



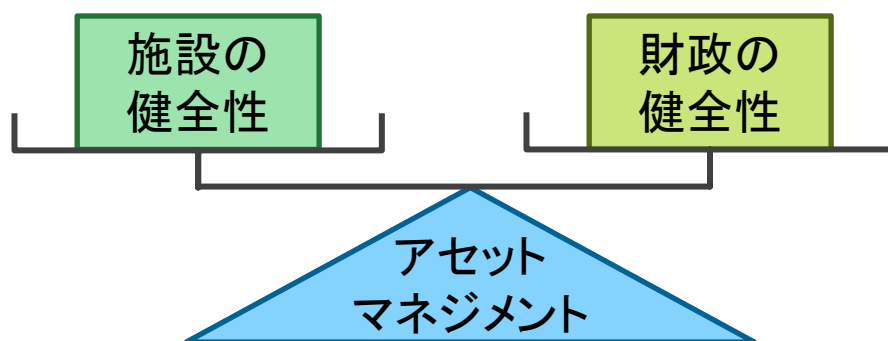
工業用水道事業におけるアセットマネジメントの事例報告



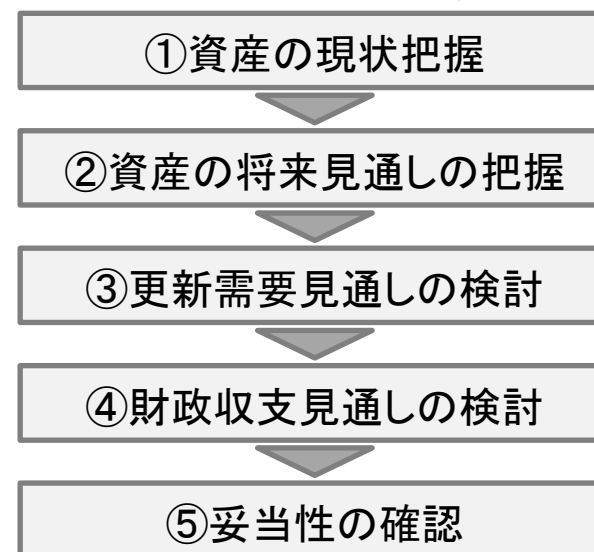
水道事業部 東部水道部 技術第三課 西川峻登

1. はじめに

- 資産の老朽化と更新需要の増大を背景に、持続可能な事業の運営を実現するため、中長期的な視点で事業計画を策定する、アセットマネジメントを実施する必要がある。
- アセットマネジメントでは、施設・財政両面の健全性を確保できる更新計画を設定する必要がある。
- 更新需要の低減・平準化の手法と、財政収支見通しの結果を活用した、事業全体の中長期的な方針の提案を行った事例を紹介する。

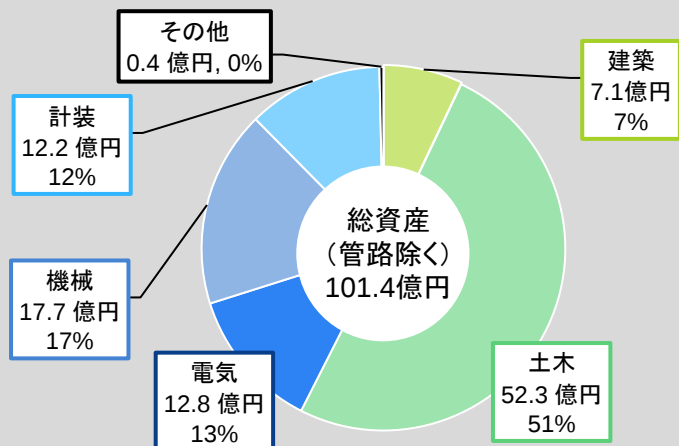


ーアセットマネジメントの流れー

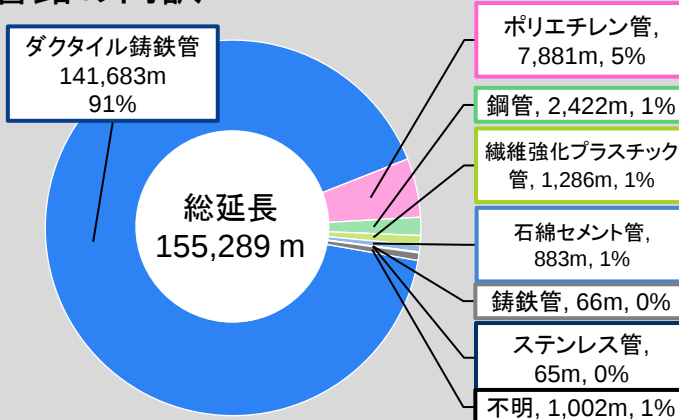


2. A工業用水道事業の概要

構造物・設備の内訳



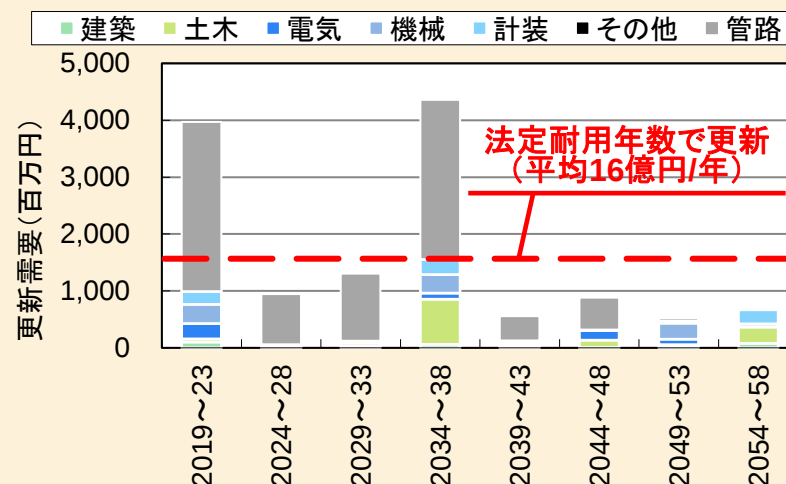
管路の内訳



—A工業用水道の基本情報—

施設能力	128,500 m ³ /日 (表流水水源)
有収水量(契約水量)	86,112 m ³ /日 (平成30年度)
給水収益	1,127 百万円 (平成30年度)

法定耐用年数で更新した場合の更新需要



3. 更新需要見通しの検討

- 実状に合わせた更新計画を策定するために、更新優先度の設定、更新需要の平準化の検討を行った。

更新基準年数の設定

保有固定資産
【構造物・設備、管路】

3.1. 更新優先度の設定

更新優先度
高

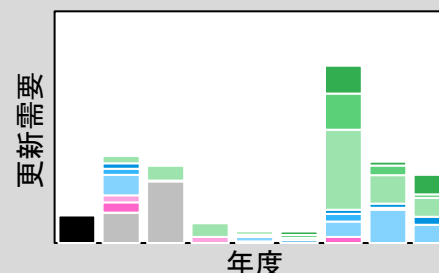
更新優先度
低

法定耐用年数
で更新

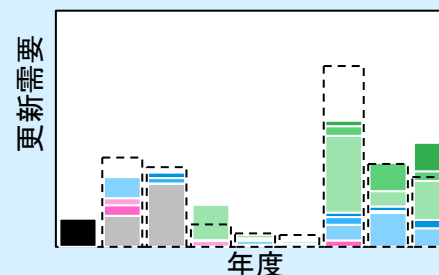
更新周期*
で更新

- 法定耐用年数より長い年数。構造物・設備は法定耐用年数の1.5倍、管路は管種によって40～80年とした

更新需要の算出



3.2. 更新需要の平準化



3. 更新需要見通しの検討

3.1. 更新優先度の設定

- 各資産の状態や事故時影響等から、更新優先度を12段階で設定した。
- 事業体側で既に更新・廃止の計画を立てている資産については対象外(優先度0)とした。

【資産の状態の評価】

総合評価点数

更新診断結果や算出式を用いて資産ごとに設定

【事故時影響の評価】

重要度

施設の代替性有無や事故発生時の給水影響を考慮し、資産ごとに決定

－更新優先度の設定マトリクス－

		総合評価点数			
		0～25点 (状態が悪い)	26～50点	51～75点	76～100点 (状態が良い)
重要度	大	1 (最も優先して更新すべき資産)	4	7	10
	中	2	5	8	11
	小	3	6	9	12 (事故リスクが比較的低い資産)

法定耐用年数で更新

法定耐用年数より長い年数(更新周期)で更新

3. 更新需要見通しの検討

3.1.2, 3.1.3. 構造物・設備、管路の更新優先度設定

	総合評価点数 【資産の状況の評価】	重要度 【事故時影響の評価】
構造物・設備資産	➤ 過去に実施した施設・設備の更新診断結果を引用 A工水運営事業体が過去に実施した更新診断結果 (工水更新指針準拠) 76～100 51～75 26～50 0～25	➤ 施設の位置付け・代替性有無から判断 (工水更新指針準拠) 主要な施設 → はい → 代替性なし → はい → 大 いいえ → 中 いいえ → 小
管路資産	➤ 台帳項目ごとに算出式に基づき計算 管種・経過年数等を用いて算出 (工水更新指針準拠) 76～100 51～75 26～50 0～25	➤ 管網解析結果と管路台帳項目を紐付け、管路流量を基に事故時の被害を数値化 管網解析 → 管路流量の紐付け → 重要度点数補正 (ループ部:1/2倍、軌道等横断:1.5倍) 更新需要ベースで3等分 点数高 → 大 中 点数低 → 小

3. 更新需要見通しの検討

3.1.4. 更新優先度の設定結果

— 設定した更新優先度 —

更新 優先度	構造物・設備		管路	
	資産額(千円)	備考	延長(m)	備考
設定なし	1,374,513	既存の計画がある資産等	883	使用していない管路
1	1,417	更新診断点数の低い 機械・電気設備等	0	耐震不適合のポリエチレン 管や管種不明管等
2	733,780		1,091	
3	115,460		6,618	
4～6	0		0	
7	380,219	主に土木・建築施設	17,910	布設年度の古い鋼管等
8	2,172,170		3,967	
9	2,682,762		18,827	
10	2,288,413	機械・計装設備や 状態の良い土木・建築施設	32,527	ダクタイル鋳鉄管 布設年度の新しい鋼管等
11	389,339		27,374	
12	4,190		46,092	
合計	10,142,263		155,289	

更新なし

【事故リスク:大】

法定耐用
年数で更新

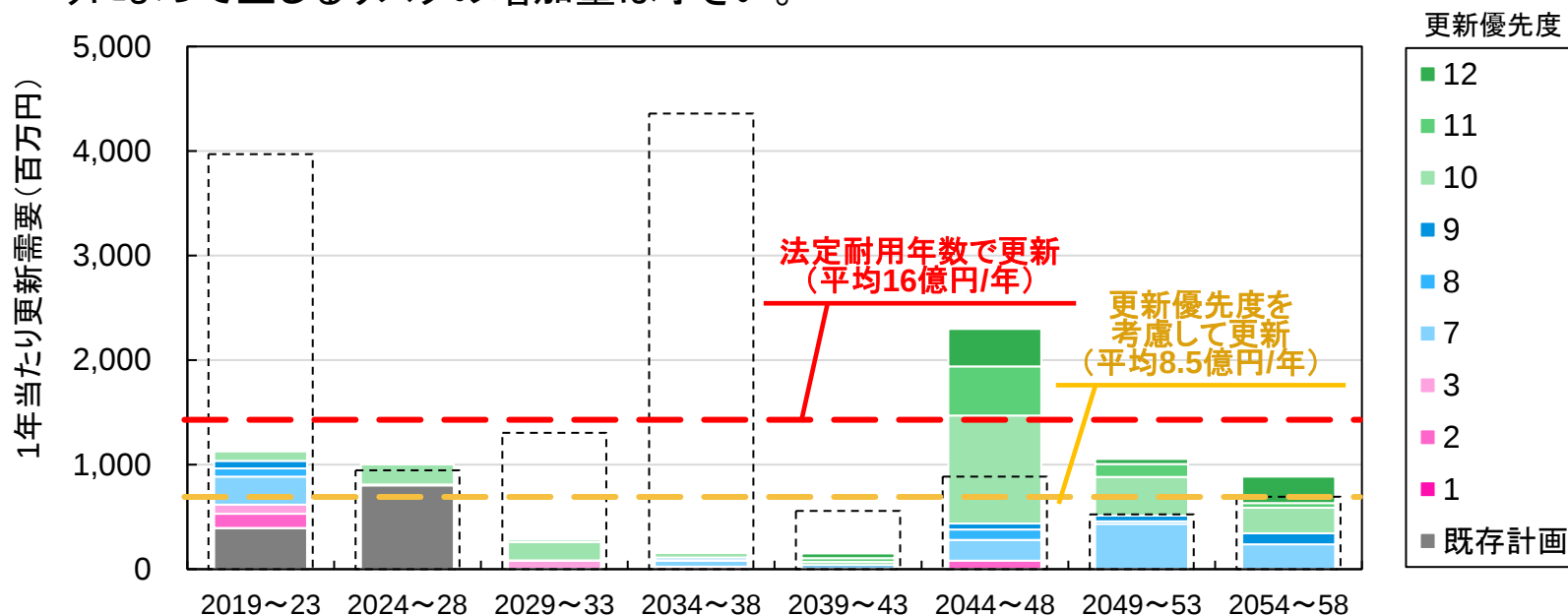
【事故リスク:小】

更新周期で
更新

3. 更新需要見通しの検討

3.1.5. 更新優先度を考慮した更新需要の算出結果

- 更新優先度を基に各資産に更新基準年数を設定し、将来の更新需要を算出した。
- 1年当たりの更新需要は、全ての資産を法定耐用年数に従い更新した場合の更新需要（1年あたり約16億円）の半分（1年あたり約8.5億円）である。
- 更新基準年数を延長した資産は、更新優先度の低い資産であるため、更新時期の先送りによって生じるリスクの増加量は小さい。

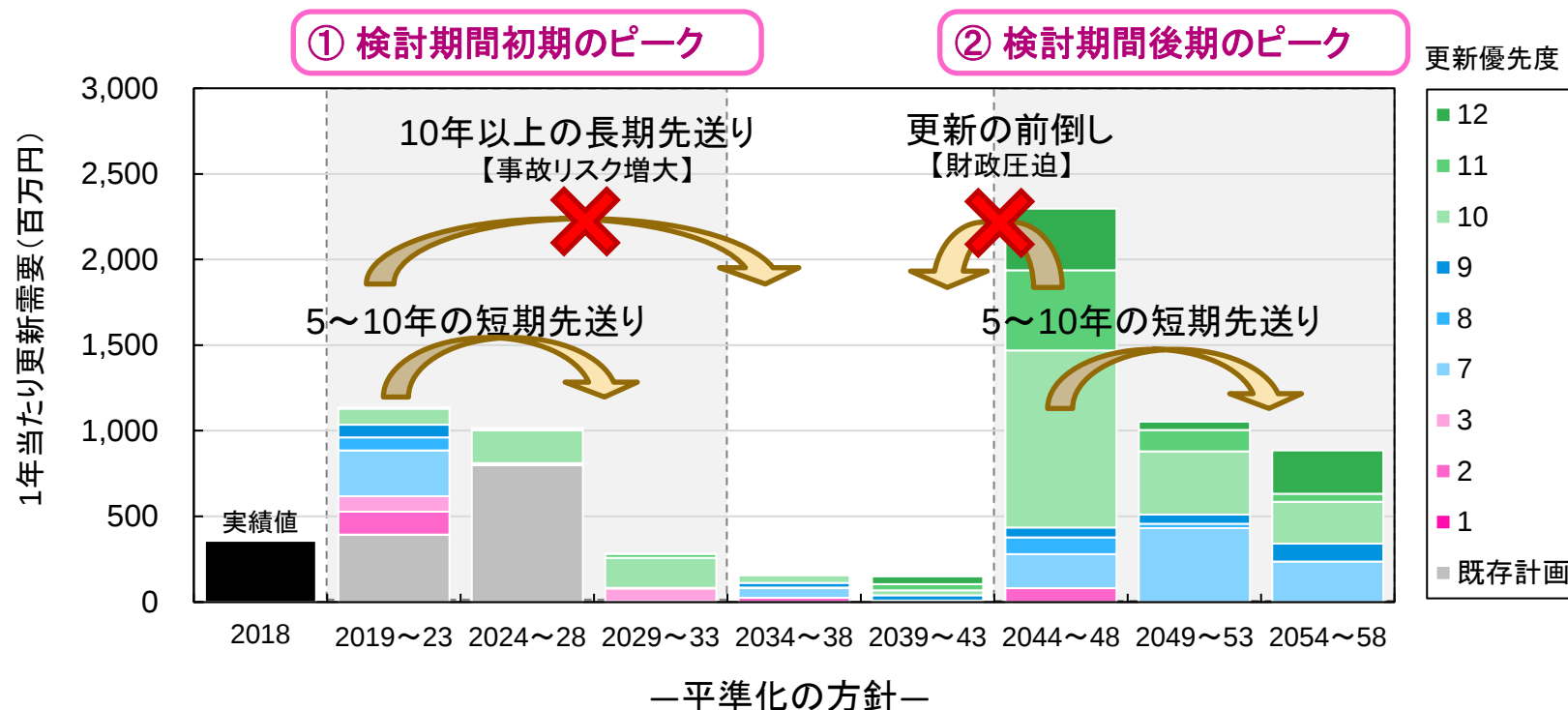


—更新優先度を考慮した更新需要—
(破線は法定耐用年数に従い更新した場合の更新需要)

3. 更新需要見通しの検討

3.2.1. 平準化の方針

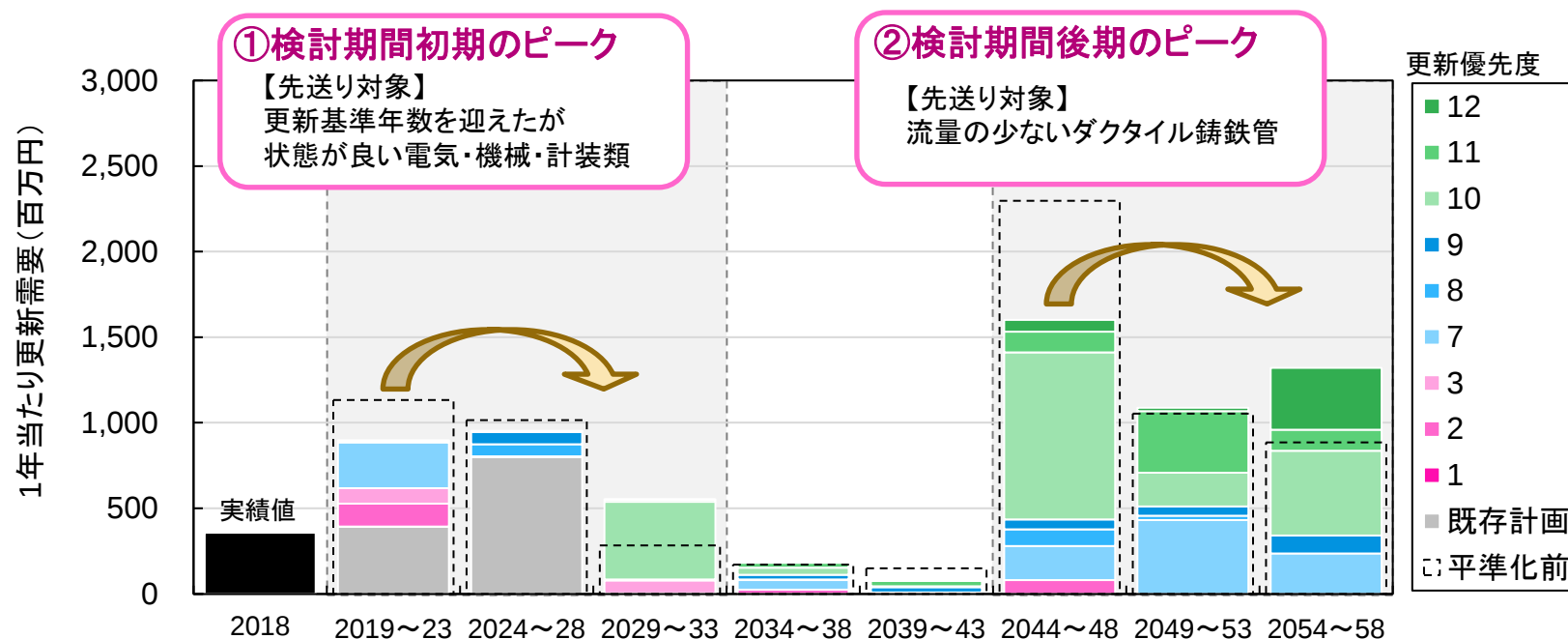
- 更新需要の大きなピークの平準化を行う。
- 10年以上の長期先送りや更新の前倒しは、更新計画の妥当性を損なうおそれがある。
- 平準化の手法は、更新優先度が低い資産の10年以内の短期先送りに限定した。



3. 更新需要見通しの検討

3.2.2. 平準化後の更新需要

- 各ピークの更新優先度の低い資産の更新基準年数を5～10年延長した。
- 平準化によって、検討期間初期10年間の更新需要は、1年当たり約11億円から約8億円まで低減された。これは最新の事業費実績値約3.5億円の約2倍である。

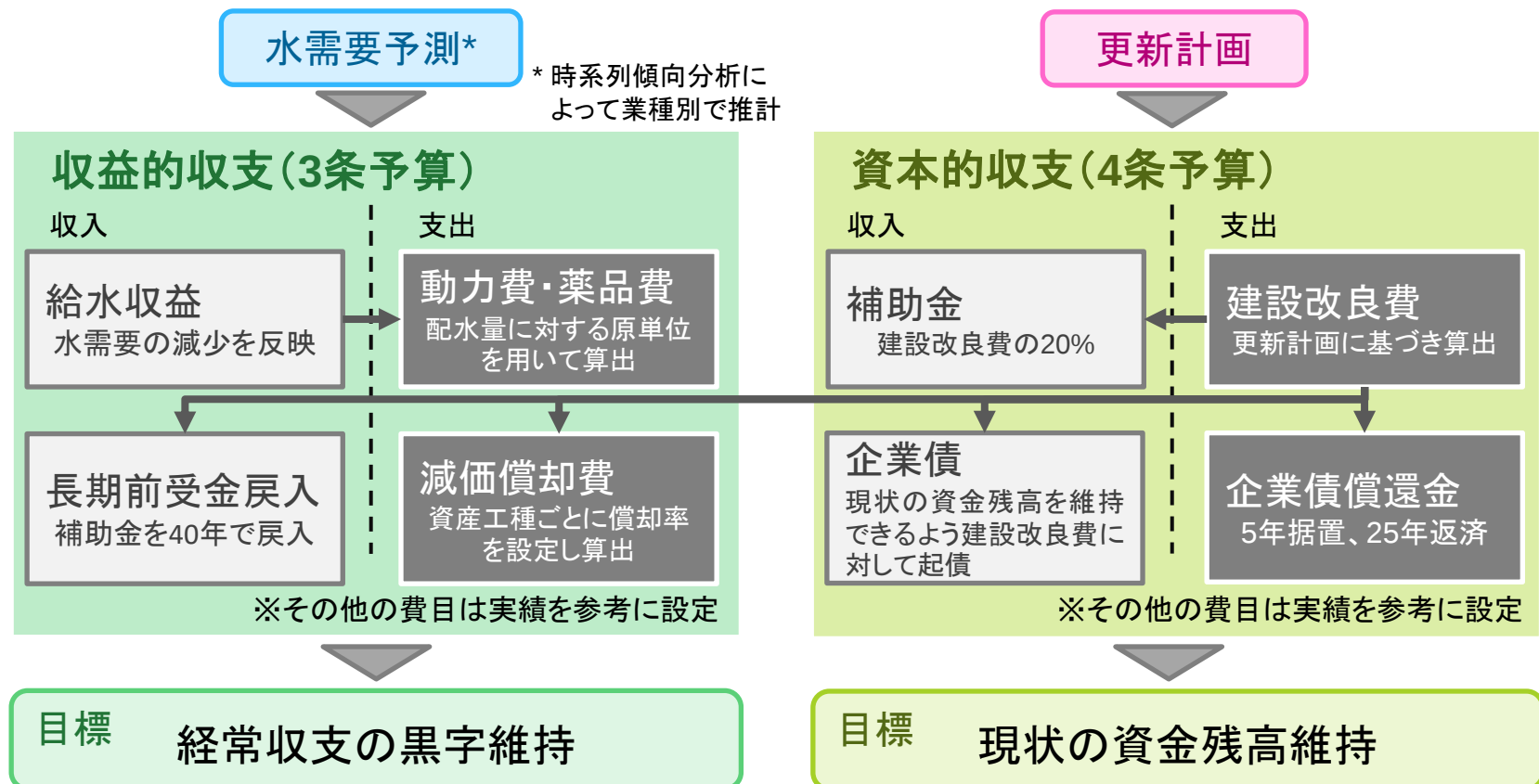


—平準化後の更新優先度を考慮した更新需要—
(破線は平準化前の更新需要)

4. 財政収支見通しの検討

4.1. 財政シミュレーションの条件設定

- 平準化後の更新計画と別途実施した水需要予測に基づき、財政シミュレーションを実施した。

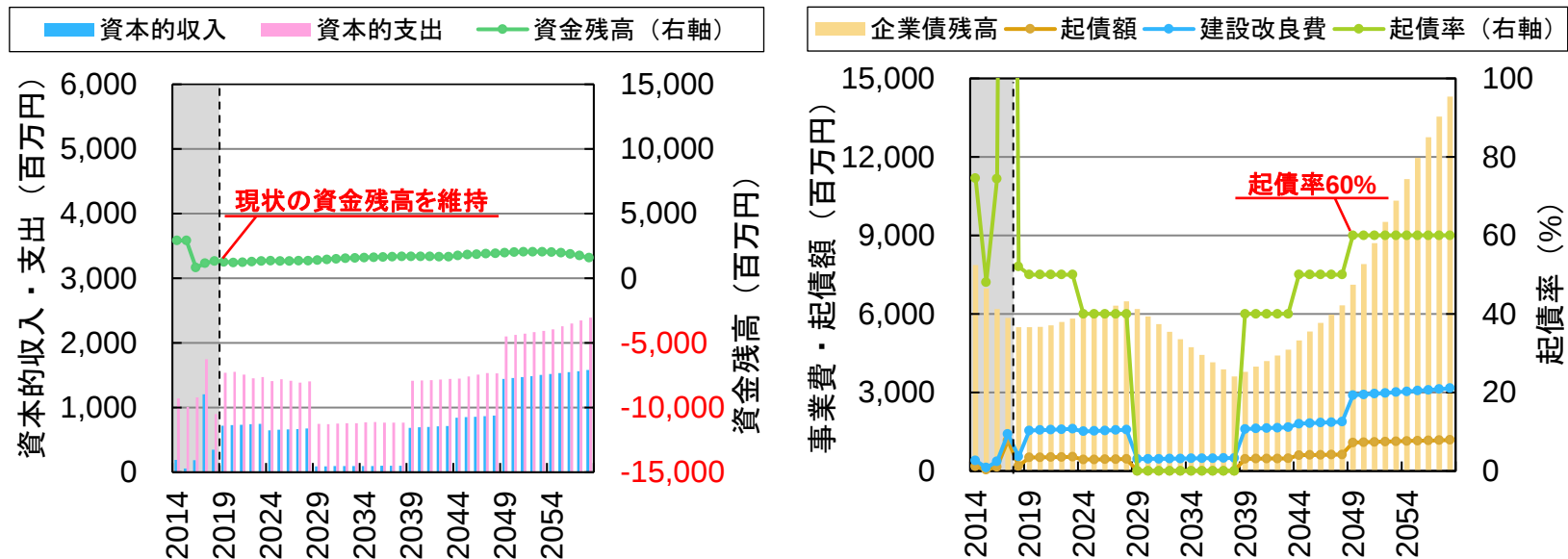


4. 財政収支見通しの検討

4.2. 財政シミュレーションの結果

① 資本的収支のシミュレーション結果

- 料金改定は見込まず、現状の資金残高を維持するために起債で対応する。およそ20年後以降の更新需要増大に伴い起債が増加し、企業債残高が増加する。
- 30年後には、建設改良の財源を起債に頼らなくてはいけなくなる。
- 20年後から増大する更新需要を低減する手法について検討をする必要がある。



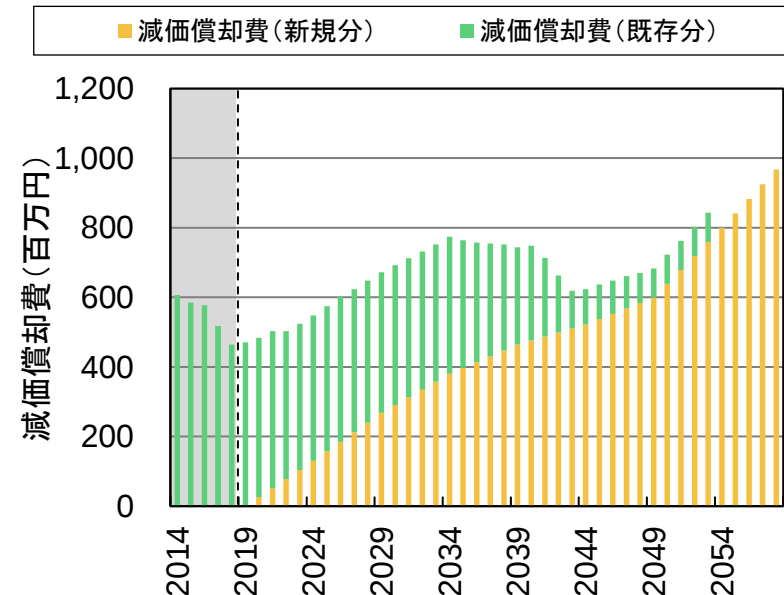
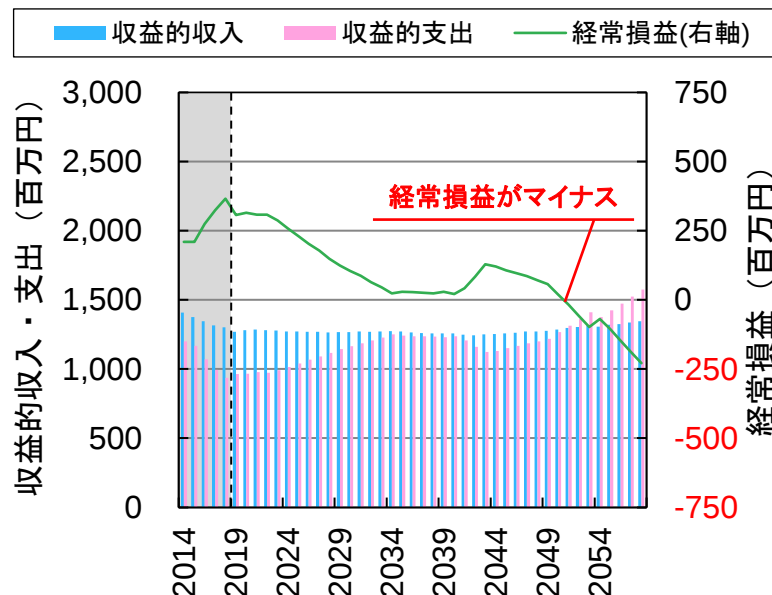
—財政シミュレーション結果(左:資本的収支、右:企業債残高)—

4. 財政収支見通しの検討

4.2. 財政シミュレーションの結果

② 収益的収支のシミュレーション結果

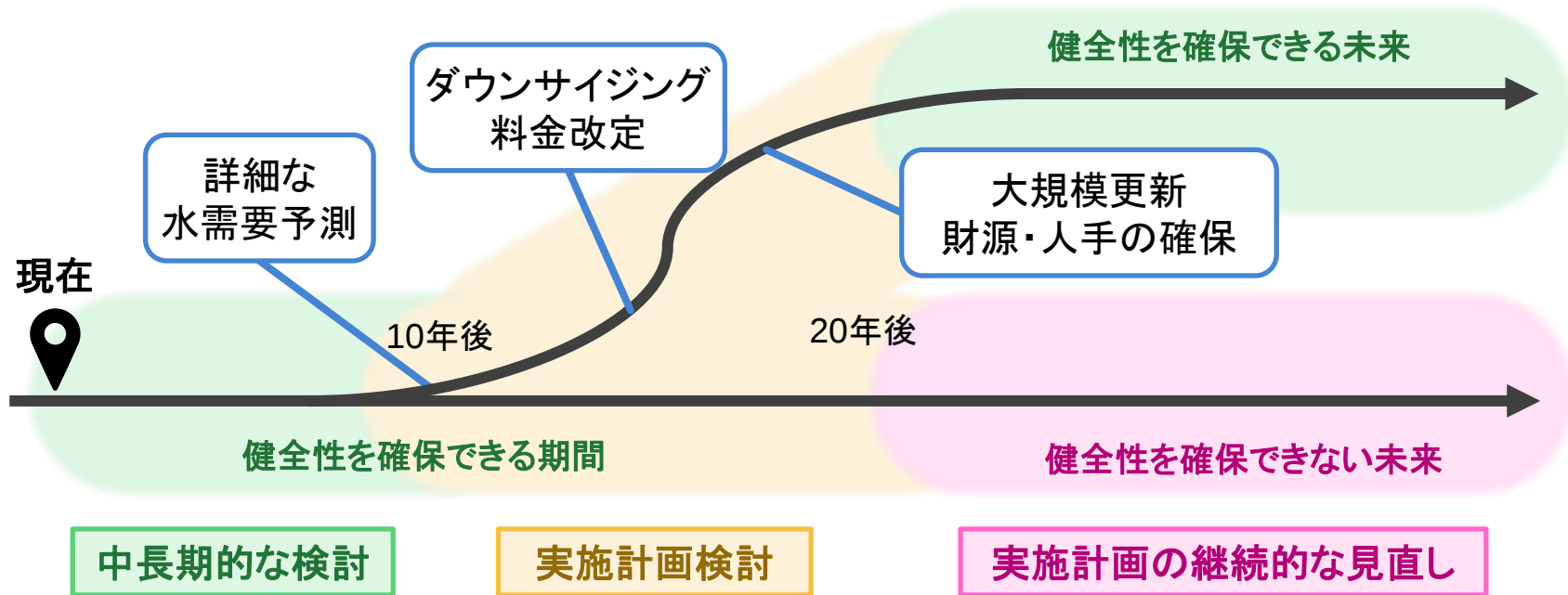
- 現行料金水準で、収益的収支における経常損益は当面の間プラスで推移する。しかし、更新に伴い減価償却費が増加し、およそ30年後には収益的収支がマイナスとなる。
- 財政の健全性を保つために、更新需要の低減策や、水道料金の見直しについて検討をする必要があると示唆された。



—財政シミュレーション結果(左:収益的収支、右:減価償却費)—

5. 総括と展望

- アセットマネジメントの実施により、中長期的な事業の概形を捉えることができた。
- 20年間は施設・財政面の健全性を確保できることが分かった。
- 健全性を確保できなくなる時期に先んじて計画的に対策を実施することが有効である。
- 効果的な対策をとるため、定期的にあセットマネジメントを見直すことが有効である。



6. まとめ

- 各資産の更新優先度を設定することで、更新基準年数の設定・更新需要の平準化において、施設・財政の両面の健全性を確保できる更新計画を検討することができた。
- アセットマネジメントを実施することで、施設・財政面の健全性を確保できる期間と、健全性が確保できなくなる時期を捉えることができた。
- 持続的な工業用水道事業運営を実現するためには、今後も定期的にアセットマネジメントを実施し、その結果を基に実施計画を策定することが望まれる。

ご清聴ありがとうございました



2022/07/27 第32回技術研究発表会

雨水レベルアップ整備事業による 雨水排除計画の実施設計事例

株式会社 極東技工コンサルタント

大阪本社設計部

長和 慎介

目次

1.はじめに

2.業務概要

3.検討内容

3.1.雨水貯留管と分水施設の連絡管径の決定

3.2.分水施設における一体型施工

3.3.発進立坑の配置検討

3.4.ポンプ室の検討

4.おわりに

1. はじめに

A市の下水道管路施設

- ・ 当初の雨水計画：5年確率、44mm/hr
- ・ 近年の降雨実績と比較すると整備水準が低く、浸水被害が発生

A市の段階的整備計画

- ・ 平成11年度より雨水浸水対策基本計画を策定
- ・ 整備目標：10年確率、50mm/hr
- ・ 雨水整備目標のレベルアップに対応した雨水排除計画を策定
- ・ 事業計画：雨水貯留管→全体計画：流下・排水管



【本業務の目的と内容】

- ・ 低地部の浸水を解消
- ・ 雨水排除計画による雨水幹線
下水道整備工事の詳細設計
(雨水貯留管、分水施設、
落差処理施設)



商店街の浸水状況

2. 業務概要

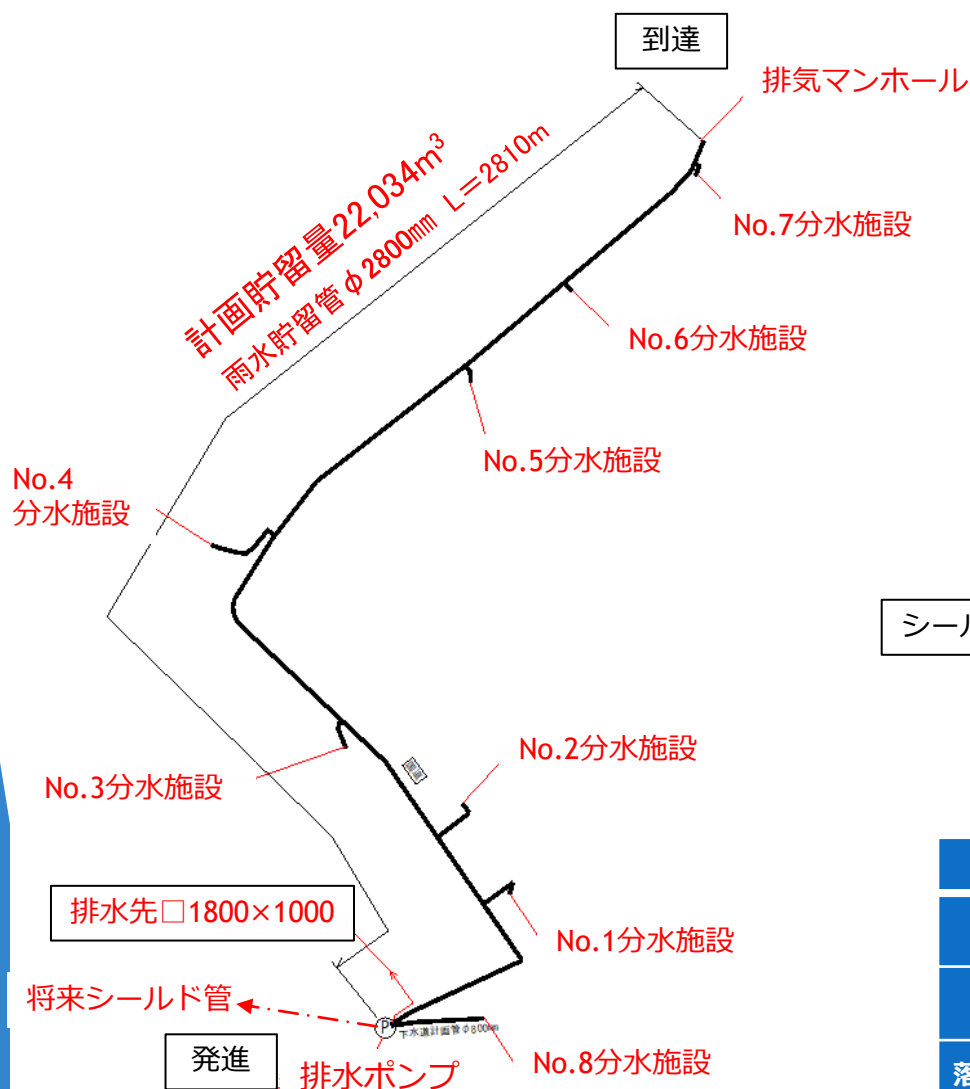


図-1分水施設概略平面図

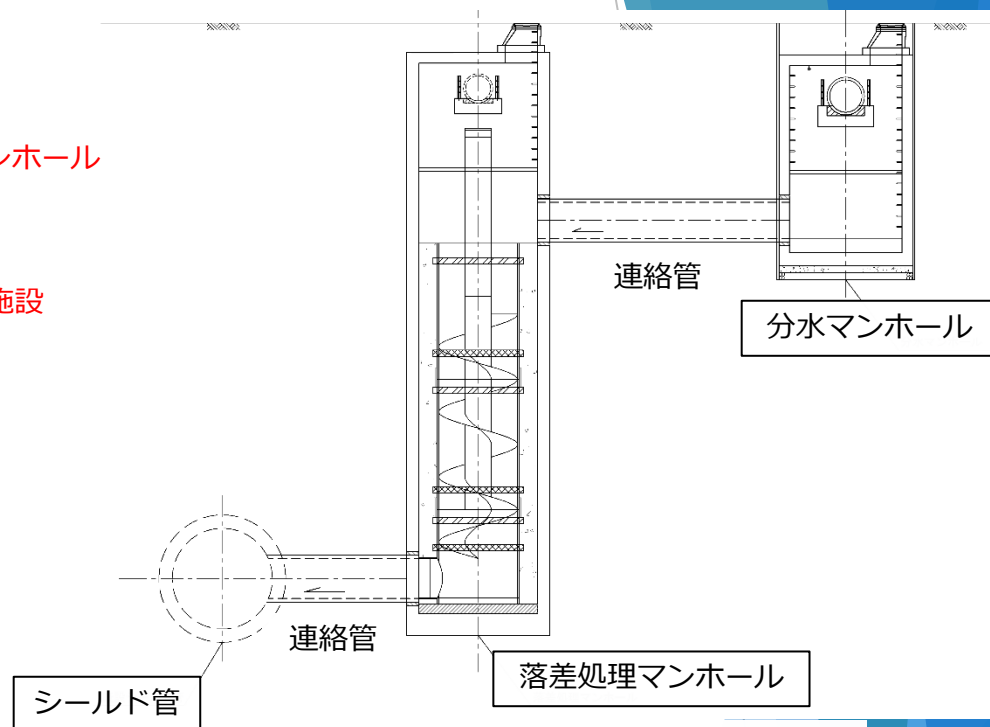


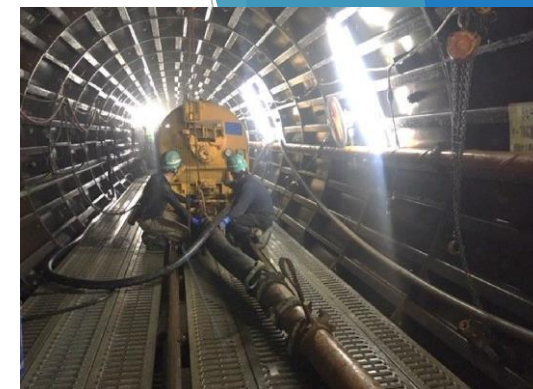
図-2分水施設概略断面図

表-1設計内容

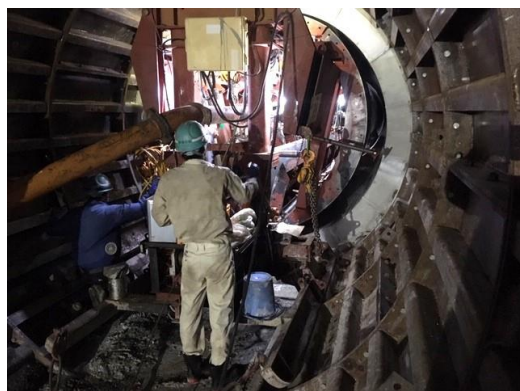
種 別	内 容	単 位	数 量
雨水貯留管	シールド工法 φ 2800mm	m	2810
分水マンホール	現場打ちマンホール	基	8
落差処理マンホール	現場打ちマンホール	基	8
分水施設連絡管	推進工法 φ 900～φ 1650mm	m	800



一次覆工完成時



二次覆工コンクリート搬入時



型枠移動状況



コンクリート打設完了



ドロップシャフト吊込時

3. 検討内容

3.1.雨水貯留管と分水施設の連絡管径の決定

【条件】

- ・ シールド管との連絡管径は、計画分水量に対し流速 3.0m/s 以下かつ自然流下方式で流下できる施設
- ・ 浸水シミュレーションの結果、施設能力を超える分水量が発生
- ・ 電力鉄塔基礎との近接施工



【検討事項】：No.8分水施設

A市においては、能力不足となる路線については、圧力管状態を許容して管径を決定

- ①動水勾配線(動水位)が計画越流高さ以下
- ②終点流速 3.0m/s 以下
- ③電力鉄塔基礎との近接施工を考慮

3. 検討内容

- ①動水勾配線(動水位)が計画越流高さ以下
- ②終点流速3.0m/s以下

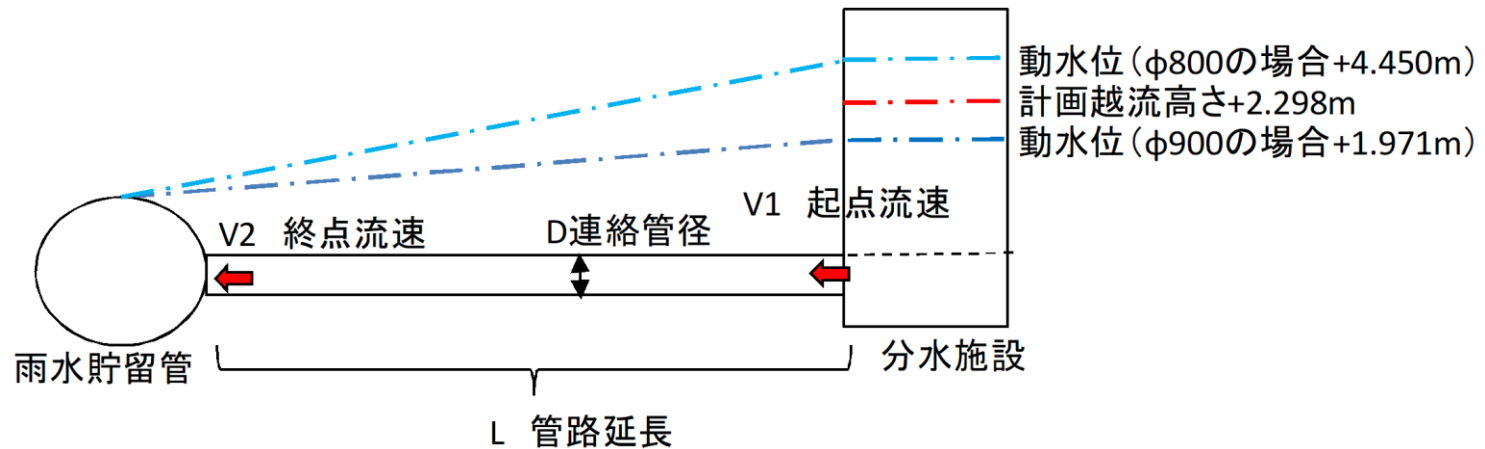


図-3動水位概略断面図

表-2HP φ 800mmとHP φ 900mmの動水位の比較

項目	管径 φ 800の場合	管径 φ 900の場合
動水位 (m)	+4.450	+1.971
計画越流高さ (m)	+2.298	
判定	×	○

3. 検討内容

③電力鉄塔基礎との近接施工を考慮

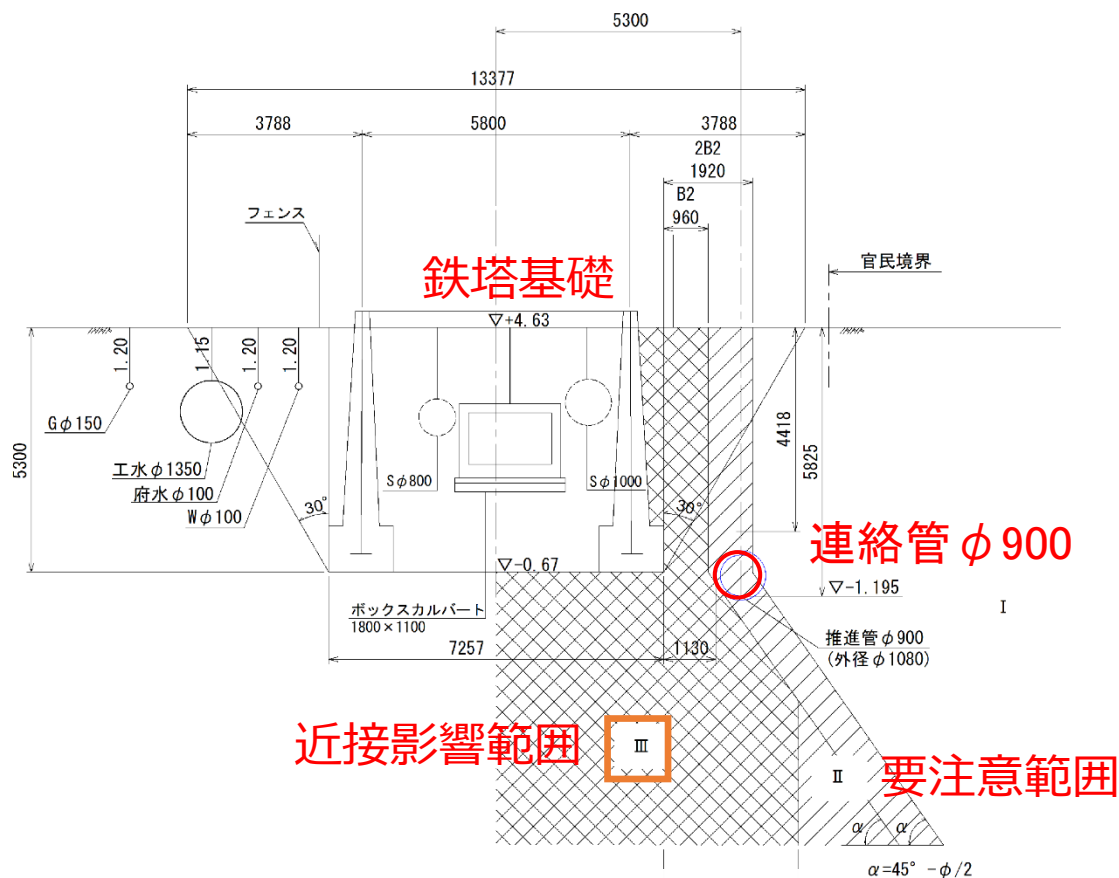


図-4 電力鉄塔基礎近接施工横断図

3. 検討内容

3.2.分水施設における一体型施工

【条件】

- ・ 本業務における分水施設は、分水マンホールと落差処理マンホールを分離型とすることを基本（維持管理性を考慮）
- ・ 分水箇所における移設困難な重要地下埋設物が輻輳



【検討事項】：No.3分水施設

A市においては、分水マンホールと落差処理マンホールを一体型にする検討を行った。

- ①重要地下埋設物は移設困難であるため、分水施設が地下埋設物に与える影響が少ない配置に計画
- ②既設雨水管φ700mmを分水させるため布設替え
- ③周辺環境への影響を考慮した仮設工法の検討

3. 検討内容

- ①重要地下埋設物は移設困難であるため、分水施設が地下埋設物に与える影響が少ない配置に計画
- ②既設雨水管 $\phi 700\text{mm}$ を分水させるため布設替え

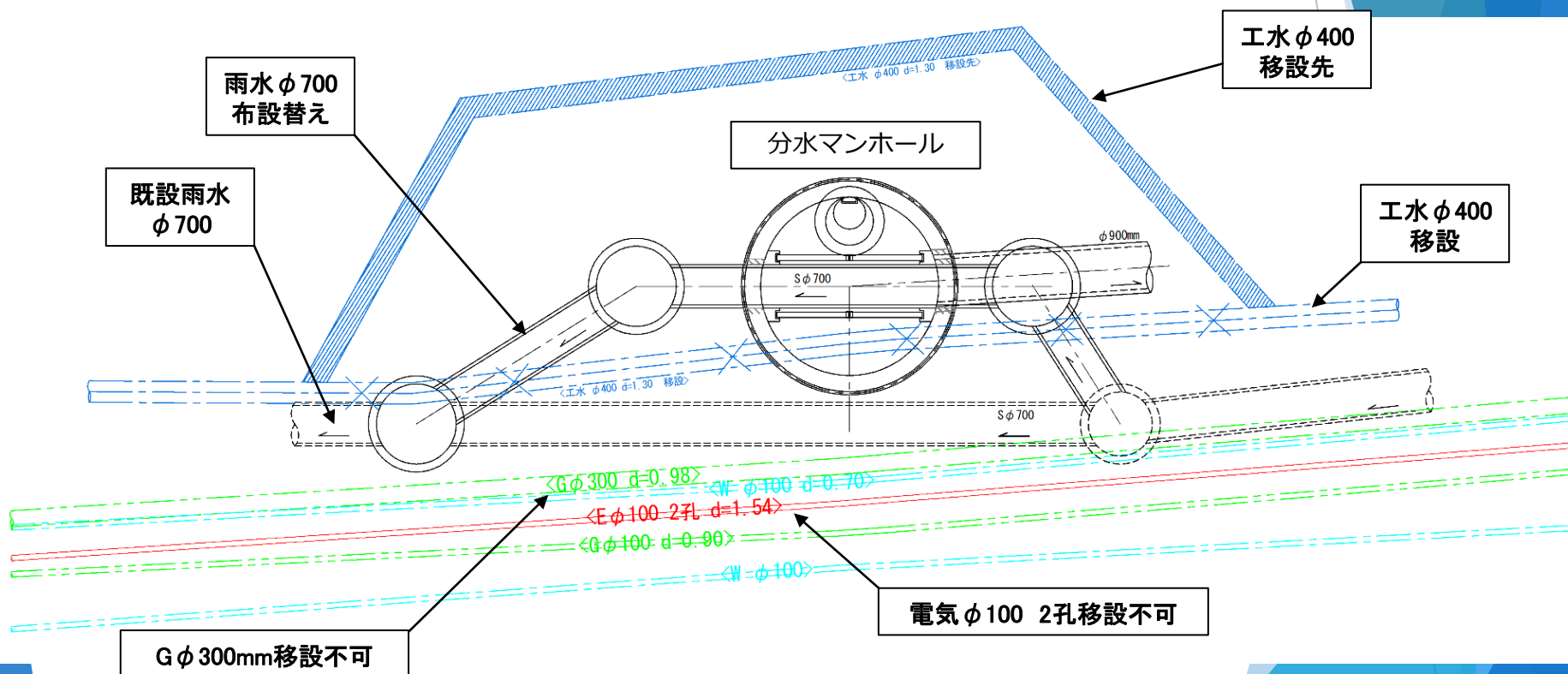


図-5 分水施設平面図

3. 検討内容

③周辺環境への影響を考慮した仮設工法の検討

一体化に当たり分水マンホールと落差処理マンホールにおけるマンホール必要内径がほぼ同径であることから、Case1とCase2の方法で仮設方法を検討



- Case1 : 分水マンホールと落差処理マンホールを一体構造とし、ケーシング立坑で施工
(圧入機常時占有必要)
- Case2 : ライナープレート立坑の下にケーシング立坑を設置
(圧入機常時占有不要)

3. 検討内容

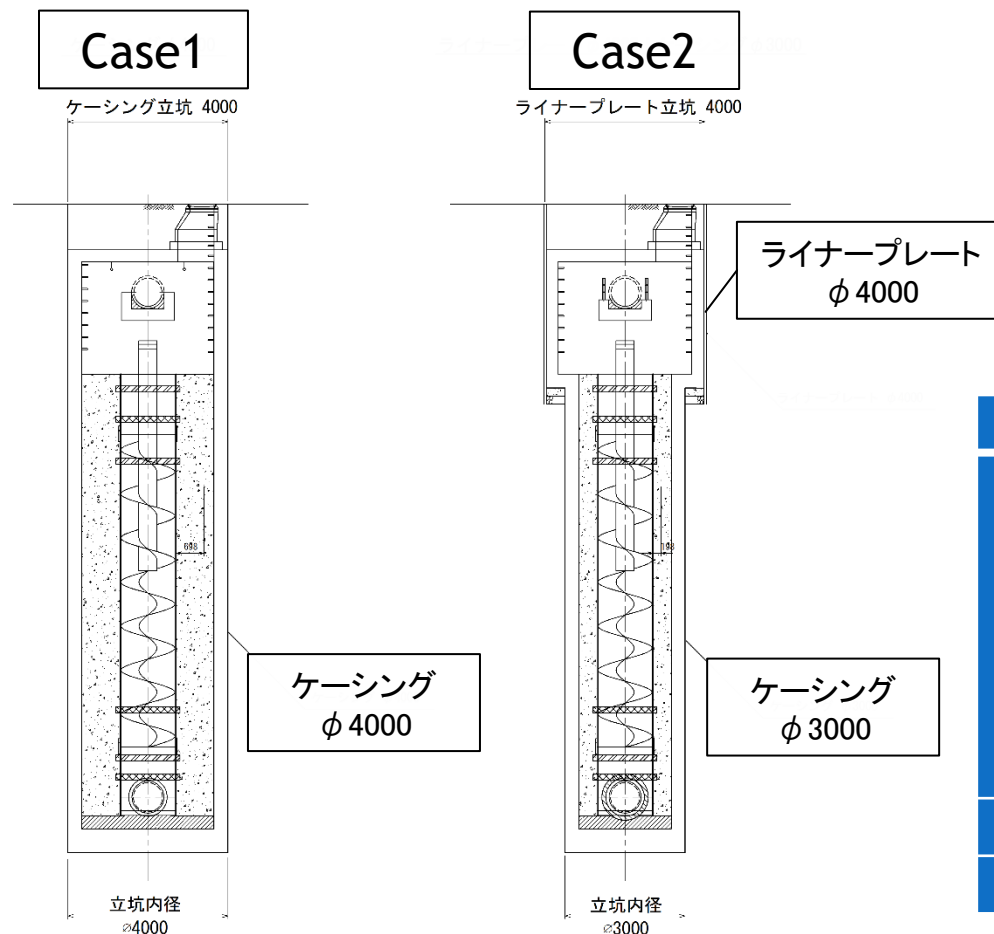


表-3仮設工法の比較表

項目	Case1	Case2
施工性	ケーシング φ 4000mmの場合、ケーシング圧入機を現場に常時占有する必要あり	ケーシング φ 3000mmの場合、ケーシング圧入機を現場に常時占有する必要なし
経済性	22,780,000円	22,100,000円
判定	×	○

図-6立坑概略断面図

3. 検討内容

3.3.発進立坑の配置検討

【条件】

- ・発進立坑は、交通事情および施工環境条件を考慮し、立坑設備、坑外設備、機材置場等を確保するため、広い敷地が必要



【検討事項】

A市においては、発進立坑の配置検討を行うに当たり、以下の問題があった。

- ①シールド発進基地に必要な用地面積は 約1200～1500m²
- ②作業ヤードおよび資材置場が必要
- ③発進基地周辺地域への影響（高圧電線および鉄塔基礎）



鉄塔付近の状況

3. 検討内容

- ①シールド発進基地に必要な用地面積は約1200～1500m²
- ②作業ヤードおよび資材置場が必要

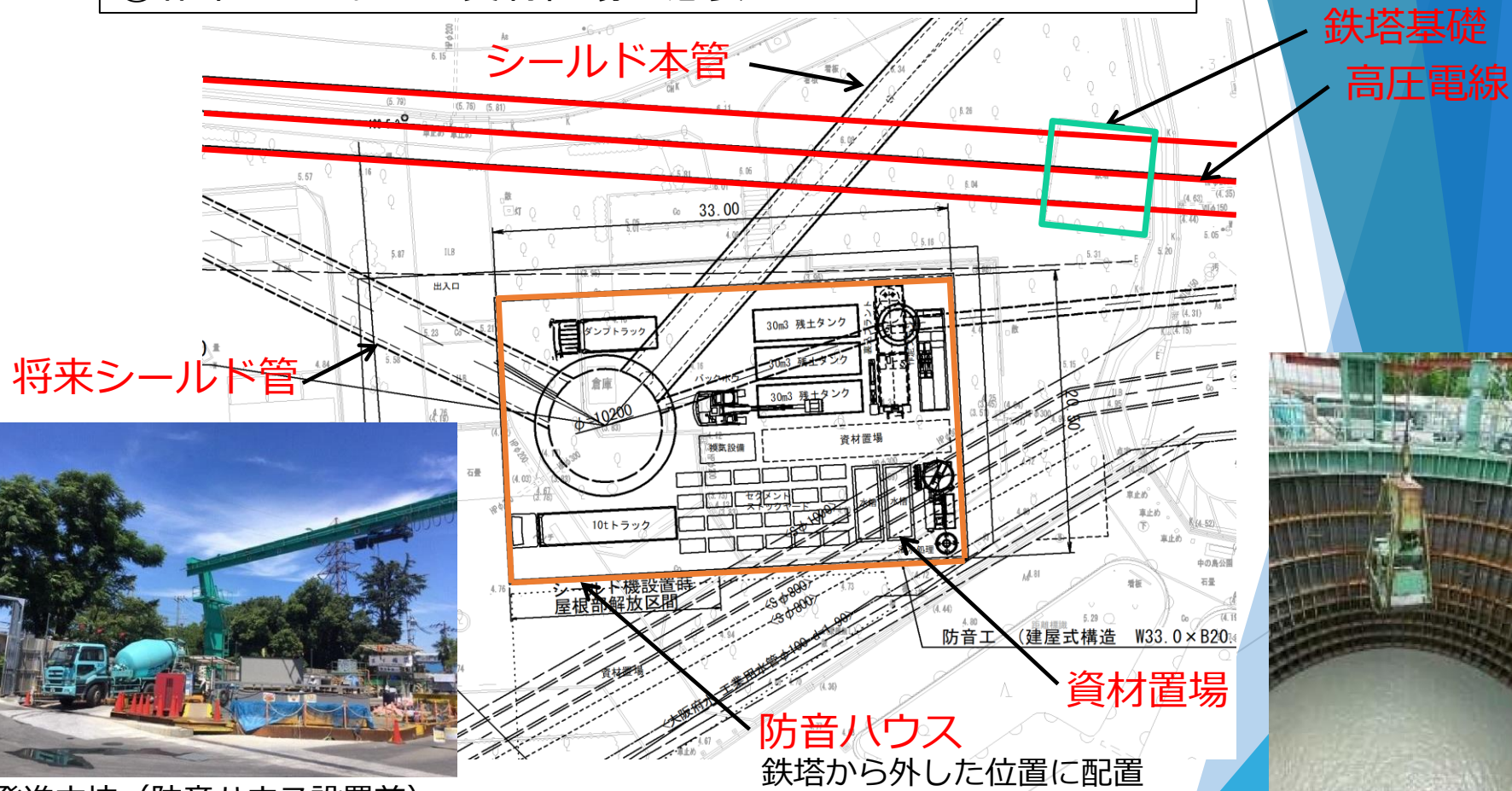


図-7立坑周辺状況

③発進基地周辺地域への影響(高圧電線および鉄塔基礎)

- ・高圧電線の振り幅および高圧鉄塔基礎の影響を考慮し、防音ハウスが配置できる場所およびシールド施工の機械配置を検討



3. 検討内容

- ・シールド本管と鉄塔基礎との近接施工については、シールド本管のゆるみ幅と鉄塔基礎との離隔を考慮し、管理者との協議により安全性を確認した上で法線を決定

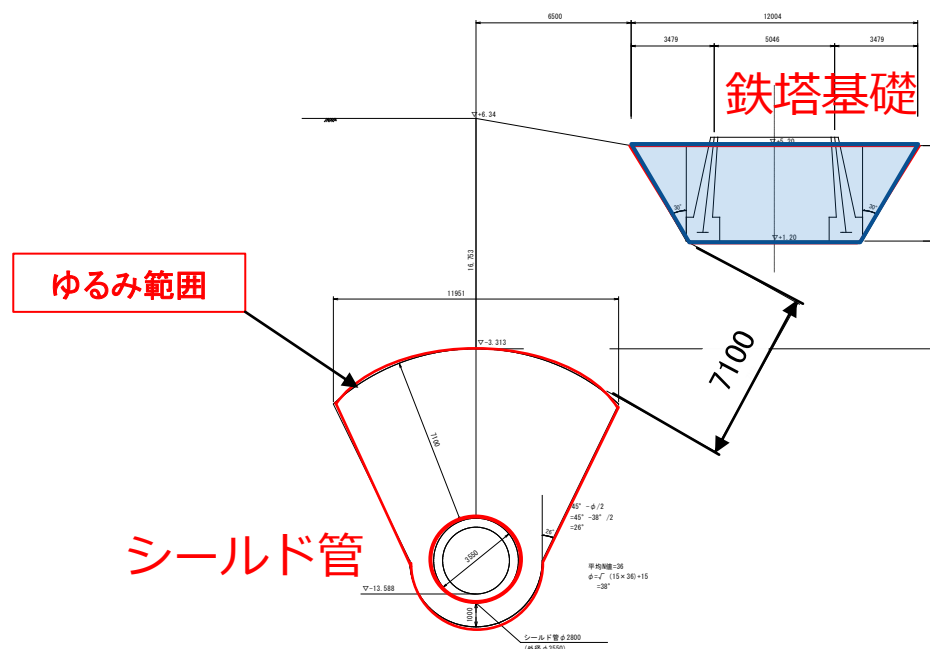


図-9鉄塔基礎部A-A断面図

3. 検討内容

3.4.ポンプ室の検討

【条件】

ここで設置するポンプ室は、貯留管に溜まった雨水を晴天時に既設水路に排水するための排水ポンプを設置するためのものである。

・ポンプ室の平面占用条件は、電気設備や階段などを設置するためのドライスペースを30m²確保が必要



【検討事項】

ポンプ室の平面占用スペースについては、矩形タイプと円形タイプで比較

表-4矩形タイプと円形タイプの比較

項目	ポンプ室に必要な寸法	
	矩形タイプ	円形タイプ
必要寸法 (m)	11.20 × 13.20	φ 10.20
占用面積 (m ²)	147.84	81.71
判定	×	○

The diagram compares two types of pump room layouts: rectangular and circular.

Rectangular Type (左側):

- Overall dimensions: 14100 (width) x 12100 (depth).
- Internal dimensions: 13200 (width) x 11200 (depth).
- Layout components:
 - ウエットエリア (Wet Area) at the top.
 - ドライエリア (ポンプスペース) (Dry Area (Pump Space)) with area $A=30\text{m}^2$ at the bottom.
 - 電気設備、階段設備設置 (Electrical equipment, staircase equipment installation) on the right side.
 - 切梁腹起しスペース (Cut beam lifting space) on the right side.
 - ドライスペース 30m^2 (Dry space 30m^2) at the bottom right.
- Bottom dimensions: 1600, 4150, 4150, 1600, totaling 11500.
- Right side dimensions: 1600, 1650, 1000, 3650, 1600, totaling 9500.

Circular Type (右側):

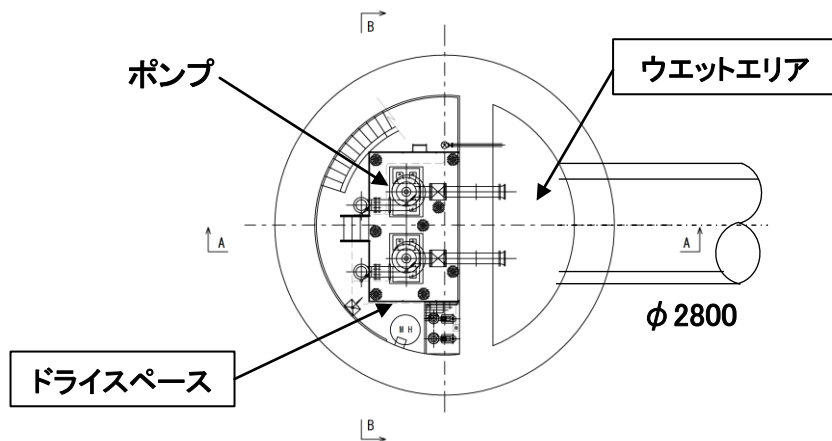
- Overall diameter: $\phi=10200$.
- Layout components:
 - ウエットエリア (Wet Area) at the top.
 - ドライエリア (ポンプスペース) (Dry Area (Pump Space)) with area $A=30\text{m}^2$ at the bottom.
- Right side dimension: 4550.

Summary:

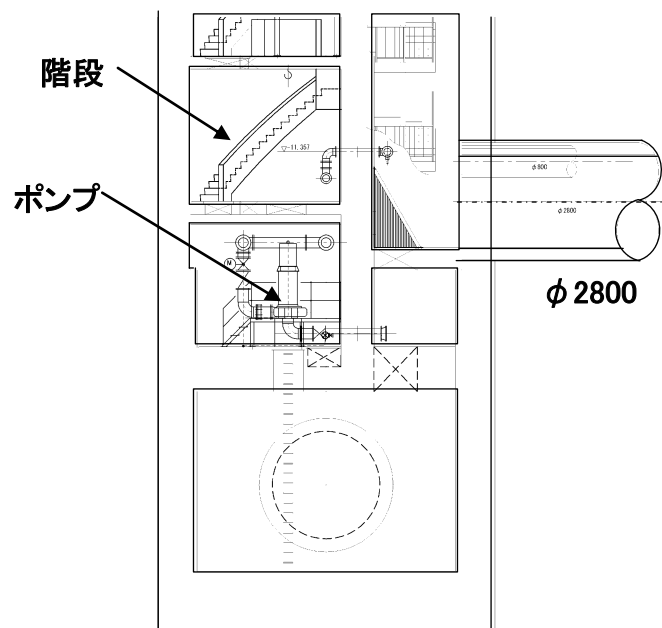
- 矩形タイプ (Rectangular Type) 占有面積 147.84m^2
- 円形タイプ (Circular Type) 占有面積 81.71m^2

図-10 ポンプ室に必要な寸法

ポンプ室平面図



A-A断面図



B-B断面図

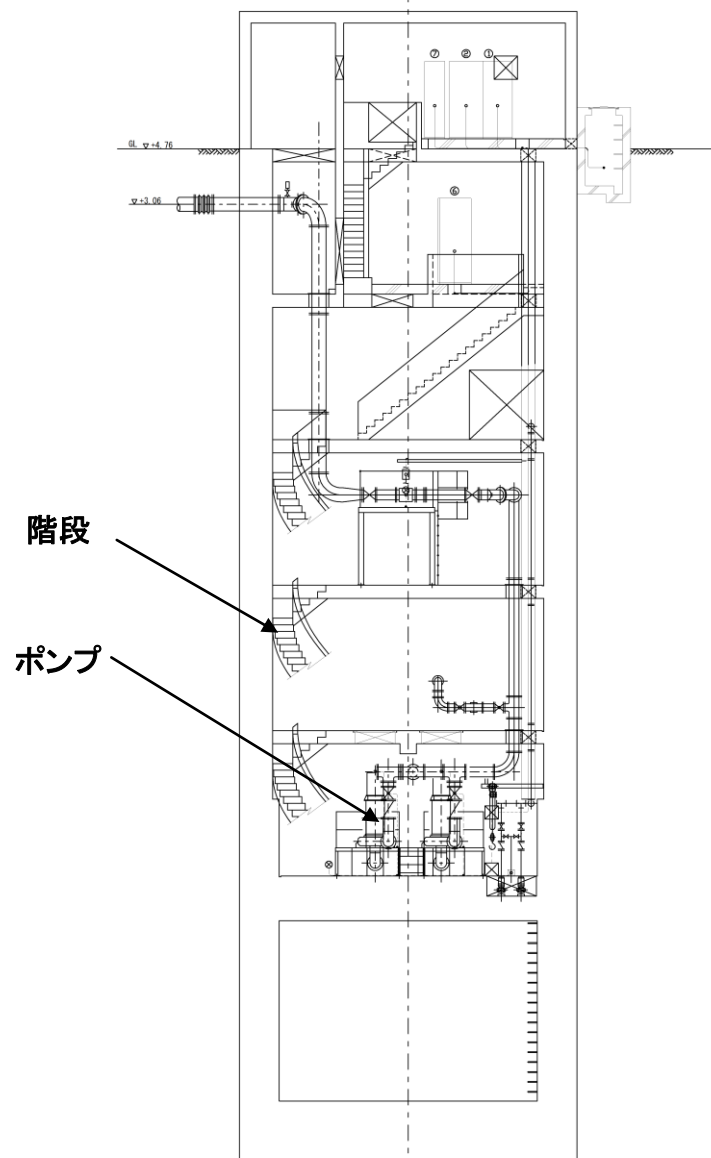


図-11ポンプ室平面断面図

4. おわりに

本業務では、雨水排除計画の実施設計に当たって、現場状況を十分に把握した上で、施工性、安全性、維持管理性を重視する必要があった。

気候変動により全国各地において、浸水リスクが年々高まっており、今後も雨水貯留管、分水施設、落差処理施設などの需要が高まっていくと考えられる。

今後も科学技術の進歩を活用し、社会環境の変化に対応した設計を行っていくことが重要である。

ご清聴ありがとうございました。

平坦な住宅密集地における 雨水幹線増強工事の詳細設計事例



株式会社 三水コンサルタント 中部支社 藤本佳嗣

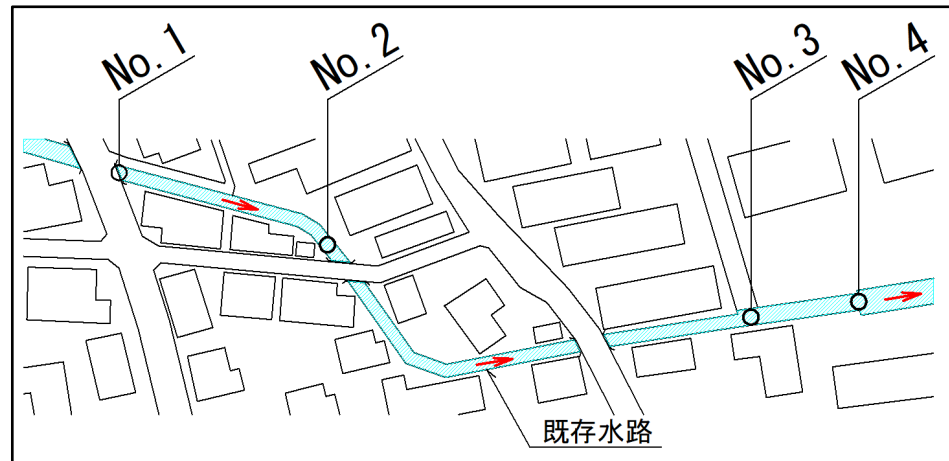
目次

1. はじめに
2. 現場状況
3. 設計計画
4. 検討結果まとめ
5. おわりに

1.はじめに

業務概要

本業務は、A市の既存幹線水路において、浸水対策を目的とした
水路改修の実施設計であった。



問題点

- ・既存水路は計画雨水量に対して約30%の流下能力しかない
- ・過去に度々浸水被害が発生している
- ・既存水路の右岸側は家屋が近接しているため拡幅はできない

1. はじめに

本業務の要点

このような厳しい現場条件であるため、
各区間の現場条件に合わせて水路改修を計画した。

★部分的な水路拡幅

★バイパス管路の新設

★水路のライニング

(粗度係数の低減による流下能力の増強)

2. 現場状況(No.1～No.2)

左岸側

幅1.5mの通路
空地(市有地)



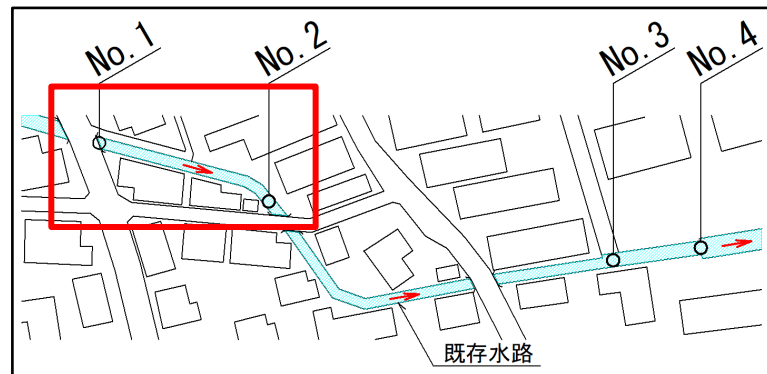
右岸側

家屋が近接

計画雨水量	6.949(m ³ /s)
現況水路の流下能力	2.136(m ³ /s)



計画雨水量に対して
約31%の流下能力



2. 現場状況(No. 2～No. 3)

左岸側

家屋が近接



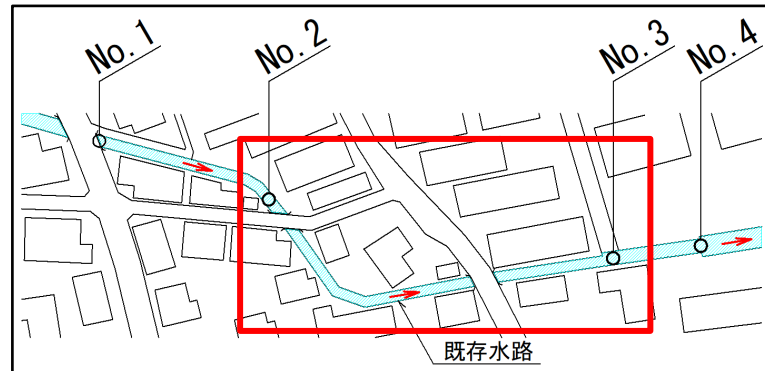
右岸側

家屋が近接

計画雨水量	7.172(m ³ /s)
現況水路の流下能力	2.053(m ³ /s)



計画雨水量に対して
約29%の流下能力



2. 現場状況(No. 3～No. 4)

左岸側

空地



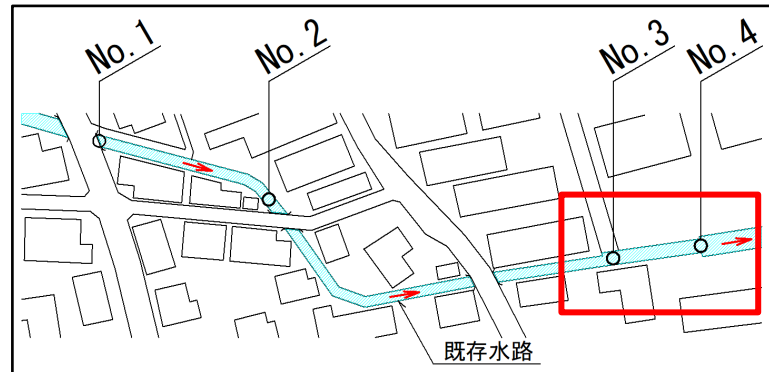
右岸側

家屋が近接

計画雨水量	7.719(m ³ /s)
現況水路の流下能力	5.090(m ³ /s)



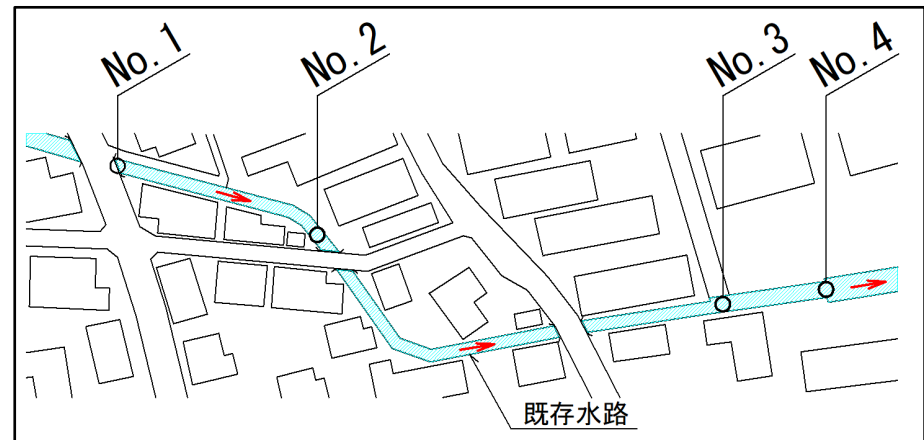
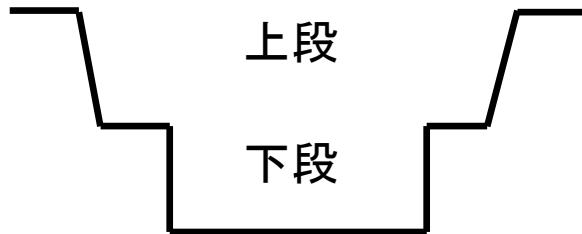
計画雨水量に対して
約66%の流下能力



2. 現場状況(まとめ)

区間	現況水路断面 (mm)	計画雨水量 (m ³ /s)	現況水路の 流下能力 (m ³ /s)
No.1～No.2	上段: 3150/2600 × 800 下段: 1550 × 500	6.949	2.136 (計画雨水量の約31%)
No.2～No.3	上段: 3000/2450 × 800 下段: 1550 × 500	7.172	2.053 (計画雨水量の約29%)
No.3～No.4	上段: 3900/3700 × 700 下段: 2000 × 500	7.719	5.090 (計画雨水量の約66%)

水路断面イメージ



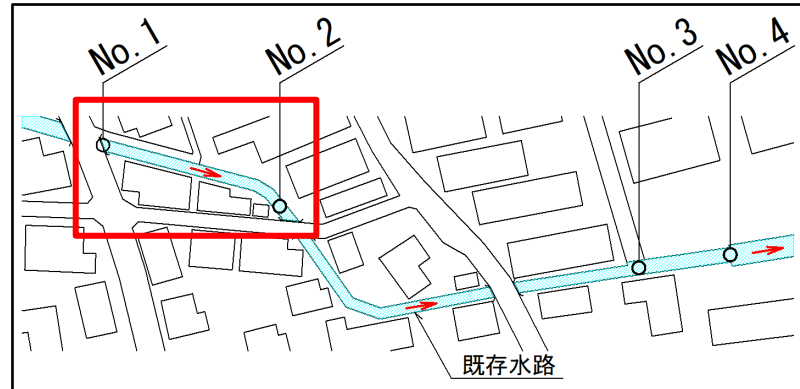
3. 設計計画

設計方針

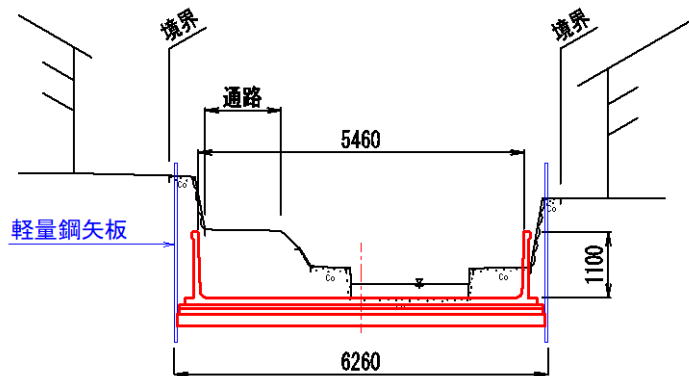
- 今回設計では、水路改修やバイパス布設を前提とする。
- 現況水路の流下能力が約30%しかないこと、水路の拡幅スペースがないことから、用地買収はやむを得ない。
- バイパス候補地に「売地」が存在しているので活用する。
- 今回設計区間の上・下流部は水路改修が完了しており、上・下流端の水路底高は固定とする。

3. 設計計画(No.1～No.2 区間)

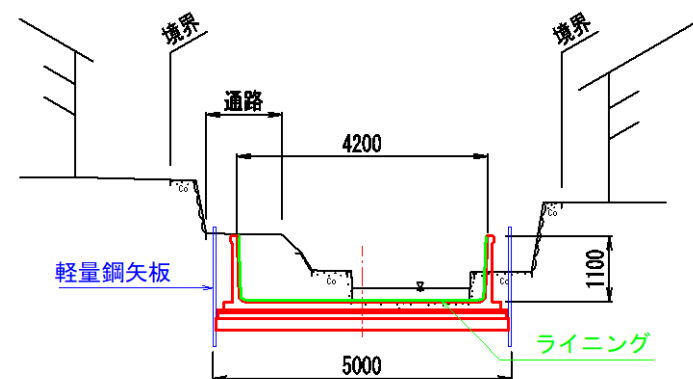
左岸部の通路を最大限利用して水路拡幅を行うこととした。



ライニングなし: 水路幅5460mm



ライニングあり: 水路幅4200mm【採用】

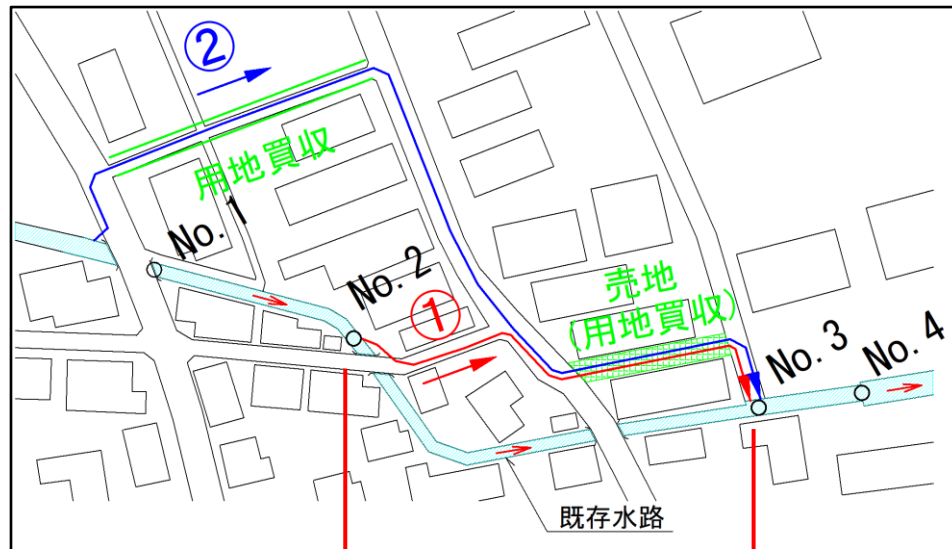


3. 設計計画(No.2～No.3 区間)

当区間は、両岸に家屋が近接しているため、水路拡幅は現実的に不可能であった。
そのため、市道占用及び売地を用地買収して、バイパスを布設する方針とした。



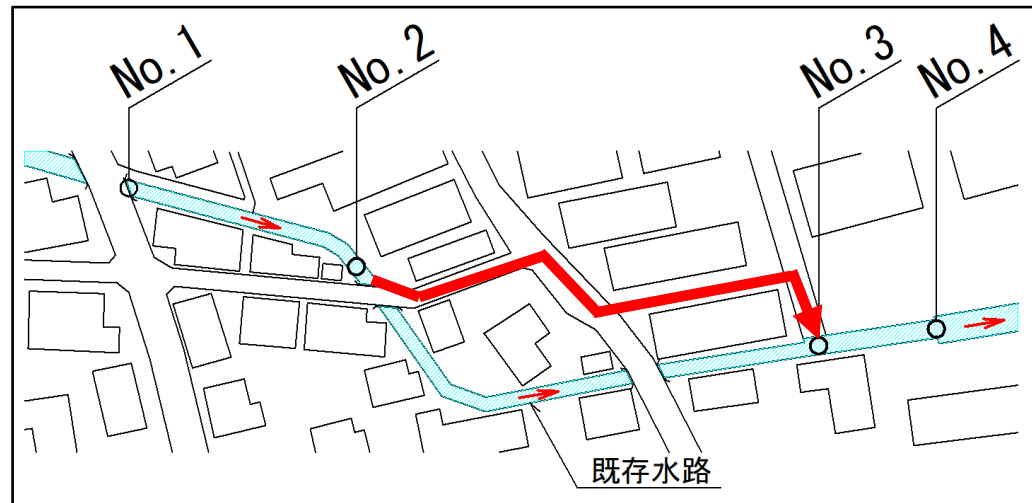
ルート検討の結果、ルート②に決定



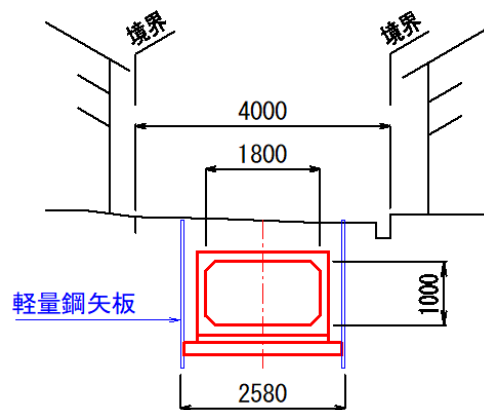
両岸に家屋が近接
水路拡幅は不可能

諸 元	ルート①	ルート②
勾 配	1.76‰	0.83‰
延 長	130m	460m
能力不足の 解消区間	No.2～No.3	No.1～No.3
埋設物の 移設	・污水管 ・水道管	・污水管 ・水道管
工 期	3～4カ月	1年弱
評 価	No.1～No.2の水路 改修が必要であるが、 バイパス布設工事の 規模を最小限にでき、 実現性が高い。	No.1～No.2の水路 拡幅は不要である が、一部道路拡幅 (用地買収)も必要 となり、実現性が低 い。
	○ 採用	× 不採用

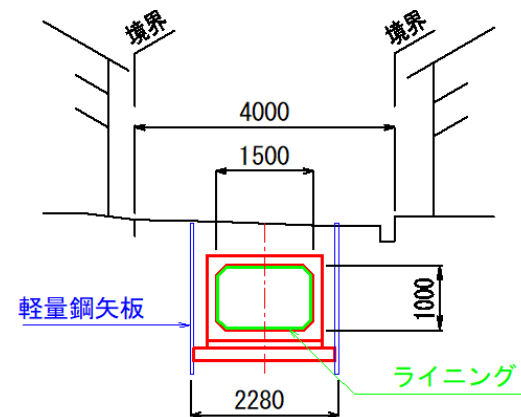
3. 設計計画(No.2～No.3 区間)



ライニングなし:水路幅1800mm



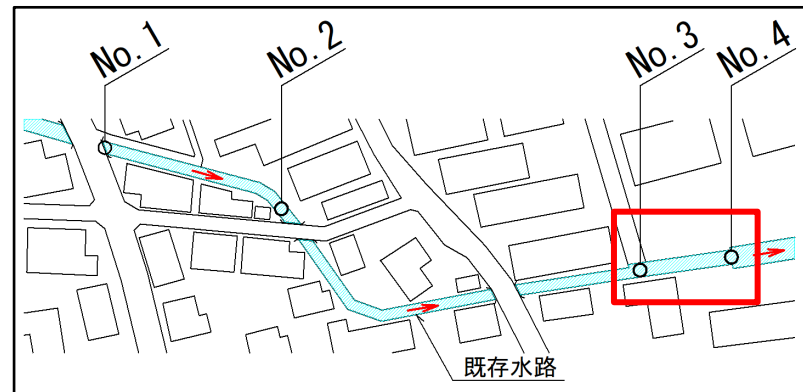
ライニングあり:水路幅1500mm【採用】



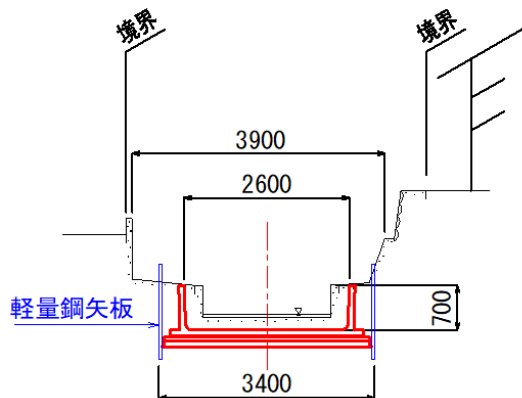
3. 設計計画(No.3～No.4 区間)

この区間は他の区間より既存水路の断面が若干大きく、能力不足の程度も他の区間より少ない。

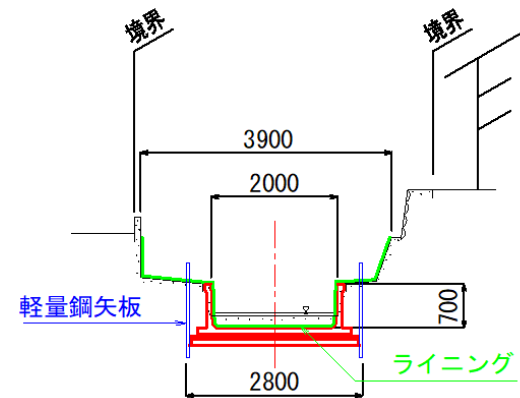
よって、既存水路の勾配調整及び水路内面のライニングによる水路改修の計画を行った。



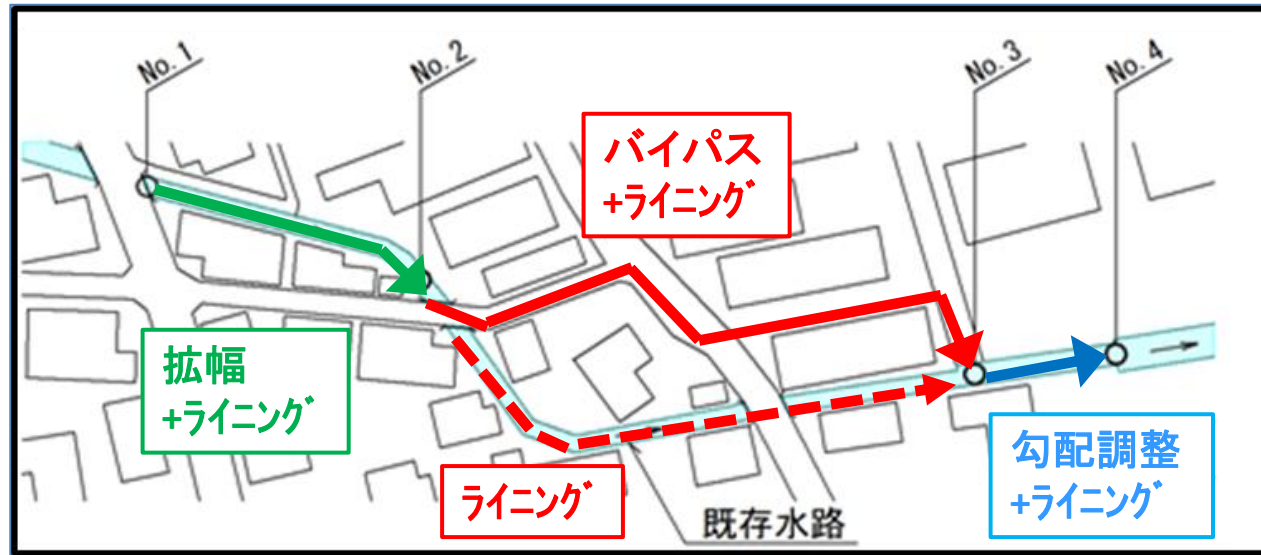
ライニングなし: 水路幅2600mm



ライニングあり: 水路幅2000mm【採用】



4. 検討結果まとめ



区間	水路改修の方法	計画 雨水量 (m^3/s)	現況水路の 流下能力 (m^3/s)	改修後の 流下能力 (m^3/s)
No.1～No.2	水路拡幅+ライニング	6.949	2.136	7.050
No.2～No.3	既存水路部はライニングのみ	7.172	2.053	2.953
	バイパス+ライニング			4.464
	合計			7.417
No.3～No.4	水路の勾配調整+ライニング	7.719	5.090	9.009

5. おわりに

一般的には

- ・都市部の水路は両岸に家屋が近接している。
 - 水路改修工事では借地や用地買収が必要となる場合が多い。
 - 土地所有者や近隣住民の理解と協力が不可欠。

今回設計では

- ・幸運にもバイパス候補ルート上に「売地」が存在していた。
 - 用地買収は比較的容易に進んだ。

雨水整備については

- ・雨水設計では一般的に過去の降雨実績に基づいて設計。
 - 近年では想定外の豪雨が多発！
 - 水路改修が完了しても安心はできない！
 - このことは、事業者・設計者のみならず世間でも認知されつつある。

5. おわりに

雨水貯留池の予備検討

本業務は、水路改修の詳細設計であったが、**雨水貯留池の提案**も行った。

①気象庁アメダスデータによるハイドログラフから浸水量を算出。



②浸水実績のヒアリングによる浸水深、浸水エリアから算出した浸水量と比較し、①で求めた浸水量の妥当性を確認。



③貯留池容量の決定



④貯留池概略図と概算工事費の算出

5. おわりに

ハード対策の限界

雨水管の新設、水路改修、雨水貯留池などのハード面の対策は浸水対策に直結するため、有効な手段であることは間違いない。

しかし、

- ★雨水対策の整備完了までに相当の年月を要する。
- ★想定以上の降雨には対応できない。

ソフト対策の重要性

今後は、自治体と地域住民が連携のもと、防災・減災をめざしたソフト対策も非常に重要である。



ご清聴、ありがとうございました。

密集市街地の浸水解消における 事業間連携下水道計画の策定事例

オリジナル設計株式会社 中塩 知紀



OEC オリジナル設計株式会社

1. 今回業務について

2. 対象地区の概要

3. 対策検討について

4. 事業間連携下水道事業について

5. 最後に

1. 今回業務について

今回業務の概要

対象地区：常習的な浸水被害のある地区

- 排水先河川の水位が高く自然流下での排水が困難
- 密集市街地で対策施設の設置場所の確保が困難



効率的、効果的な整備の観点から雨水計画の見直し

- ☑ 河川事業と一体的に整備を行う**総合治水対策**の一環として実施
- ☑ **事業間連携下水道事業**の採択のため事業の費用効果を提示

1. 今回業務について

業務対象について

対象自治体：M市

項目	内容
人口規模	5～10万人規模
気候	冬期に降水量が多い日本海型気候区
地形的特徴 (市街地)	・ 河川の河口部に位置し、海域に面している ・ 周りは山岳や丘陵部に囲まれている

1. 今回業務について

M市の浸水状況

➤ 下水道整備の途上地区において常習的に浸水被害が発生

常習的に台風による被害が発生している

発生年月日	実績降雨（mm）		浸水実績		備考
	24時間 雨量	1時間 最大雨量	床下 （戸）	床上 （戸）	
平成16年10月20日	283.0	36.0	642	156	台風23号
平成25年 9月16日	279.0	27.5	191	130	台風18号
平成29年10月22日	312.0	41.5	385	160	台風21号

※被害家屋数はT川水系のみ

1. 今回業務について

2. 対象地区の概要

3. 対策検討について

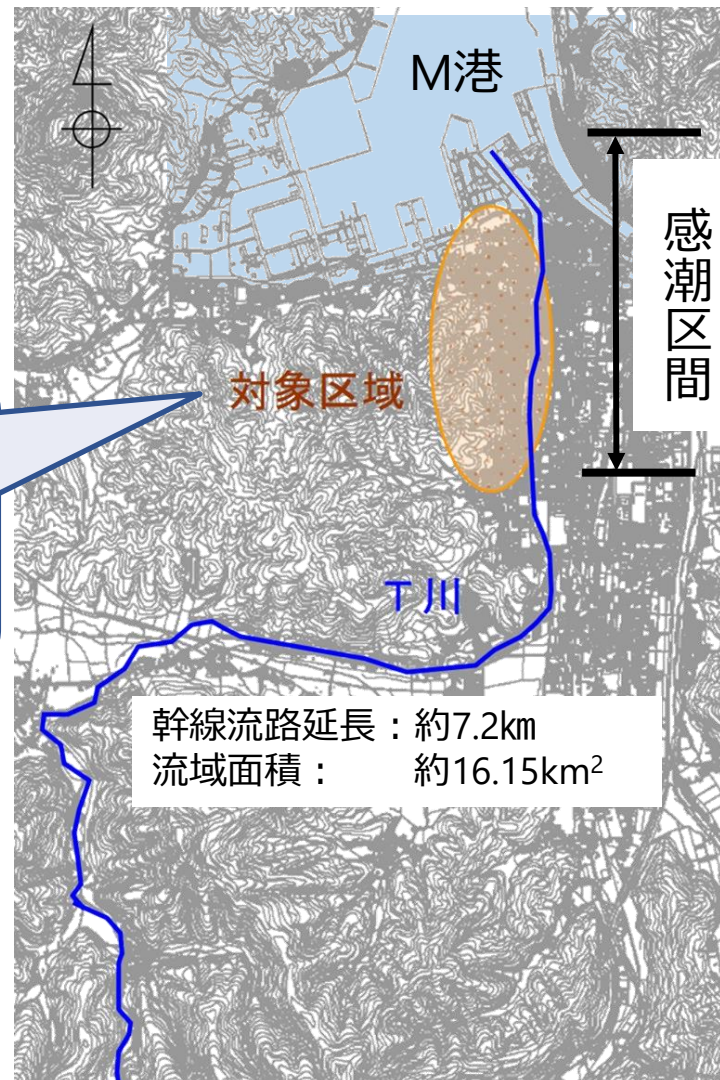
4. 事業間連携下水道事業について

5. 最後に

2. 対象地区の概要

排水先河川（T川・二級河川）の概要

河川整備計画（築堤、河道掘削、護岸整備等）はあるが、**未実施**であった。

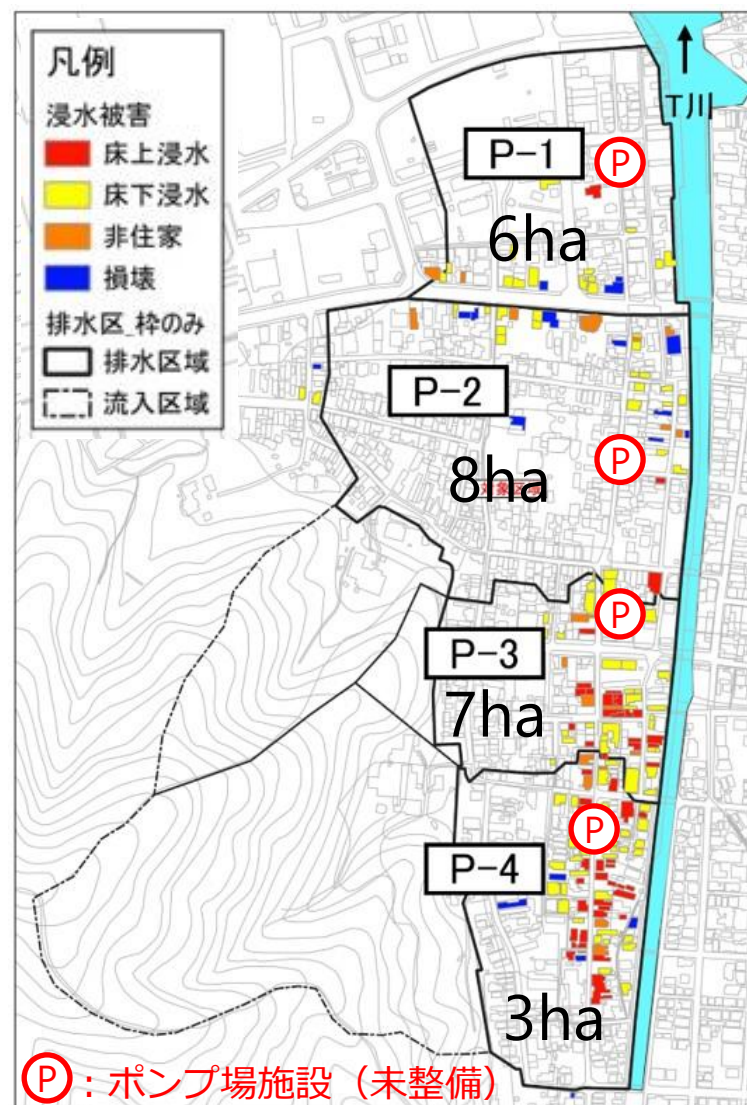


2. 対象地区の概要

下水道計画（雨水）の概要

T川左岸の**宅地が密集した箇所**で**4排水区**が計画されている。
いずれも整備が**未実施**の状況である。

平成29年10月22日の台風による浸水被害の状況は、**T川付近の宅地密集箇所**を中心として浸水している。



(浸水実績：平成29年10月22日)

2. 対象地区の概要

地域特性の概要

- ・ 地形的にほぼ平坦
- ・ 河川の水位が高く背水の影響を受けやすい



自然流下での排水が困難



➤ 河川から既存水路へ逆流し、
宅地の密集箇所に常習的に浸水被害が発生

2. 対象地区の概要

総合治水対策について

常習的な浸水被害であるが、河川及び下水道は未整備である。



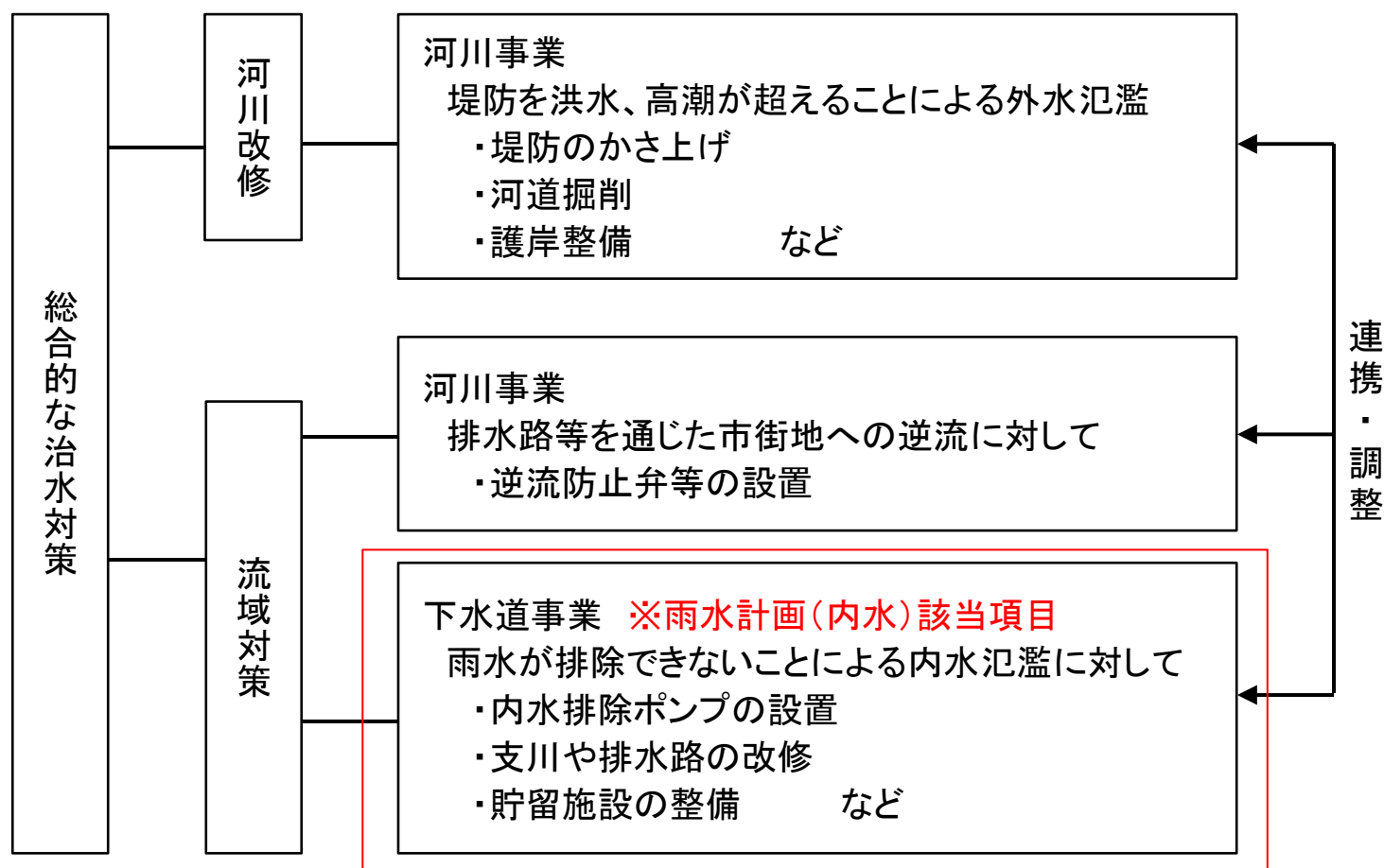
- ・ 近年、被災リスクや災害規模が増加している
- ・ 住民から早急な対策が望まれている



河川管理者とM市が、**総合治水対策**として事業を実施

2. 対象地区の概要

河川と一体的な整備を実施するために、**効率的、効果的**な整備の観点から雨水計画を見直す必要があった。



1. 今回業務について
2. 対象地区の概要
3. 対策検討について
4. 事業間連携下水道事業について
5. 最後に

3. 対策検討について

既計画の見直し検討

検 討 内 容	
①	検討案を複数パターン作成
②	対策案の <u>施工性</u> 、 <u>経済性（イニシャルコスト）</u> 、 <u>維持管理性（ランニングコスト）</u> を整理
③	総合的な評価の結果より最適案を決定し計画見直し

総合治水対策として実施するため、**河川引堤部の用地**を考慮した検討が可能

3. 対策検討について

- 既計画の見直し検討 2

【条件1】 ポンプ場の設置

自然排水が困難なため**ポンプ場の設置が必要**

【条件2】 新施設設の低減

用地が限られるため、**対策施設を減らすことが必要**

【条件3】 既設水路の活用

既設水路の活用は前提となり、排水区統合に**バイパス管の敷設が必要**

3. 対策検討について

既計画案に代替案を加えた5パターンを比較

→**検討案2**を採用

概 要				検討案1(既計画)			検討案2			検討案3			検討案4			検討案5		
凡例 バイパス管(案) — ポンプ場(案) ○ 排水区案 P-1 P-2 P-3 P-4																		
				既計画案 ポンプ場数: 4基			P-3をP-2に結合する案 ポンプ場数: 3基			P-4をP-3に結合する案 ポンプ場数: 3基			P-3とP-4をP-2に結合する案 ポンプ場数: 2基			P-2、P-3、P-4を結合する案 ポンプ場数: 1基		
ポン プ 施 設	評 価 (◎○△×)	施工性		×	施工用地が小さく、近隣に 空き地等が少ないため施 工が難しい (4箇所)		△	施工用地が小さく、近隣に 空き地等が少ないため施 工が難しい(3箇所)		△	施工用地が小さく、近隣に 空き地等が少ないため施 工が難しい箇所が多い(3 箇所)		×	施工用地が小さく、排水区 結合によりポンプ容量が 大きくなるため施工が困難 (2箇所)		×	施工用地が小さく、排水区 結合によりポンプ容量が 大きくなるため施工が困難 (1箇所)	
		経済性※1 (百万円)	既計画値に 対する割合	×	1,361.7	(1.00)	△	1,212.7	(0.89)	△	1,222.5	(0.90)	○	1,090.5	(0.80)	◎	927.3	(0.68)
		維持管理性 (百万円/年)	既計画値に 対する割合	×	38.4	(1.00)	△	32.8	(0.86)	△	32.6	(0.85)	○	26.3	(0.68)	◎	18.7	(0.49)
バ イ パ ス 管	評 価 (◎○△×)	施工性		◎	パイパス管無し		○	引堤部に敷設可能である		△	狭い道路へ敷設するため 住民への影響が懸念され る。		△	一部引堤部に敷設可能で あるが、大口径となるため 市街地の施工及び住民へ の影響が懸念される。		×	一部引堤部に敷設可能で あるが、大口径となるため 市街地の施工及び住民へ の影響が懸念される。(国 道175号の横断が必要)	
		経済性※2 (百万円)	既計画値に 対する割合	◎	0.0	(-)	○	107.7	(1.00)	○	107.7	(1.00)	△	328.6	(3.05)	×	513.1	(4.76)
		評価		△		○		△		△		△						

※1 ポンプ施設費用は実績値を積み上げた費用関数にて算出している。なお、放流渠、ゲート、用地費、諸経費を含む。

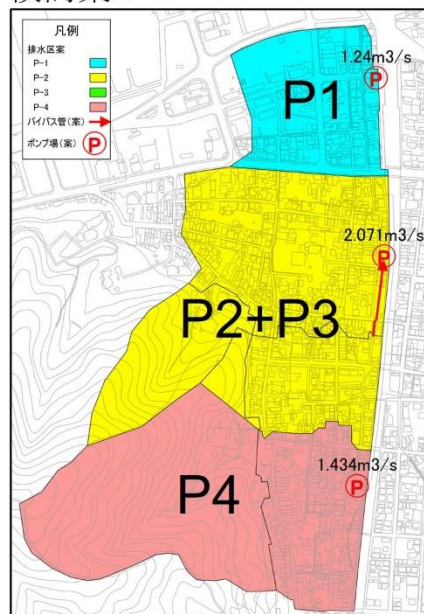
※2 バイパス管費用は費用関数で算出している。

3. 対策検討について

検討案3 : 検討案2 に比べ経済性、維持管理性は同等であるがバイパス管の施工性が劣る。

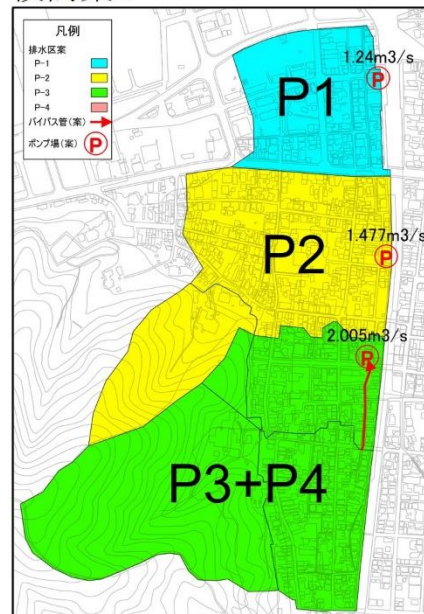
検討案4・5 : 施工の実現性がない

検討案2



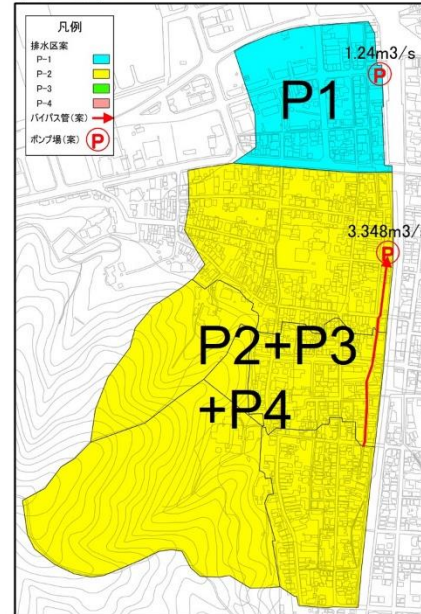
河川事業の引堤部の用地を活用した施工が可能

検討案3



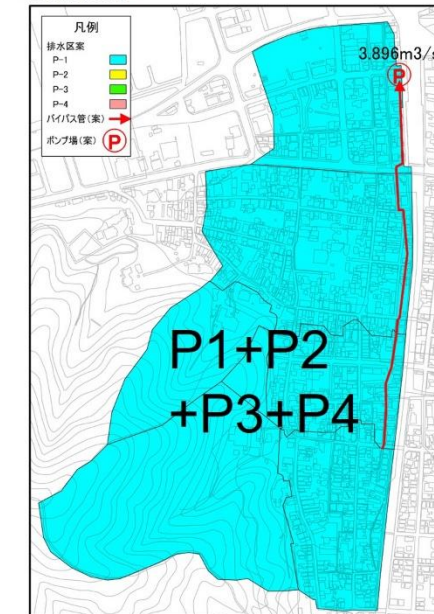
バイパス管の敷設道路が狭く施工性が悪い

検討案4



ポンプ場、バイパス管の用地確保が不可

検討案5

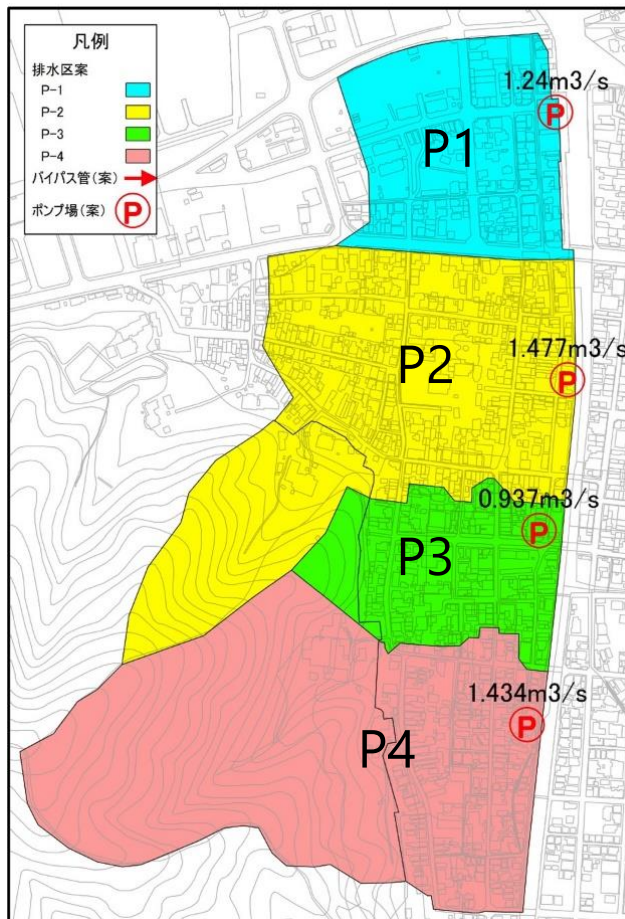


ポンプ場、バイパス管の用地確保が不可

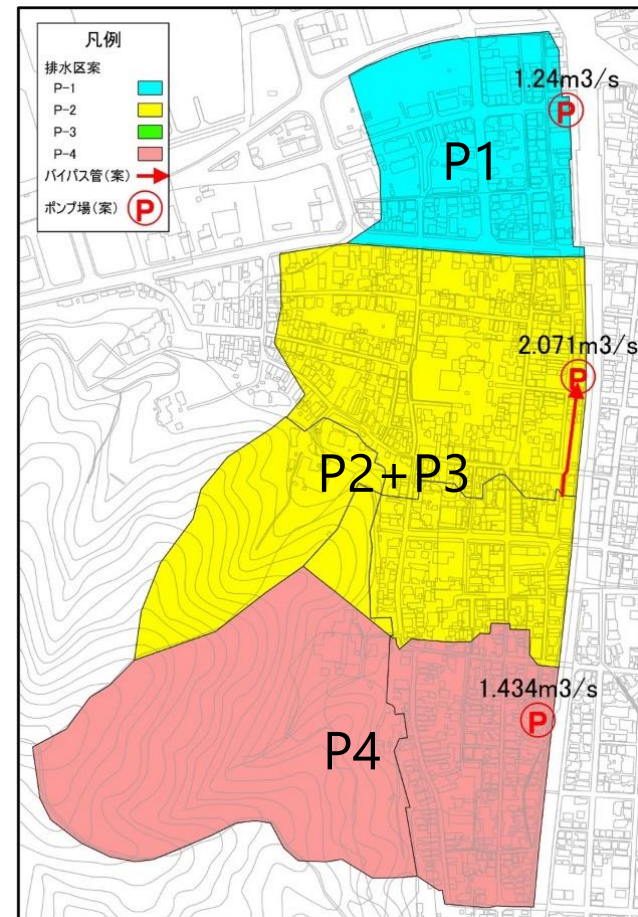
3. 対策検討について

検討案2は、既計画案と比較して経済性、維持管理性が良く、施工の実現性も確保できた。

検討案1(既計画)



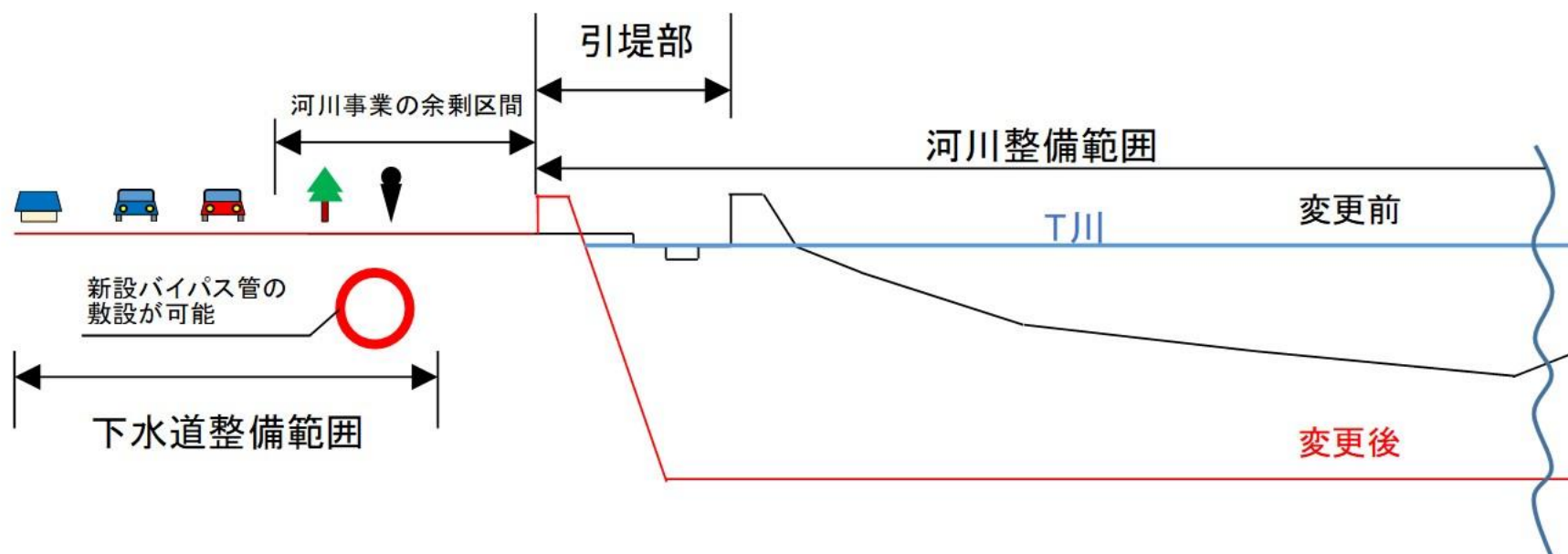
検討案2



3. 対策検討について

総合治水対策によって可能となったこと

河川事業と一体となった治水対策を実施するため、**引堤部の余剰区間へ水路を埋設**するような対策案についても考慮することが可能であった。



1. 今回業務について

2. 対象地区の概要

3. 対策検討について

4. 事業間連携下水道事業について

5. 最後に

5. 事業間連携下水道事業

適用する事業について

★事業間連携下水道事業

近年、全国的な内水被害により市民生活や経済活動へ甚大な影響が発生していることから、内水浸水の実績がある地区、内水浸水による重要施設の被害が想定される地区の浸水被害の防止・軽減を図るために、下水道整備を河川事業と一体として計画的・集中的に支援するための個別補助事業として、令和元年度に創設された。

◆事業の定義

過去概ね10年間に、内水氾濫による延べ浸水被害戸数が25戸以上発生した地区

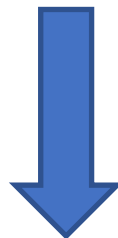


平成29年10月22日の台風にて浸水被害が約160戸あったため、適用が可能であった。

5. 事業間連携下水道事業

事業間連携下水道事業について

事業間連携下水道事業計画に定める項目として
費用効果分析の結果が必要となっている。



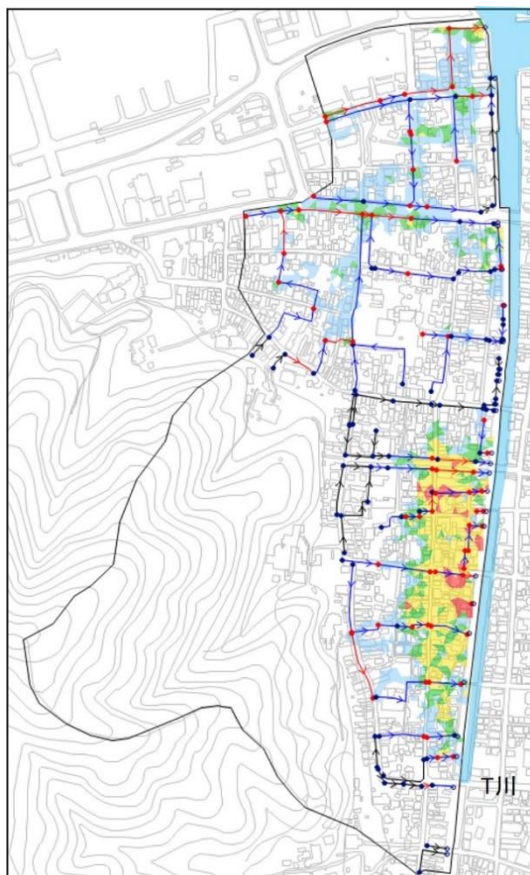
計画見直し後の効果検証を実施

- ・ 流出解析による浸水対策効果の確認
- ・ B/C算定による費用効果分析

5. 事業間連携下水道事業

流出解析について

現況モデル



計画モデル



流出解析の結果として、
計画降雨における浸水は
発生しない



対策効果があることを
確認できた

5. 事業間連携下水道事業

B/C算定による費用効果分析

結果は以下のとおり、B/Cが12.3（純現在価値162.6億円）となり、投資効果が高く、本事業の有効性が極めて高いことを確認した。

◆B/C算定：現在価値比較法

◆年平均浸水被害防止額：

流出解析により浸水被害家屋の世帯数や事務所数を算出し、被害費用単価を基に算定

費用便益比B/C＝

$$\text{総便益B } 17,704.6 / \text{総費用C } 1,441.8 = 12.28$$

純現在価値B-C＝

$$\text{総便益B } 17,704.6 - \text{総費用C } 1,441.8 = 16,262.8 \text{ 百万円}$$

1. 今回業務について
2. 対象地区の概要
3. 対策検討について
4. 事業間連携下水道事業について
5. 最後に

5. 最後に

今回の成果について

河川との一体的な整備による成果

今回の成果

① 計画見直しによる整備実現性の提示

② B/C算定による投資効果大の提示

③ ①と②の提示による、事業間連携下水道事業の採択の実現



交付金の重点配分を受けることによる**計画的かつ確実な事業執行**を実施することが可能となった

5. 最後に

事業間連携下水道事業の採択状況とこれから

- ☑ 事業間連携下水道事業は現時点でM市を含む4自治体のみ採択

今後も水災害の激甚化・頻発化が懸念

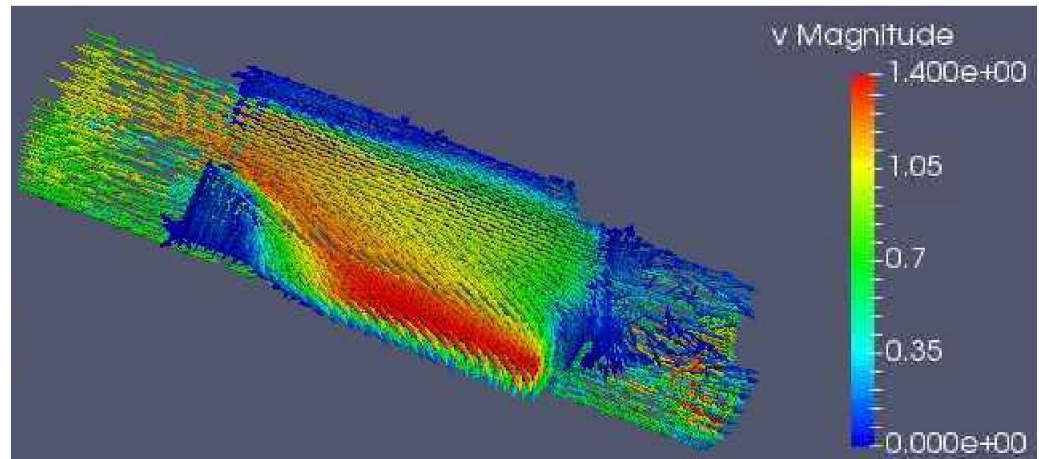
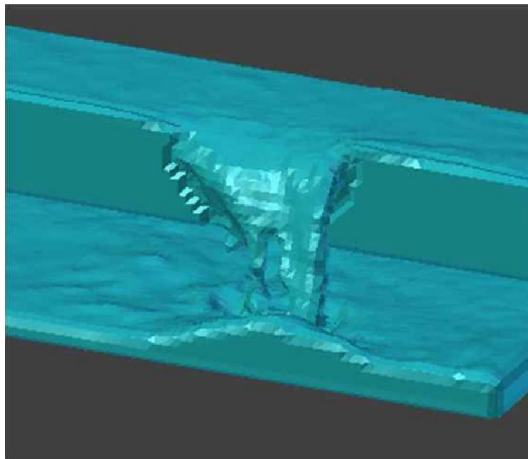
気候変動の影響により21世紀末には、全国平均で降雨量1.1倍、洪水発生頻度2倍になると試算される（20世紀末比）

今後、事業間連携下水道事業による**計画的・集中的な**事業実施が望まれる。

ご清聴ありがとうございます。



三次元非定常流体解析による 横越流堰の越流量推定



中日本建設コンサルタント株式会社
奥村 元尚・中根 進

目次

1. 目的・背景
2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定
 - ① 円形管に沿った横越流堰
 - ② 堰室のある横越流堰
 - ③ 堰室のある“垂れ堰付”横越流堰
3. 矩形水路の越流量の解析・推定
 - ④ 可動堰高がそれぞれ異なる反応槽ステップ水路
 - ⑤ 可動堰高が一定な場合の反応槽ステップ水路
4. まとめ

5つの
解析モデル
を紹介

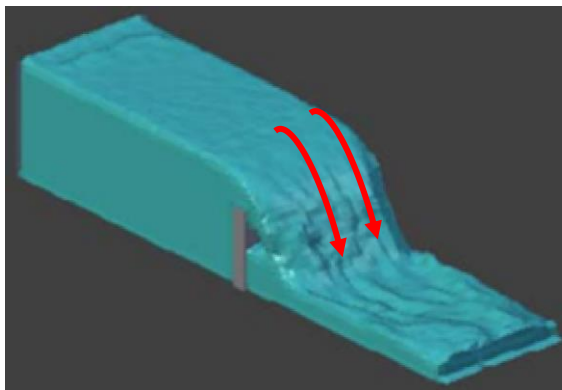
1. 背景・目的

下水道の管路や処理施設は 堰構造 を多く有している。

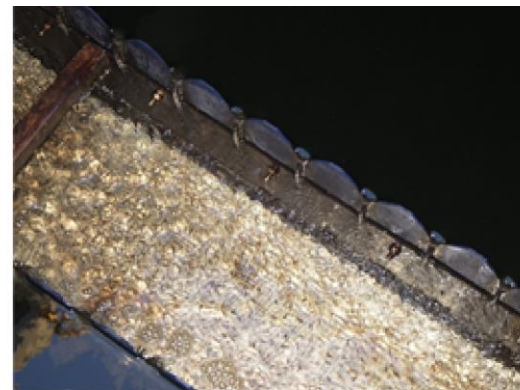
正面越流

全幅堰 : (処理場減菌池で、放流量の測定が行われる箇所)

三角ノッチ : (最初沈殿池、最終沈殿池、重力濃縮槽)



全幅堰



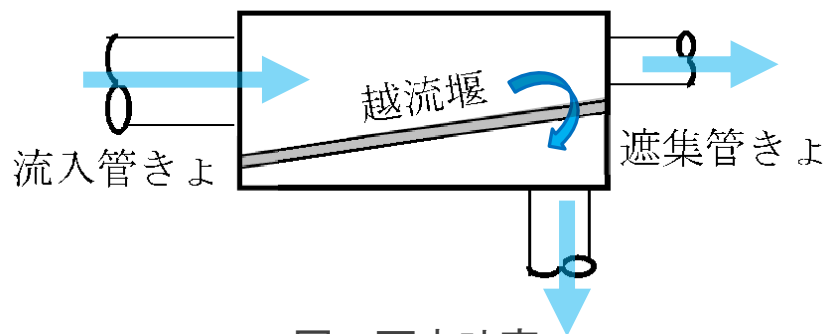
三角ノッチ

1. 背景・目的

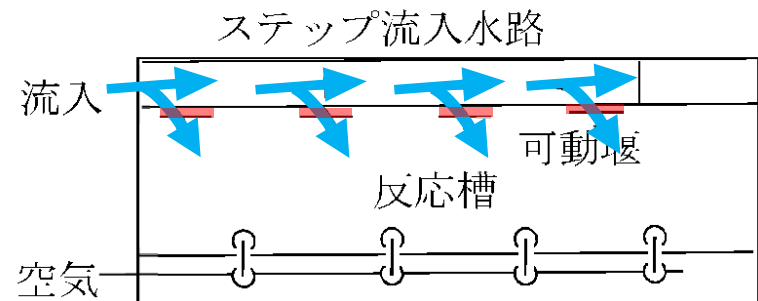
横越流

雨水吐室 : (管路の分水、流入のための堰)

ステップ水路: (標準活性汚泥法の処理量を増やすため)



図_雨水吐室



図_処理場・反応槽のステップ水路

横越流堰の越流量について、

水理公式集に計算式が示されているものの、計算は容易ではない。

(また、そのほとんどが、矩形水路に設置された水路を想定したものである。)

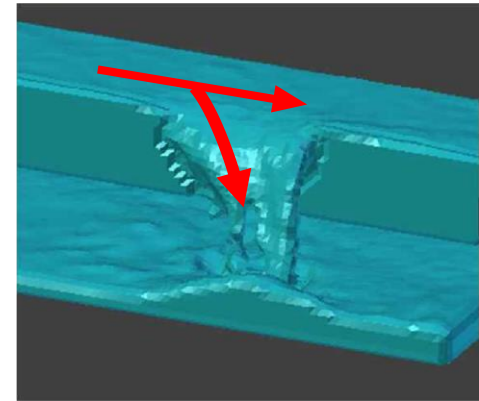
1. 背景・目的

特に、円形管に設置された越流堰については
→水理模型実験の他、目安として数値解析に
頼らざるを得ない状況である。

目的

有限要素法による三次元非定常流体解析によって、
横越流堰をもつ、円形管・矩形水路の解析を行い、
堰からの越流量を推定する。

既往の解析方法の事例

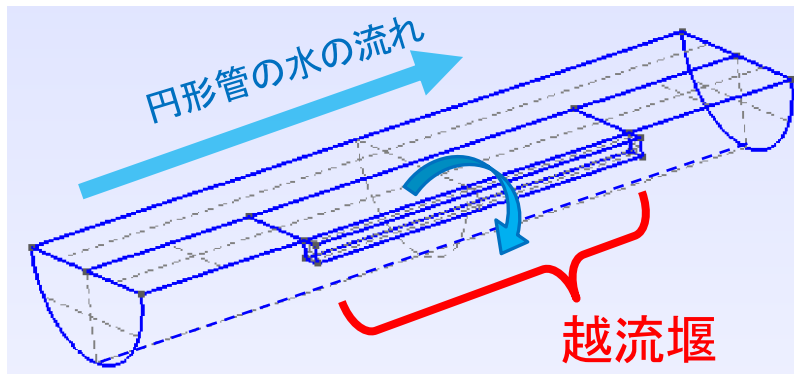


図_ 格子ボルツマン法による
矩形水路の横越流の様子

2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定

- ① 円形管に沿った横越流堰
- ② 堰室のある横越流堰
- ③ 堰室のある“垂れ堰付”横越流堰

以下の場合の、円形管から横越流堰への越流量を解析・推定する。



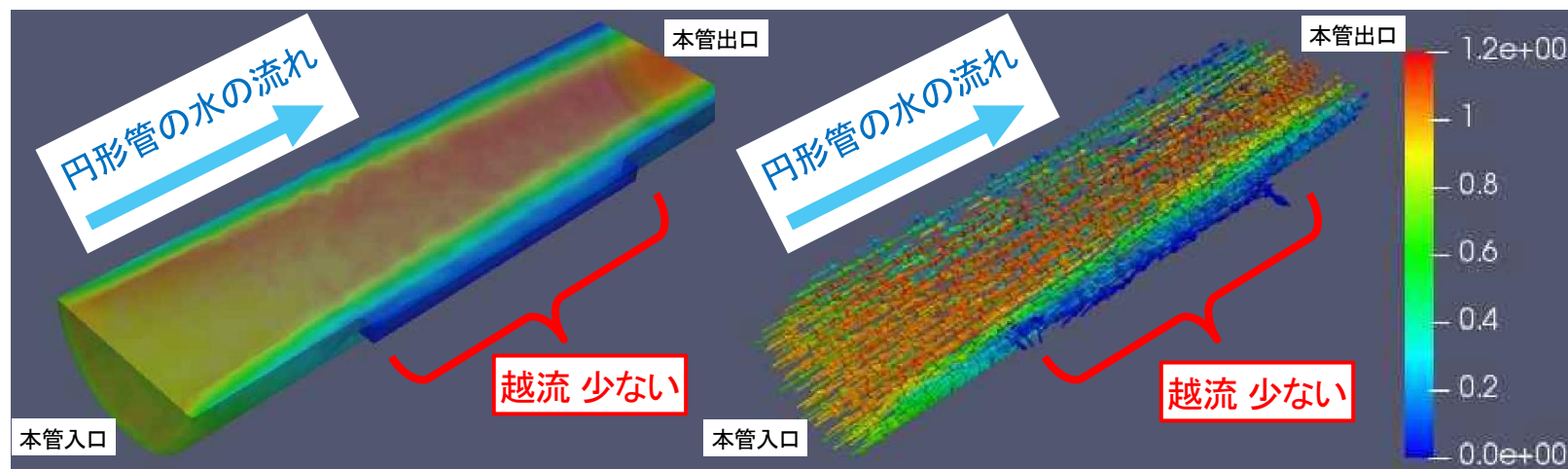
図__円形管に沿った横越流堰の解析モデル

<計算条件>

本管径	: 1.0 m
本管流水深	: 0.5 m
堰上流長	: 1.0 m、堰下流長 : 1.0 m
堰長	: 2.0 m
越流水深	: 0.1 m

2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定

【解析結果】



図__横越流堰のある円形管の流速分布(本管流速1.0 m/sec)

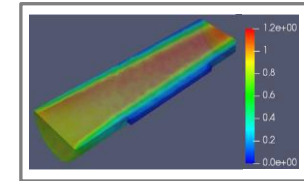
越流堰にわずかに流向の変化は見られたが、
管きょ内面に沿った横越流堰のため、
本管に流れてしまい、ほとんど越流できていない解析結果となった。

2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定

横越流堰において、

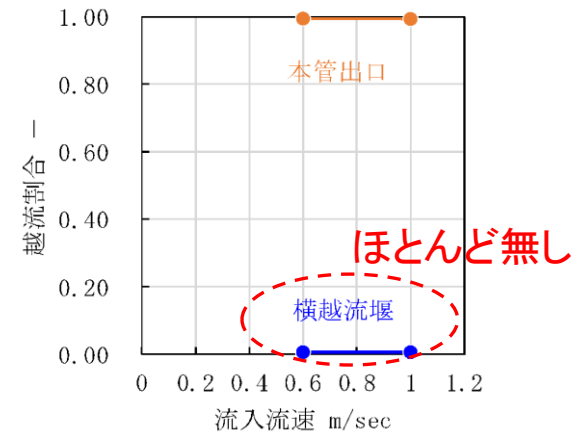
流向の変化はわずか (流速・流量がほぼ無し) であり
越流割合もほとんどなし

という解析結果となった。



表__本管流速0.6, 1.0m/secにおける円形管、堰部の流速、流量

本管入口	平均流速	0.6	m/sec	1.0	m/sec
本管出口	平均流速	0.313	m/sec	0.644	m/sec
	平均流量	0.123	m ³ /sec	0.253	m ³ /sec
横越流堰 ほとんど無し	平均流速	0.004	m/sec	0.008	m/sec
	平均流量	0.001	m ³ /sec	0.002	m ³ /sec
出口計	平均流量	0.124	m ³ /sec	0.254	m ³ /sec

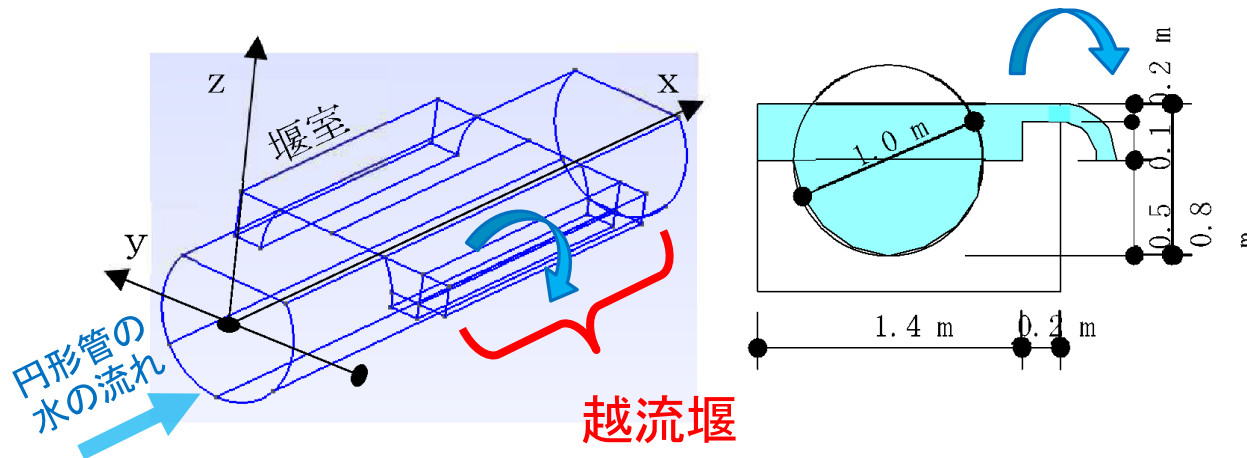


図__横越流堰からの越流割合

2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定

- ① 円形管に沿った横越流堰 ← 越流ほとんどなし
- ② **堰室のある横越流堰**
- ③ 堰室のある“垂れ堰付”横越流堰

堰室を設け、水流を堰室下流側の壁に当てて
堰からの越流を促す場合の越流量を解析・推定する。



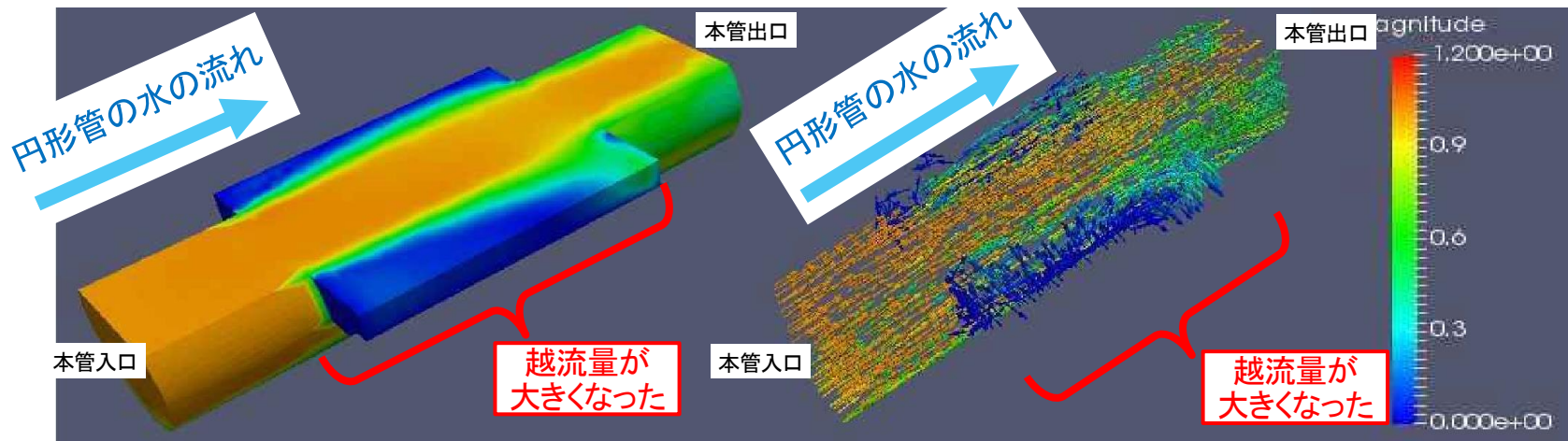
＜計算条件＞

本管径	: 1.0 m
本管水深	: 0.8 m
横越流堰幅	: 2.0 m
越流水深	: 0.2 m
堰室長	: 2.0 m
堰室幅	: 1.4 m
インバート	: 半管

図_ 堰室のある横越流堰の解析モデル

2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定

【解析結果】



図__堰室のある円形管の流速分布(本管流速1.0 m/sec)

堰室下流側の壁による水流の阻害効果により

「①円形管に沿った横越流堰」のよりも越流量が大きくなった。

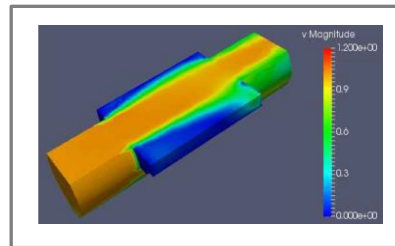
2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定

本管の流速が速くなると
横越流堰への
越流割合は小さくなる

また、

本管の流速を変化させても
越流割合は2割にも達しない

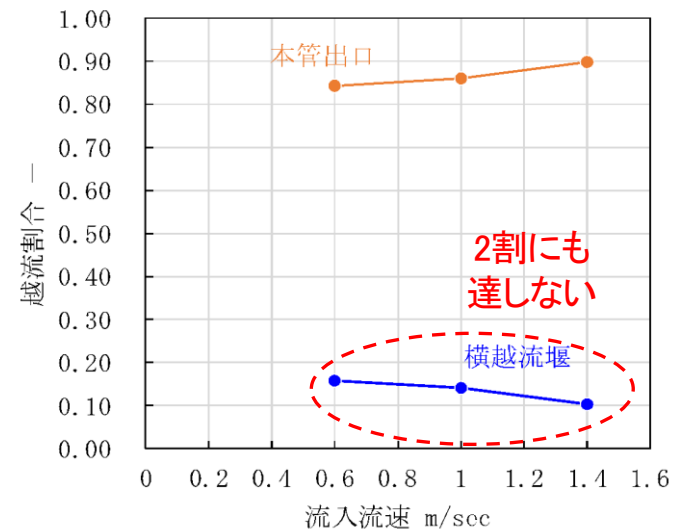
という解析結果となった。



表__入口流速と流量割合の関係

	流量割合		
入口流速	0.6	1	1.4
本管出口	0.84	0.86	0.90
横越流堰	0.16	0.14	0.10

入口速度が速くなると、
横越流する流量が小さくなる

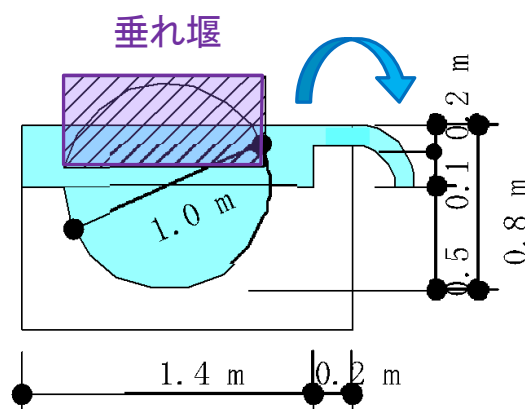
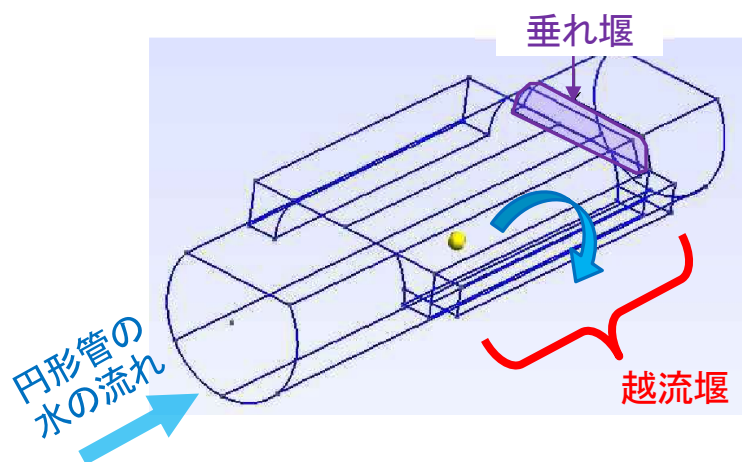


図__横越流堰からの越流割合

2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定

- ① 円形管に沿った横越流堰 ← ほぼ越流無し
- ② 堰室のある横越流堰 ← 流速を遅くしても越流割合は2割未満
- ③ 堰室のある“垂れ堰付”横越流堰

横越流堰と堰室だけでは、多量の越流量が見込まれないので、本管の流れを阻害して、横越流堰に水の流れを導くように堰室出口部に垂れ堰を設ける。



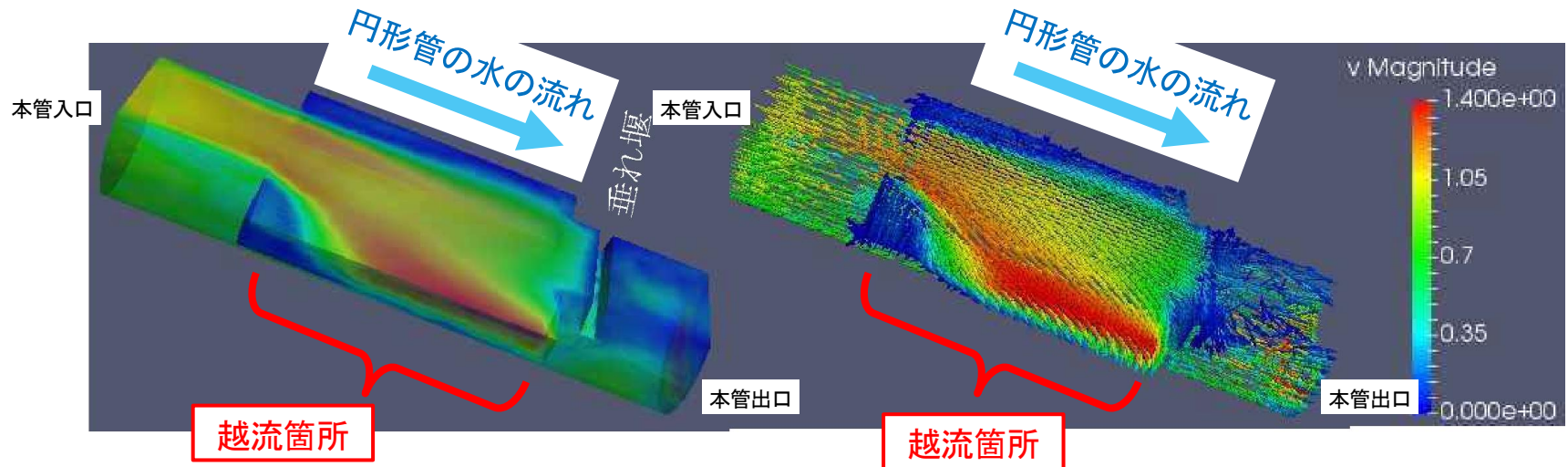
＜計算条件＞

本管径 : 1.0 m
水深 : 0.8 m
横越流堰幅 : 2.0 m
越流水深 : 0.2 m
堰室長 : 2.0 m
堰室幅 : 1.4 m
インバート : 半管
垂れ堰 : 水面下 0.2 m

図 堰室のある横越流堰の解析モデル

2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定

【解析結果】



図__堰室に垂れ堰のある円形管の流速分布(本管流速1.0 m/sec)

本管の流れに平行に横越流堰を設け、
垂れ堰を付けて本管の流れを阻害する場合も検討した。
本管の流れの直角方向には越流しにくいことが示された。

2. 横越流堰をもつ円形管の越流量の解析・推定

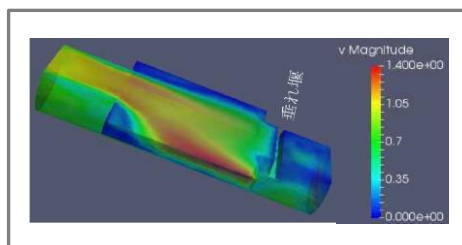
本管の流速が速くなると
横越流堰への
越流割合は小さくなる
という関係は変わらない。

また、

垂れ堰を付けて本管の流れ
を阻害したとしても、

越流割合は最高で34%

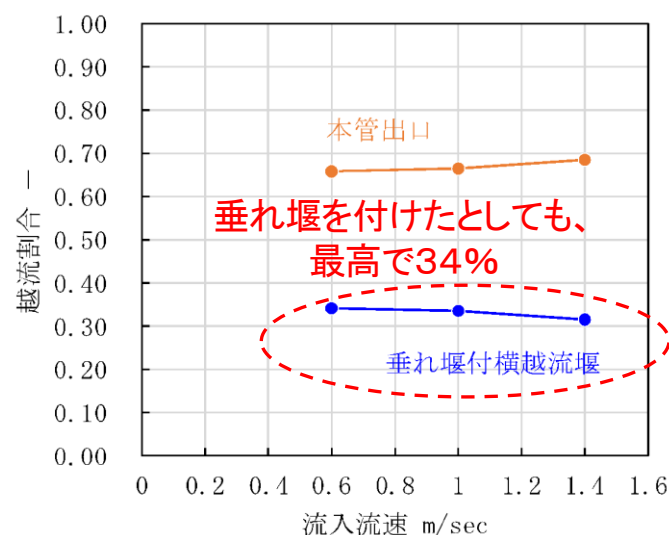
という解析結果となった。



表__垂れ堰のある横越流堰からの越流割合

	流量割合		
入口流速	0.6	1	1.4
本管出口	0.66	0.66	0.68
横越流堰	0.34	0.34	0.32

入口速度が速くなると、
横越流する流量が小さくなる
関係は変わらない



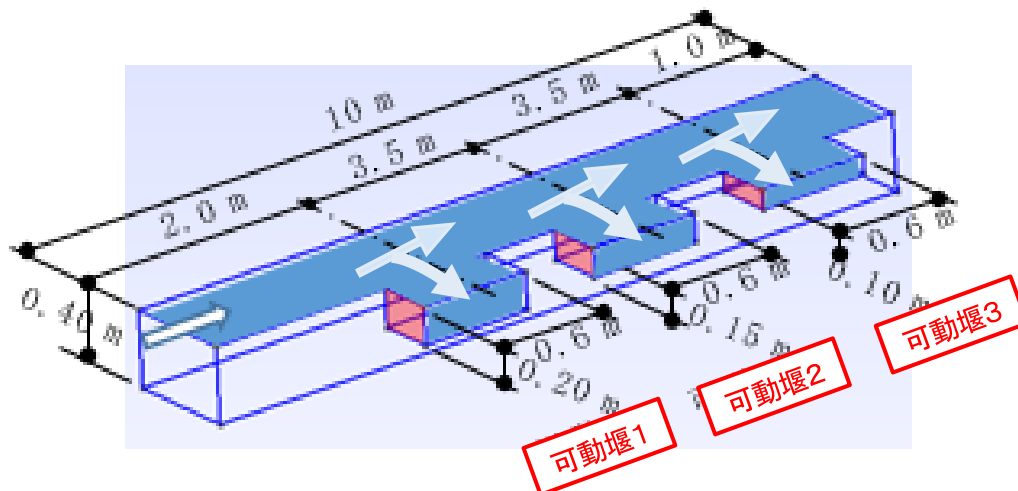
図__垂れ堰のある横越流堰からの越流割合

3. 矩形水路の越流量の解析・推定

- ④ 可動堰高がそれぞれ異なる反応槽ステップ水路
- ⑤ 可動堰高が一定な場合の反応槽ステップ水路

標準活性汚泥法・・・処理量を増やすために、最初沈殿池流出水を、
反応槽のステップ水路を使って流入させている。

各可動堰からの越流量を均等とするための、堰高の設定を目指す。



＜計算条件＞

流入流速 $V=0.60 \text{ m/sec}$

流入量 $0.6 W \times 0.4 H \times V$
 $=0.144 \text{ m}^3/\text{sec}$

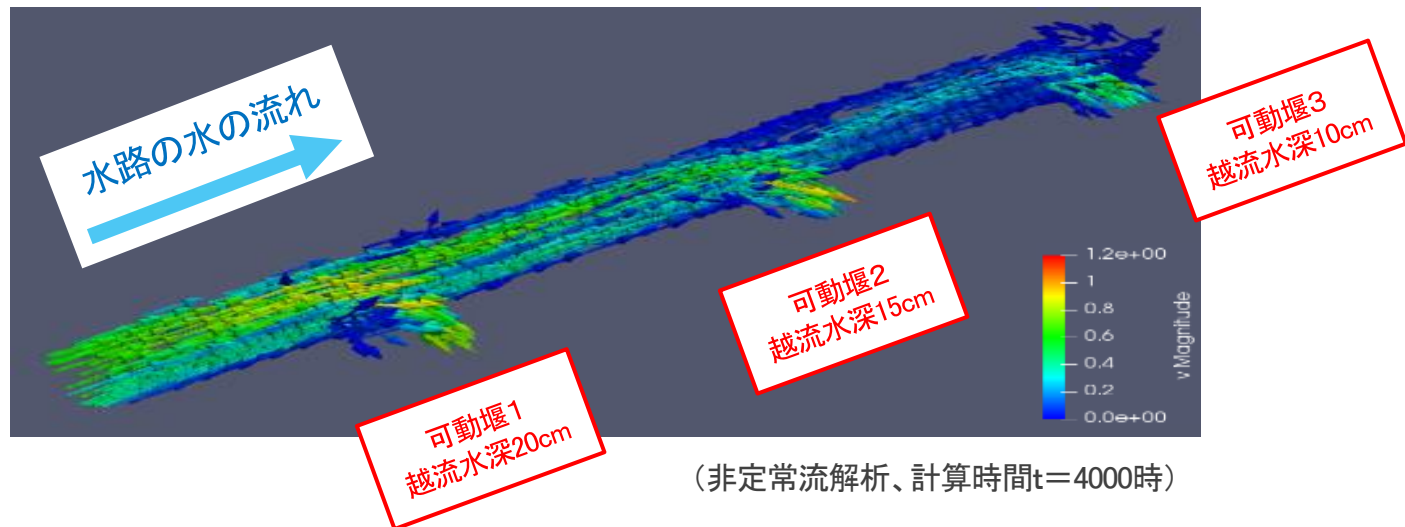
図__反応槽ステップ水路の解析モデル

3. 矩形水路の越流量の解析・推定

【可動堰高さの設定】

まずは、各可動堰からの越流量を均等にすることを目指して、
上流から下流にいくに従い高く設定し、徐々に越流水深を小さくしていく

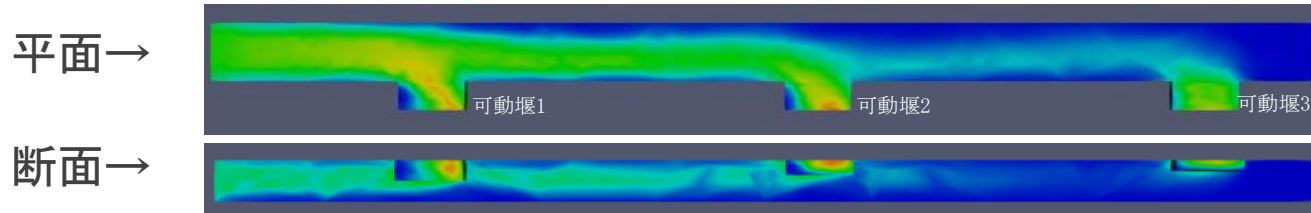
【解析結果】



図__可動堰高さを変えたステップ水路の流速分布(水路流速0.6 m/sec)

3. 矩形水路の越流量の解析・推定

【解析結果】



図__可動堰高さを変えたステップ水路の流速分布(水路流速0.6 m/sec)

可動堰1,2,3の越流量が不均一である
各可動堰の越流量を均等にするには
計算時間をもう少し長くとる
or
越流水深を大きな値に設定し直す

表__各可動堰からの越流量

(ステップ水路流速0.6 m/sec)

	越流水深	平均越流速	越流量
可動堰1	0.20	0.412	0.049
可動堰2	0.15	0.660	0.051
可動堰3	0.10	0.519	0.031
計			0.131

不均一

3. 矩形水路の越流量の解析・推定

➤ ④ 可動堰高がそれぞれ異なる反応槽ステップ水路

➤ ⑤ 可動堰高が一定な場合の反応槽ステップ水路

④との比較のために、可動堰を一定とした場合について解析する。

越流量を均等にするために

可動堰高をいくつに設定するのが適当か検討する。

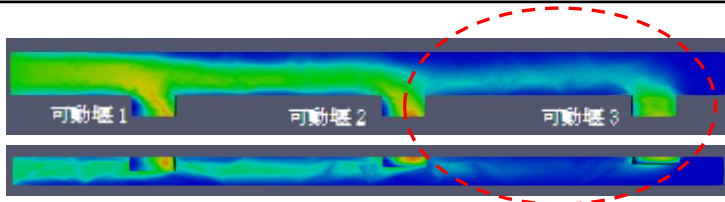
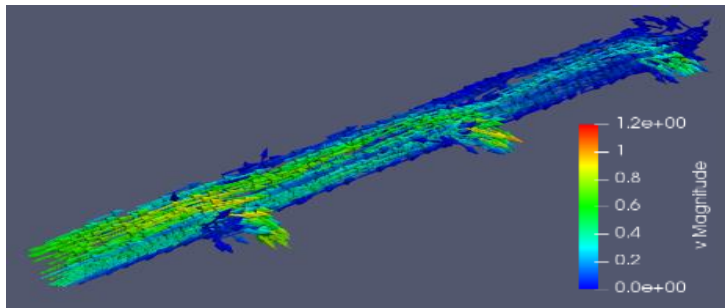
表__各可動堰高の設定変更

	④の場合の堰高		⑤の場合の堰高
可動堰1	20cm	→	15cm
可動堰2	15cm	→	15cm
可動堰3	10cm	→	15cm

3. 矩形水路の越流量の解析・推定

【比較結果】

④可動堰高が異なる場合

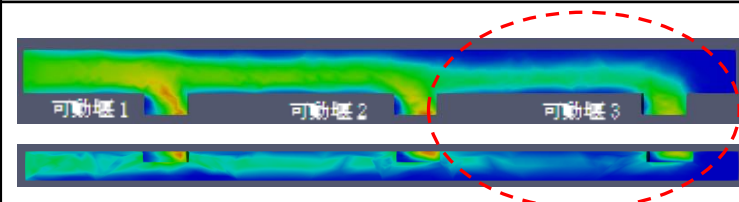
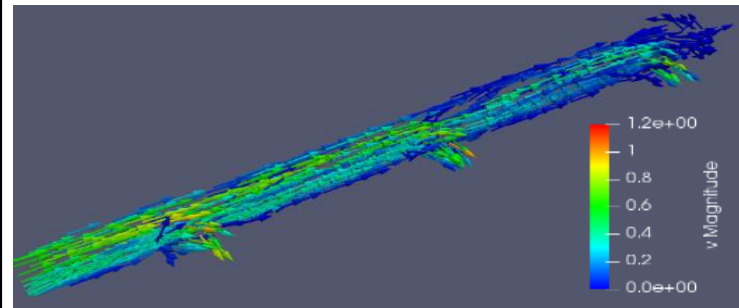


表__各可動堰からの越流量(流速0.6 m/sec)

	越流水深	平均越流速	越流量
可動堰1	0.20	0.412	0.049
可動堰2	0.15	0.660	0.051
可動堰3	0.10	0.519	0.031
計			0.131

不均一

⑤可動堰高が一定の場合



表__堰高さを一定にした場合の越流量(流速0.6 m/sec)

	越流水深	平均越流速	越流量
可動堰1	0.15	0.437	0.039
可動堰2	0.15	0.593	0.045
可動堰3	0.15	0.507	0.045
計			0.130

可動堰3の不均一は
解消されたが、
次は可動堰1では
小さい越流量となった。

3. 矩形水路の越流量の解析・推定

【可動堰高さの検討】

上流側の可動堰1において、越流量が小さく、不均一な結果となったため、
各可動堰の越流量を均等にするには

上流側の可動堰高 < 下流側の可動堰高

とする必要があることが分かった。

表__ 堰高さを一定にした場合の越流量

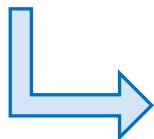
(ステップ水路流速0.6 m/sec)

	越流水深	平均越流速	越流量
可動堰1	0.15	0.437	0.039
可動堰2	0.15	0.593	0.045
可動堰3	0.15	0.507	0.045
計			0.130

上流側の可動堰高を低くした場合、
越流量が、より均等に近づいていく
ことが考えられる。

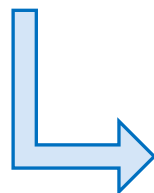
まとめ

今回報告した解析モデルの各部寸法は実施設のものでなく、解析計算例を示すだけのもの



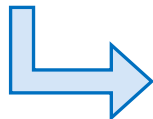
横越流堰の計算機会は多くはないため、
実施設の設計に当たって、**数値解析で目安を得ることは有効な手法。**

また、横越流堰による分水量は思ったより少ない



設計に当たって、**横越流堰の設置だけでは、
計画通り越流できない可能性が高いことを考慮して、
垂れ堰を設置できるような堰室の構造としておくことが望ましい。**

反応槽のステップ水路で反応槽各部に均等に流入させるためには、



下流の堰高を、上流より高く設定する必要があることを示した。

なお、以上の解析結果は、非定常流解析のため計算ステップの終了時間により越流量が変わることがあり、この点について留意が必要である。