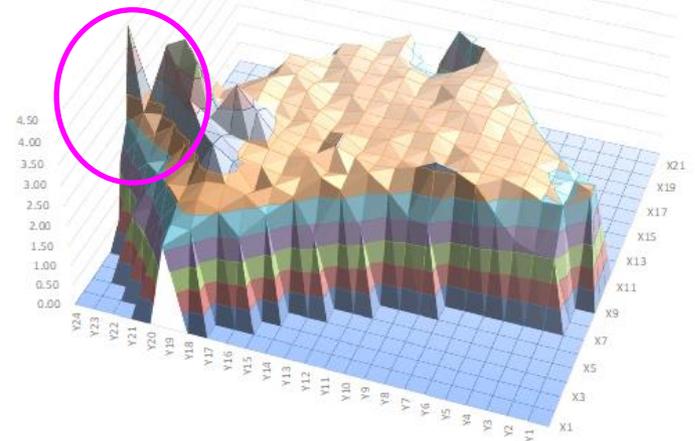
2. 津波高さの設定

6/14

3) 津波シミュレーションの地盤高を視覚化・照査



視覚化
→



現地盤高とは異なるデータは除外して検討
→ 津波高さ T.P+3.8mに設定



津波シミュレーションの地盤高と浸水深

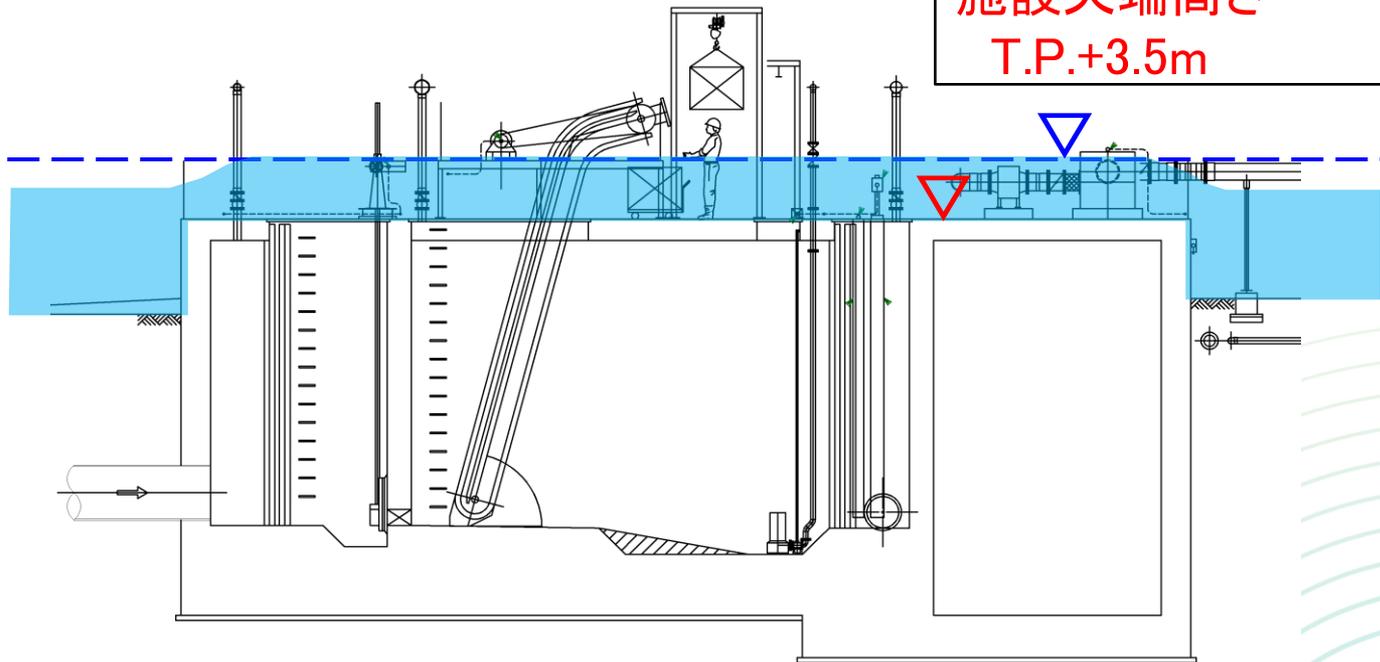
2. 津波高さの設定

7/14

4) 津波と施設の高さ関係

設備の浸水による揚水機能の喪失
→要浸水対策

浸水高さ(せき上げ考慮)
T.P.+4.7m
施設天端高さ
T.P.+3.5m



Tポンプ場(津波対策前)



3. 津波の対策検討

8/14

対策案①

- ・施設天端の嵩上げ

対策案②

- ・設備架台の立上げ

対策案③

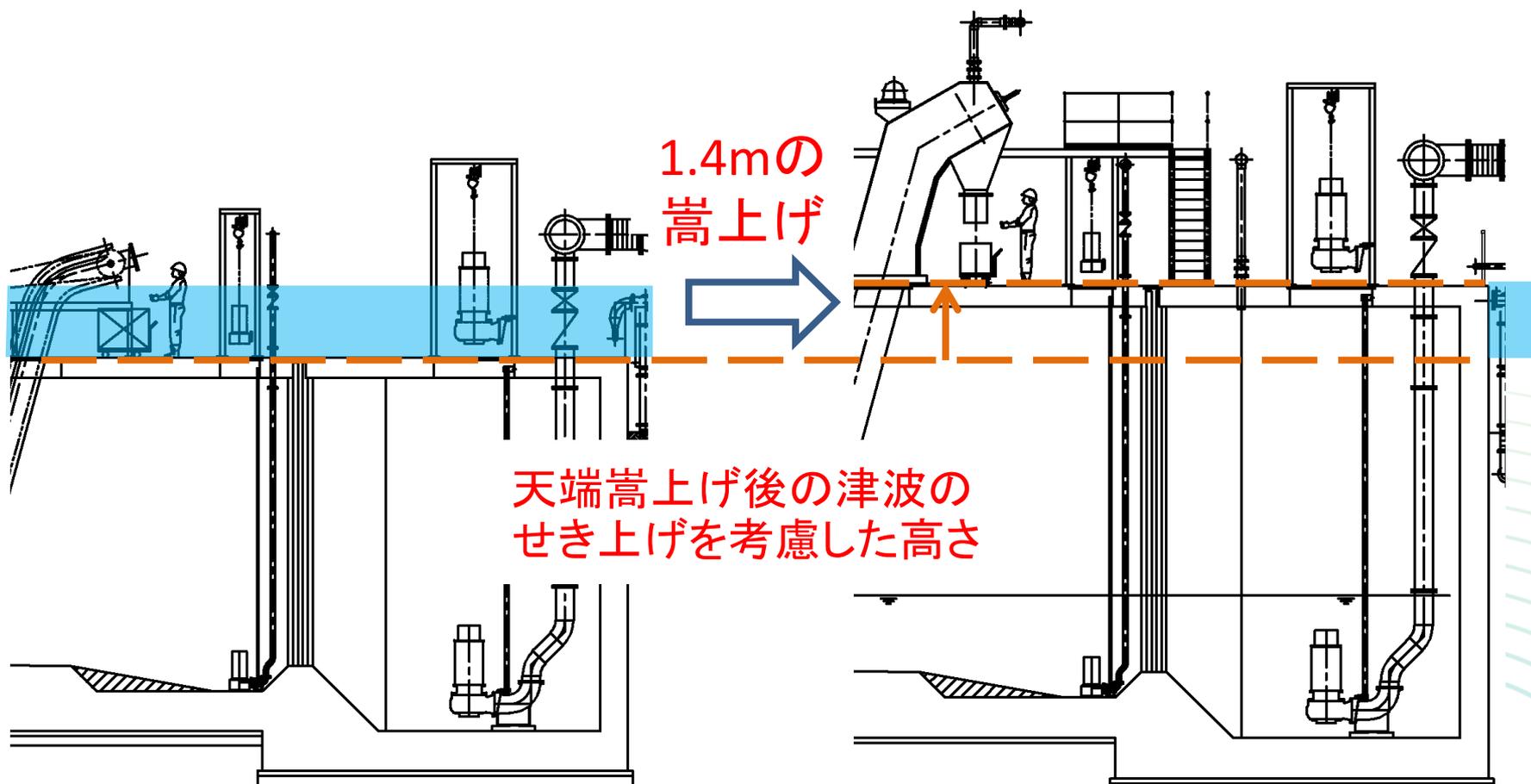
- ・敷地周囲への止水壁の設置



3. 津波の対策検討

9/14

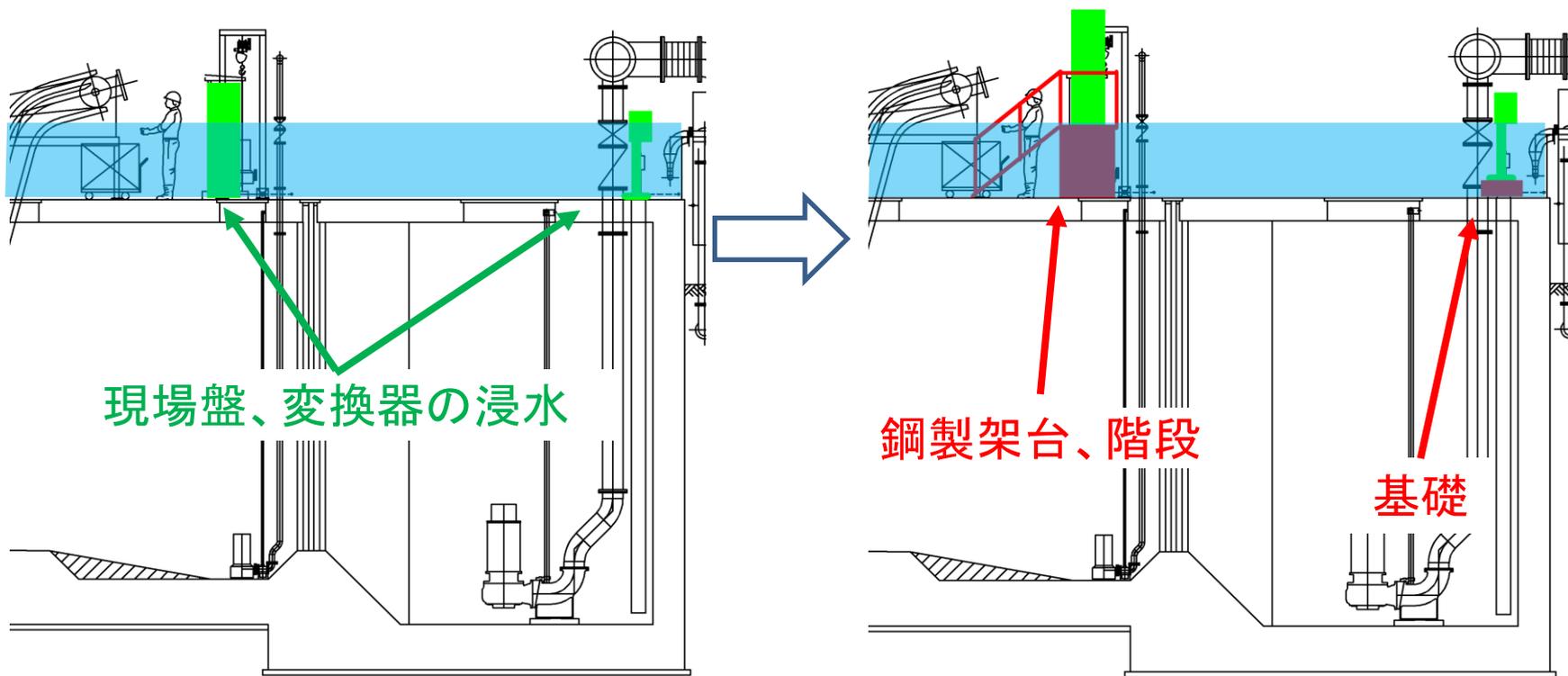
対策案① 施設天端の嵩上げ



3. 津波の対策検討

10/14

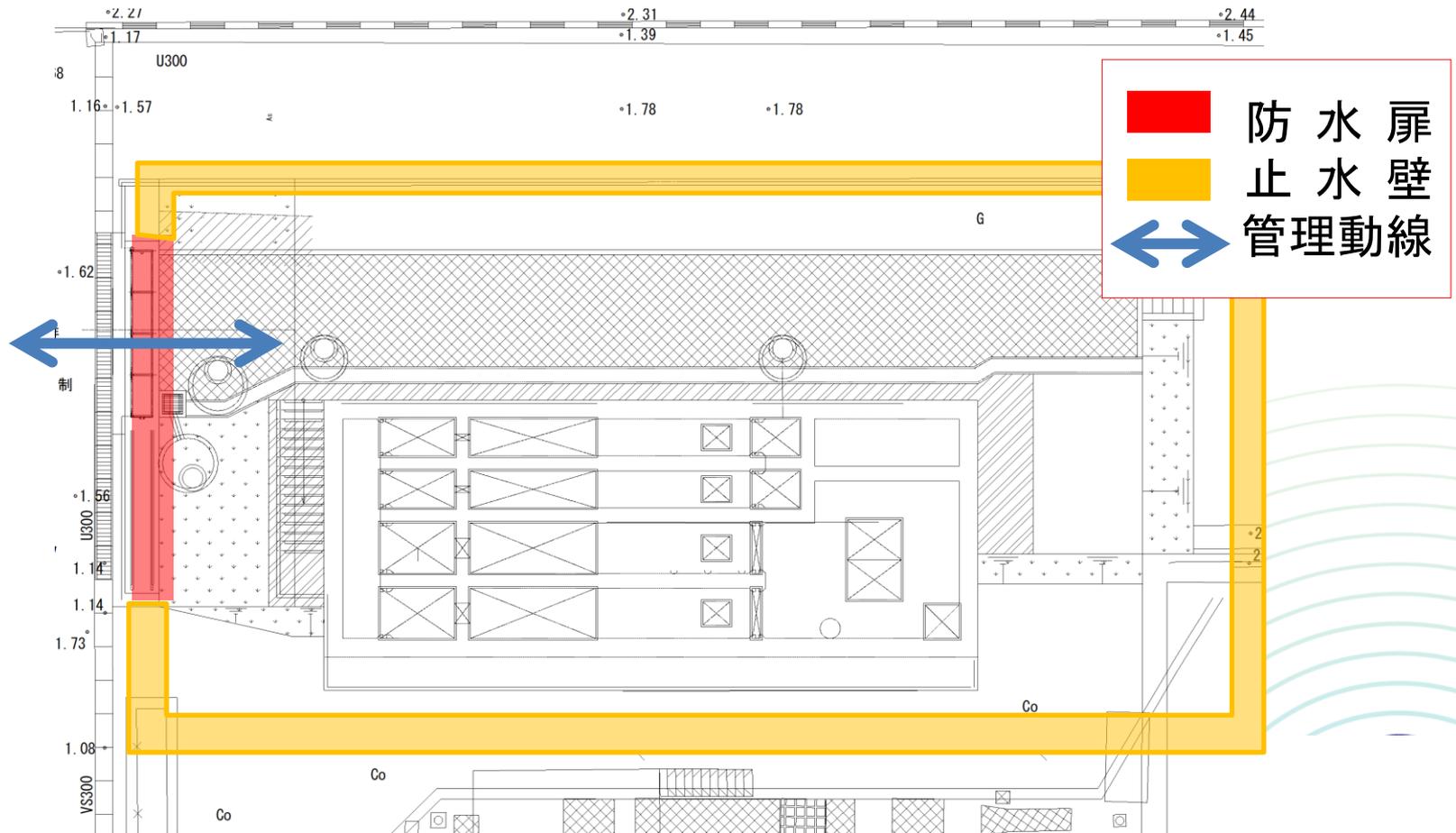
対策案②: 設備架台の立上げ



3. 津波の対策検討

11/14

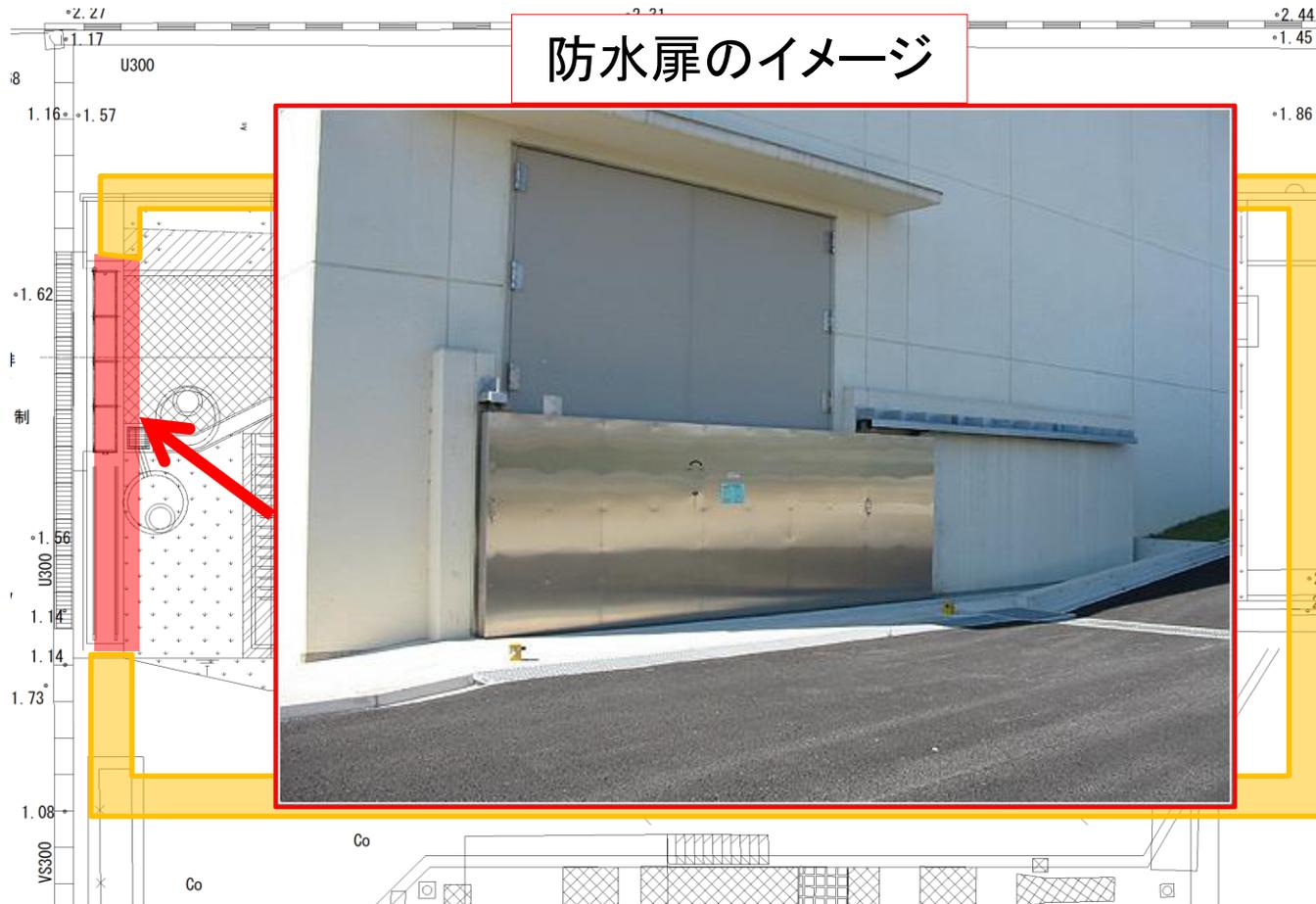
対策案③: 敷地周囲への止水壁設置



3. 津波の対策検討

12/14

対策案③: 敷地周囲への止水壁設置



3. 津波の対策検討

13/14

対策案の比較

	①天端嵩上げ	②設備立上げ	③止水壁設置
維持管理性	特殊な対応は不要である。◎	点検等に踏み台を要する。△	管理動線が閉ざされてしまう。△
施工性	既設計と同等程度である。◎	個々に対応が必要である。△	擁壁の設置が困難である。×
経済性 (対策費)	20百万円 ◎	21百万円 ◎	54百万円 ×
総合評価	◎	△	×



4. おわりに

- 今回の施設は新設であり、施設規模、設計津波高さでは、津波対策として施設天端の嵩上げが最適となった。
- 既設構造物においては、浸水対策として設備個々の対応が経済的であり、実現性が高い。
- 施設状況に応じた種々の対策案を考案、構築していきたい。





ご清聴
ありがとうございました

TECグループ

株式会社 東京設計事務所
Tokyo Engineering Consultants Co., Ltd.



「企画調整」領域を含む PPPスキームの研究と実践

—須崎市コンセッション事業における取組み—

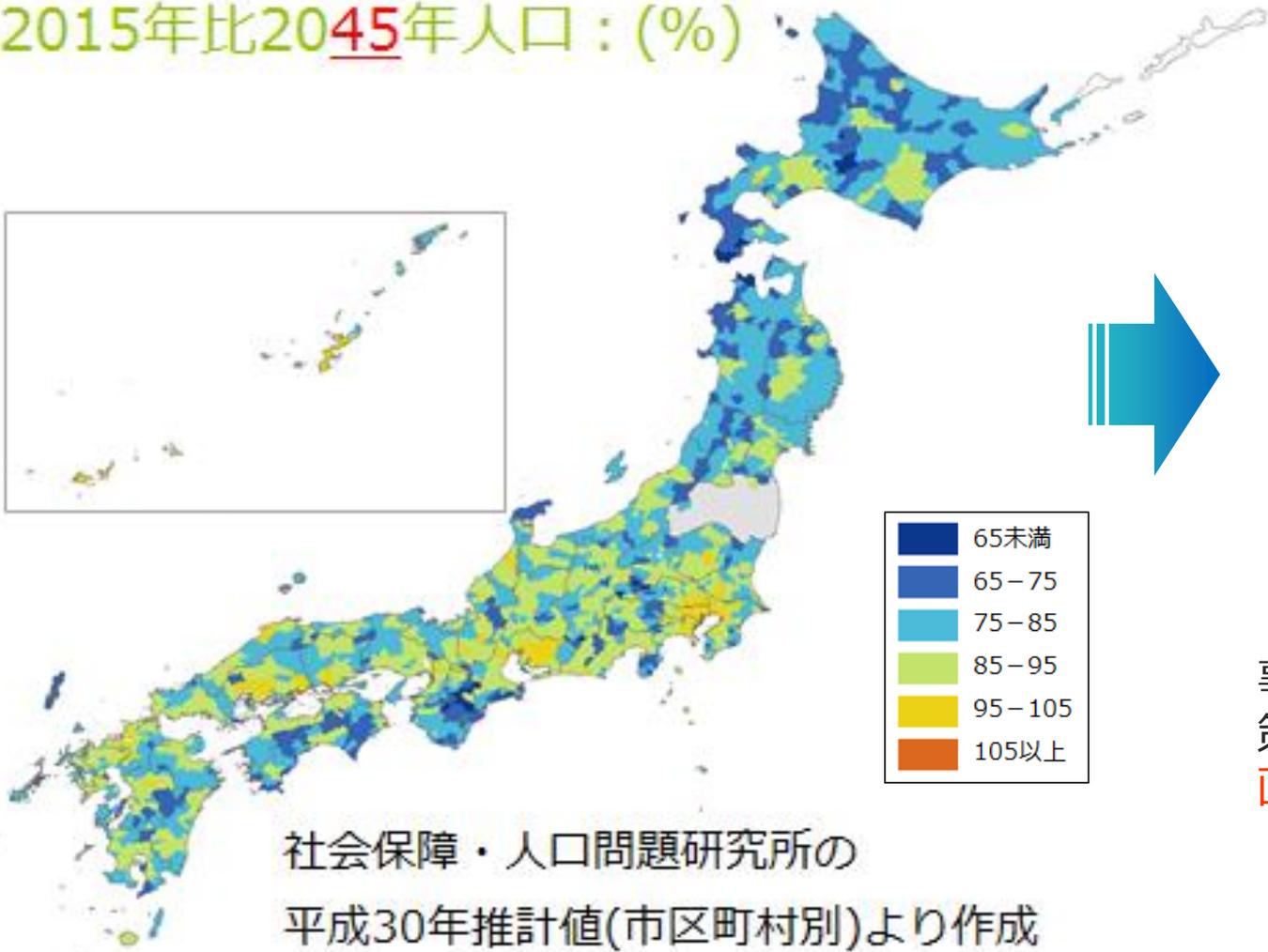


開発本部 経営コンサルティング部

岡田 一也

令和3年6月

2015年比2045年人口 : (%)



人口減少が急速に進む中小規模団体の下水道事業の持続性確保が困難に

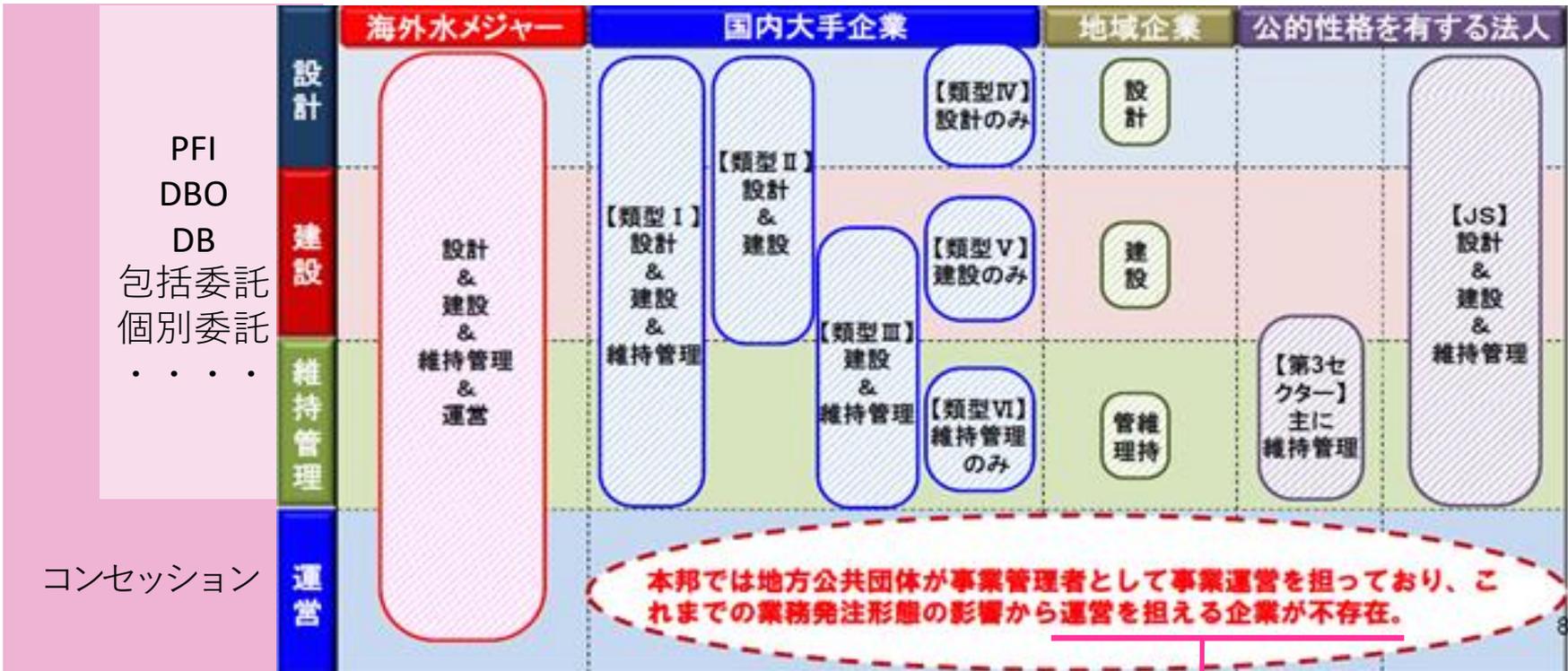
事業単体の経営改善策や広域連携等の企画ニーズ

社会保障・人口問題研究所の平成30年推計値(市区町村別)より作成

- 1 下水道の運営について
- 2 須崎下水道事業の概要
- 3 PFI法第6条に基づく提案
- 4 公募～事業者選定プロセス
- 5 事業の特長
- 6 クリンパートナーズ須崎について
- 7 令和2年度の業務執行状況
- 8 おわりに

1 下水道の運営について

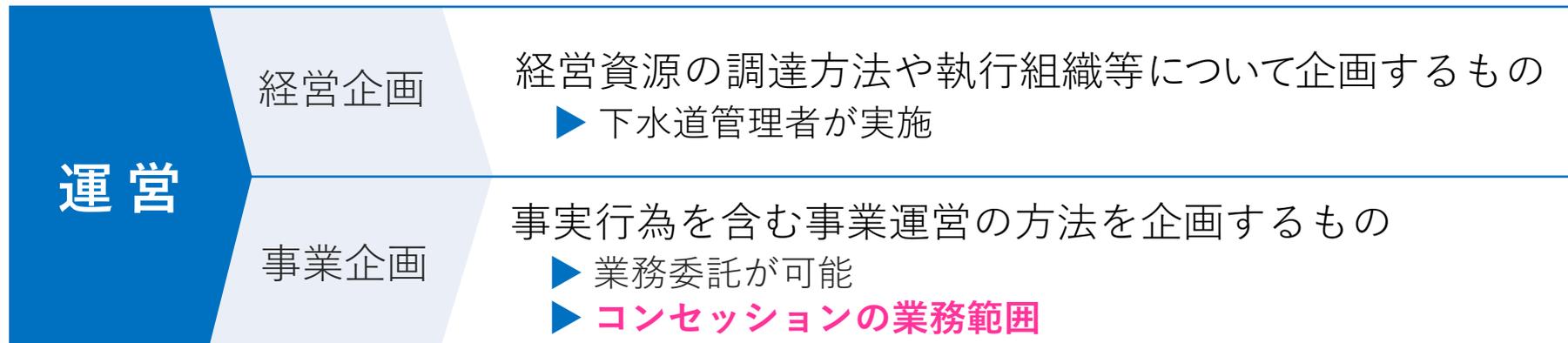
企業類型ごとの対応業務



運営業務とは？

1 下水道の運営について

下水道事業の運営



運営（事業企画）は何をする？

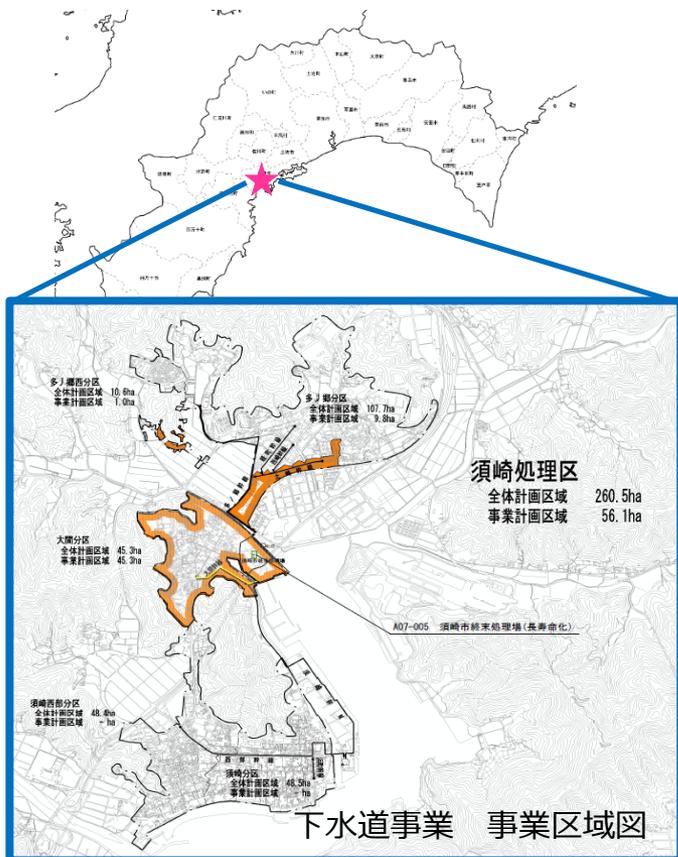
事業として「何をやるか」を企画し、計画を策定、進捗管理



* 事業企画 = 企画調整
(コンセッションガイドラインの呼称)

須崎市コンセッションで実践

2 須崎下水道事業の概要



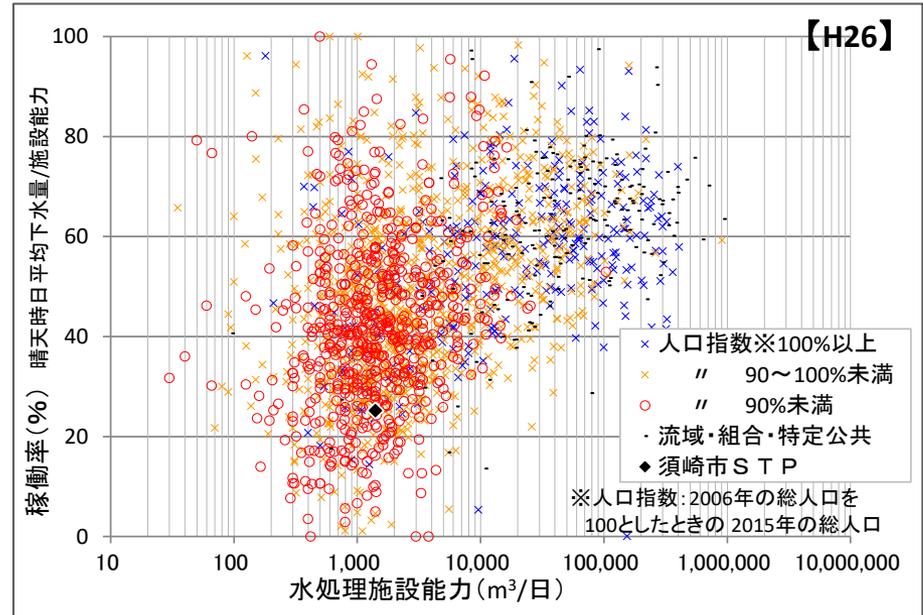
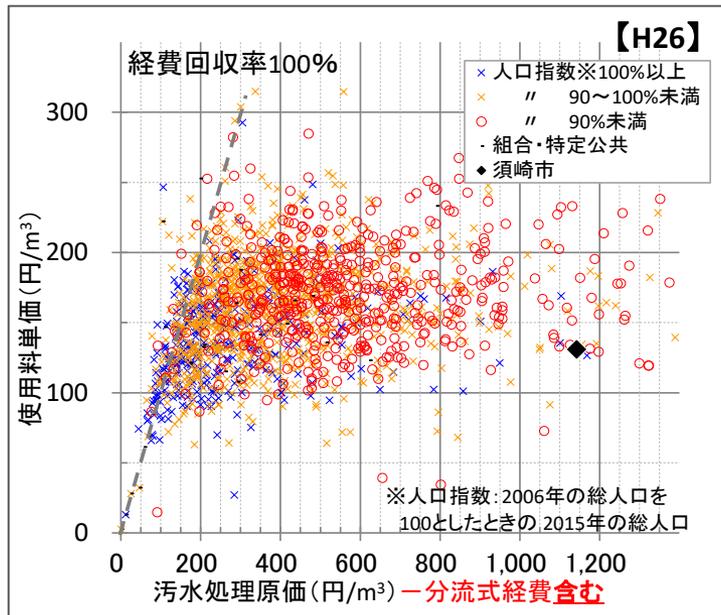
処理計画面積	全体計画 260.5ha 事業計画 56.1ha
計画人口	全体計画 6,000人 事業計画 1,840人 (須崎市の人口 (R3.3末) 20,743人)
下水道管渠	汚水 約10km 雨水 約12km
終末処理場	排除方式 分流式 処理方式 生物膜ろ過併用DHSろ床法 (B-DASH実証実験施設) 現有施設能力 500m ³ /日 汚泥処理方式 重力濃縮+スクリーンプレス脱水
雨水ポンプ場	計画時間最大汚水量 須崎ポンプ場 4.54m ³ /s 須崎西部ポンプ場 4.93m ³ /s 大間ポンプ場 4.62m ³ /s 処理場内ポンプ場 13.63m ³ /s 浜町ポンプ場 0.66m ³ /s



2 須崎下水道事業の概要

須崎市が抱える下水道事業の課題（平成26年当時）

- **老朽化・災害対策**のための必要投資額が**21億円**
- 使用料単価**130円/m³**に対する**汚水処理原価が1,000円/m³超**
- 水洗化率の低迷（**水洗化率7割程度**）
- 低い処理施設稼働率（**稼働率25%**）
- 職員減（9→5）にも関わらず**職員1名あたりの有収水量が低い**（43m³/日）



3 PFI法第6条に基づく提案

PFI法第6条に基づく提案内容（平成28年）

事業方式	<p>▶ コンセッション</p> <ul style="list-style-type: none">・ 公共下水道供用区域の水洗化促進（既設管路の運営）・ 終末処理場の維持管理・ 調査・計画・設計業務（下水道事業計画、ストマネ計画等）・ その他日常業務（企業会計移行、経営戦略、利用料徴収等）・ 各種業務支援システムの構築・運用・ モニタリング 等 <p>▶ 包括的民間委託（性能発注・仕様発注）</p> <ul style="list-style-type: none">・ 漁業集落排水施設、処分場排水処理施設関連業務・ 雨水ポンプ場、雨水管渠（供用区域）関連業務 <p>▶ DB</p> <ul style="list-style-type: none">・ 管渠敷設工事（供用区域～東川内団地の接続）	<p>管路を含む国内初の コンセッション</p> <p>下水道計画等の各種 計画策定を対象業務</p> <p>・ 類似の管理業務を パッケージ化（バンドリング） ・ 対象施設に合わせた 発注方式</p>
事業類型	混合型（利用料金+サービス対価） 汚水事業は使用料のみで維持管理費を賄えず、また、使用料対象経費に含まれない経費も支出するため混合型とする	
事業期間	維持管理・運営期間：20年間（平成30年度～平成49年度）	

市が事業手法及び事業化検討調査を行った結果、意義ある提案と評価

4 公募～事業者選定プロセス

公募された事業内容

業務名	須崎市公共下水道施設等運営事業
契約期間	令和2年4月1日～令和21年9月30日（19.5年）【公募当初はR1/10月～R21/3月末】
業務内容	○計画関連・ストックマネジメント計画業務
	計画関連業務【汚水処理構想、全体計画、下水道法事業計画、都市計画法事業計画、都市計画決定】
	ストックマネジメント計画【終末処理場、雨水ポンプ場、汚水管路、雨水管路】
	・企業会計関連業務 ・下水道経営戦略策定業務 ・下水道使用料改定検討業務
	○会計・事務支援業務
	・会計処理支援 ・統計処理事務支援 ・調査資料作成事務支援
	○施設維持管理業務
	汚水管路【経営、企画、維持管理（巡視・点検、清掃、修繕）】
	終末処理場【経営、企画、維持管理（維持、修繕）】
	雨水ポンプ場【保守点検】
雨水管路【維持管理（維持）】	
漁業集落排水処理施設（5か所）【維持管理（保守、修繕）】	
クリーンセンター等（再資源化処理施設、一般廃棄物最終処分場）【運転管理、維持管理】	

公募内容とPFI法6条
提案との主な相違

- ・契約期間20年 → 19.5年
- ・クリーンセンターを対象業務に追加
- ・DBを含まず、改築は業務対象外

4 公募～事業者選定プロセス

事業者選定スケジュール

日程	内容	
H30/2/16	実施方針等の公表	<p>6か月</p> <p>1年</p> <p>【参考】 浜松 6か月 宮城 10か月</p> <p>【参考】 浜松 1年1か月 宮城 1年3か月</p>
H30/8/15	募集要項等（要求水準書案、優先交渉権者選定基準、実施契約書案等）の公表	
H30/8/16～8/22	現地説明会及び現地見学会への申込み受付	
H30/8/27	現地説明会及び現地見学会の開催	
H30/8/27～8/30	募集要項等に関する質問の受付	
H30/9/13	募集要項等に関する質問回答の公表	
H30/9/14～9/21	参加表明書及び、参加資格確認申請書の受付	
H30/10/5	競争的対話（第1回）の実施	
H30/10/29	競争的対話（第2回）の実施	
H30/12/17	事業提案書の受付	
H31/1	優先交渉権者の選定	
H31/2/8	優先交渉権者の公表	

5 事業の特長① 下水道経営改善のための企画調整

要求水準書より

経営必達
目標

平成30年度末の経費回収率を～（中略）～5ヵ年毎に前期の期間平均を上回ること。
その結果として、平成30年度末の経費回収率が24.5%であったものを**令和20年度に30%以上とすること**を目標とする。

※経費回収率 =
下水道使用料収入 / 汚水処理費 × 100

目標達成のため運営権者が「何をするか」を問われた

▶ **運営権者は企画調整とそれを実施する計画策定能力が必要**

収益増 提案例	<ul style="list-style-type: none">・ 面整備の推進 → 管渠整備済み地区への下水道接続・ 水洗化促進・ 下水道管内空間の研究等活用・ 終末処理場の命名権売却
支出減 提案例	<ul style="list-style-type: none">・ バンドリングによる人員配置の効率化・ AI活用による運転管理支援システムの構築・ 雨水管渠のドローンによるスクリーニング調査、等

5 事業の特長② 要求水準の変更提案

要求水準書より

1.3 要求水準書における変更可能項目の整理

本要求水準書に記載された内容については、事業者選定段階において、後述の赤枠内について、民間事業者からの提案に基づき変更可能とする。

変更提案例 1

要求水準書（案）

2.4 終末処理場・雨水ポンプ場ストックマネジメント計画関連業務

2.4.1 終末処理場・雨水ポンプ場ストックマネジメント計画関連業務の目標値

(1) 業務目的

ストックマネジメント基本計画（終末処理場・雨水ポンプ場）は、長期的視点で下水道施設全体の今後の老朽化の進捗状況を考慮し、リスク評価等による優先順位付けを行ったうえで、施設の点検・調査、修繕・改築を実施し、施設全体を対象とした施設管理を最適化することを目的として策定する。

(2) 業務目標

市長寿命化計画は2017（平成29）年度に延伸計画を策定し申請したところである。
そのうち、対象となる施設には時間計画管理施設及び予防保全管理施設があり、財政的な観点から計画的に改築ができていない状況であることから、点検・調査計画を再点検するとともに、不測の事態も踏まえた対応策、長期的な財政負担の平準化を考慮し、経営的な観点からストックマネジメント計画を策定する。

ストマネの実施が業務目標

要求水準書（最終版）

2.4 終末処理場・雨水ポンプ場ストックマネジメント計画関連業務

2.4.1 終末処理場・雨水ポンプ場ストックマネジメント計画関連業務の目標値

(1) 業務目的

ストックマネジメント基本計画（終末処理場・雨水ポンプ場）は、長期的視点で下水道施設全体の今後の老朽化の進捗状況を考慮し、リスク評価等による優先順位付けを行ったうえで、施設の点検・調査、修繕・改築を実施し、施設全体を対象とした施設管理を最適化することを目的として策定する。

(2) 業務目標

業務対象施設の点検・調査計画を再点検するとともに、不測の事態も踏まえた対応策や長期的な財政負担の平準化も考慮し、経営的な観点からストックマネジメント計画を策定する。これをもって、下水道施設の機能面での持続性の確保ならびに経営目標の達成に寄与するものとする。このとき、日常の維持管理業務で蓄積されるデータや知見の活用、新技術の導入を推進し、業務効率化や業務品質の向上に努めること。

業務の実施にあたっては市との調整を緊密に行い実効性の高い計画を立案することとし、履行期間において必要となる計画の見直しも行うものとする。

想定している業務項目（計画名）および目標とする内容（業務目標）は以下のとおりである。

ストマネを実施して、施設機能の持続性確保と経営目標の達成を目指す

5 事業の特長② 要求水準の変更提案

変更提案例 2

下水道管渠運営に関する企画、調整、実施に関する要求水準

要求水準書（案）

③ その他業務指標
その他目標値は事業者自らが設定し努力するものであって、年度毎に評価するものではなく、確認を行う。

分類		指標の名称	単位	
① 管理状況	1 機能障害と劣化状況	①-1-3 管路の老朽化率	%	
		①-1-4 マンホール蓋の老朽化率	%	
		①-1-5 管きよの損傷率	%	
		①-1-6 マンホールの損傷率	%	
		①-1-7 公共汚水樹の損傷率	%	
		2 実施業務量	①-2-8 管きよのテレビカメラ調査実施率	%
			①-2-9 マンホールの目視調査実施率	%
	①-2-10 取付管のテレビカメラ点検・調査実施率		%	
	①-2-11 清掃の実施率		%	
	3 施設の安全性	①-3-12 管きよの改善率	%	
		①-3-13 マンホール蓋の改善率	%	
		①-3-14 取付管の改善率	%	
		①-3-15 第三者への事故発生件数	件	
	② 利用者サービス	使用者サービス	②-1-1 連絡・相談・苦情件数	件/km
			②-1-2 連絡・相談・苦情の内、公共施設に関する件数	件/km
②-1-3 連絡・相談・苦情の処理率			%	
②-1-4 悪臭に関する苦情件数			件/km	
②-1-5 マンホール蓋に関する苦情件数			件/km	
②-1-6 工事・作業に対する苦情件数			件/km	
③ 環境への配慮	③-1 悪臭下水流出報告回数	回		

要求水準書（最終版）

③ その他業務指標

業務管理に資する指標を以下のとおりとする。「機能障害と劣化状況」については現状維持を目標に、その他指標については、掲載指標値の達成を目指して業務を実施するものとする。

分類		指標の名称	業務指標
① 管理状況	1 機能障害と劣化状況	①-1 管路の健全率(緊急度Ⅰ,Ⅱ以外の比率)	70%
		①-2 マンホール蓋の健全率(緊急度Ⅰ以外の比率)	90%
	2 実施業務量	①-3 管路の映像調査実施率	100%
		①-4 マンホール(蓋含む)の目視調査実施率	100%
		①-5 取付管の映像調査実施率	100%
	3 施設の安全性確保	①-6 道路陥没リスク箇所の巡回率(特定降雨后)	100%
		①-7 道路陥没リスク箇所の情報共有(共有範囲は市と協議し定める)	100%
		①-8 マンホール蓋飛散リスク箇所の巡回率(特定降雨后)	100%
② 利用者サービスと情報公開	②-1 連絡・相談・苦情の処理率	100%	
	②-2 道路陥没の兆候、マンホール蓋劣化等に関する情報提供呼びかけ	100%	
	②-3 維持管理業務の実施状況のお知らせ(年1回)	100%	

注) 下線指標は、常時達成している状態を指す。後年に行われる劣化調査の結果をふまえ、より実効性のある指標に適宜書き換えることは可能である。

業務指標の整理及び指標値の設定

5 事業の特長③ バンドリング

複数インフラの管理を行う複合型事業

バンドリングとは、公共下水道施設、漁業集落排水処理施設、クリーンセンター等の各種施設についてコンセッション、包括委託（性能発注）、仕様委託を組み合わせることによって**民間の創意工夫を発揮しやすくし、効率的な事業運営を可能とする方式。**

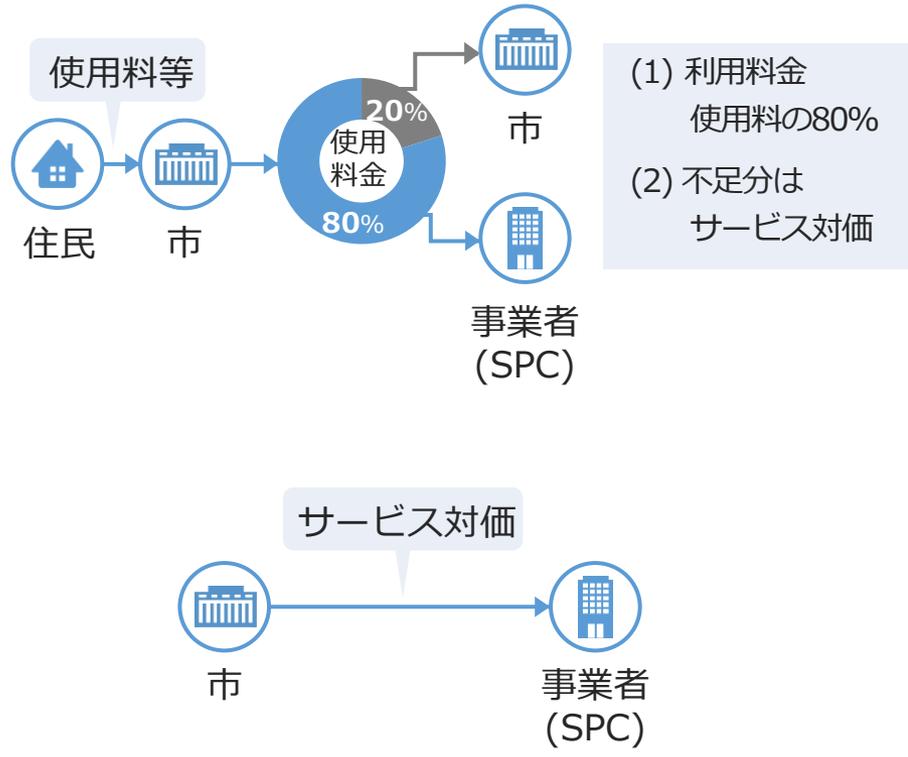
対象事業・業務範囲		事業方式	
下水道	事業全体	企画調整	コンセッション
	管路（污水）	維持管理	コンセッション
	終末処理場	維持管理	包括→コンセッション
	雨水ポンプ場	保守点検	仕様委託
	管路（雨水）	維持管理	仕様委託
漁集	浄化槽	維持管理	包括委託
	中継ポンプ場	維持管理	包括委託
	クリーンセンター	維持管理	包括委託



5 事業の特長④ 収益構造

混合型（利用料金+サービス対価）の収益構造

	業務	費用	財源
運営権設定対象業務	計画及び会計関連業務	計画策定や会計・事務支援に係る人件費など	利用料金 サービス対価
	事務支援業務		
	汚水管渠維持管理運営業務	人件費や保守点検費、物品調達費、修繕費、ユーティリティ費など	
	終末処理場維持管理運営業務（運営権設定後）		
包括的民間委託	終末処理場維持管理運営業務	人件費や保守点検費など	サービス対価
	漁業集落排水施設維持管理運営業務		
	クリーンセンター維持管理運営業務		
委託仕様発注	雨水ポンプ場維持管理業務	人件費や保守点検費など	サービス対価
	下水道管渠（雨水）維持管理業務		



※公費支出を伴う混合型コンセッション事業のため、運営権対価=0円とした。

6 クリンパートナーズ須崎について

企業概要



商号	株式会社 クリンパートナーズ須崎
設立	令和元年（2019年）11月20日
資本金	30,000,000円
所在地	高知県須崎市潮田町3番15号

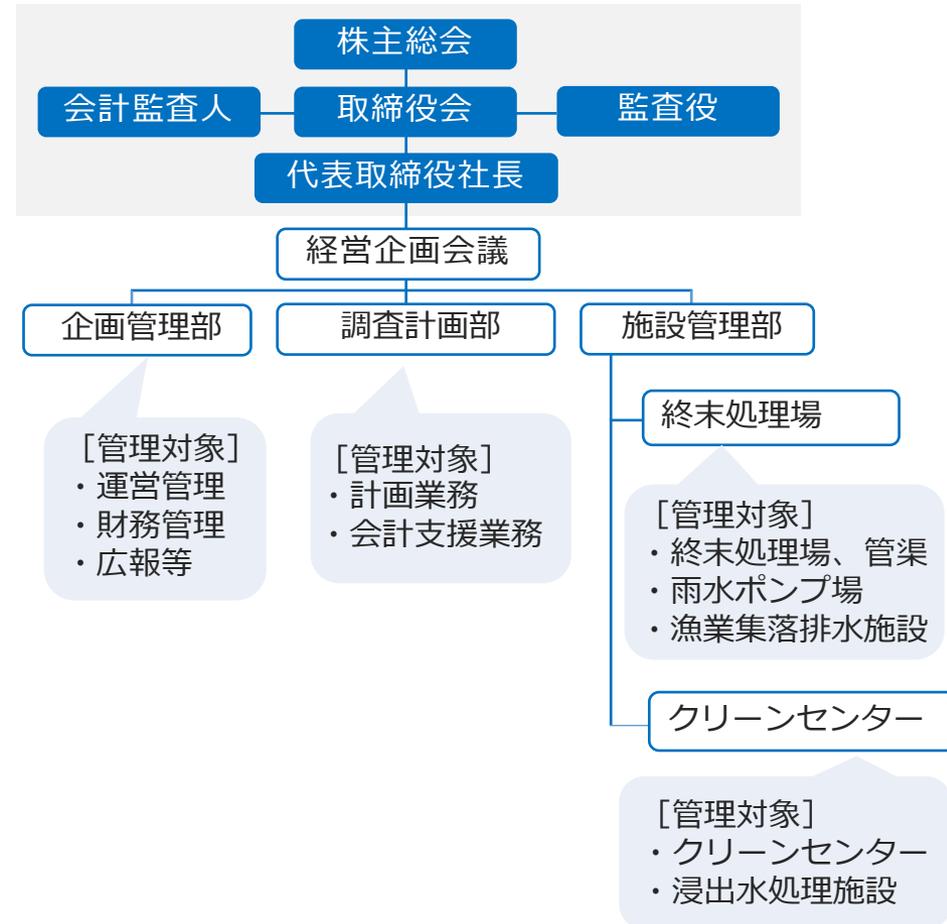
経営方針

- **下水道事業の持続性を長期的に担保**するための「あらゆる取り組み」を実践
- 須崎から発する**リバース・イノベーション**
(地域創発のマネジメント手法、地域貢献、技術等)

構成企業

(株)NJS	54%
(株)四国ポンプセンター	34%
日立造船中国工事(株)	6%
(株)民間資金等活用事業推進機構	3%
(株)四国銀行	3%

組織体制



7 令和2年度の業務執行状況

施設維持管理業務

対象業務	要求水準	実施結果
終末処理場	放流水質	全ての項目で目標値を満足
管路（污水）	目標値	道路陥没、詰まり事故発生等の目標値を満足
管路（雨水）	目標値	道路陥没、詰まり事故発生等の目標値を満足
漁集	放流水質	全ての項目で目標値を満足
クリーンセンター	浸出水 放流水質	全ての項目で目標値を満足

計画関連・ストマネ計画業務

- ・ストマネ業務の一環として、雨水管渠の調査時に部分的に先端技術ドローンを利用

モニタリング

- ・セルフモニタリング及び市とのモニタリングを毎月実施し、内容をホームページへアップ
- ・初年度の不適合事項なし



県内初！ドローンでの下水管調査 導入のメリット「安全性の向上・調査エリアの拡大」に期待【高知】
情報掲載日：2021年3月3日(水)

* 高知さんさんテレビHPより
<https://www.sunsuntv.co.jp/news/2021/03/2704830>

8 おわりに

国内PPPの主たる業務と代表企業を務める業種

更新工事

プラントメーカー系大手企業

維持管理

維持管理専門系企業

企画調整

コンサルタント企業



ご清聴ありがとうございました

