



専用水道施設の再構築計画

TECグループ

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

本発表の構成

1. 業務の概要
2. 診断評価
3. 再構築計画
4. 事業計画
5. おわりに

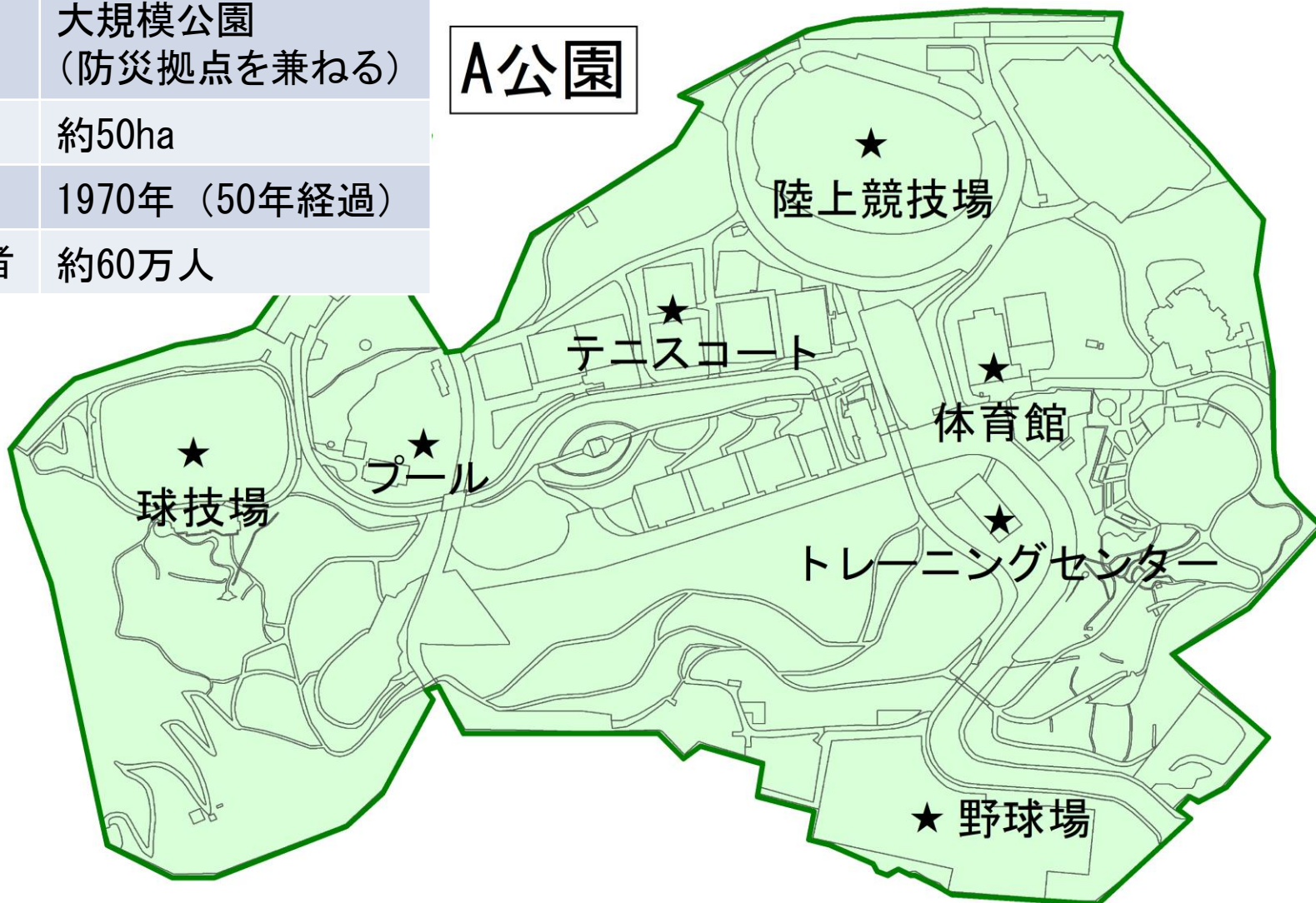


1-1 施設の概要

対象施設の概要

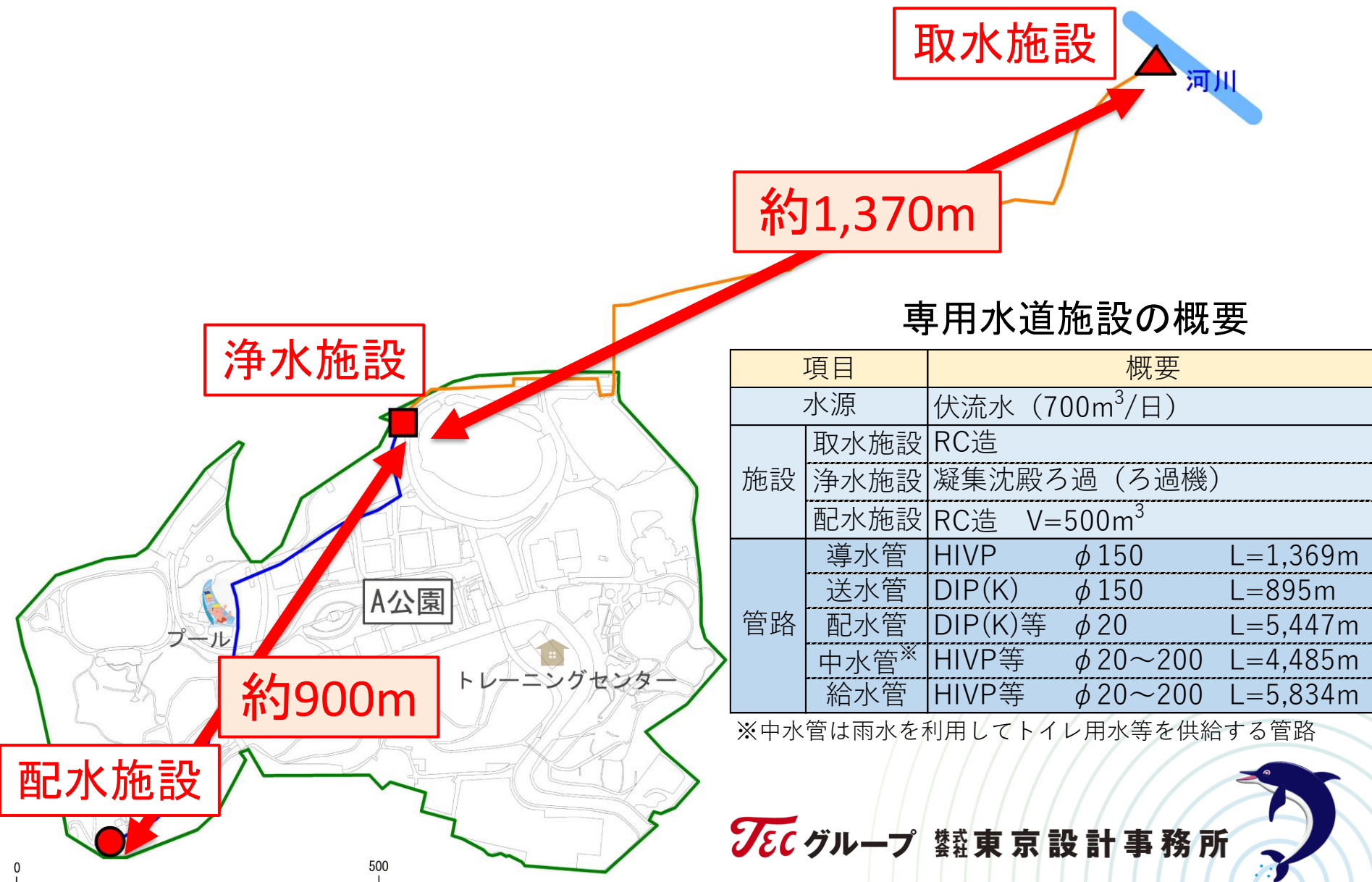
項目	概要
施設	大規模公園 (防災拠点兼ねる)
規模	約50ha
運用開始	1970年 (50年経過)
年間利用者	約60万人

A公園



1-2 専用水道施設の概要・課題

4 / 23



1-2 専用水道施設の概要・課題

取水施設

河川

約1,270m

公園・防災拠点としての課題

- ・能力不足
- ・老朽化
- ・耐震性不足

369m

5m

約900m

管路	配水管	DIP(K)等	φ 20	L=5,447m
	中水管※	HIVP等	φ 20～200	L=4,485m
	給水管	HIVP等	φ 20～200	L=5,834m

※中水管は雨水を利用してトイレ用水等を供給する管路



TECグループ 東京設計事務所

配水施設

トレーニングセンター

プール

500

1-3 検討フロー

(1) 現状把握



(2) 診断評価

・能力 ・老朽度 ・耐震性 ・課題の整理



(3) 再構築計画



(4) 事業計画



2-1 能力評価

- 近年、プールや宿泊施設の整備により、給水量が増加

プール



年間利用者数約3万人

トレーニングセンター・宿泊施設



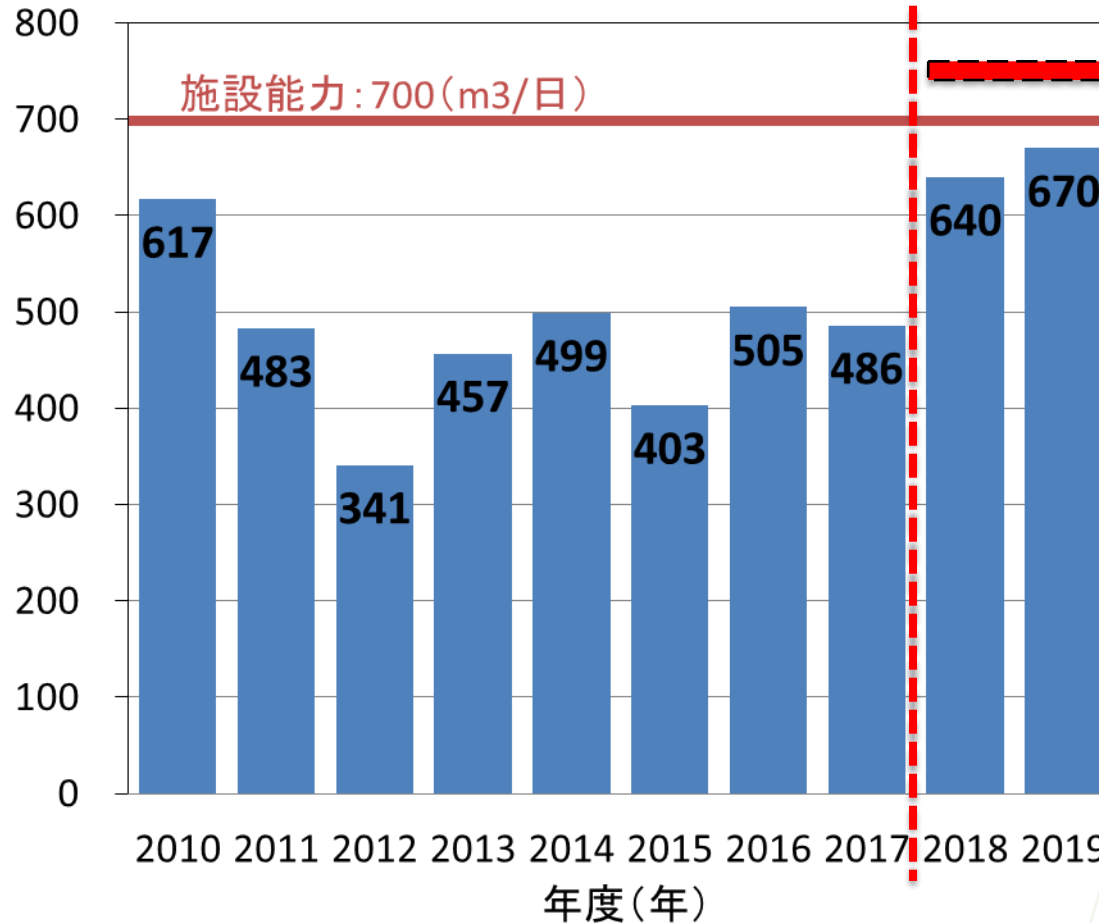
年間利用者数約4万人



2-1 能力評価

一日最大給水量
(m³/日)

一日最大給水量の状況推移



① プール等の供用開始



② 給水量が増加
能力超過の恐れ



現状では使用を抑制

- ・プールの補給水
- ・公園内の散水等



2-1 能力評価

●評価方法

内容

公園の実際の一日最大給水量を算出し、現状能力と比較

A

B

(各施設の使用水量+漏水量)

●評価結果

$$\underset{\text{各施設の使用水量}}{A: 700\text{m}^3/\text{日}} + \underset{\text{漏水量}}{100\text{m}^3/\text{日}} = 800\text{m}^3/\text{日} > \underset{\text{現状能力}}{B: 700\text{m}^3/\text{日}}$$

100m³/日不足

- ・取、浄水施設は能力不足
- ・配水池、管路は水理計算等の結果、能力は確保



2-2 老朽度評価

老朽化の状況

取水施設



電気盤

浄水施設



管理棟



送水ポンプ



ろ過機



電気盤

2-2 老朽度評価

●評価結果

項目			設置 年度 ①	実耐用 年数 ②	更新必 要年度 ①+②	老朽度 評価
施設	取水 施設	取水口	1969	90	2059	○
		ポンプ棟	1969	75	2044	○
		機械設備	2015	23	2038	○
		電気設備	1991	23	2014	×
	浄水 施設	沈澱池等	1969	90	2059	○
		管理棟	1969	75	2044	×※1
		機械設備	1991	23	2014	×
		電気設備	1995	23	2018	×
	配水 施設	配水池	1995	90	2085	○
	管路	導水管、送水管 配水管、中水管 給水管	1969	60	2029	×※2

○：老朽度は低い（実耐用年数内）

×：老朽度は高い（実耐用年数外）

×※1：実耐用年数内であるが、老朽度は著しく高い（施設状態より判断）

×※2：〃（漏水発生より判断）

2-2 老朽度評価

●評価結果

項目			設置 年度 ①	実耐用 年数 ②	更新必 要年度 ①+②	老朽度 評価
施設	取水 施設	取水口	1969	90	2059	○
		ポンプ棟	1969	75	2044	○
		機械設備	2015	23	2038	○
		電気設備	1991	23	2014	×
	浄水 施設	沈澱池等	1969	90	2059	○
		管理棟	1969	75	2044	×※1
		機械設備	1991	23	2014	×
		電気設備	1995	23	2018	×
	配水 施設	配水池	1995	90	2085	○
		導水管、送水管 配水管、中水管 給水管	1969	60	2029	×※2

老朽化

○：老朽度は低い（実耐用年数内）

×：老朽度は高い（実耐用年数外）

×※1：実耐用年数内であるが、老朽度は著しく高い（施設状態より判断）

×※2：〃（漏水発生より判断）

2-3 耐震性評価

●評価結果

区分	評価対象	設置年度／管種(継手)	評価結果
構造物	取水施設	1969年	×
	浄水施設	1969年	×
	配水施設	1995年	△
管路	導水管	HIVP	×
	送水管	DIP (K)	×・△※1
	配水管	//	×・△※1
	中水管	HIVP	×
	給水管	//	×

注) ※1: 送水管・配水管は良い地盤(砂礫質台地等)
又は悪い地盤(谷底低地)に位置している。



2-3 耐震性評価

●評価結果

区分	評価対象	設置年度／管種(継手)	評価結果
構造物	取水施設	1969年	×
	浄水施設	1969年	×
	配水施設	1995年	△
管路	導水管	HIVP	×
	送水管	DIP (K)	×・△※1
	配水管	//	×・△※1
	中水管	HIVP	×
	給水管	//	×

耐震性不足

注) ※1：送水管・配水管は良い地盤（砂礫質台地等）
又は悪い地盤（谷底低地）に位置している。



2-4 課題の整理

●まとめ

項目			能力 評価	老朽度 評価	耐震性 評価	整備方針
施設	取水施設	取水口	×	○	×	更新
		ポンプ棟		○		
		機械設備		○		
		電気設備		×		
	浄水施設	沈澱池等	×	○	×	更新
		管理棟		×		
		機械設備		×		
		電気設備		×		
	配水施設	配水池	○	○	△	今後、耐震診断を行って対策検討
管路	導水管、送水管 配水管、中水管 給水管		○	×	×	更新

再構築計画

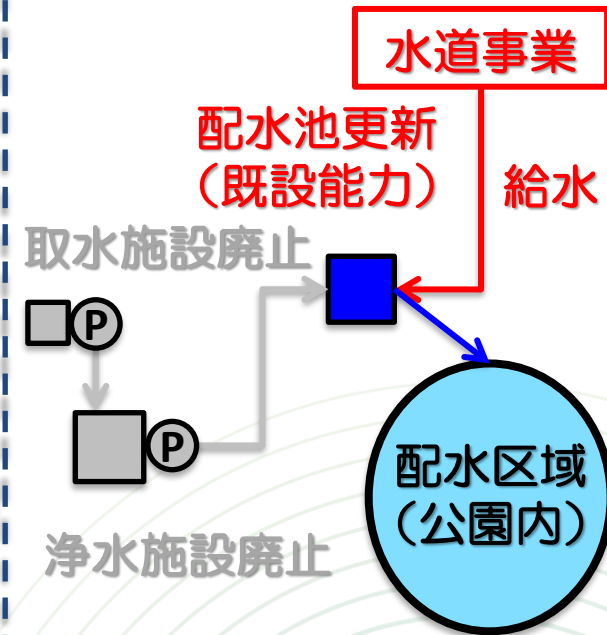
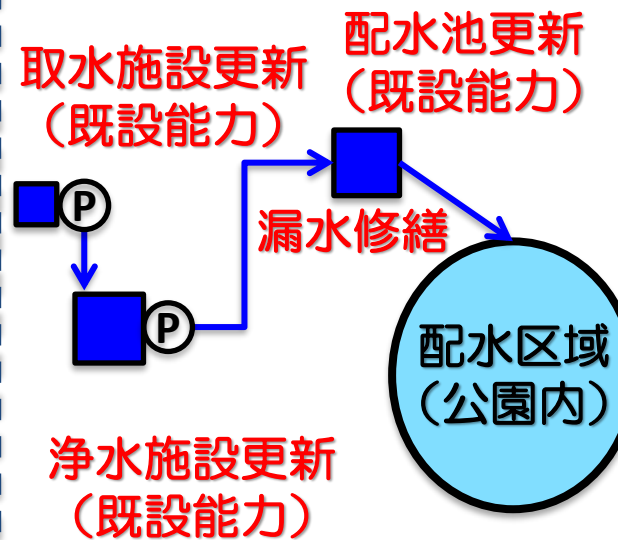
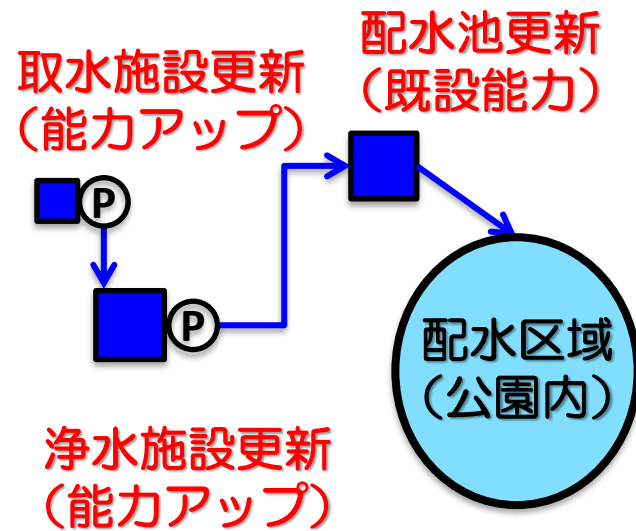


3-1 再構築計画の検討ケース設定

ケース1
施設能力を
最大量800m³/日更新

ケース2
施設能力を
既設と同じ700m³/日更新
(漏水量の削減が前提)

ケース3
管路等を整備し、
水道事業から給水
(給水量は800m³/日)



※全施設・管路を更新する条件で検討（全ケース同様）



3-2 ケースの評価

各ケースの工事費、トータルコスト

項目			ケース1	ケース2	ケース3
工事費 （百万円）	専用水道	取水施設	27	26	－
		導水管	100	100	－
		浄水場	377	346	－
		送水管	65	65	65
		配水池	77	77	77
		配水管	207	207	207
	水道事業	配水管等	－	－	380
		受水槽（ポンプ等）	－	－	28
		加入金	－	－	7
計		853	821	764	
トータルコスト （百万円／年）	①減価償却費*1	小計	21.6	20.6	12.3
	②維持管理費	薬品費、電力費	1.4	1.3	0.9
		人件費	3.2	3.2	0.6
		漏水調査*2	－	0.2	－
		水道料金	－	－	13.0
		小計	4.6	4.7	14.5
	計		26.2	25.3	26.8

注) *1 : 耐用年数を更新基準年数ベース

土木構造物90年、建築物75年、設備23年、管路60年として算出。

*2 : ケース2は漏水調査費を含む。



3-2 ケースの評価

各ケースの工事費、トータルコスト 全体的に高価 経済性有利

項目			ケース1	ケース2	ケース3
工事費 （百万円）	専用水道	取水施設	27	26	－
		導水管	100	100	－
		浄水場	377	346	－
		送水管	65	65	65
		配水池	77	77	77
		配水管	207	207	207
	水道事業	配水管等	－	－	380
		受水槽（ポンプ等）	－	－	28
		加入金	－	－	7
計		853	821	764	
トータルコスト （百万円／年）	①減価償却費*1	小計	21.6	20.6	12.3
	②維持管理費	薬品費、電力費	1.4	1.3	0.9
		人件費	3.2	3.2	0.6
		漏水調査*2	－	0.2	－
		水道料金	－	－	13.0
		小計	4.6	4.7	14.5
	計		26.2	25.3	26.8

水道料金
必要

注) *1 : 耐用年数を更新基準年数ベース

土木構造物90年、建築物75年、設備23年、管路60年として算出。

*2 : ケース2は漏水調査費を含む。

TECグループ 株式会社 東京設計事務所



3-2 ケースの評価

総合評価

項目		ケース1	ケース2	ケース3
整備施設	施設能力 ($\text{m}^3/\text{日}$)	800	700	800
	整備・更新内容	専用水道の取・浄水場、配水池、管路等	同左	水道事業の配水管、専用水道の配水池、管路等
評価	関係者との調整	内容	課題は特になし	水道事業体との協議・調整が必要
		評価	×	△
	施工性	内容	特に問題はない	水道配水管の整備が必要
		評価	○	△
	耐震性	内容	同左	水道配水管は耐震性が不十分
		評価	○	△
	経済性	概算工事費 (百万円)	853	764
		トータルコスト (百万円/年)	26.2	26.8
		評価	×	×
	総合評価	内容	全ての点で優れる	ケース2と比較し、全体的に劣る
		評価	○	△

3-2 ケースの評価

総合評価

採用

項目		ケース1	ケース2	ケース3
整備施設	施設能力 ($\text{m}^3/\text{日}$)	800	700	800
	整備・更新内容	専用水道の取・浄水場、配水池、管路等	同左	水道事業の配水管、専用水道の配水池、管路等
評価	関係者との調整	内容	課題は特になし	水道事業体との協議・調整が必要
		評価	×	△
	施工性	内容	特に問題はない	水道配水管の整備が必要
		評価	○	△
	耐震性	内容	同左	水道配水管は耐震性が不十分
		評価	○	△
	経済性	概算工事費 (百万円)	853	764
		トータルコスト (百万円/年)	26.2	26.8
		評価	×	×
	総合評価	内容	全ての点で優れる	ケース2と比較し、全体的に劣る
		評価	○	△

4.事業計画

事業計画

項目	前期					中期					後期	計
	2020	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30～	
①取水施設			電気設備更新					構造物、機械			設備更新	
②導水管			更新（関係機関との調整含む）									
③浄水施設			更新									
④送水管	更新											
⑤配水管、 給水管	更新											
事業費 （百万円）	839										57	896

（ステップ2）
漏水量削減後
に施設更新

（ステップ1）
漏水削減の
ため管路更
新優先

※配水池は今後、耐震診断を行って対策検討するものとした
※全体事業費は設計費用等が含まれるため、前ページの工事費と異なる



5.おわりに

・ 専用水道施設はコスト負担等から全国的に更新が進んでいない。

①能力・老朽度・耐震性を評価→**再構築計画**

②単純更新・能力削減・水道事業からの給水
→**総合的に検討**

③更新案、事業計画の策定→**経済性、実現性を重視**





**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.

潤いある未来へ



2021/6/29 全国上下水道コンサルタント協会 第31回技術研究発表会

水道管工事設計施工一括発注方式導入に向けた 配管設計マニュアル策定事例

株式会社 日水コン

名古屋水道部 技術課 藤井 俊二郎

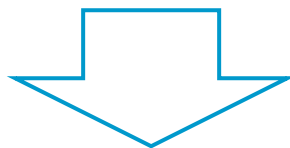


1. はじめに
2. 小規模簡易管路DB導入時の課題と配管設計マニュアル策定までの流れ
3. 小規模簡易管路DBにおけるコンサルタントの関わり方
4. 配管設計マニュアルの策定
5. 配管設計マニュアル策定・活用の効果と策定の留意点
6. おわりに

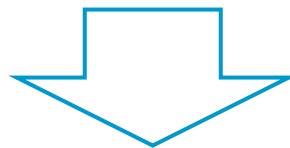
1. はじめに

1.1 管路に関する水道事業体の現状

- 全国的に更新時期を迎える管路が増加している
- 一方で、水道事業体の職員数は減少傾向である



- 多くの事業体では、更新量の増加に対応することが厳しい環境にある



- 水道管路更新を促進するための取組として、「水道管工事設計施工一括発注方式」（以下「管路DB」という。）が注目されている

1.2 発表の概要



管路DB

標準型管路DB ※中大口径管路対象

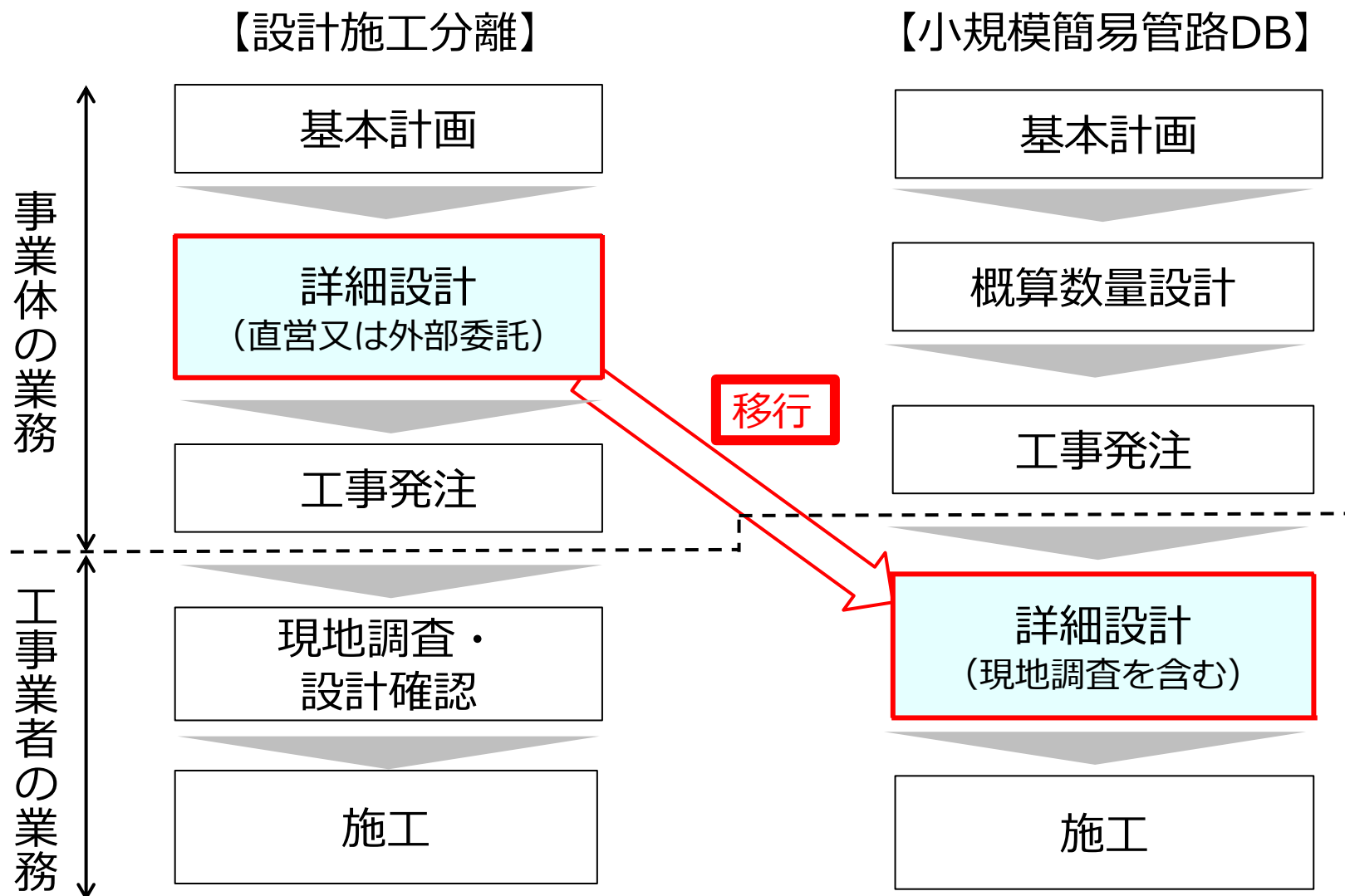
「小規模管路工事向け簡易型設計施工一括発注方式」（以下「小規模簡易管路DB」という。）
※小口径管路対象

小規模簡易管路DBを対象に、以下の事項について提示する

- 導入時の課題
- コンサルタントの関わり方
- 課題解決のために策定した配管設計マニュアルの紹介
- 配管設計マニュアル策定により得られた効果と活用により期待される効果

2. 小規模簡易管路DB導入時の 課題と配管設計マニュアル 策定までの流れ

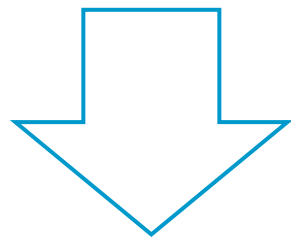
2.1 業務フローの比較



2.2 導入時の課題と策定の目的

導入時の課題

- 設計に精通していない工事業業者で従来どおりの設計が可能か
- 職員の配管設計に関する技術が継承されないのではないか
- 工事業業者によって、品質に差が生じるのではないか



- ・ 工事業業者が行う設計の手助けが必要
- ・ Y市における配管設計に関する事項の取りまとめが必要

配管マニュアル策定

策定の 目的

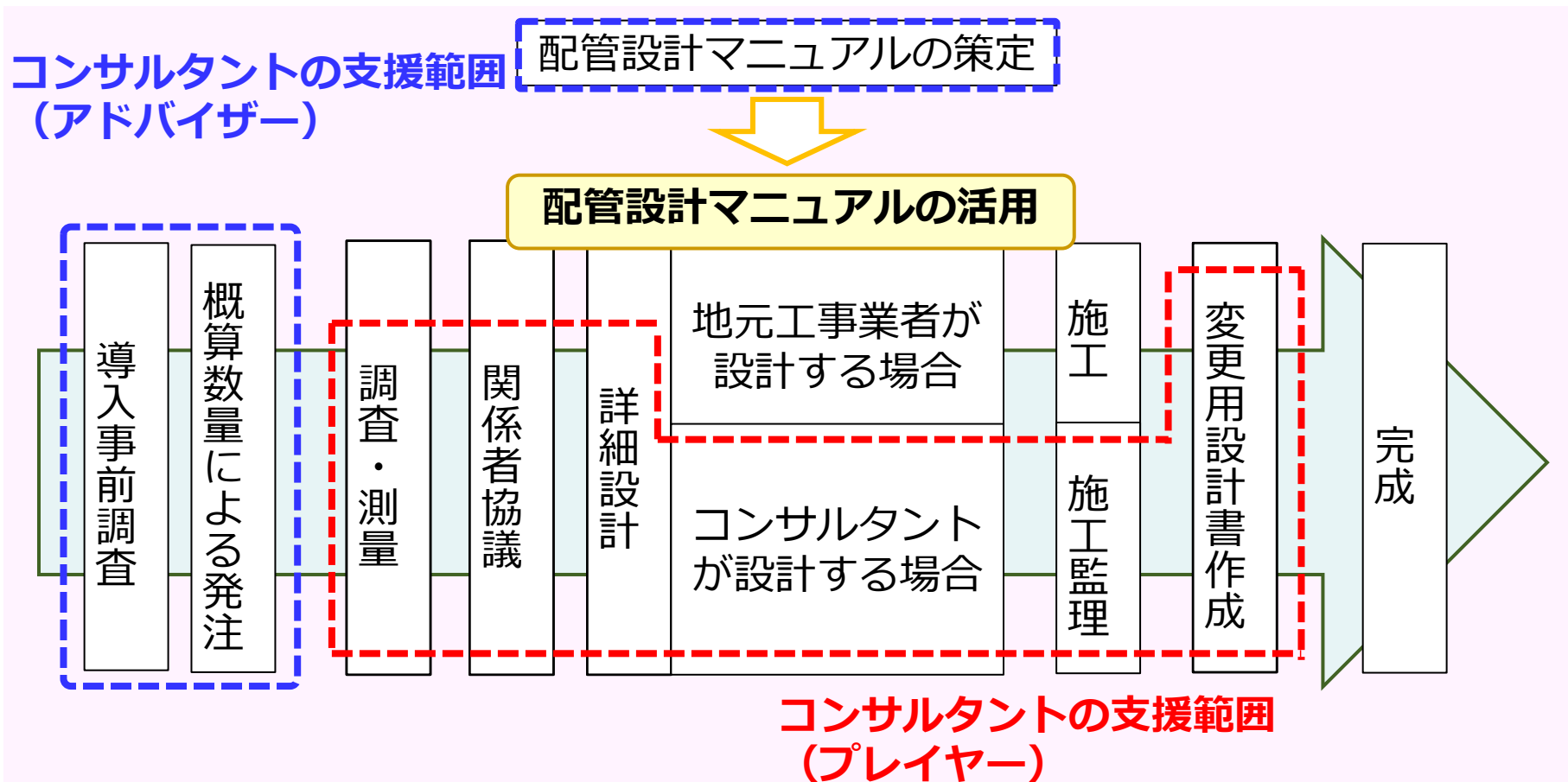
- 地元工事業業者の設計技術力のレベルアップ
- 事業体職員の配管設計に関する技術継承
- Y市が発注する水道管工事の設計の標準化を図る

3. 小規模簡易管路DBに おけるコンサルタントの 関わり方

3.1 小規模簡易管路DBにおける コンサルタントの関わり方



- 配管設計マニュアルの策定は、小規模簡易管路DB導入時のコンサルタントの支援業務の一つとして位置付けられる



4. 配管設計マニュアルの策定



4.1 策定のポイント

ポイント①

Y市独自のルールの明文化

ポイント②

Y市職員の配管設計に関する
暗黙知の形式知化

ポイント③

チェック機能の強化



4.2 マニュアルの構成

第1章	総説	
第2章	管路設計計画	
第3章	管路の設計	
第4章	給水管の設計	
第5章	仮設配管の設計	
第6章	水圧試験	} 本来、設計マニュアルとは異なるが 発注者の要望により追加した
第7章	洗管	
第8章	設計図書	
第9章	チェックリスト	
第10章	その他	

4.3 マニュアルの概要

(1)Y市独自のルール of 明文化



①ダクタイル鋳鉄管の設計

- 直管受口に切管を接合する場合は、P-Linkを使用せず挿し口加工を行う。そのため、φ75～φ400mmのGX形ダクタイル鉄管は水圧、土被りに関わらず全て1種管とする
- 排水管のバルブより上流側は本管と同様の耐震継手とし、排水管のバルブより下流側はK形継手とする

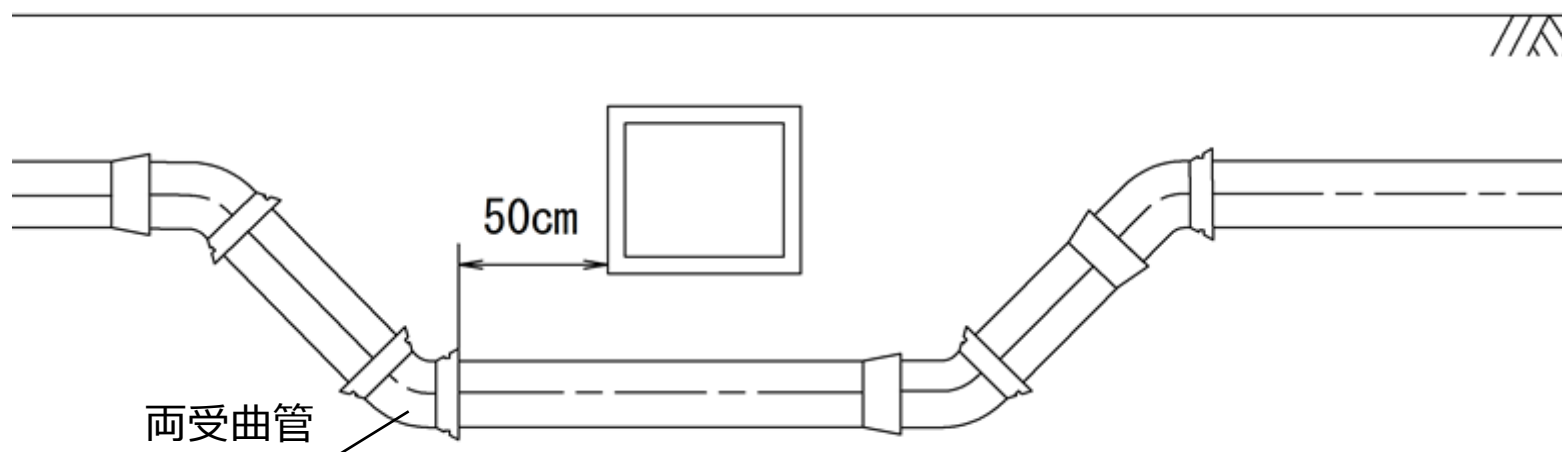
②バルブの選定

- φ300mm以下は経済性で優れているソフトシール仕切弁を、φ400mm以上は開閉操作の作業性を高めるためバタフライ弁を標準とする
- 工区境等の開閉操作頻度の少ない箇所にバルブを設置する場合は、φ500mmまでソフトシール仕切弁を標準とする

4.3 マニュアルの概要

(2)Y市職員の配管設計に関する暗黙知の形式知化

- 伏せ越し部等、構造物との交差点部においては、施工及び補修面を考慮して極力継手の使用を避ける
- 既設管路の継手部からの漏水時には、補修金具で漏水箇所を包み込んで止水する場合が考えられる。これらの漏水作業等を考慮し、既設管路との交差部においては、既設管路の継手位置からの離隔を確保する
- 施工を考慮し、伏せ越し箇所等では、両受曲管を使用することで継手の向きが上向きを基本とする



4.3 マニュアルの概要

(3)チェック機能の強化



■ 設計ミスを防止するため、発注者、受注者の双方でチェックリストによる設計照査を行う

No	項目	チェック内容	担当者	照査技術者	備考
1	設計計画	- 目的（事業（耐震、更新）等）の確認 - 施工範囲の確認			
2	現地踏査	- 地形、地質、沿道の利用状況の把握 - 道路状態（道路種別、道路幅員、道路屈曲状況、交通量、交通規制の状況、通行止め工事の場合の迂回路、バス運行時間、スクールゾーン等）の把握 - 地上・地下構造物（管路の付帯施設、電柱、架空線、標識、ガードレール、軌道、橋梁等）の把握 - 関連事業（他企業との競合工事の有無、施工時期、築造物の内容等）の把握			
3	詳細設計 （全管種共通）	設計水圧の確認			
		埋設位置、埋設深さの確認			
		他構造物との離隔の確認			
		付帯施設（バルブ、空気弁、消火栓、排水施設等）の設置位置の確認			
		土留め工法（掘削勾配、矢板長、支保形式）の確認			
	詳細設計 （ダクタイル鋳鉄管）	切管の最大・最小長さの確認			
		新設管における一体化長さの確認（ライナ等）			
		新旧連絡部における離脱防止金具等の確認			
		継ぎ輪の使用（異形管との接続、離脱防止金具等）の確認			
	詳細設計 （各種計算書の確認）	（早見表の条件が適用しない場合）一体化長さの計算結果の確認			
		（防護コンクリートを設ける場合）防護コンクリートの形状及び寸法の計算結果の確認			
4	数量計算書の確認	- 有効数値、位取り、単位等の確認 - 計算数値と図面寸法の整合性の確認			
5	設計図書の確認 （設計書）	- 施工地名、工事名、工事概要の確認 - 内訳書の細目（管路種別、口径、材料費・管工費・土工費）の確認			
	設計図書の確認 （設計図面）	図面構成の確認			
		縮尺の確認			

5. 配管設計マニュアル策定・ 活用の効果と策定の留意点



5.1 策定により得られた効果

- 1 職員の暗黙知が形式知化され、事業体独自のルールが明文化された
- 2 各専門分野の職員が持つ知識が集約された
- 3 配管設計に関する一連の検討すべき事項が体系化された

5.2 活用により期待される効果

- 1** 工事業者が行う設計にY市独自のルールやノウハウが反映され、小規模簡易管路DBにおいても従来どおりの品質が確保される
- 2** 設計図書の様式を統一したことや、作成したチェックリストを発注者、受注者の双方が活用することで、チェック機能の強化が図られ、設計ミスが防止される



5.3 策定の留意点

- 1 策定に当たっては、設計の視点、施工の視点、維持管理の視点等、多角的な視点で検討する
- 2 配管設計に精通した人が活用するとは限らないため、解説図等を用いて、極力平易な表現とする
- 3 可能な限り数値による明確な基準を示す
- 4 ルール設定の目的及び根拠を記載する
- 5 マニュアルは運用しながら改定していくことが重要であり、策定段階においては作り込みすぎない

6. おわりに

6.1 おわりに

- マニュアル策定会議には、様々な立場の職員の参加を募り、設計に精通していない職員からの意見も積極的に取り入れたことで、実用的なマニュアルとなった
- 今後は、小規模簡易管路DB導入後の運用段階において、変更設計時の対応等についても加筆する等、より現場に即した使いやすいマニュアルへと改定を行い、改定の際には、実際に小規模簡易管路DBを受注した工事業者の意見を反映させる
- 施工監理までを民間事業者が請負う場合には、施工監理マニュアルも必要となる等、導入する事業スキームに応じたマニュアルへ改定していくことも重要となる



ご清聴ありがとうございました。

工業用水道事業における官民連携手法の事例報告

- 導入可能性調査と熊本県工水コンセッション事業 -



株式会社 NJS

○畑瀬 大樹
天野 幹大
岩竹 貴則

1. 背景と目的
2. 導入可能性調査
 - 2.1 検討フロー
 - 2.2 簡易検討
 - 2.3 詳細検討
3. 導入事例
 - 3.1 熊本県工水の概要
 - 3.2 導入可能性調査
4. 発表のまとめ

1. 背景と目的_背景

➤ 工業用水道とは

- 製造業や電気供給業等における雑用水、冷却用水、洗浄水として使用される
- 1960～1990年頃に整備されたものが多い
- 地方公営企業として、独立採算が求められる
- 水利用の合理化(回収・再利用率の向上など)により水需要が減少傾向にある

⇒ヒト・モノ・カネの面で将来の事業環境悪化が懸念される

➤ コンセッションとは

内容 \ 方式	個別委託	包括委託	DB・DBO	PFI	
				BTO等	コンセッション
施設の所有権	官	官	官	官	官
事業主体	官	官	官	官	官/民
資金調達	官	官	官	民	民
設計・施工	官/民	官	民	民	民
維持管理・運営	官/民	民	官/民	民	民

⇒民間のノウハウを最大限に活用し、事業体の抱える課題解決を図る

1. 背景と目的_目的

目的

工業用水道分野におけるコンセッション方式の導入を検討し、具体的な案件形成を促進させる

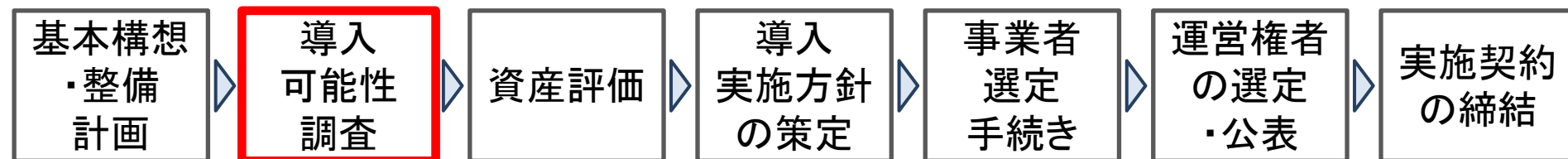


- ✓ コンセッション方式のメリット
- ✓ 導入効果が見込まれる事業
- ✓ 導入手順、調査手順
- ✓ 検討事例



リーフレットを作成

2.1 導入可能性調査_検討フロー



簡易検討

事業概要の整理

水需要予測

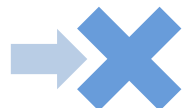
更新需要の整理

財政収支見通し
(現体制継続の場合)

簡易VFM算出



可能性あり



可能性なし

詳細検討

運営権設定範囲等の整理

事業スキームの検討

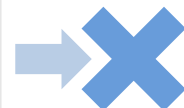
リスク分担の検討

マーケットサウンディング

財政シミュレーション、
詳細VFM算出



可能性あり



可能性なし

- 二段階に分けることで調査を効率化
- 三か年(H29～R1)で21事業(10地方公共団体)に対して実施

2.2 導入可能性調査_簡易検討_基礎情報の整理

○事業概要

給水能力、水源・主要施設、施設フロー、施設位置、水利権水量、
共有施設、料金体系、維持管理(委託)状況 など

※共有施設 ⇒ 官が独断で民に運営権を設定できない(合意形成が必要)

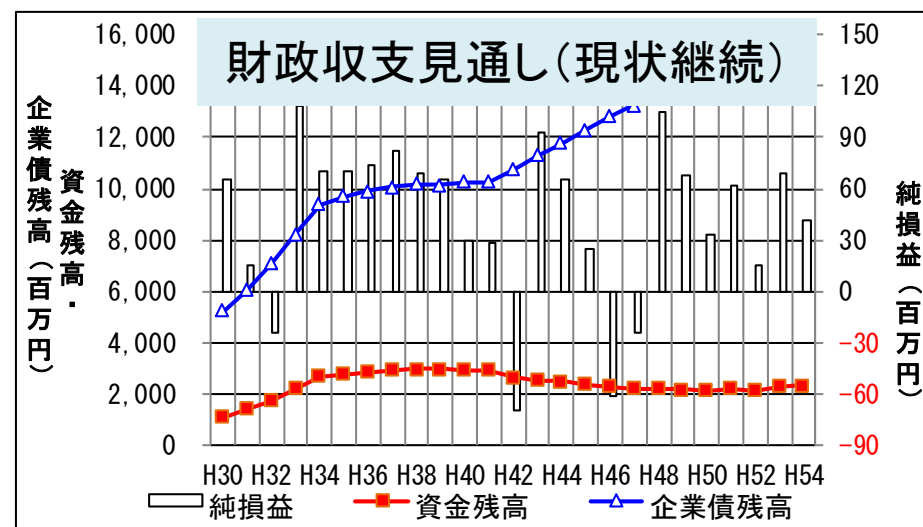
※共同管理 ⇒ 管理体制を分離することになるため、
共同相手あるいはその委託先に不都合

○水需要

契約企業数、契約水量、契約率、
使用水量、減免水量、
水需要の見込み など

○施設情報

施設区分、施設名、工種、諸元、
数量、更新需要 など



2.2 導入可能性調査_簡易検討_VFMの簡易な計算

※VFM:費用面でのコンセッションの導入効果

PFI方式試算例		現体制継続	採用手法の条件	コンセッション導入
手法		従来型手法		①BTO・BOT・BOO・RO
事業期間	① コンセッション期間(20年間)の ・施設投資額は？ ・人件費は？ ・維持管理費は？	1年	従来手法=採用手法	1年
		20年	従来手法=採用手法	20年
		23,583,711	5%削減	22,404,525
		186,766/年	50%削減	177,428/年
費用・収入	人件費	146,207/年		
	(1年当たり) 修繕費	49,518/年		
	合計	382,491/年		
	利用料金収入(1年当たり)			
資金面の内容		現在価値への割引率	2.6%	従来手法=採用手法 2.6%
整備費に対する資金の金額	② 施設投資に対して ・起債割合は？ ・補助金はもらえるか？	整備費の0%		整備費の0%
		整備費の60%		整備費の0%
		整備費の40%		整備費の0%
		—		整備費の100%
		100%		100%

☐ を入力



VFM計算



クリック

出典: PPP/PFI手法導入優先的検討規定策定の手引き 平成28年3月 内閣府 民間資金等活用事業推進室 別紙4 簡易な検討の計算表

2.2 導入可能性調査_簡易検討_VFMの簡易な計算

	現体制継続	コンセッション導入
整備等(運営等を除く。)費用	235.8億円	224.0億円
運営等費用	76.5億円	74.6億円
利用料金収入	0.0億円	0.0億円
資金調達費用	20.1億円	44.7億円
調査等費用	—	0.35億円
税金	—	0.03億円
税引き後損益	—	0.06億円
合計	332.4億円	343.8億円
合計(現在価値)	278.2億円	265.6億円
財政支出削減率	VFMは12.6億円 4.5%	
その他(前提条件等)	事業期間20年間 割引率2.6%	

出典: PPP/PFI手法導入優先的検討規定策定の手引き 平成28年3月 内閣府 民間資金等活用事業推進室 別紙4 簡易な検討の計算表

2.3 導入可能性調査_詳細検討_事業者の扱い

事業者とは、工業用水道事業を営む者。

施設の維持、給水、供給規定の制定、水質測定等の工業用水道法上の義務を負う。

	事業者:官	事業者:運営権者
官の視点	- 事業者対応業務に職員配置が必要 - 官の意見が事業に働きやすい	- 議会对応、構成団体対応等が必要 - 運営権者の事業リスク管理が必要
運営権者の視点	事業者対応業務が不要であるため、水供給に専念できる	- 事業者対応業務への対応のため、担当員の配置が必要 - 運営権者の意向が事業に働きやすい
ユーザーの視点	現状と同じ	公益性が低下する可能性がある

※事業者対応業務:許認可申請、補助申請、ユーザー対応等

ユーザー対応等は、運営権者で対応することは非効率

⇒「官」が引き続き事業者となることの方が妥当である

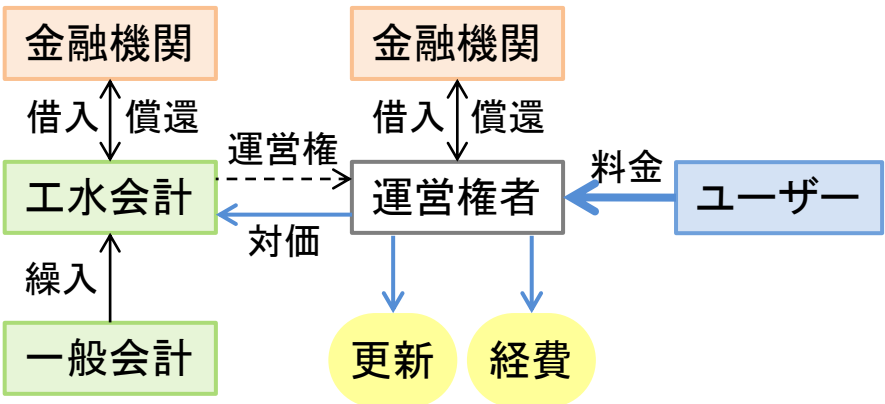
2.3 導入可能性調査_詳細検討_リスク分担

- 一般的に望ましいと考えられる案を作成し、マーケットサウンディング等をもとに精査
- 想定外のリスク(需要、不可抗力、維持管理)は事業者が負担

リスクの種類	想定される事象	官	民
需要変動リスク	ユーザーの撤退・減量による影響大。 ⇒企業の参入意欲に影響するもの	○	×
自然災害リスク	災害時の応急対応は、官の他のセクターや近隣事業体との連携が必要。 ⇒民間の単独実施は困難	○	×
管路の 維持管理リスク	想定を超える頻度で修繕・事故対応が必要となるリスクがある。 ⇒条件付きで官・民で分担	△	△

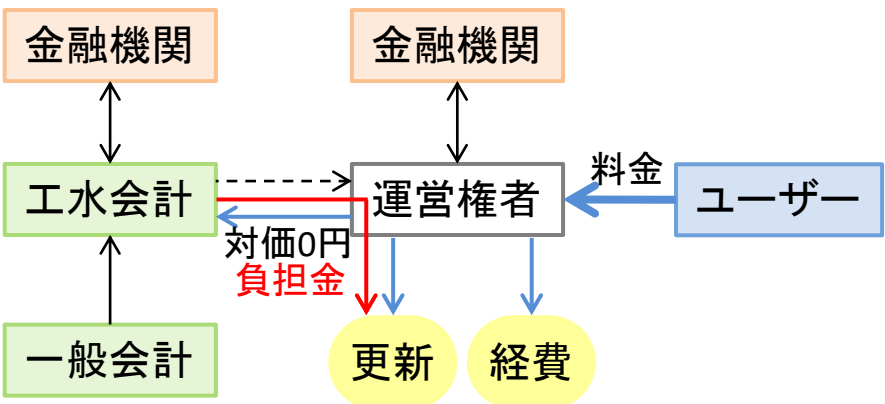
2.3 導入可能性調査_詳細検討_VFMの詳細な計算

ステップ①: 収支完結型
運営権対価含め、経費を料金で賄える

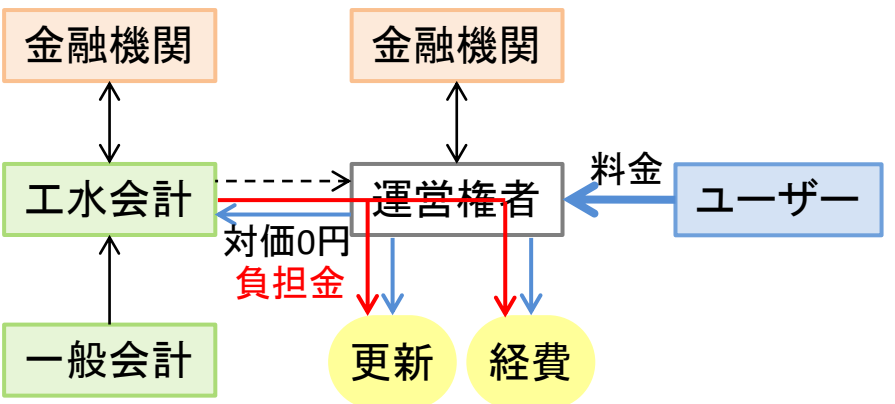


- ＜シミュレーション条件＞
- 運営権者が資金不足にならない
 - 料金収入は県継続と同様
 - 配当率は5%
 - コスト削減効果(事業ごとに調整)
 - ・維持管理費: 1~10%
 - ・更新費: 5~13%

ステップ②: 更新費負担型
更新投資の一部を官が負担

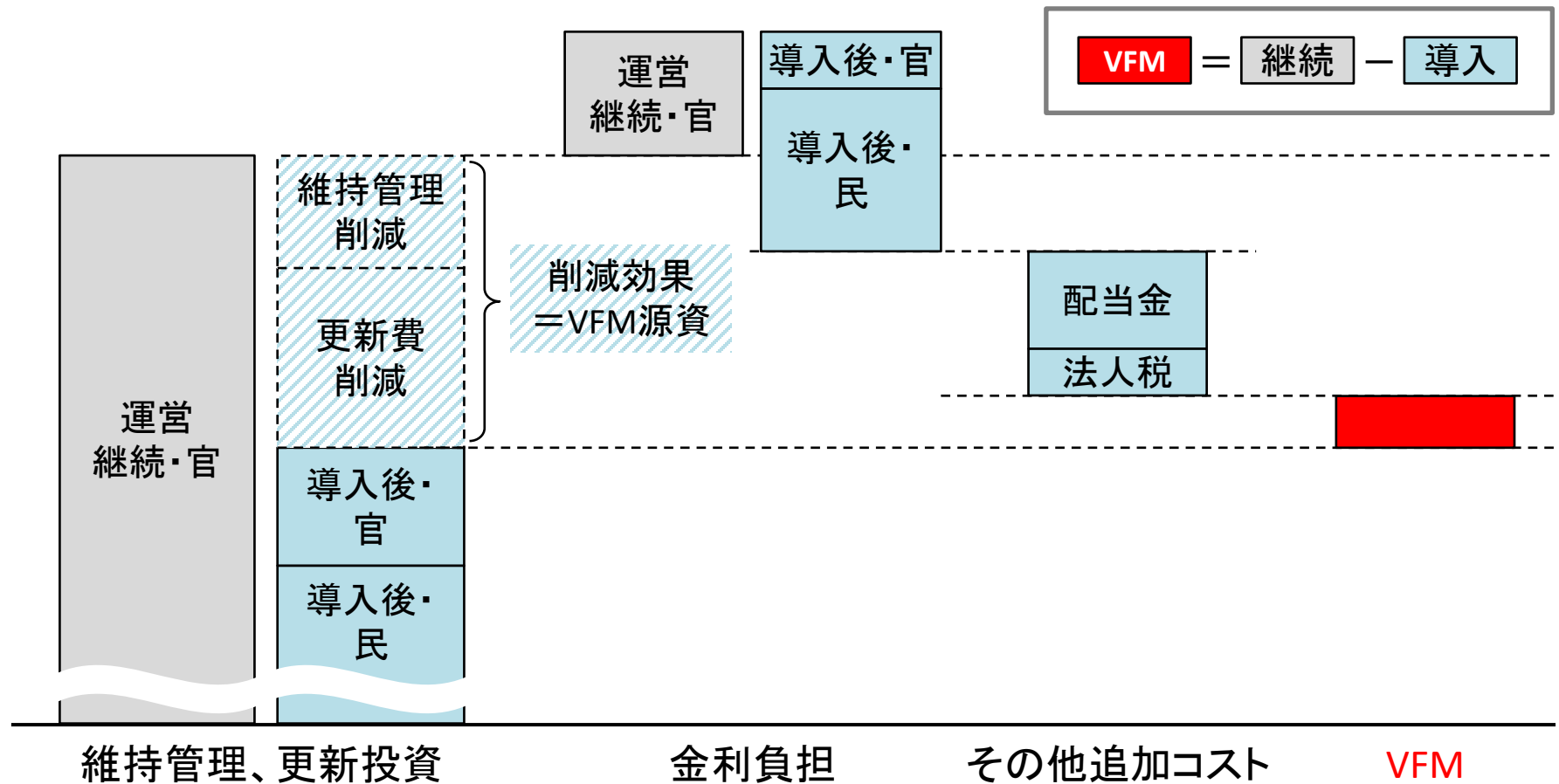


ステップ③: 更新・維持管理費負担型
全更新投資と維持管理費の一部を官が負担



2.3 導入可能性調査_詳細検討_VFMの詳細な計算

- 官が運営を継続した場合と、コンセッションを導入した場合を比較してVFMを計算
- 運営権者の財政収支もシミュレーションし、配当金や法人税等の追加コストも試算



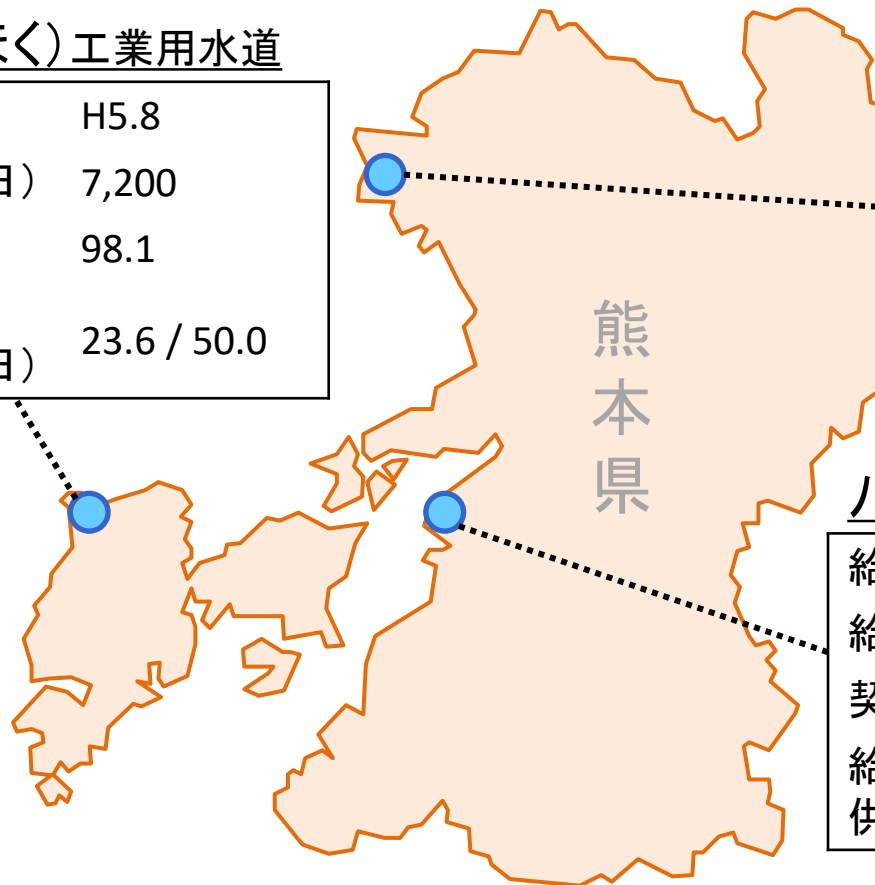
3.1 導入事例_熊本県工水の概要

苓北(れいほく)工業用水道

給水開始	H5.8
給水能力(m ³ /日)	7,200
契約率(%)	98.1
給水原価/ 供給単価(m ³ /日)	23.6 / 50.0

有明(ありあけ)工業用水道

給水開始	S50.6
給水能力(m ³ /日)	33,860
契約率(%)	42.3
給水原価/ 供給単価(m ³ /日)	152.9 / 56.8



八代(やつしろ)工業用水道

給水開始	S52.4
給水能力(m ³ /日)	27,300
契約率(%)	33.4
給水原価/ 供給単価(m ³ /日)	31.4 / 40.4

検討の経緯

※H27の数値

- ・ 今後想定される更新事業にむけて技術者の確保が必要
- ・ 低い契約率(有明・八代)と一般会計繰入金の常習化(有明)

➡ 特に一般会計繰入金の削減を期待して、コンセッションの導入を試みる

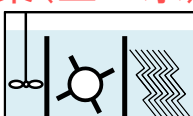
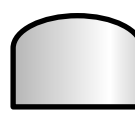
3.2 導入事例_導入可能性調査_簡易検討

	有明	八代	苓北
整備費 (百万円/20年)	4,395	2,727	1,000
維持管理 ・運営費 (百万円/年)	435	87	93
簡易VFM (百万円)	218	24	145
評価	- 整備費、維持管理・運営費、VFMが一定以上見込める - 官側の意向が大きい。	- 整備費が一定以上見込める。 - 官側の意向が大きい。	- VFMは一定程度見込めるが、整備費が小さい。 - 官側の意向は大きい。 - 有明、八代との共同導入は検討の余地がある。
	○	○	△

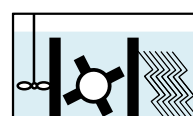
3.2 導入事例_導入可能性調査_詳細検討

【前提】 県の負担軽減、民のノウハウ引き出しのため、可能な限り民に運営権を設定したい

有明工水：導・送トンネルは整備困難 ⇒ 漏水等のリスクは官が受け持つ

施設名	他事業(上工水)と共有						 ユーザー
	 取水堰	→ 導水 トンネル	 浄水場	→ 送配水管・ トンネル	 分水池	→ 配水管	
建設	民	無	民	無	民	民	
維持管理	民	民	民	民	民	民	

八代工水：県の一存で運営権を設定できない施設などは、官の業務範囲のまま

施設名	土地改良区が管理		他事業(上水)と共有		 浄水場	→ 配水管	 ユーザー
	 取水堰	→ 導水管・ 用水路	 接合井	→ 導水管			
建設	官	官	民	無	民	民	
維持管理	官	官	民	民	民	民	

3.2 導入事例_導入可能性調査_詳細検討

	有明	八代	苓北
収支モデル	更新費・ 維持管理費負担	更新費負担	収支完結
詳細VFM (百万円)	354	139	-127
民の関心度 とその理由	高 ・ 近隣委託拠点とのシナジーに期待 ・ 事業規模が大きい	中 ・ 上水との広域化への成長が見込める ・ 近隣委託拠点とのシナジーに期待 ・ 事業規模が小さい	低 ・ 有明・八代と距離があるため、効率化が限定的 ・ 事業規模が小さい
導入可能性	○	○	×

期待する効果

- ・ 施設整備、運営費の削減(有明・八代の一体導入でVFMは約5.5億円)
- ・ 技術水準の維持
- ・ 地域企業への事業機会の創出の可能性

4. 発表のまとめ

- 検討を二段階に分けて効率化
- 簡易検討ではツールを用いてVFMを算出し、対象事業を絞り込み
- 詳細検討では官からの負担金拠出を含む収支見通しを検討
- VFMに加えて、事業規模、民間企業の関心度等を踏まえて、導入可能性の有無を判断
- 令和3年度より、本調査の一環で検討を進めていた熊本県（有明、八代）でコンセッションが実現

ご清聴ありがとうございました



下水道事業による災害対策の事例

株式会社 極東技工コンサルタント
大阪本社設計部
谷垣 寿春

目次



1. はじめに
2. 浸水対策
3. 地震対策
4. 下水道BCP
5. おわりに

1. はじめに



A市下水道事業の抱える課題

- ・**浸水対策**(想定最大規模降雨への対策)
- ・**地震対策**(下水道施設の耐震化)
- ・老朽化対策

本事例での検討内容

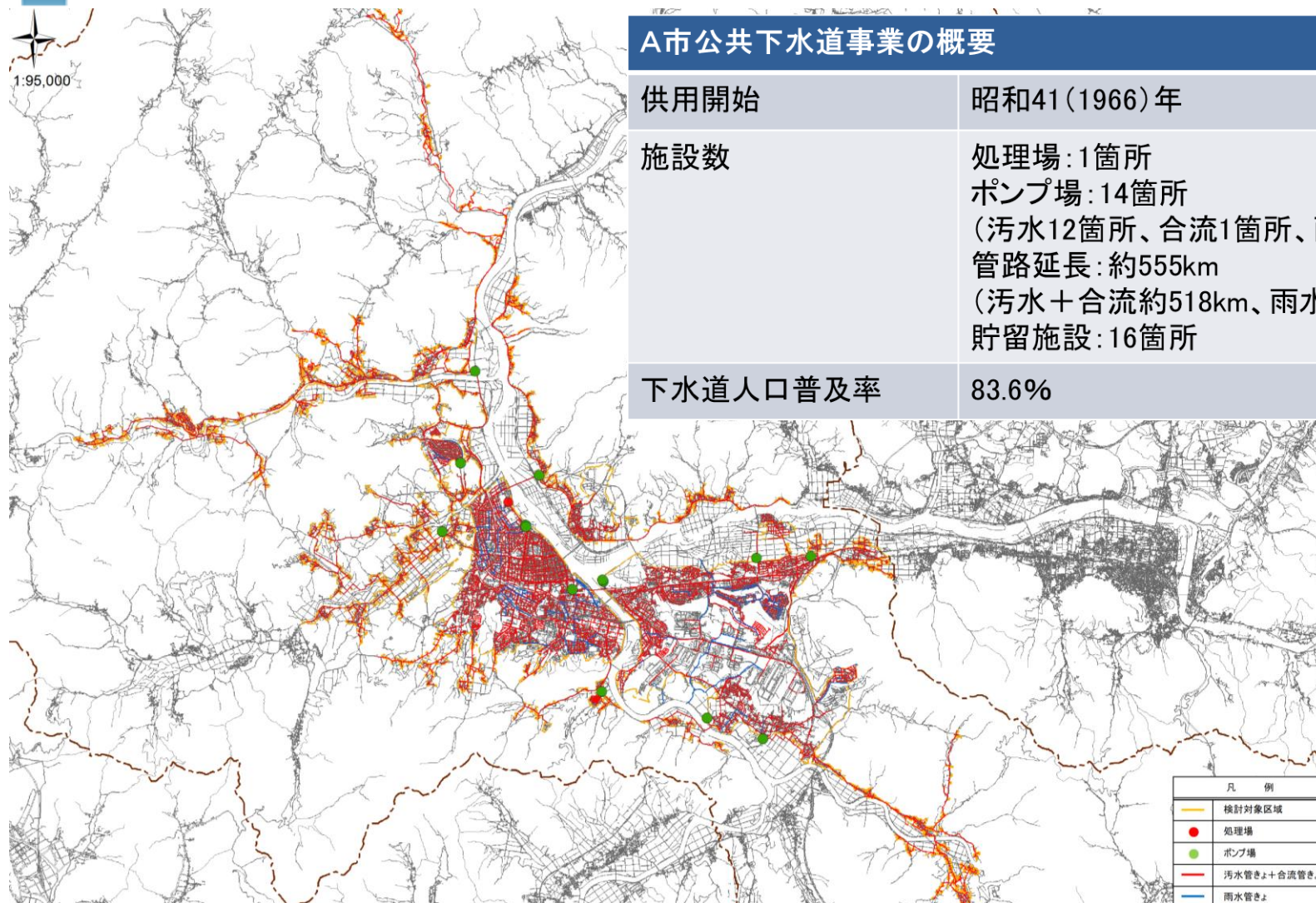
- ・下水道総合地震対策計画の策定
 - 効果的な下水道施設耐震化事業**の実施計画を検討
- ・下水道BCPの策定
 - 水害および地震に対する下水道事業としての**災害対応計画**を検討

1. はじめに



A市公共下水道事業の概要

供用開始	昭和41(1966)年
施設数	処理場:1箇所 ポンプ場:14箇所 (汚水12箇所、合流1箇所、雨水1箇所) 管路延長:約555km (汚水+合流約518km、雨水約37km) 貯留施設:16箇所
下水道人口普及率	83.6%



2. 浸水対策



2-1. 既往最大降雨時の浸水被害

既往最大降雨時の浸水被害

既往最大降雨	総降雨量: 357.5mm(3日間) 時間最大降雨量: 62mm/hr
被害規模	床上浸水: 約1,500棟 床下浸水: 約1,400棟
下水道施設の被害 (機能停止)	合流ポンプ場: 1箇所 汚水中継ポンプ場: 4箇所 マンホールポンプ場: 6箇所



2. 浸水対策



2-2. 課題と対応

浸水対策における課題

A市において発生した浸水被害は、内水排除能力不足に起因するもの、堤防の決壊に起因するものに大別され、関係主体および事業間で連携を図りながら浸水被害軽減に向けた総合的な対策を実施する必要があった。

上記を受けての対応

- ・国、都道府県、市町村で役割分担を明確にした総合的な治水対策計画を策定し、それぞれ対策を実施
- ・下水道事業としては、貯留施設9箇所、雨水ポンプ場1箇所を整備完了済
- ・河川事業としては、河川改修等を実施（令和3年度末で整備完了見込み）



既往最大降雨に対し、床上浸水解消を達成

3. 地震対策



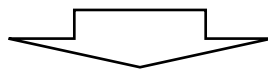
3-1. 耐震化状況

処理場・ポンプ場施設

雨水ポンプ場を除くすべての施設が未耐震（耐震性能不足または耐震診断未実施）

管路施設

管路施設延長全体の約7割に当たる400km程度が未耐震



下水道総合地震対策計画を策定し、効果的かつ効率的な下水道施設の耐震化計画を立案した。

下水道施設地震被害の例

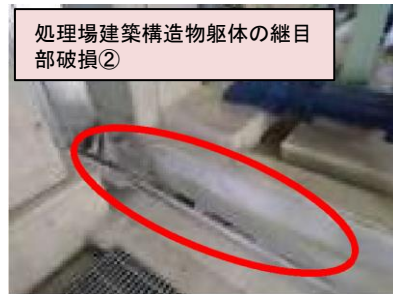
液状化によるマンホール浮上



処理場建築構造物躯体の継目部破損①



処理場建築構造物躯体の継目部破損②



3. 地震対策



3-2. 対象施設の抽出

処理場・ポンプ場施設

雨水ポンプ場を除くすべての施設
(処理場:1箇所、ポンプ場:13箇所)

管路施設

未耐震の管路施設のうち重要な幹線等に位置付けられた約121kmの管路施設
【重要な幹線等】

- ・ポンプ場、処理場に直結する幹線管路
- ・河川・軌道等を横断する管路
- ・緊急輸送道路、重要物流道路に埋設されている管路
- ・吐口に直結する幹線管路
- ・地域防災対策上必要と定めた施設等からの排水を受ける管路

3. 地震対策



3-3. 対策優先度の設定の方法

処理場

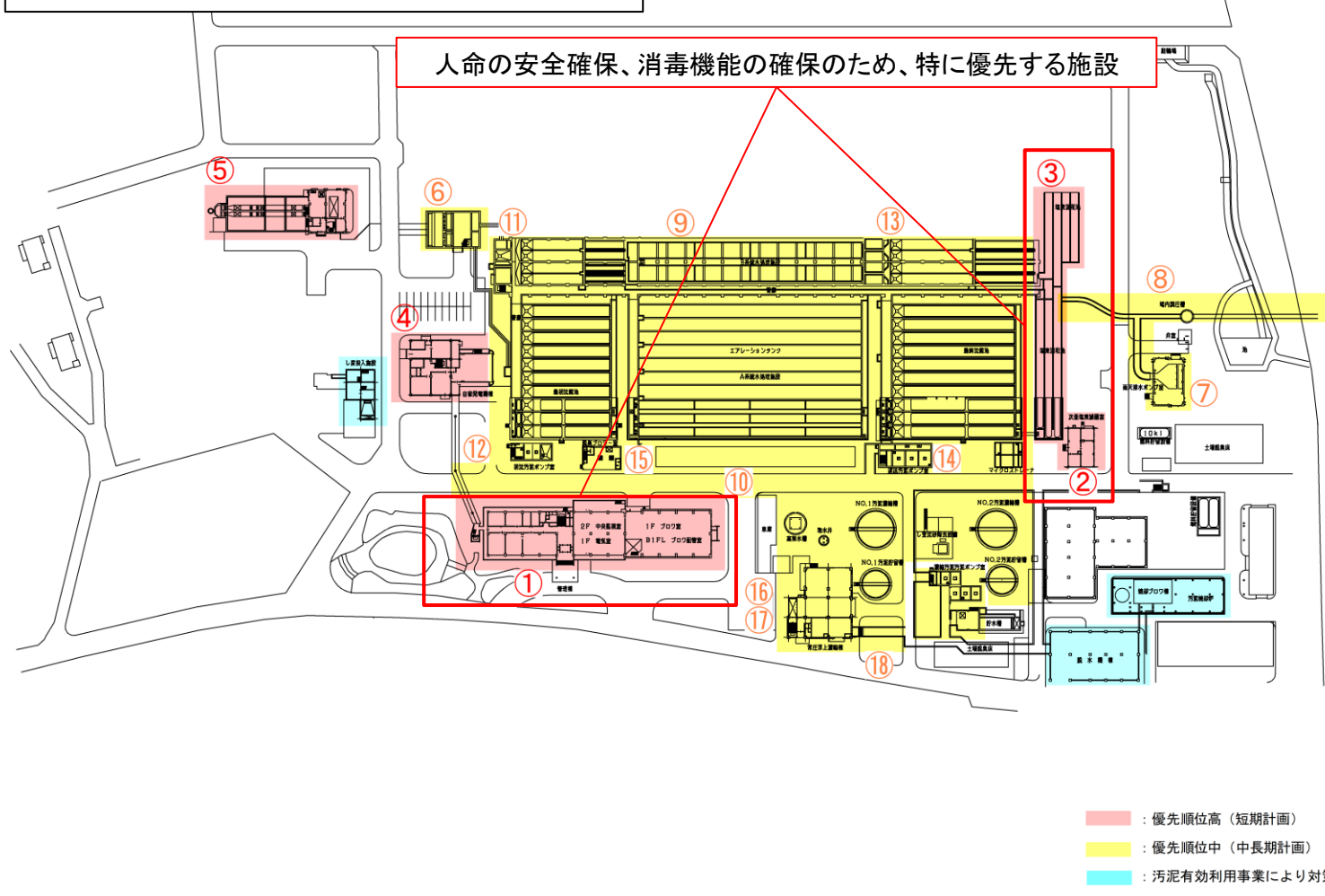
- ・災害時に早急な機能確保が要求される項目を考慮し、建築・土木構造物などの施設単位で優先度を設定
- ・別途下水道汚泥有効利用事業にて改築更新が予定されている施設については、下水道総合地震対策計画では除外

アウトカム目標	要求機能	優先度	
人命を守る	安全衛生機能	1	
	避難機能		
公衆衛生機能 浸水の防除 生活環境の保全 応急対策活動の確保	揚水機能	2	・仮設配管等での応急対応も考慮し、特に消毒機能の確保を優先 ・次いで、揚水、流下機能の確保
	消毒機能		
	流下機能		
	交通確保機能		
公共用水域の水質保全	沈殿機能	3	・沈殿機能を優先し、簡易処理機能向上を図る
	脱水機能		
	その他機能		

3. 地震対策



処理場施設の対策優先度判定図



3. 地震対策



ポンプ場・管路施設

重要な幹線等

①重要施設からの排水を受けるライフラインとしての重要性が高い管路

市民の避難生活(マンホールトイレシステムの設置計画)を考慮し、当該管路の耐震化を優先

②緊急輸送路下・重要物流道路下・軌道横断・河川横断など、被災時の社会的影響度が高い管路

①の施設と一体的に対策することが効率的と判断できる箇所については、①とあわせて対策を実施する計画とした

上記の観点から、優先度の設定に当たっては、ポンプ場・管路施設ともに、それぞれ重要施設を種類ごとにランク分けしたうえで、それらの排水をどの程度受け持つかを定量的に評価した。

3. 地震対策



重要度	重要施設の区分	定量化の基準
I	防災拠点(市役所、消防本部)	箇所数×20点
II	指定広域避難所	収容人数に応じて加点 (0～10点)
III	災害医療拠点	箇所数×5点
IV	指定福祉避難所	箇所数×3点
V	指定広域避難所以外の広域避難所	収容人数に応じて加点 (0～3点)

ポンプ場施設

各ポンプ場ごとに上記の基準に応じた定量化を行い、点数の高いポンプ場から優先して耐震化を図る計画とした。

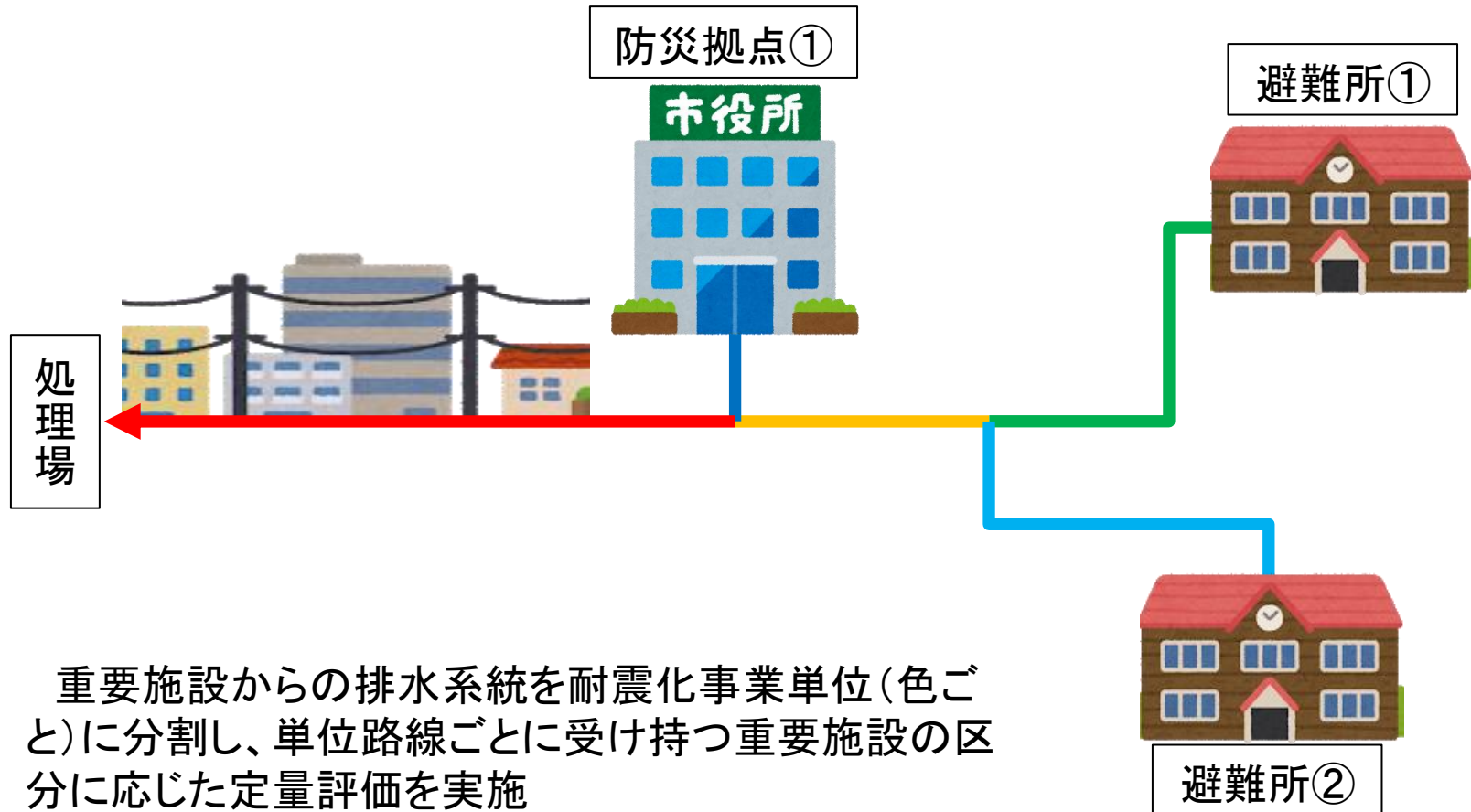
管路施設

重要施設からの排水を受ける管路施設につき耐震化事業単位(単位路線)を設定し、それぞれの単位路線につき上記の基準に応じた定量化を行い、点数の高い路線から優先して耐震化を図る計画とした。

3. 地震対策



管路施設の耐震化事業単位の設定イメージ



4. 下水道BCP

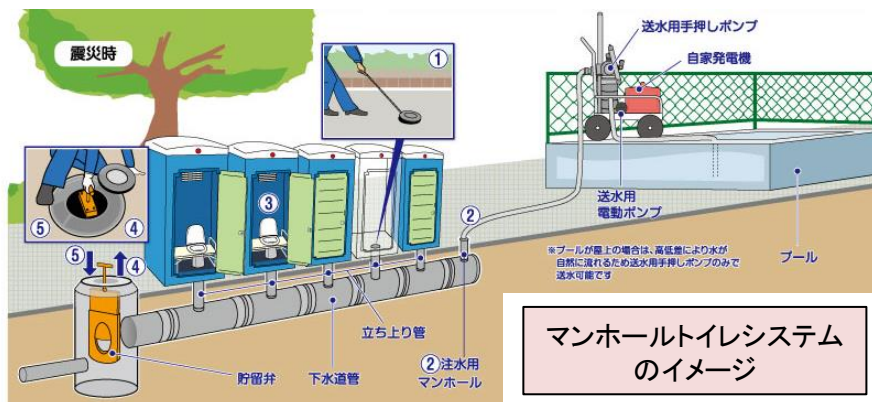


4-1. 地震対策編

地震対策としては、非常時対応計画の策定を行ったほか、減災対策の一環として、マンホールトイレシステムの設置検討(対象施設の抽出)を行った。

マンホールトイレシステムの設置検討

- ・長期の避難生活に対応する指定広域避難所に対して設置
- ・収容人数75人に対し1基の割合で設置基数を検討
- ・地域的な偏りが無いよう配慮しながら、基本的には収容人数が多い順に設置



4. 下水道BCP



4-2. 水害対策編

非常時対応計画

- ・水害に関しては気象情報から事前にある程度の予測が可能
- ・水害対策編では「事前対応業務」を考慮した非常時対応計画を策定
- ・過去の浸水被害を受け、A市では既往最大降雨(62mm/hr)に対する施設の耐水化として止水壁などの設置によるハード対策が完了済
- ・下水道BCPとしては、想定最大規模降雨(494mm/48hr)への対策を検討

優先度	事前対応業務
1	降雨・水位情報等の収集
2	雨水貯留施設の稼働状況確認および運転管理
3	応援・受援体制の連絡調整
4	浸水防止等の緊急措置

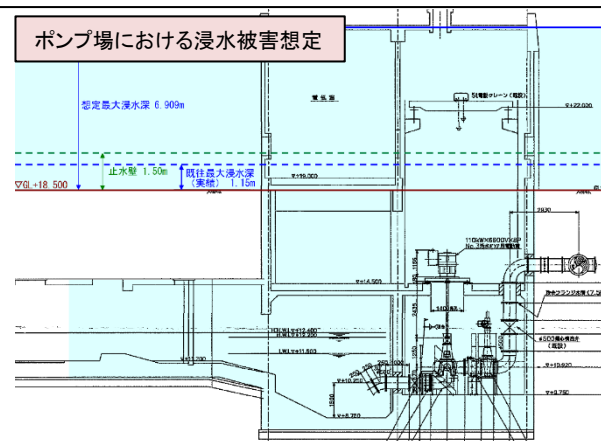
4. 下水道BCP



浸水被害想定

各処理場・ポンプ場の管理棟や電気室など水害リスクが高いと考えられる施設について、想定最大規模降雨(494mm/48hr)時の浸水シミュレーション結果を用いて浸水被害想定を実施

施設区分	想定最大浸水深 (m)
処理場	9.0
ポンプ場	10.5



対策の検討

抽出された浸水被害に対し、事前対応策として土のうの設置および仮設ポンプ・ポンプ車配備などを位置づけ、被害の軽減および早期復旧を図る下水道BCPを策定した。

排水ポンプ車の設置例



5. おわりに



災害対策の検討に当たっては、災害の履歴や想定される被害を十分に把握し、各種事業メニューによる改築・更新情報を複合的に勘案し、効率的かつ効果的な計画を策定する必要がある。

特に、国土強靱化の加速が求められる今日においては、老朽化対策、災害対策、そしてこれらを効率的に進めていくためのデジタル化の推進をバランスよく早急に進めていくことが重要である。

また、関連主体（国、都道府県、市町村、地域住民）およびの関連事業間で連携を図りながら、国土強靱化を一層進めていくことが求められる。

ご清聴ありがとうございました。

下水水温の成分分解による 雨天時浸入水量割合の推定

中日本建設コンサルタント株式会社

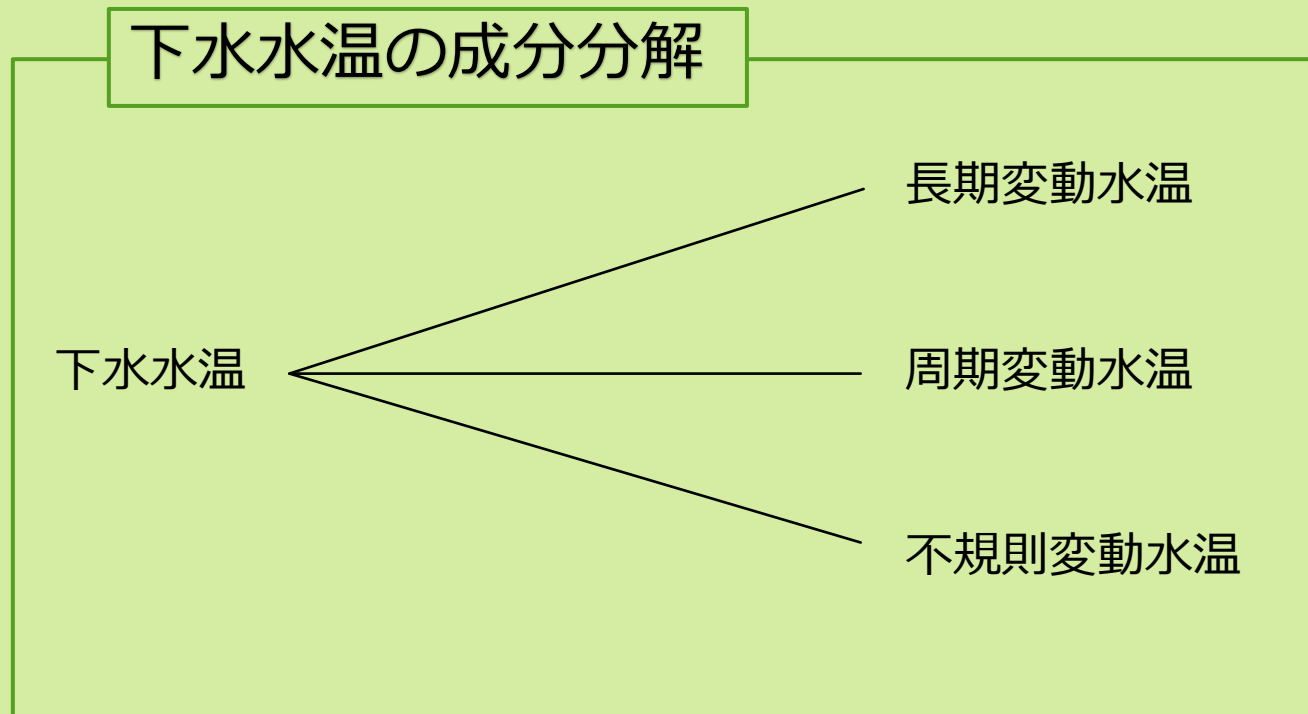
佐藤 優斗・中根 進

目次

1. 目的
2. 計測方法
3. 水温の評価
4. 気温と降雨温度の関係
5. 降雨による汚水温の低下
6. 雨天時浸入水量割合の算定
7. まとめ

1. 目的 (1/2)

下水水温（污水）を成分分解し、雨天時浸入水量割合を推定する。



$$\text{下水水温} = \text{長期変動水温} + \text{周期変動水温} + \text{不規則変動水温} \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

1. 目的 (2/2)

用語の定義

- ・ **長期変動**

データが長期間にわたる計測により上昇、あるいは下降する状態
(季節的な変動)

- ・ **周期変動**

データがある時間間隔で変動を繰り返す状態
(1日の間で繰り返す変動)

- ・ **不規則変動**

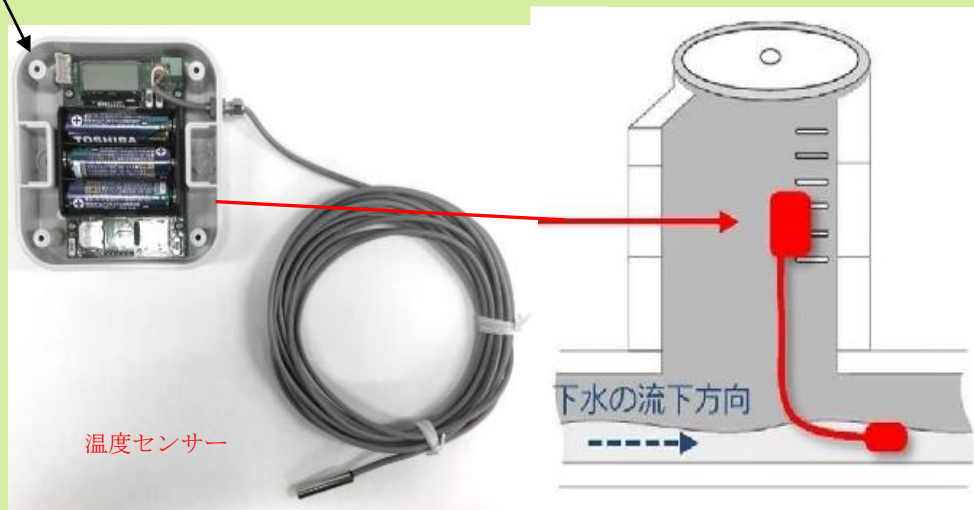
データが季節や時間に依存しない状態
(季節や時間に依存しない変動)

不規則変動の値から雨天時浸入水割合の算定を試みる

2. 計測方法 (1/2)

下水水温の計測には、下図に示す温度センサーを使用する。
計測結果は10分単位で出力した。

記録媒体部分をタラップに固定

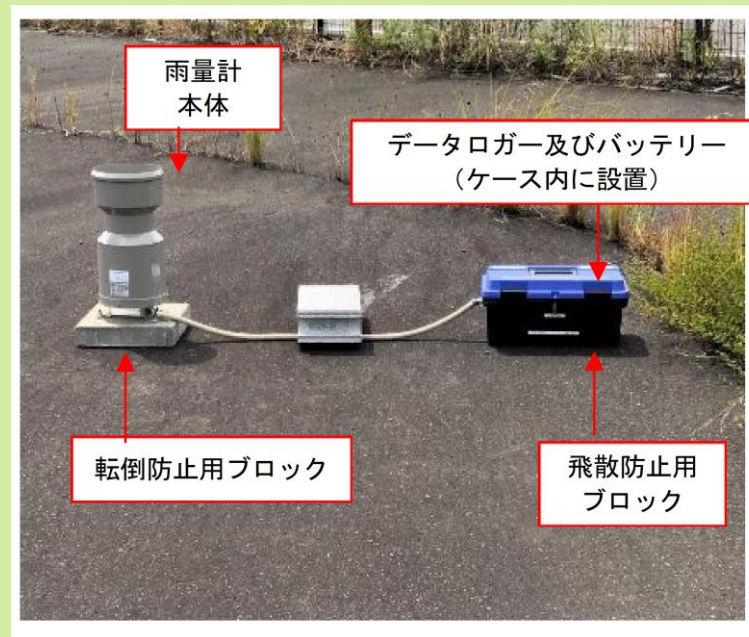


センサーの先端を下水の流下方向に合わせて設置する。

2. 計測方法 (2/2)

雨量の計測には、転倒ます型雨量計を用いて計測する。

また、雨量計の排水先に浅い皿を付け、そこに温度センサーを設置することで降雨温度を測定する。



3. 水温の評価 (1/2)

(1) 水温の成分分解

$$\text{下水水温} = \text{長期変動水温} + \text{周期変動水温} + \text{不規則変動水温} \quad \dots (1)$$

・ 長期変動

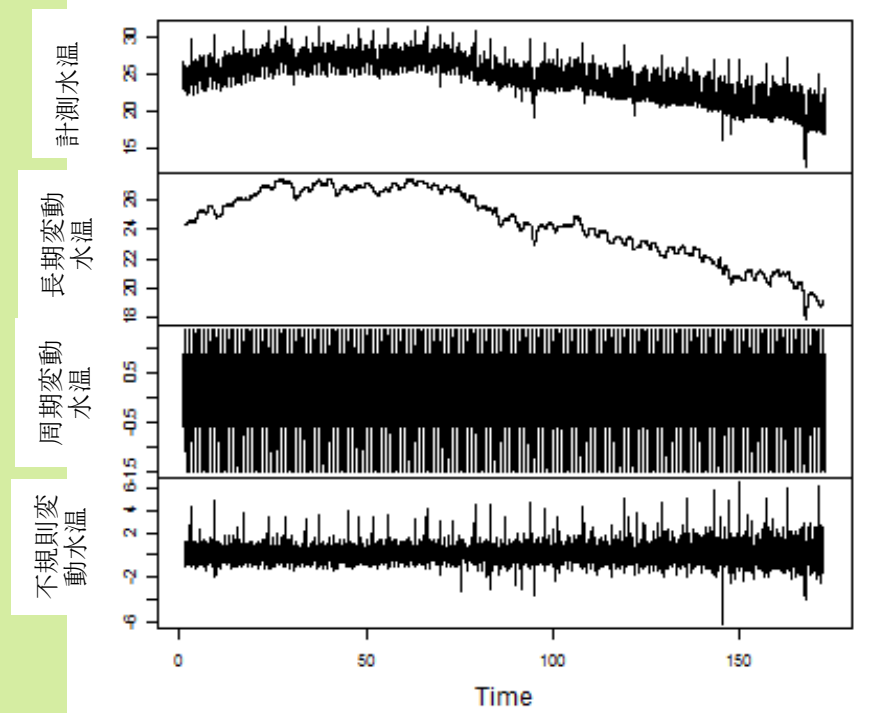
1日の平均水温をプロットしたグラフ

・ 周期変動

下水水温から長期変動を引いた値で、時刻ごとの水温の平均をプロットしたグラフ

・ 不規則変動

下水水温から長期変動および周期変動を除いたグラフ

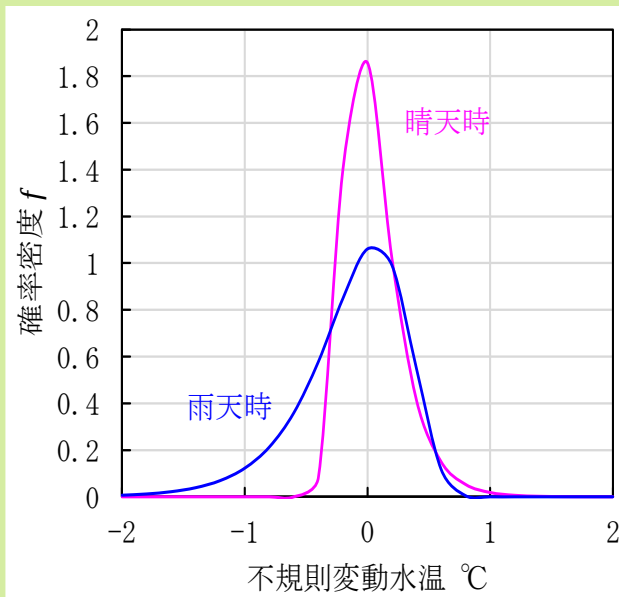


3. 水温の評価 (2/2)

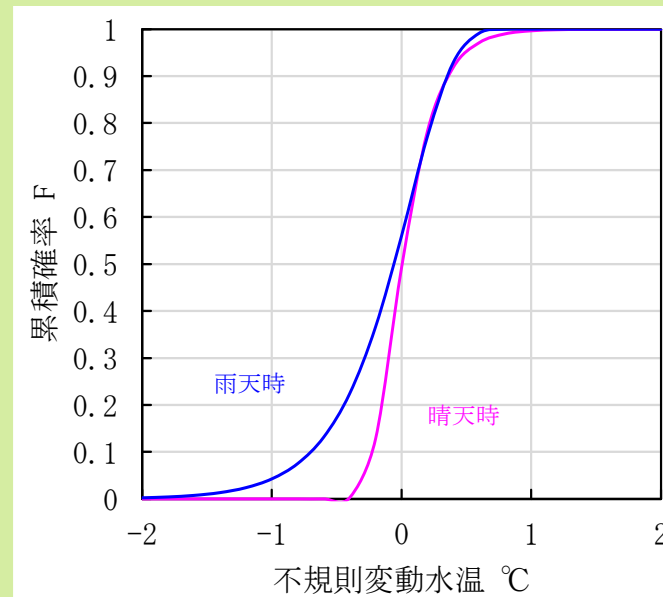
(2) 不規則変動水温の評価方法

下水水温の成分分解で得た不規則変動水温を晴天時と雨天時に分け、それぞれの頻度の確率密度を極値地分布で回帰すると左図が得られる
累積分布で表すと右図になる。

確率密度の回帰図



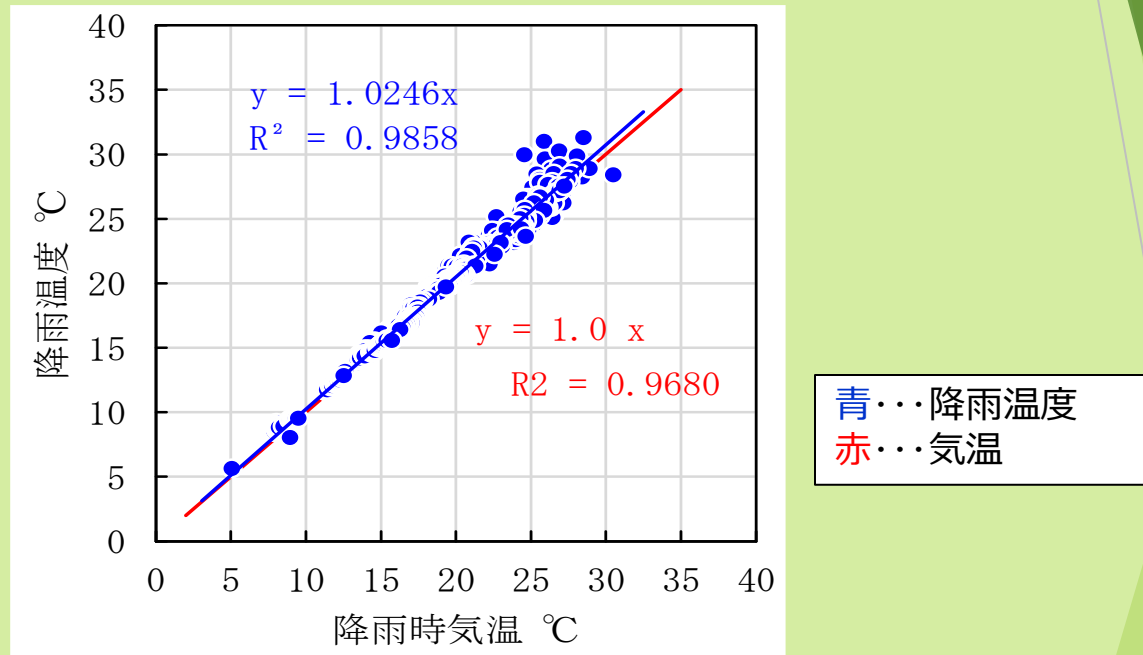
累積確率



なお、必要に応じてノンパラメトリックなカーネル密度分布を用いる。

4. 気温と降雨温度の関係 (1/2)

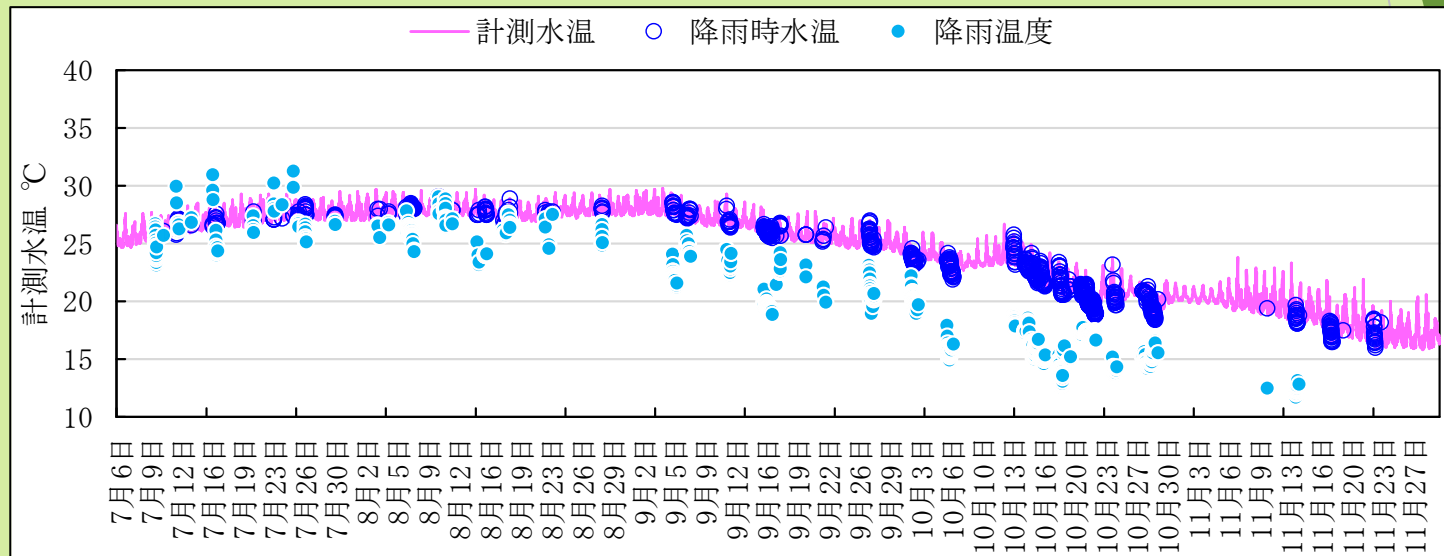
雨天時の気温と、測定した降雨温度を比較すると以下のようなになる。



上図からわかるように、降雨温度と降雨時の気温は近似していることから、降雨温度を測定しなくても、降雨時の気温で代用可能と考えられるが、基本的には降雨温度を測定する。

4. 気温と降雨温度の関係 (2/2)

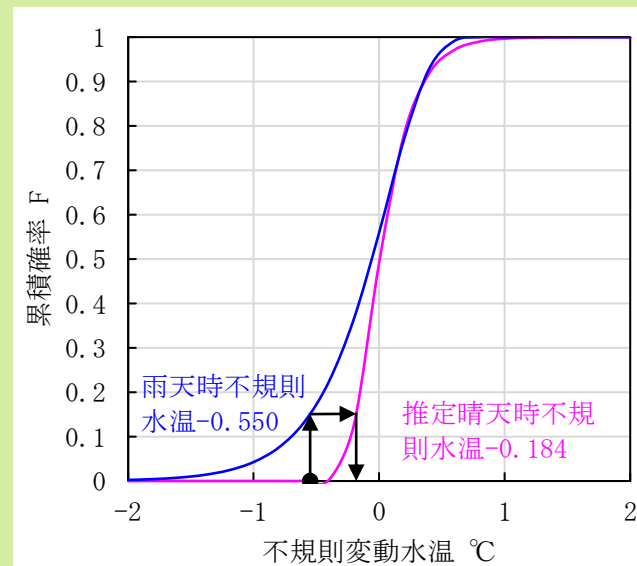
ある計測点における汚水水温と降雨温度の推移を示す。



計測開始時の7月には、汚水水温より降雨温度が高いため、雨天時浸入水が多いと降雨時の汚水の水温が常時の水温より高くなることもあるが、頻度は少ない。

5. 降雨による汚水温の低下 (1/3)

雨天時の浸入水量割合を推定するにあたり、雨天時の不規則変動水温の累積確率（F）から晴天時不規則水温を推定する。



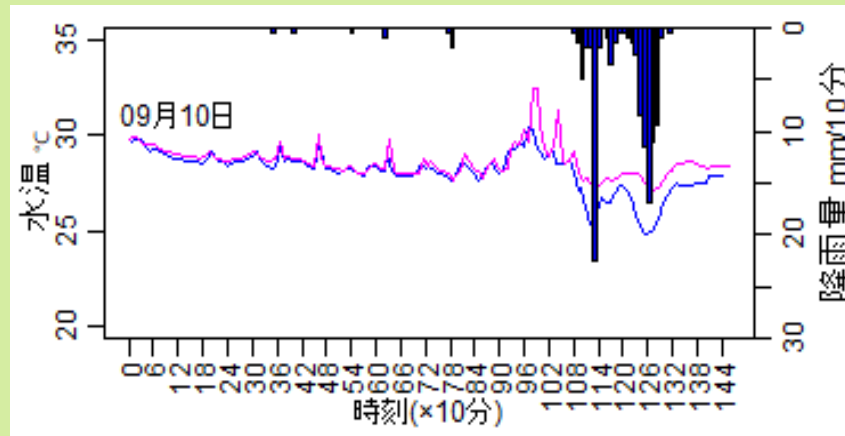
ある時刻の雨天時不規則変動水温が -0.550°C であった場合、
累積確率（F）から晴天時不規則水温は -0.184°C と推定できる。

※本推定は雨天時不規則変動水温の累積確率が晴天時不規則変動水温の累積確率と同値であるという仮定のもと行っている。

5. 降雨による汚水温の低下 (2/3)

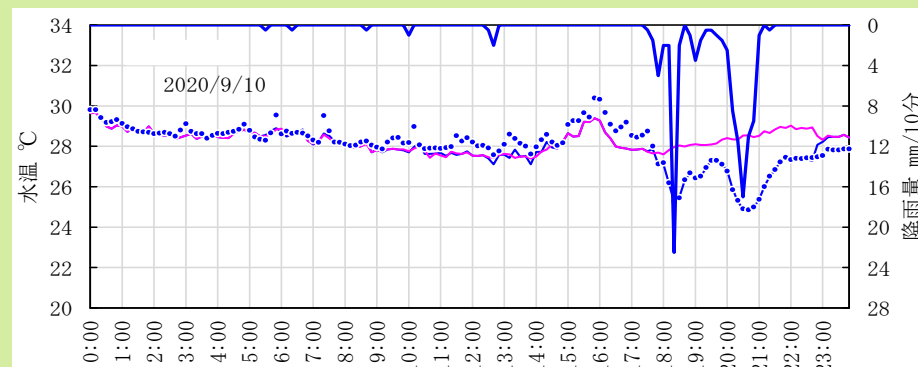
雨天時不規則水温から晴天時不規則水温に変換する。

(1) 式の不規則変動水温に晴天時不規則変動水温を代入し、晴天時水温を推定する。計測水温、晴天時水温と降雨量の推移の一例を下図に示す。



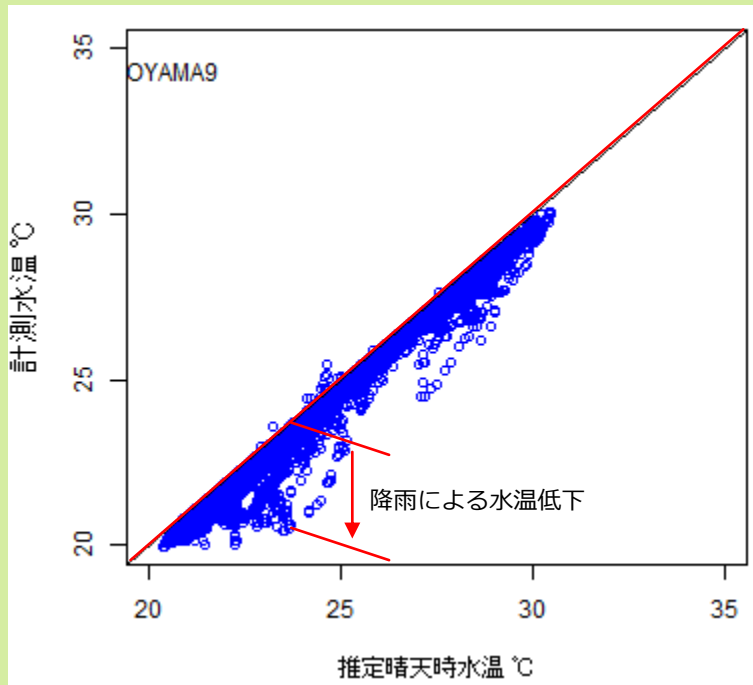
降雨により水温が低下していることがわかる。

ニューラルネットワークを用いた水温解析においても同様の結果が確認できた。



5. 降雨による汚水温低下 (3/3)

計測期間中の推定晴天時水温と計測水温の関係を以下に示す。



…下水水温 = 晴天時水温となる線

○ …計測水温

赤線よりも下側の○は降雨による水温低下を示している。

6. 雨天時浸入水量割合の算定 (1/4)

降雨温度を計測しているため、雨天時浸入水の温度を降雨温度として、雨天時浸入水割合を推定する。

雨天時浸入水割合は、次式により算定する。

1) 10分単位

$$q_i \times T_i^S + q_i r_i' \times T_i^R = q_i (1.0 + r_i') \times T_i$$

q_i : 汚水量(晴天時水量)=1.0する

$$1.0 \times T_i^S + r_i' \times T_i^R = (1.0 + r_i') \times T_i$$

$$r_i' = \frac{T_i^S - T_i}{T_i - T_i^R}$$

i : 各時刻(10分単位)の順番 1～n (計測期間)

r_i' : 汚水量(晴天時水量)に対する雨天時浸入水量割合

r_i : 流下水量に対する雨天時浸入水量割合

$$r = r' / (1 + r')$$

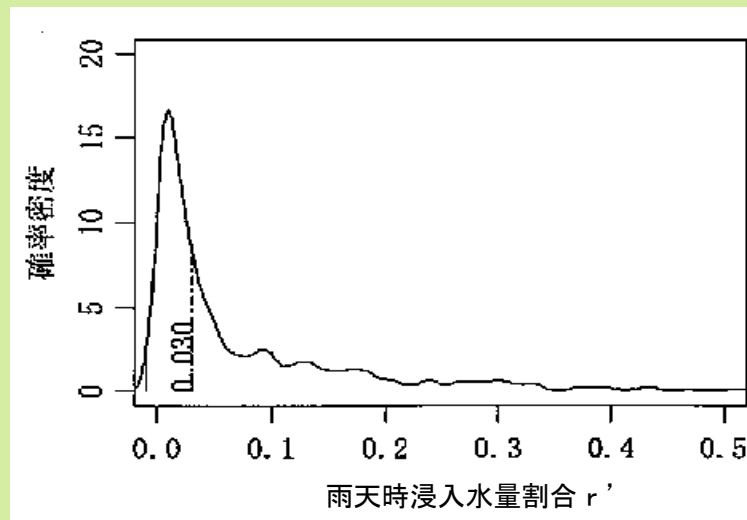
T_i^S : 晴天時水温 °C (推定晴天時水温)

T_i^R : 降雨温度 °C

T_i : 計測水温 °C

6. 雨天時浸入水量割合の算定 (2/4)

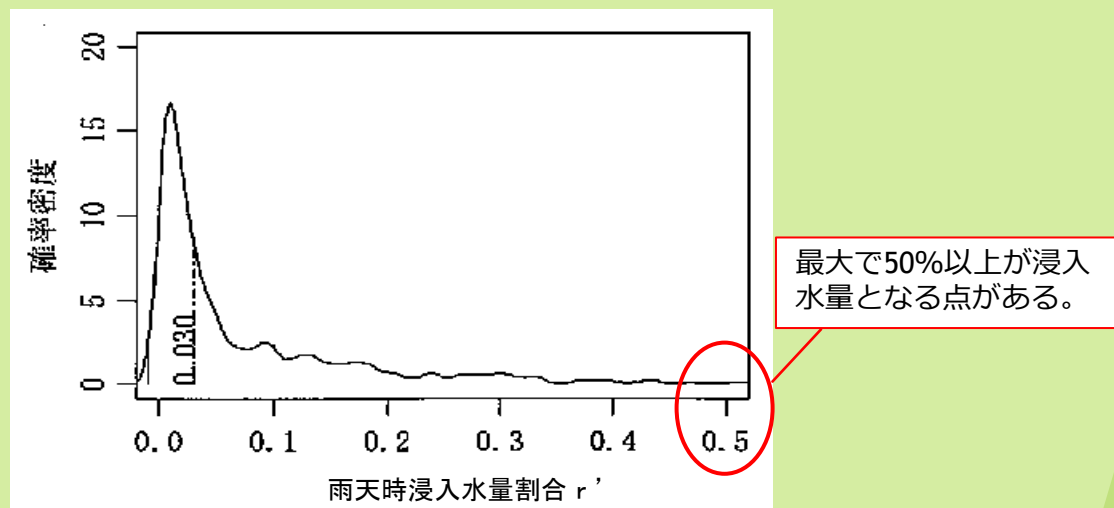
計測期間中の10分間隔の降雨時の雨天時浸入水量割合 r' を計算した分布をカーネル密度分布で表す。



この分布の平均値 (0.030) を計測点における雨天時浸入水量割合 r' とした。

6. 雨天時浸入水量割合の算定 (3/4)

ただし、10分単位だと平均値0.03に対して、最大で0.5以上となる箇所がある。これは、深夜などの汚水量が少ない時間帯の降雨時には、同じ浸入水量でも汚水量に対する割合が高くなってしまうためである。



6. 雨天時浸入水量割合の算定 (4/4)

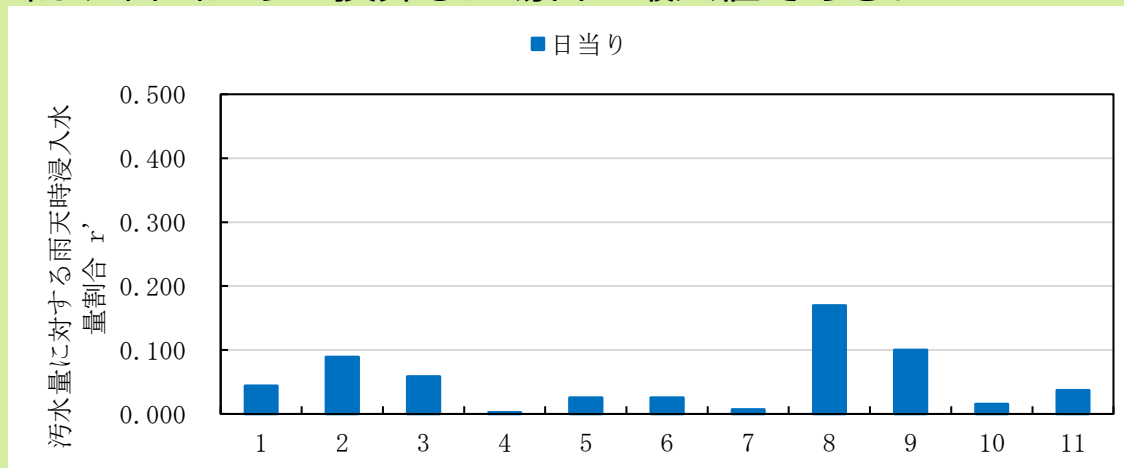
そこで、時間帯的な雨天時浸入水量割合の増加をなくすために、1日単位では、汚水量が一定であるため、1日当たりの雨天時浸入水量割合を算定する。

2) 1日単位

$$r_d' = \frac{\sum_{i=1}^{144} T_i^S - \sum_{i=1}^{144} T_i}{\sum_{i=1}^{144} T_i - \sum_{i=1}^{144} T_i^R}$$

計測期間の降雨日の日分を計算し、時間当たりの雨天時浸入水量割合 r_d' の分布を作り、その平均値を計算する。

下図は、日当たりに換算した場合の最大値である。



日当たりにすることで、汚水量が少ない時間帯の浸入水量割合が大きくなることを防げる。

7. まとめ

- ・ 下水水温を成分分解し、晴天時および雨天時の不規則変動水温から雨天時浸入水量割合を推定する事例を紹介した。

- ・ 雨天時不規則変動水温から晴天時不規則変動水温を推定することで、もし晴天だった場合と比較し、どの程度水温が下がっているのかを知ることができた。

また、推定した晴天時水温・降雨温度と計測水温から雨天時浸入水量割合を求めることができる。

ご清聴ありがとうございました。