

令和4年度 第3回関東支部技術講習会

不明水対策講習会 -第1編-

「不明水対策の手引き（2022改訂版）」について

公益社団法人 全国上下水道コンサルタント協会
「不明水対策の手引き」改訂等技術専門委員会

1. 『不明水対策の手引き』改訂の経緯
2. 不明水の定義
3. 不明水の浸入経路
4. 不明水がもたらす問題
5. 手引き（2022改訂版）の構成
6. 不明水対策の基本的な考え方
7. 不明水量の考え方
8. 不明水調査
9. 運転管理と施設対策
10. 発生源対策
11. その他不明水対策
12. 評価・モニタリング
13. （参考）事例集

1. 『不明水対策の手引き』改訂の経緯

◆現行手引き(改訂前)の概要

不明水対策の手引き

平成20年3月

(社)全国上下水道コンサルタント協会
技術委員会業務拡大部会

【不明水対策に関する総合的な技術資料】

← 雨水と地下水のほか無届事業所排水や井戸水なども対象

- ① 原因を特定するための概略調査
 - ② 原因別の対策フロー
 - ③ 緊急、短期・中長期に分けた改善対策
 - ④ 対策の費用効果の分析方法
 - ⑤ 事後評価のフロー
- など

1. 『不明水対策の手引き』改訂の経緯

◆改訂の背景

- ① 現行手引き（改訂前）発刊から14年経過
- ② 不明水を取り巻く環境や制度などが大きく変化
 - 施設の老朽化や高強度降雨の増加といった環境の変化
 - ストックマネジメント支援制度の導入など
- ③ 『雨天時浸入水対策ガイドライン（案）』の発刊



2020年より「不明水対策の手引き」を改訂

不明水対策の手引き
(2022 改訂版)

令和4年7月

公益社団法人全国上下水道コンサルタント協会
「不明水対策の手引き」改訂等技術専門委員会

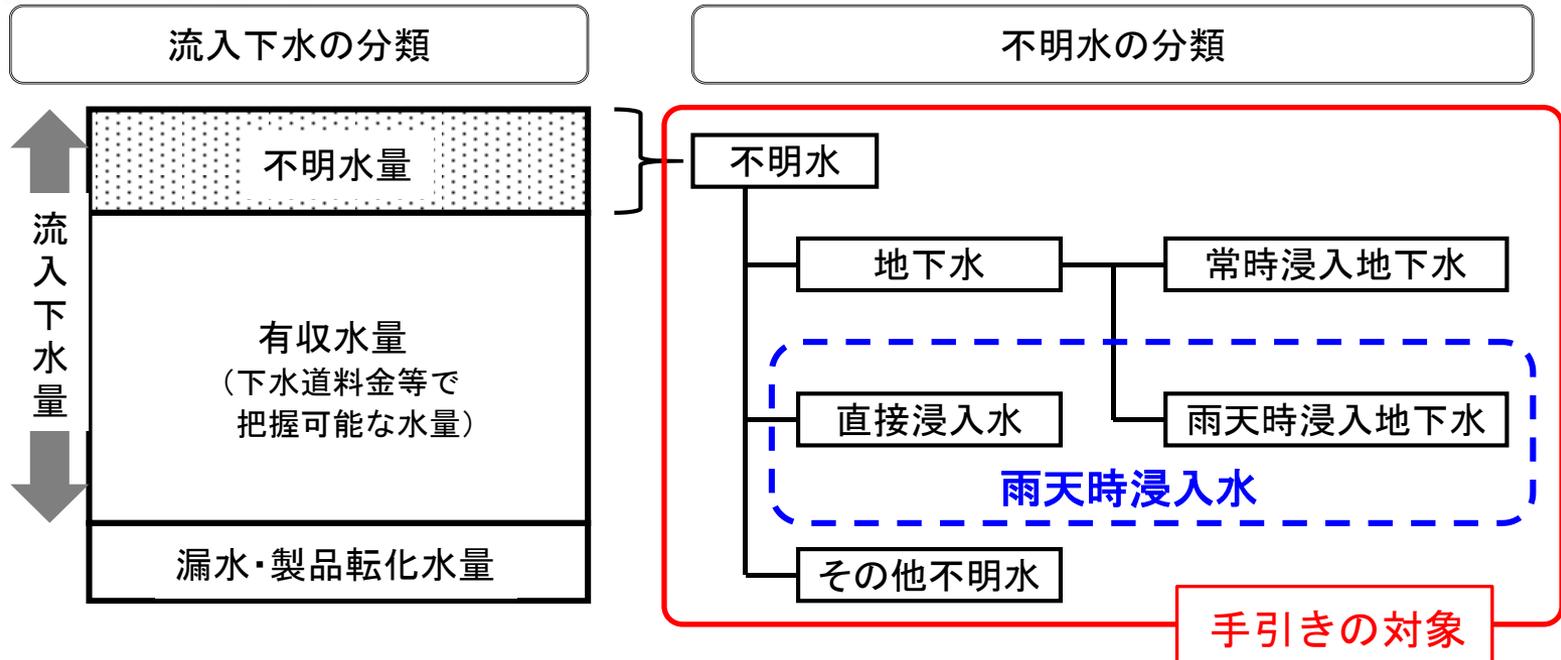
1. 『不明水対策の手引き』改訂の経緯

◆ 「不明水対策の手引き」改訂等技術専門委員会

- 株式会社N J S
- オリジナル設計株式会社
- 株式会社三水コンサルタント
- 株式会社東京設計事務所
- 中日本建設コンサルタント株式会社
- 株式会社日水コン
- 株式会社日本インシーク
- 日本水工設計株式会社
- 株式会社浪速技研コンサルタント
- 株式会社ニュージェック

※五十音順

2. 不明水の定義



不明水

下水道管理者が下水道料金などで把握できない水量

常時浸入地下水

地下水位以下の汚水系統に常時浸入する地下水

直接浸入水

マンホールのふた穴や誤接合などにより汚水系統へ直接浸入する雨水

雨天時浸入地下水

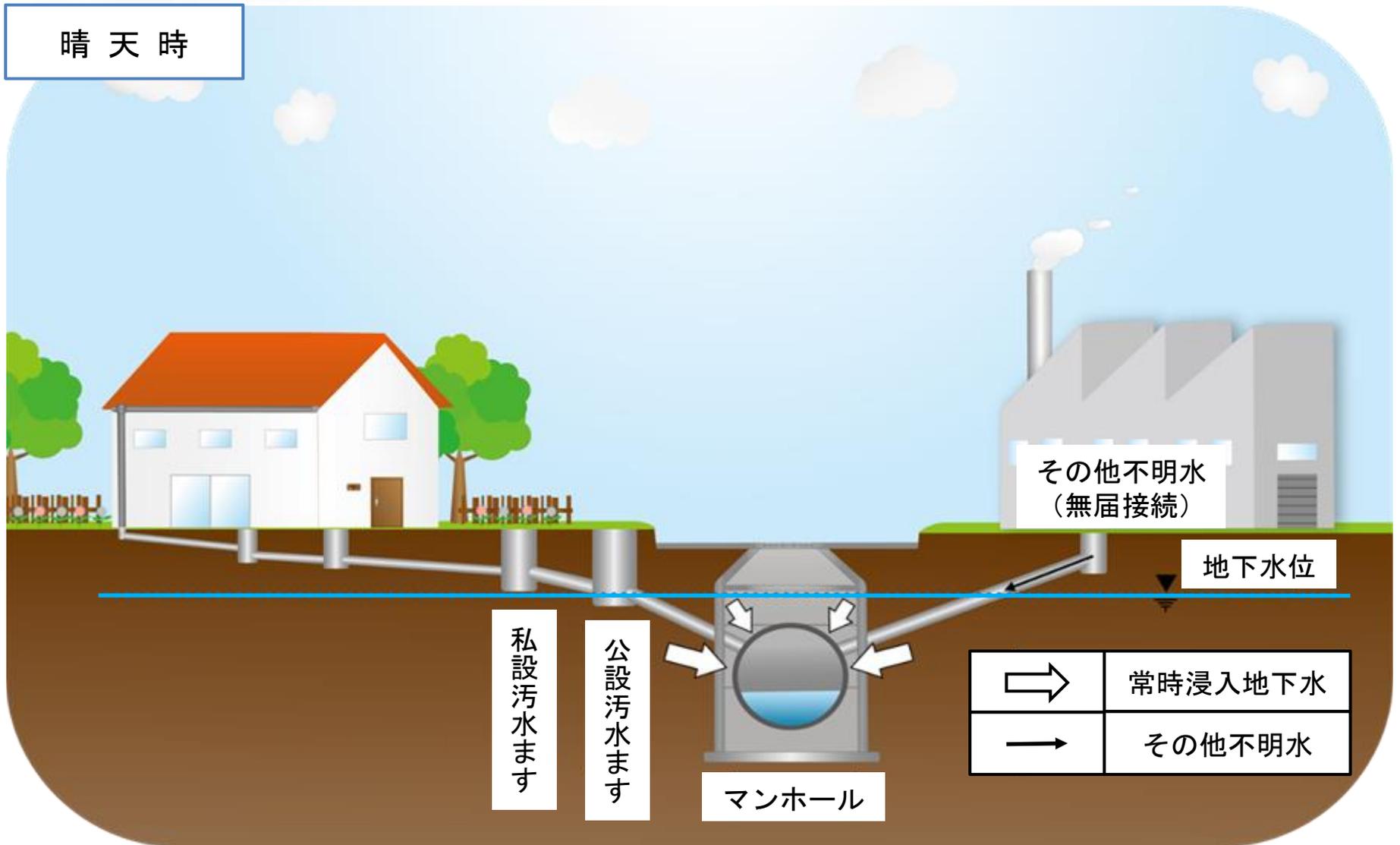
雨天時の地下水位上昇などによって汚水系統へ浸入する地下水

3. 不明水の浸入経路

「1.4 不明水の定義」 p. 1-7

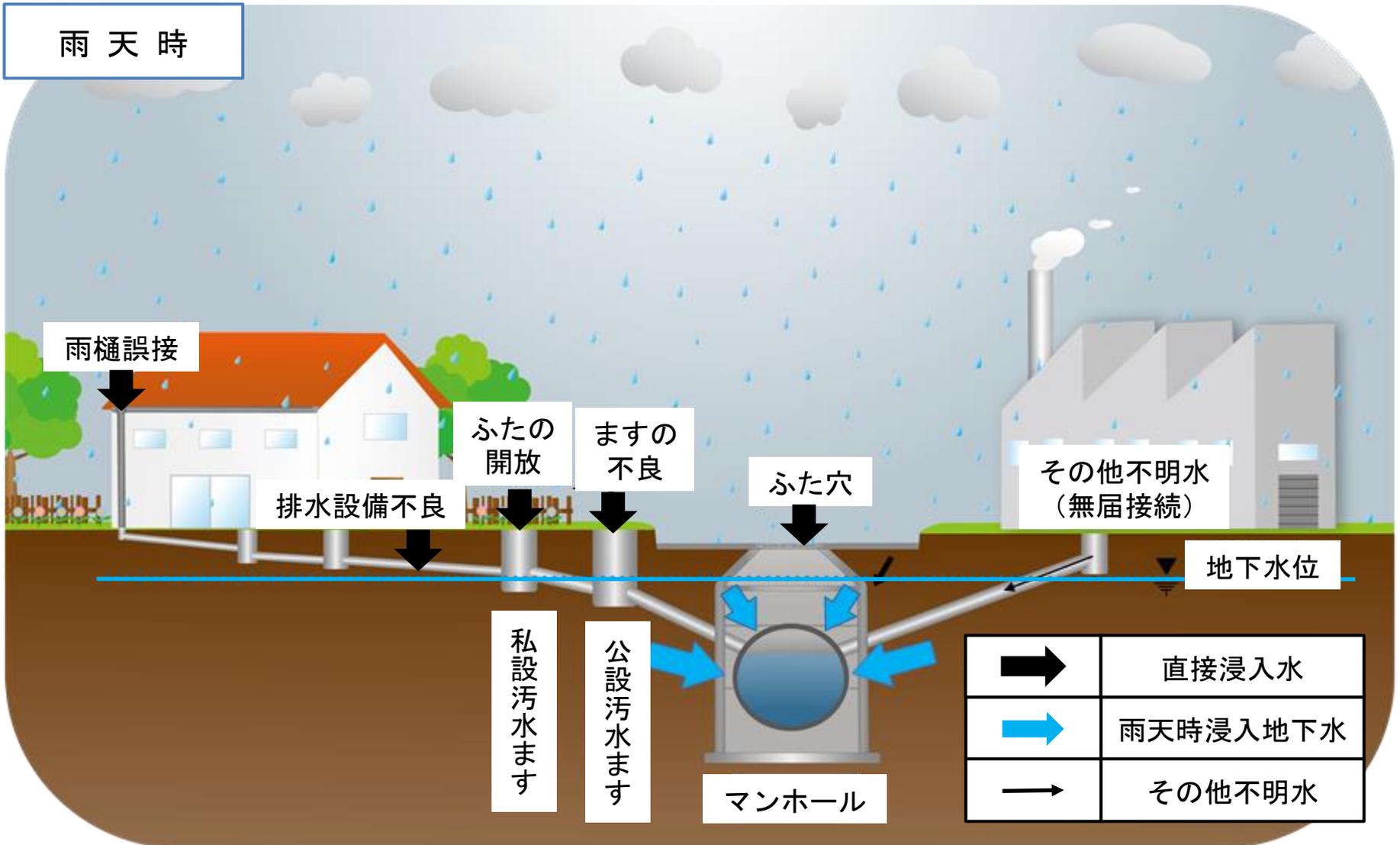
◆晴天時

晴天時



3. 不明水の浸入経路

◆雨天時

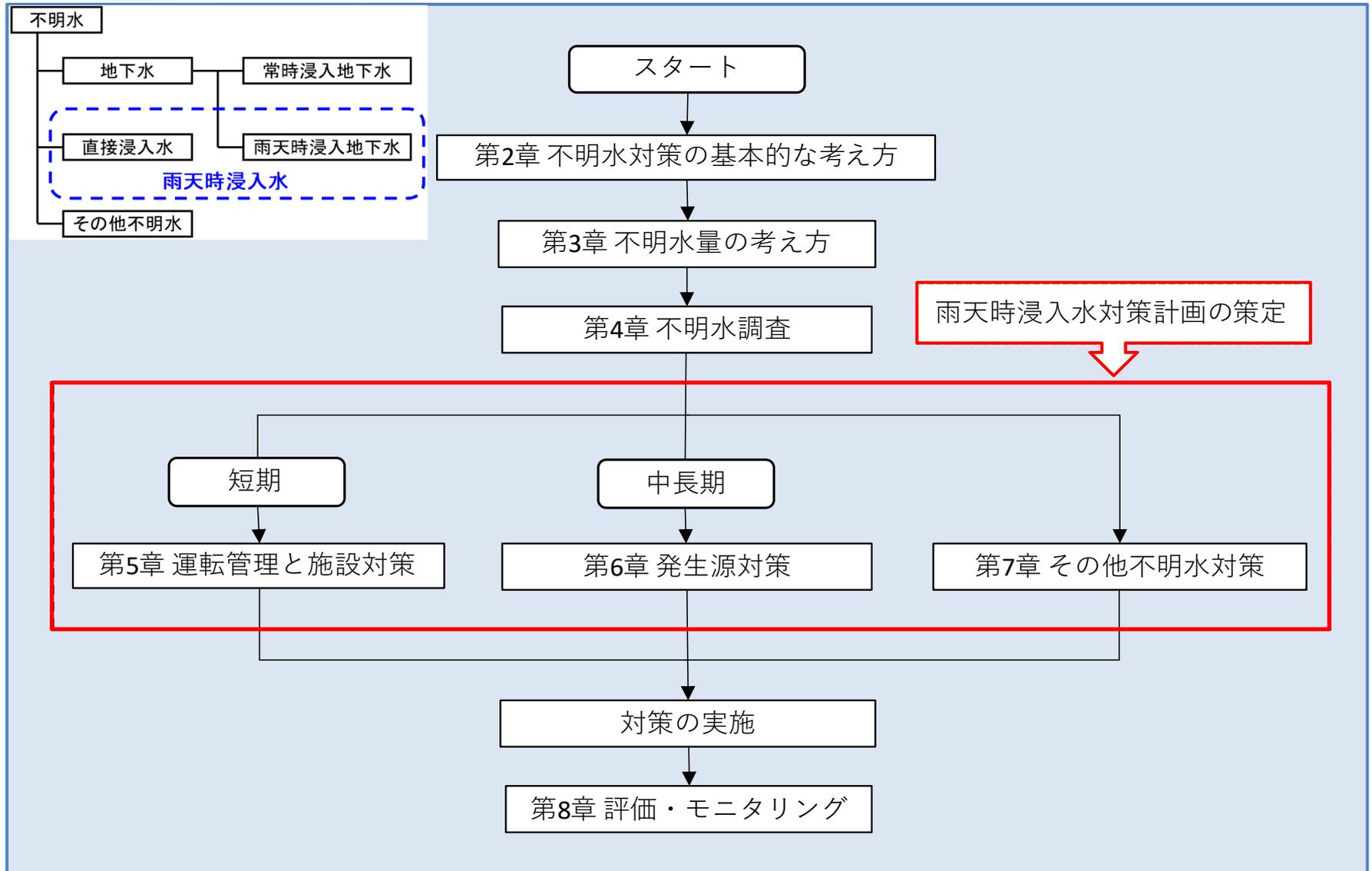


4. 不明水がもたらす問題

不明水の分類		顕在化する現象	問題点			
雨天時 浸入水	常時浸入 地下水		経 営 負 担	公衆衛生上 のリスク	公共用水域の 水質保全リスク	交 通 障 害
○	○	有収率の低下	○			
○		処理施設の冠水	○	○	○	
○		水処理への影響	○	○	○	
○	○	管路施設からの溢水	○	○	○	
○		マンホールふたの浮上・ 飛散	○			○
	○	土砂流入による管きよの 流下能力低下	○			
	○	海水の浸入による コンクリートの劣化	○			
	○	道路陥没	○			○

5. 手引き(2022改訂版)の構成

◆不明水対策のフロー



5. 手引き (2022改訂版) の構成

◆本編 (1/3)

第1章 総論	【第1節】 背景 【第2節】 目的 【第3節】 適用範囲 【第4節】 不明水の定義
第2章 不明水対策の基本的な考え方	【第1節】 常時浸入地下水対策の基本的な考え方 【第2節】 雨天時浸入水対策の基本的な考え方 【第3節】 その他不明水対策の基本的な考え方
第3章 不明水量の考え方	【第1節】 不明水量の目標設定 【第2節】 不明水量の現状分析 【第3節】 対策目標の設定 【第4節】 雨天時計画汚水量
第4章 不明水調査	【第1節】 不明水調査の目標 【第2節】 不明水調査の手順 【第3節】 基礎調査 【第4節】 スクリーニング 【第5節】 詳細調査 【第6節】 詳細調査結果の活用

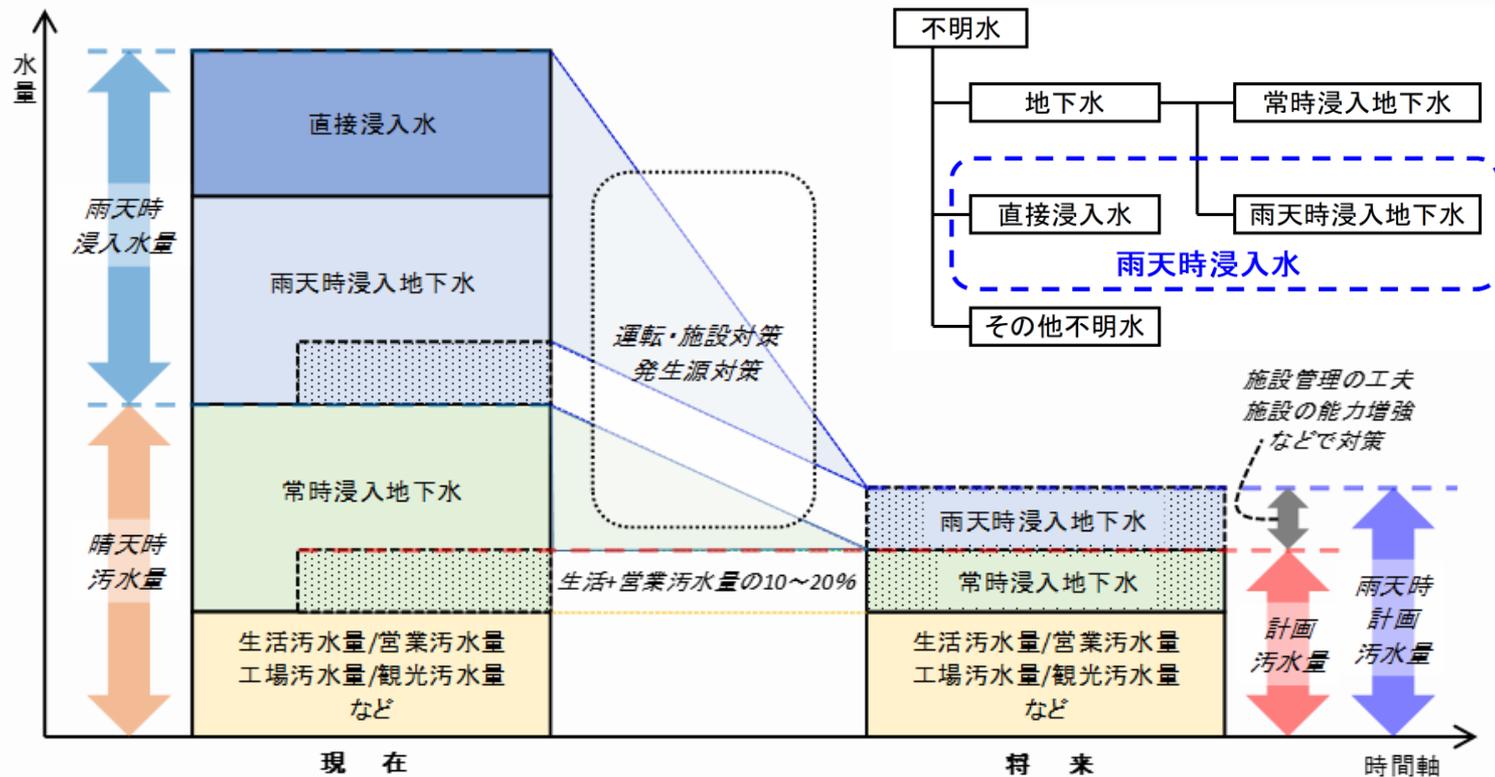
5. 手引き(2022改訂版)の構成

◆本編 (2/3)

第5章 運転管理と施設対策	【第1節】 雨天時計画汚水量に対する能力の確認 【第2節】 主な対策メニュー 【第3節】 運転管理 【第4節】 施設対策
第6章 発生源対策	【第1節】 発生源対策の考え方 【第2節】 常時浸入地下水対策 【第3節】 雨天時浸入水対策 【第4節】 スtockマネジメントの活用による対策 【第5節】 雨水整備 【第6節】 排水設備
第7章 その他不明水対策	HOME > 水コン協の活動 > 活動成果 > 資料等のダウンロード
第8章 評価・モニタリング	【第1節】 評価及びモニタリング 【第2節】 CPDAサイクルの構築
(参考) 巻末資料	1. モデル地区の調査結果に基づく設定方法(詳細版)の具体例 2. 雨天時浸入水対策事例 3. 地下水浸入水対策事例 4. 不明水対策の事後評価

6. 不明水対策の基本的な考え方

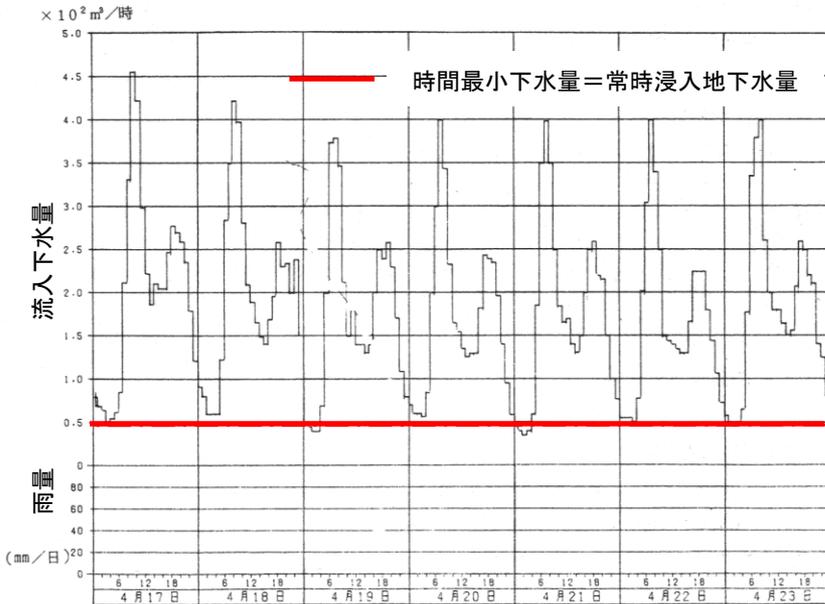
直接浸入水	発生源対策によって浸入を防止する
雨天時浸入地下水	発生源対策によって浸入を最小限に抑える
常時浸入地下水	管路施設の水密性を復元する



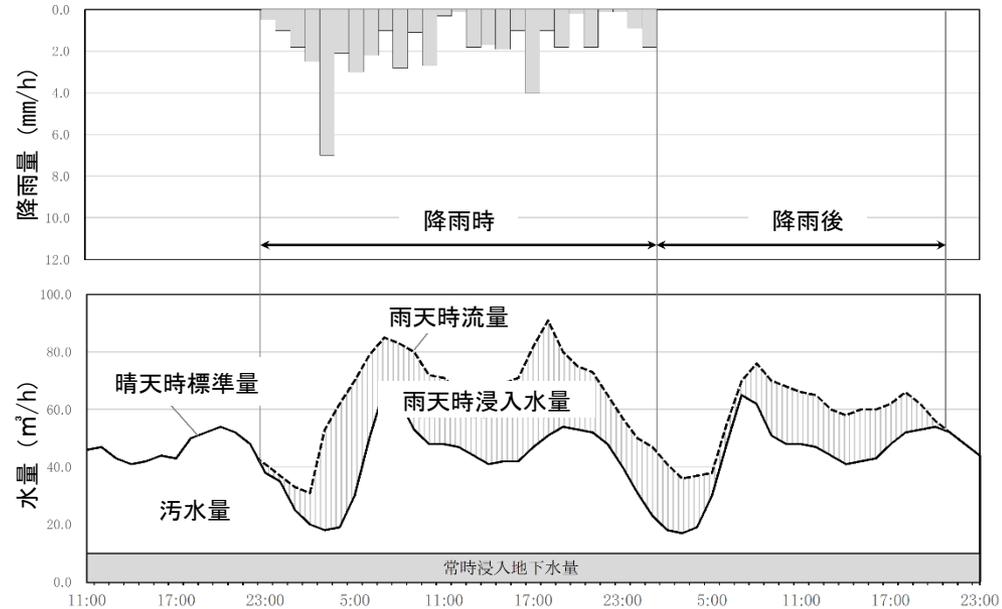
7. 不明水量の考え方

◆不明水量の現状分析

常時浸入地下水量
= 流入下水道量（晴天時） - 有収水量



雨天時浸入水量
= 雨天時下水道量 - 晴天時平均下水道量



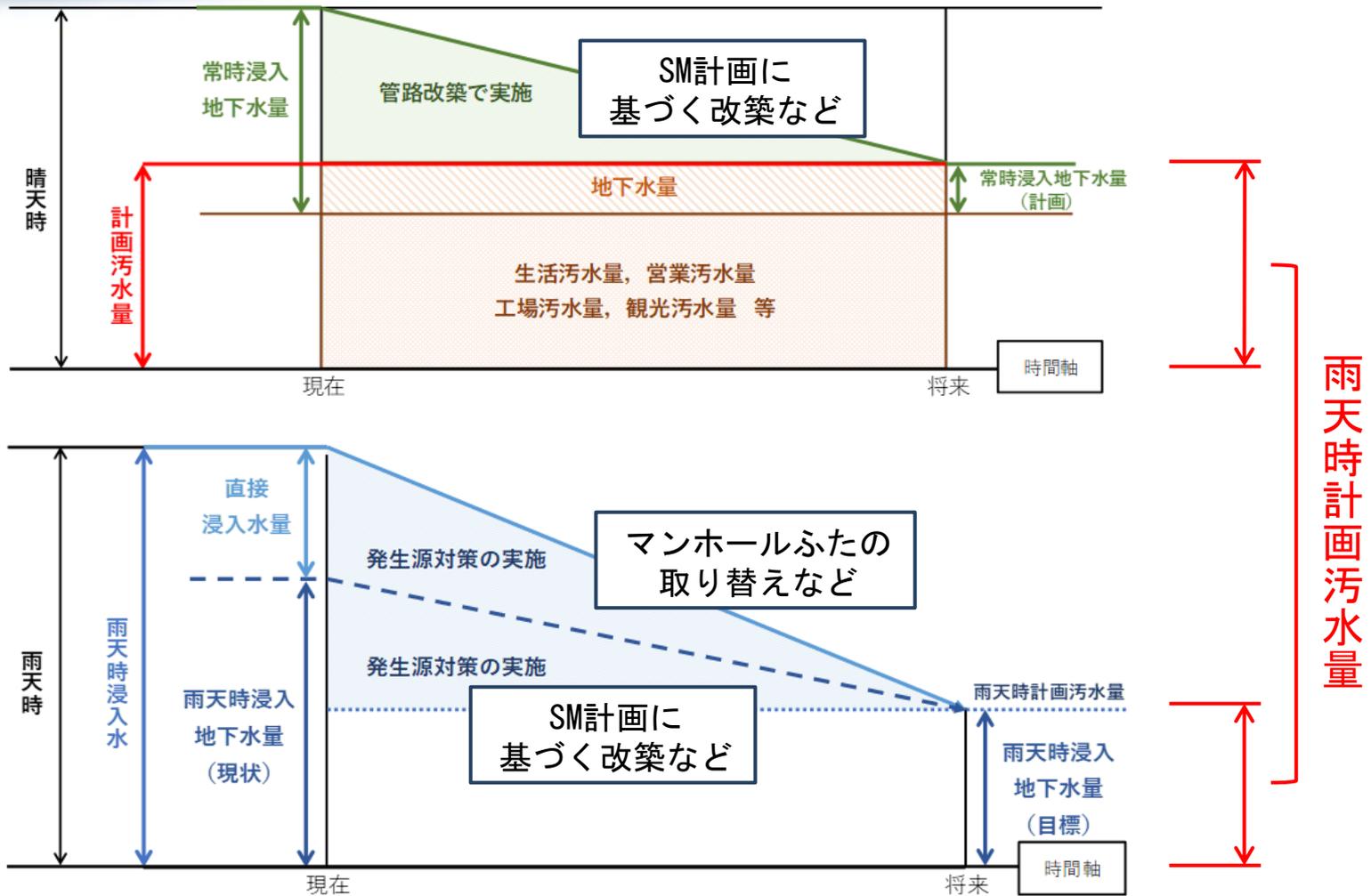
その他不明水量 = 流量調査の実測値 - 有収水量

- 特定エリアから特定時間に大きな流量が観測される
- 井戸水を使用している事業場などが多い
- 非灌漑期に比べて灌漑期の不明水量が多い

} その他不明水の可能性あり

7. 不明水量の考え方

◆雨天時計画汚水量



$$\text{雨天時計画汚水量} = \text{計画汚水量} + \text{雨天時浸入地下水 (目標)}$$

◆計画期間

- 不明水対策の目標
 - 雨天時浸入水の大幅削減（＝時間が必要）
- 雨天時浸入地下水
 - 措置を施しても無くならない（＝段階的な目標設定が必要）
- 短期対策の計画期間
 - 喫緊の問題（下水道施設の機能障害や溢水など）の軽減・解消
 - 下水道事業計画の目標年次を想定した5～7年を目安
- 中長期対策の計画期間
 - 改築の進捗や財政状況などに配慮した大幅削減
 - 下水道全体計画の目標年次を想定した20～30年を目安

※雨天時浸入水対策ガイドライン（案）

- 雨天時計画汚水量に対し、能力が不足すると判断された施設
- 適切な運転管理などを検討
- 総合的かつ段階的な施設対策を検討

◆ 目的

不明水調査の目的

- ① 雨天時浸入水と常時浸入地下水の発生源の把握
 - ← 雨天時浸入水対策の実施には、雨天時浸入水と常時浸入地下水の発生源の把握が必要
- ② 雨天時浸入水と常時浸入地下水の水量の把握
 - ← 雨天時浸入水対策の効果を確認するには、水量の把握が必要

不明水調査の対象

- ① 管路施設
- ② 排水設備（主に公共ます）

8. 不明水調査

◆手順

不明水調査の手順

基礎調査



スクリーニング
(絞り込み)

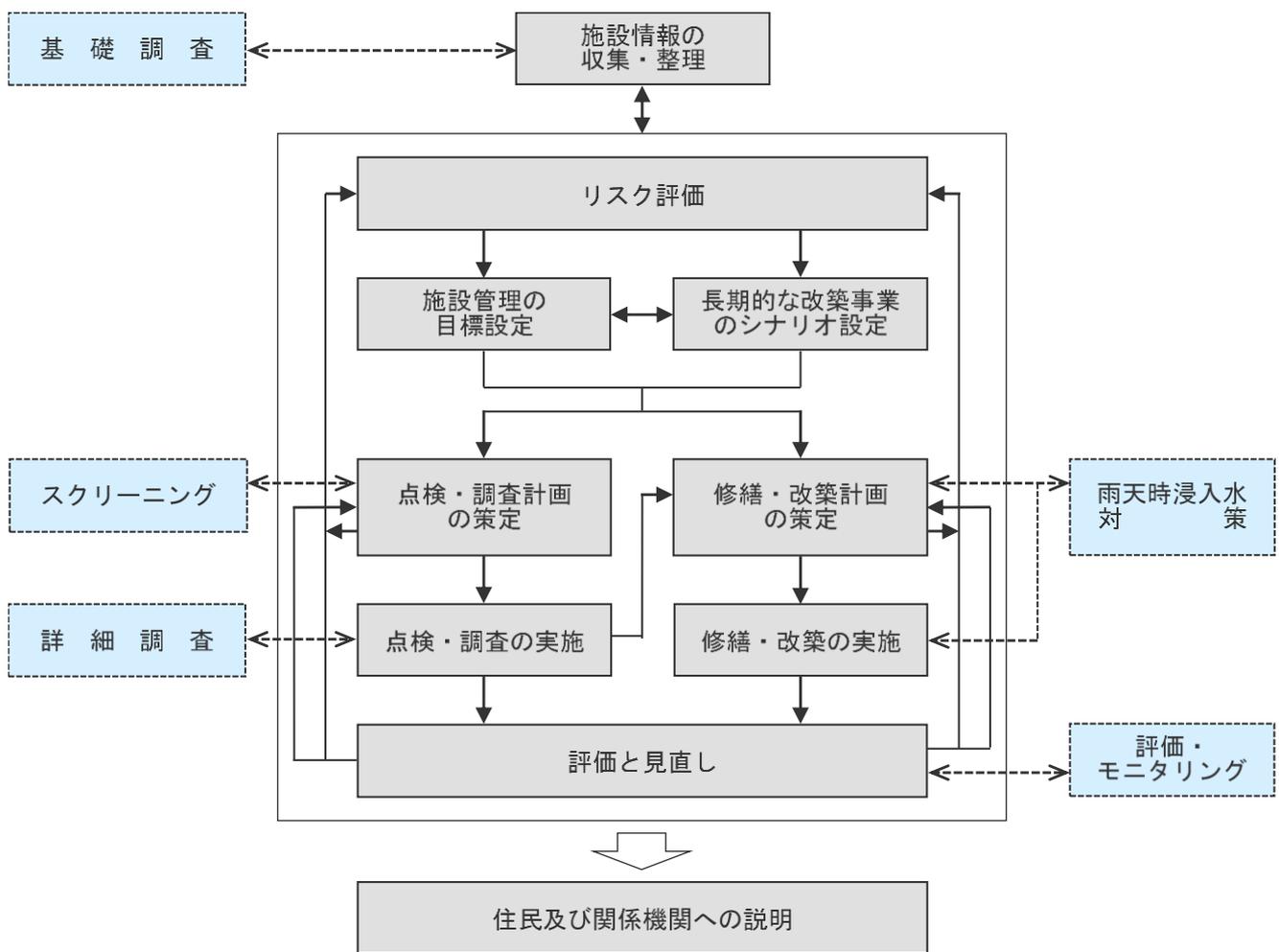


詳細調査



詳細調査結果の活用
(雨天時浸入水対策)

ストックマネジメントとの関係



8. 不明水調査

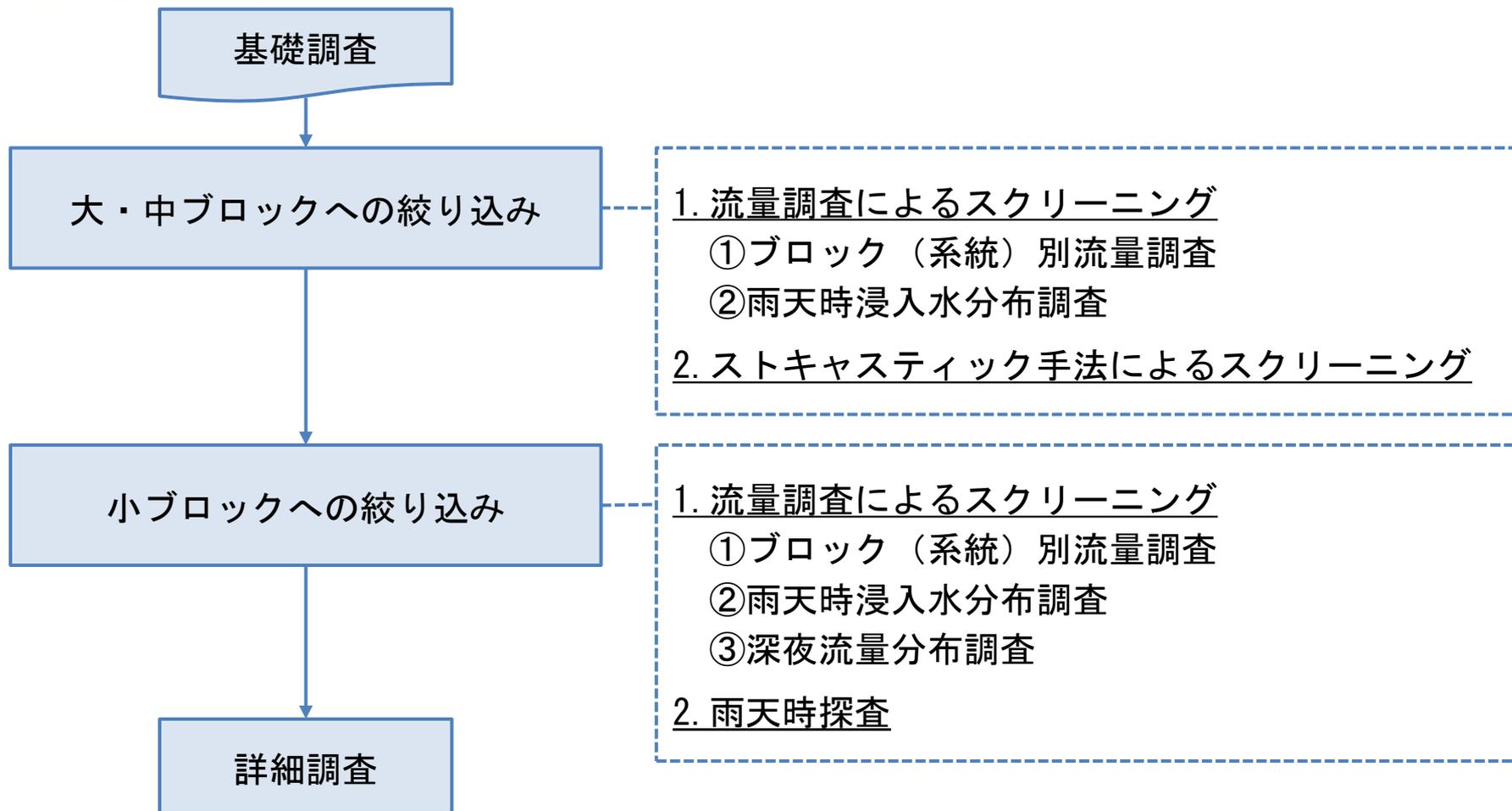
◆基礎調査

資料区分		収集資料	調査項目
自然条件		地形・地質	地形図 地下水位
		気象	降雨量 降雨強度
各種計画	全体計画	全体計画	計画汚水量 区画割面積
		事業計画	
	関連計画	S M計画	点検・調査計画 修繕・改築計画
		雨水管理総合計画	重点対策地区 計画降雨
既存資料	管路施設	下水道台帳	断面形状・管種 延長・勾配
	ポンプ施設・処理施設	設備台帳	施設・設備能力
維持管理状況	管路施設	工事記録	修繕・改築履歴
	ポンプ施設・処理施設	運転・操作記録	流入水量 有収水量

※ 運転履歴などから雨天時浸入水の発生区域を特定可能 → スクリーニングを経ずに詳細調査可

8. 不明水調査

◆スクリーニングの目的・手順



➤ 分流式下水道における雨天時浸入水対策計画策定マニュアル-2009年3月-

➤ ストキャスティック手法を用いた雨天時浸入水対策に関する技術マニュアル-2018年3月-

8. 不明水調査

◆大・中ブロックへの絞り込み

【流量調査】

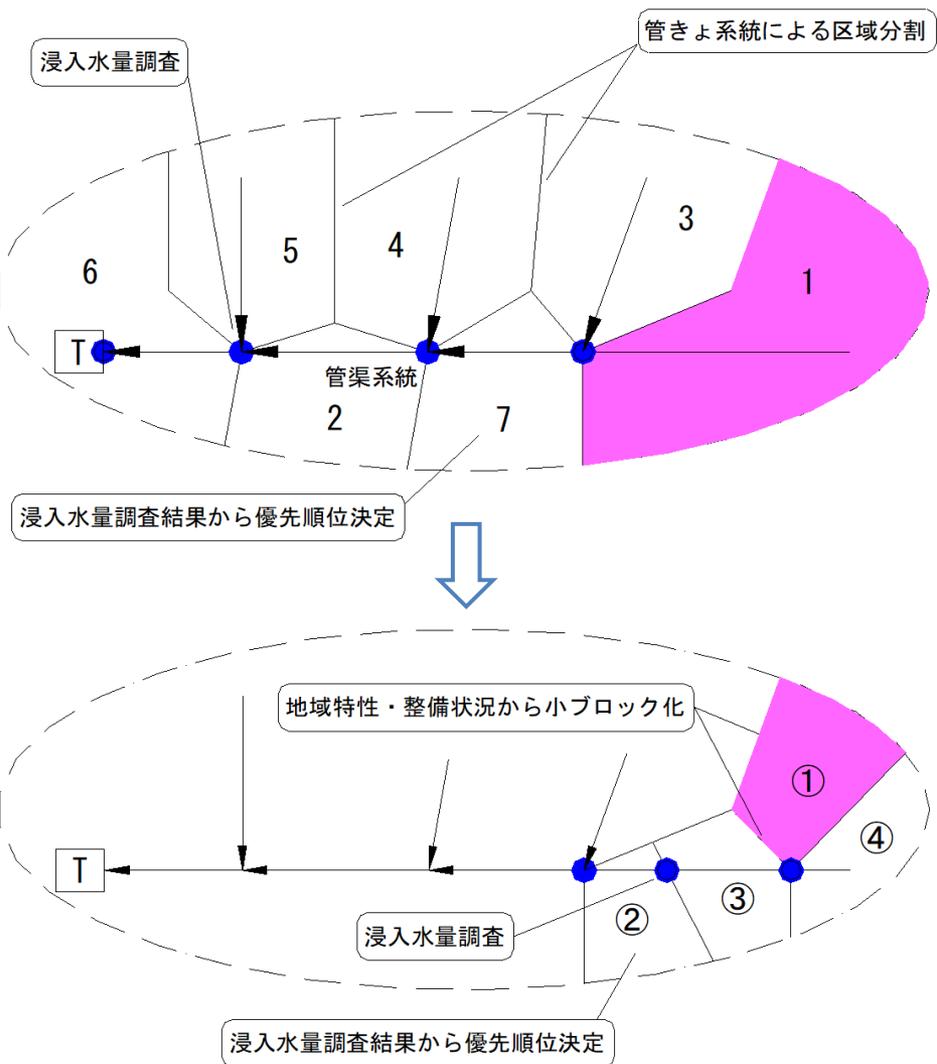
	ブロック（系統）別流量調査	雨天時浸入水分布調査
概要	➢ブロックごとに流量計を設置 ➢比較的長期に渡って流量を計測	➢多数の流量計を設置 ➢同降雨で同時に流量を計測
調査目的	定量解析するためのデータ取得	相対比較による順位評価
流量計設置数	比較的少ない (計測対象ブロックによる)	比較的多い (絞り込みたい対象区域による)
対象降雨	定量解析に必要な量と回数が必要	評価に有効な一降雨が必要 (状況によって複数降雨を対象)
調査期間	長期	短期
調査費用	比較的高コスト	比較的低コスト

【ストキャスティック手法】

- ① 単位図法を活用した調査手法
- ② 合成合理式を活用した調査手法
- ③ 修正RRL法を活用した調査手法
- ④ 事例ベースモデリング技術を活用した調査手法
- ⑤ 独立成分分析を活用した調査手法
- ⑥ 流域特性を活用した調査手法
- ⑦ ベクトル自己回帰モデルを活用した調査手法

8. 不明水調査

◆大・中ブロックへの絞り込み



【ブロック（系統）別流量調査】

手 順

- ① 調査対象区域をブロック（集水系統）に区分する。
- ② ブロック別に浸入水量を調査する。
- ③ 基礎調査の結果および浸入水量に基づき、不明水の浸入状況を解析する。
- ④ ブロック別に対策優先度を定める。
- ⑤ 対策優先度の高いブロックを必要に応じてさらに細分割する。

8. 不明水調査

◆小ブロックへの絞り込み

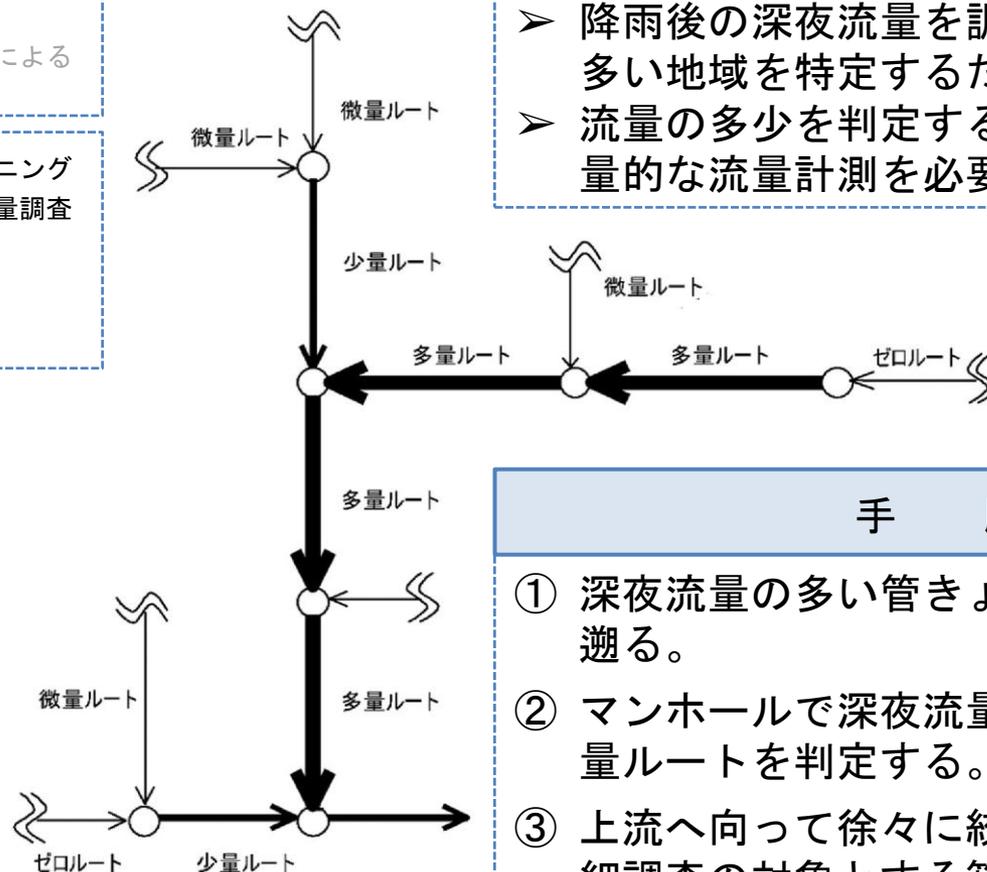
【深夜流量分布調査】

概 要

- 降雨後の深夜流量を調査し、深夜流量の多い地域を特定するための手法。
- 流量の多少を判定することが目的で、定量的な流量計測を必要としない。

手 順

- ① 深夜流量の多い管きよの下流から上流へ遡る。
- ② マンホールで深夜流量の多量ルートと少量ルートを判定する。
- ③ 上流へ向って徐々に絞り込みながら、詳細調査の対象とする範囲を選定する。



大・中 ブロック	1. 流量調査によるスクリーニング ①ブロック（系統）別流量調査 ②雨天時浸入水分布調査 2. ストキャスティック手法によるスクリーニング
小 ブロック	1. 流量調査によるスクリーニング ①ブロック（系統）別流量調査 ②雨天時浸入水分布調査 ③深夜流量分布調査 2. 雨天時探査

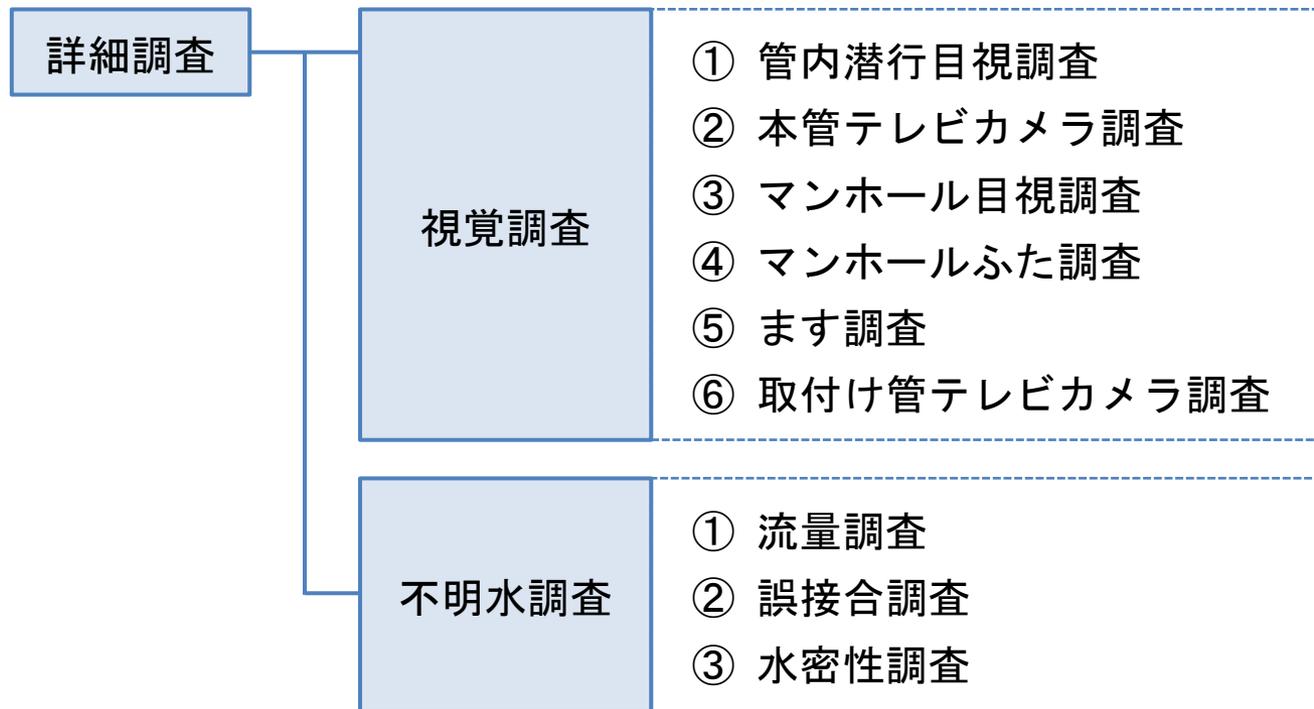
8. 不明水調査

◆小ブロックへの絞り込み

【雨天時探査】

	雨天時マンホール探査	雨天時公共ます探査	雨天時テレビカメラ探査
目的	<ul style="list-style-type: none">➢ 雨天時浸入水の有無を調べる。➢ 地表面からの浸入箇所や可能性などを調べる。	<ul style="list-style-type: none">➢ 排水設備からの雨水流入状況を調べる。➢ 目地のにじみ具合などから水密性を調べる。	<ul style="list-style-type: none">➢ 本管内および取付け管内から雨天時浸入水の流入箇所を特定する。
長所	<ul style="list-style-type: none">➢ 雨天時浸入水の多い地区の大まかな特定に向いている。➢ ふた穴などからの雨水浸入状況を確認できる。	<ul style="list-style-type: none">➢ 水密性が不良な公共ますを特定できる。➢ 排水設備からの雨天時浸入水を確認できる。	<ul style="list-style-type: none">➢ 雨天時浸入水に関係する、本管や取付け管の不良箇所を特定できる。➢ 排水設備からの雨天時浸入水を特定できる。
短所	<ul style="list-style-type: none">➢ 浸入水量を計量しないので、正確な順位評価ができない。	<ul style="list-style-type: none">➢ 公共ますが民地側にある場合、敷地内に立ち入るための事前周知が必要となる。	<ul style="list-style-type: none">➢ 直接浸入水の有無を判断するには、晴天日の調査結果との比較が必要となる。
備考	<ul style="list-style-type: none">➢ 待機に伴う不稼働時間が大きい。➢ 降雨の継続時間によっては準備工だけで終わる場合がある。➢ 降雨に合わせて現場へ急行する必要がある。➢ 天候に左右されるため、十分な工期が必要となる。		

◆ 詳細調査



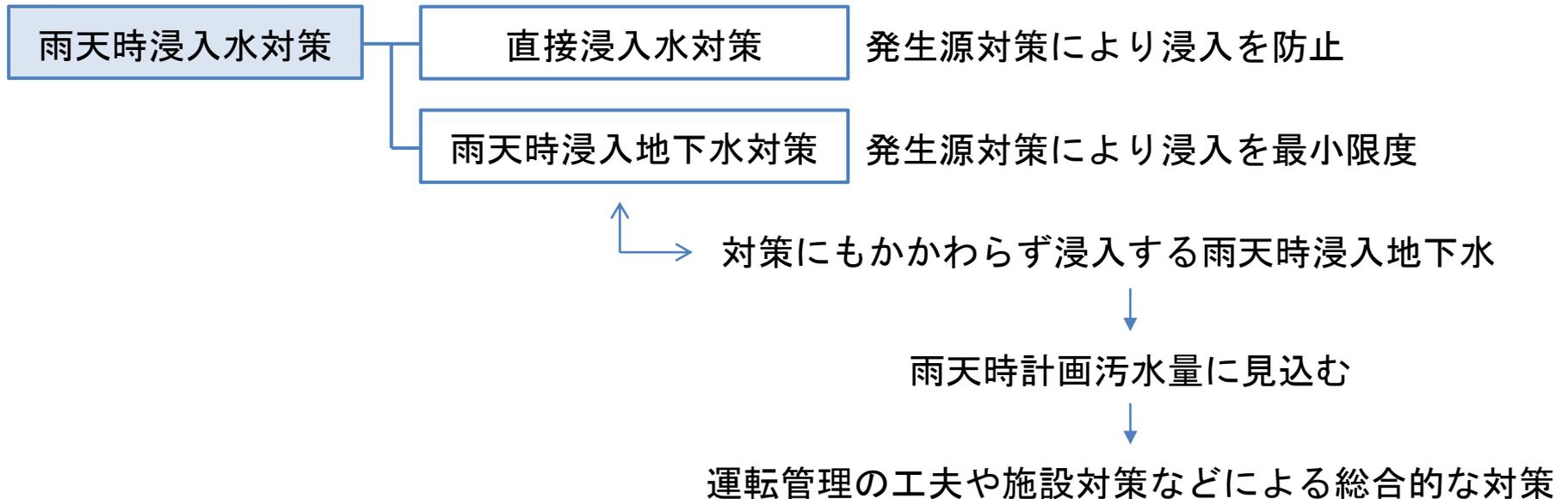
※公益社団法人 日本下水道管路管理業協会
「下水道管路管理マニュアルー2019ー」

◆ 詳細調査

排水設備からの浸入水に関する事例

- 不明水量
 - 排水設備の誤接合による影響が大だった。
- 浸入水の発生箇所
 - 排水設備での発生が45%で、公共下水道での発生が55%だった。
- 不明水対策
 - 排水設備の改善による効果が大きかった。
- 点検・調査
 - 公共ますの43%、排水設備の52%に不良があった。
- 不良の種類
 - 誤接合と汚水ますの破損が多かった。

◆雨天時浸入水対策への活用



詳細調査の活用

- 発生源を把握することで、発生源対策も考慮に入れた修繕・改築計画を策定できる。
- 発生源対策として、穴あきのマンホールふたを取り替えたり、管更生によって浸入水を抑えたりすることが有効。
- 修繕・改築計画に合わせた短期目標を設定しつつ、中長期的な雨天時浸入水対策を段階的に進めるとよい。

9. 運転管理と施設対策

◆雨天時計画汚水量での能力確認

【雨天時計画汚水量に対する能力の評価】

施設名	対象流量	摘要
管路施設	雨天時計画時間最大汚水量	満管における排水能力を確認
ポンプ施設	雨天時計画時間最大汚水量	予備機を含めた揚水能力を確認
処理施設	雨天時計画1日最大汚水量	処理能力を確認



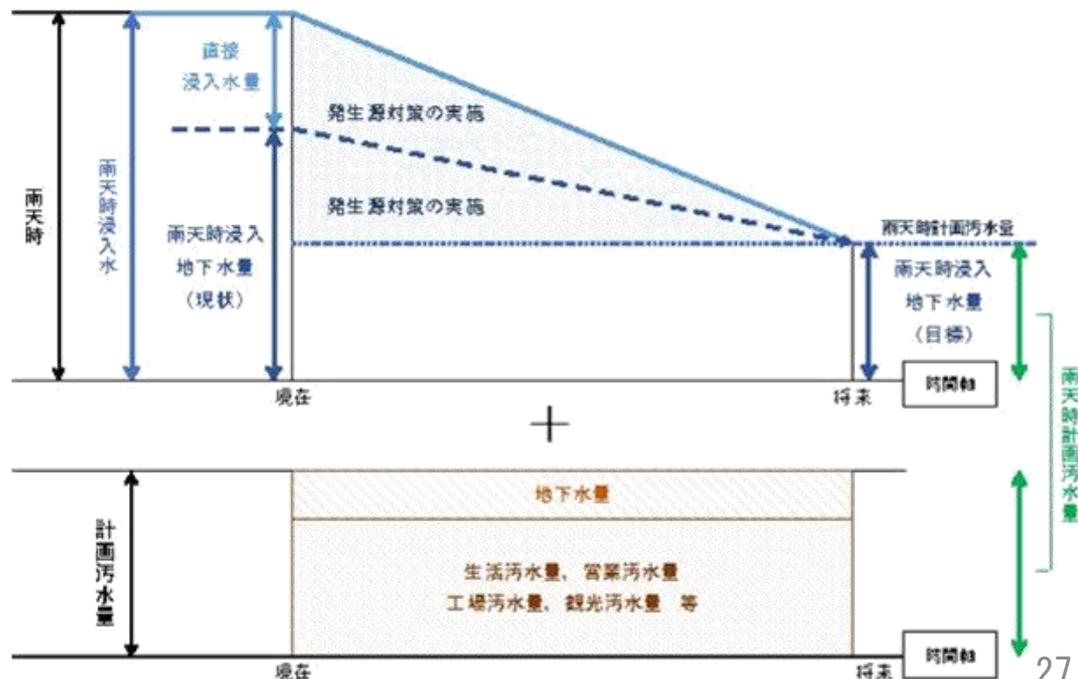
能力が不足すると判断



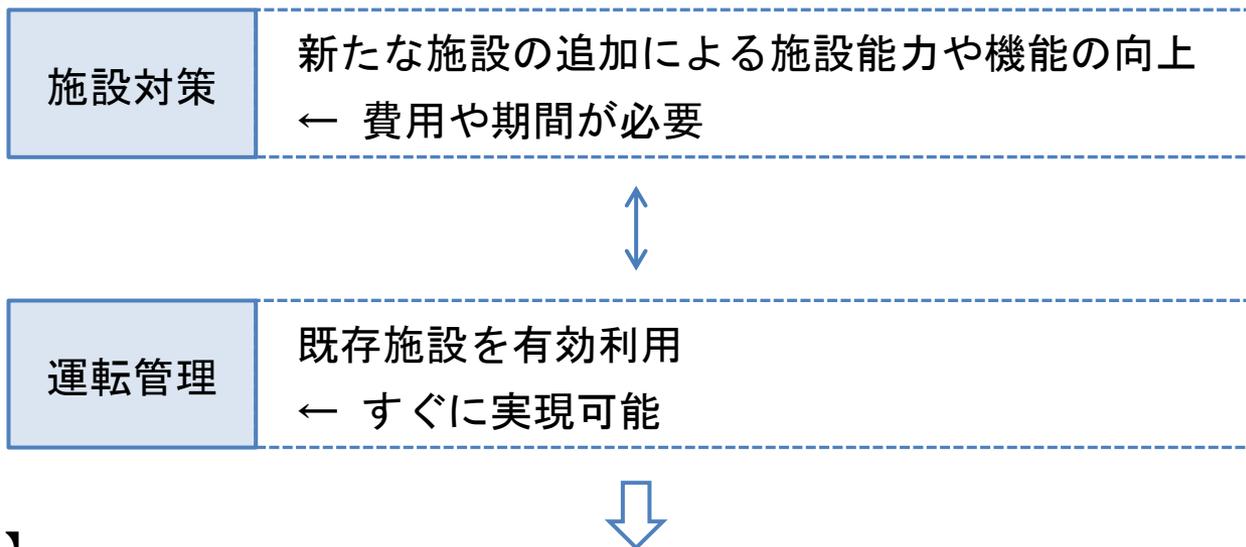
適切な運転管理を検討



効果的かつ効率的な施設対策を検討



◆ 運転管理

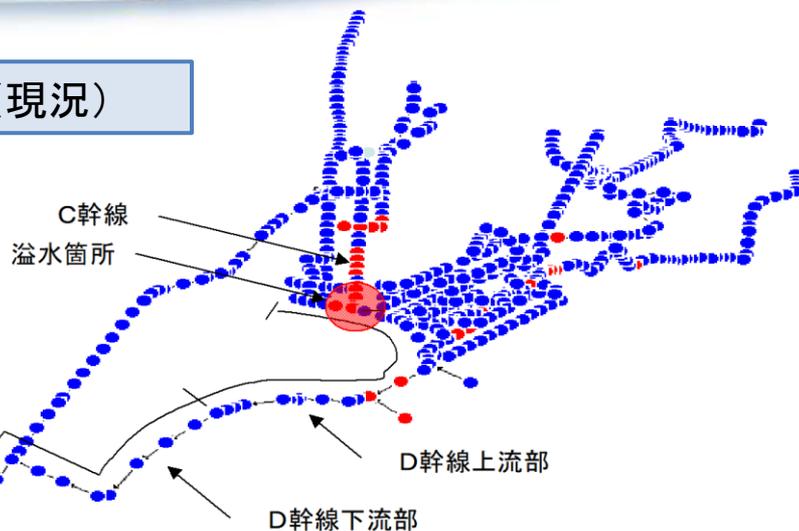


【運転管理の例】

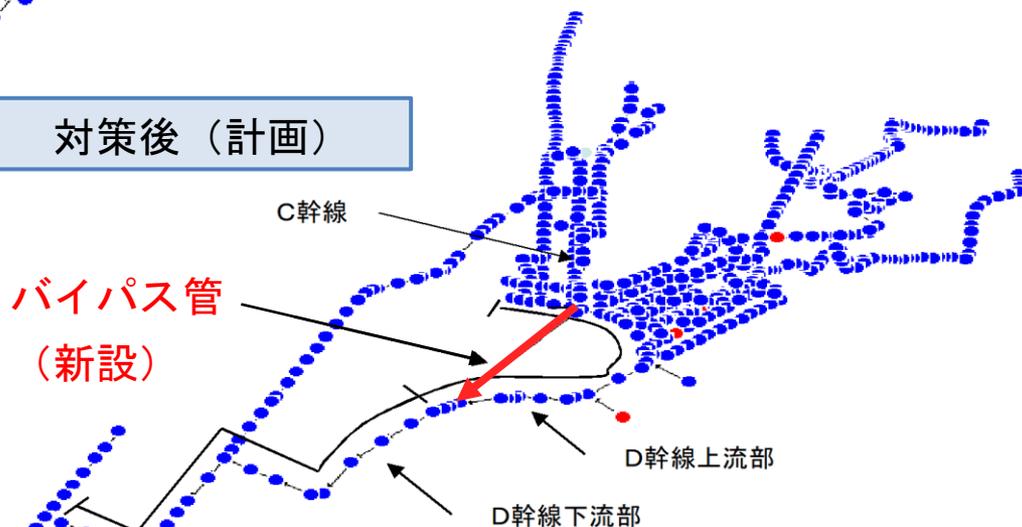
対象施設			対 策 例	増強される能力		
管 路 設 施	ポンプ 設 施	処 理 設 施		流下	処理	貯留
○			オリフィスの設置による流出量の抑制	○		
	○	○	ポンプ予備機の稼働による揚水能力の強化			○
		○	反応タンクのステップ運転による処理水量の増強		○	

◆施設対策

対策前（現況）



対策後（計画）



留意点

- 人口減少や経営的な視点を考慮
- 雨天時での活用となることから、一般に活用頻度が少ないことを考慮し、晴天時と併用可能な効率的施設整備が必要
- 事象発生区域のみならず、雨天時計画汚水量に対する能力が不足する施設を検討対象とする
- 地区により雨天時浸入水量に大きな違いがある場合、地区毎での浸入率設定が有効な場合もある
- 処理区内で最も面積の大きい地域の計画降雨を代表して採用するなど、地域の実情にあわせることも必要

◆施設対策

対象施設	雨天時計画汚水量に対して能力が不足する施設
対象範囲	処理区全体で検討することが重要（全ての施設を対象）

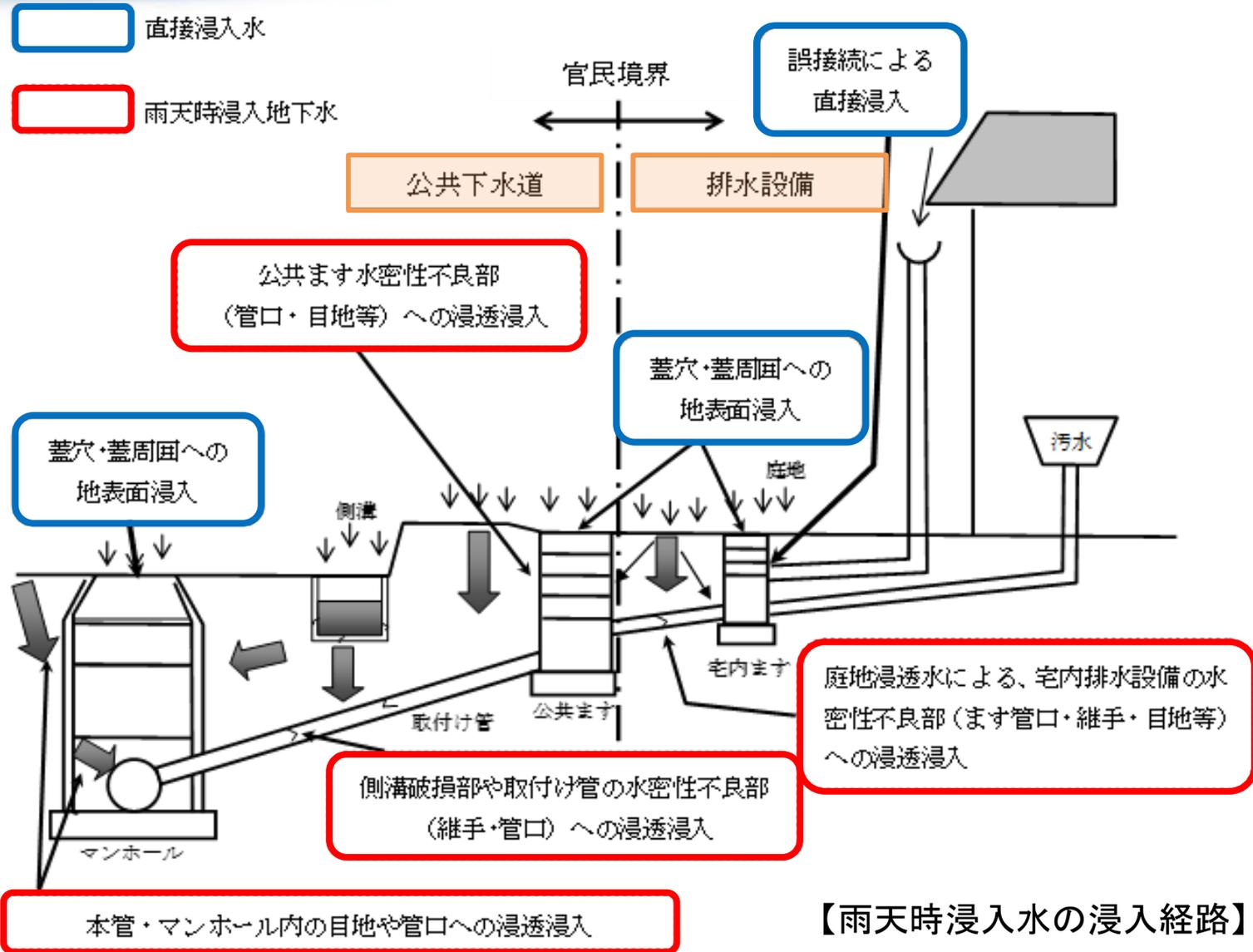


【施設対策の例】

対象施設			対 策 例	増強される能力		
管 路 施 設	ポンプ 施 設	処 理 施 設		流下	処理	貯留
○			増補管の布設や拡径などによる流下能力の増強	○		
○	○	○	貯留施設の設置による流入量の抑制			○
	○		ポンプ設備の増設による揚水能力の増強	○		
		○	雨天時浸入水用の処理施設の設置による処理水量の増強		○	

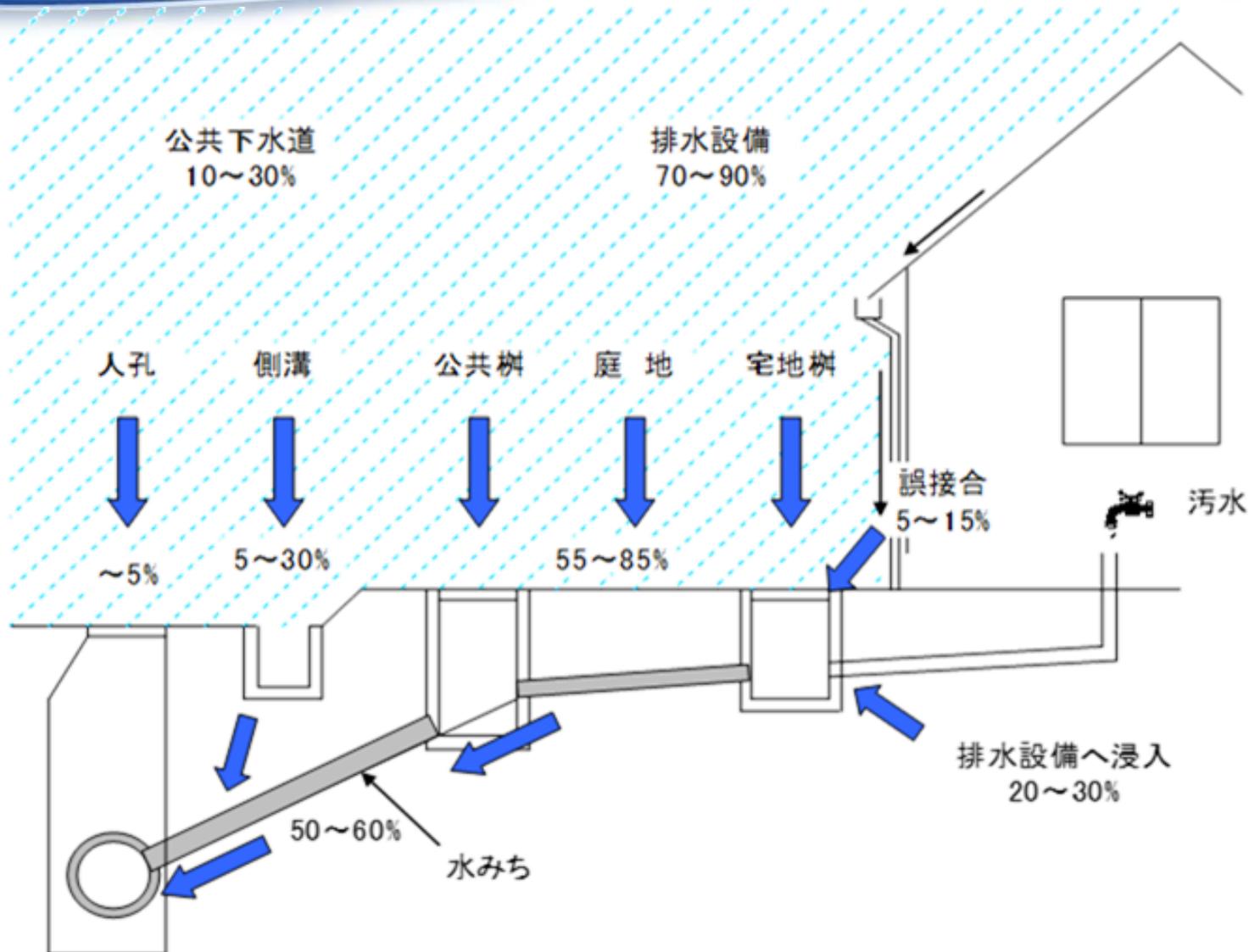
10. 発生源対策

◆発生源対策の考え方



10. 発生源対策

◆発生源対策の考え方



◆発生源対策の考え方

【浸入原因別の対策手法と効果】

対象施設	浸入原因	対策手法	効果	
			直接浸入水	雨天時浸入地下水
排水設備	誤接合	誤接合の解消	○	
	破損による水密性低下	修繕・改築		○
公共ます	ふた穴からの浸入	ふたの交換	○	
	破損による水密性低下	修繕・改築		○
取付け管	破損による水密性低下	修繕・改築		○
本管	破損による水密性低下	修繕・改築		○
マンホール	破損による水密性低下	修繕・改築		○
	ふた穴からの浸入	ふたの交換	○	



ストックマネジメントや雨水整備などとの連携が効果的

◆常時浸入地下水対策

対策目標・対策範囲の設定

- 大規模な対策を実施しても完全に止水することは困難
- 費用対効果に留意した対象範囲・対策目標の設定が重要
- 財政状況や関連計画などと整合した対策期間の設定

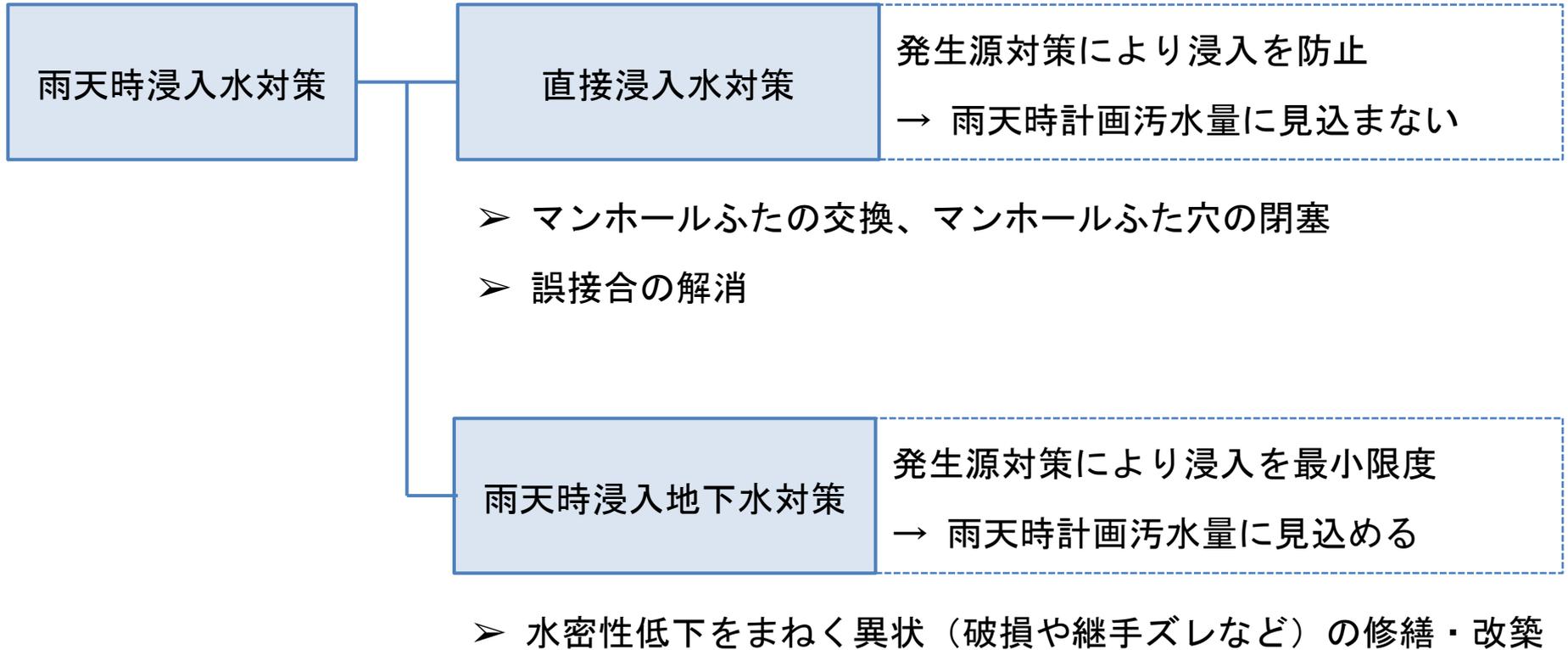
対策範囲のブロック化

- 単年度で実施できる事業規模は経験的に2.5ha～5.0ha程度
- ブロックの優先度を設定する際に考慮する内容
 - ① ブロックごとの管路延長当たり不明水量（対策効果の発現性）
 - ② ブロックごとの地下水位下管路延長（地下水浸入の容易性）
 - ③ ブロック内の河川の存在
 - ④ ブロックごとの交通量（道路陥没等の二次災害の誘発性）

対策計画の策定

- ブロックごとに異状の種類や発生部位などを特定
- 異状の解消・改善に有効な対策方法を選定
- 概算事業費の算出

◆雨天時浸入水対策



10. 発生源対策

◆ストックマネジメントの活用

常時浸入地下水対策

常時浸入地下水の浸入状況に応じて、修繕・改築の優先順位を上げるなどの対応を検討する。

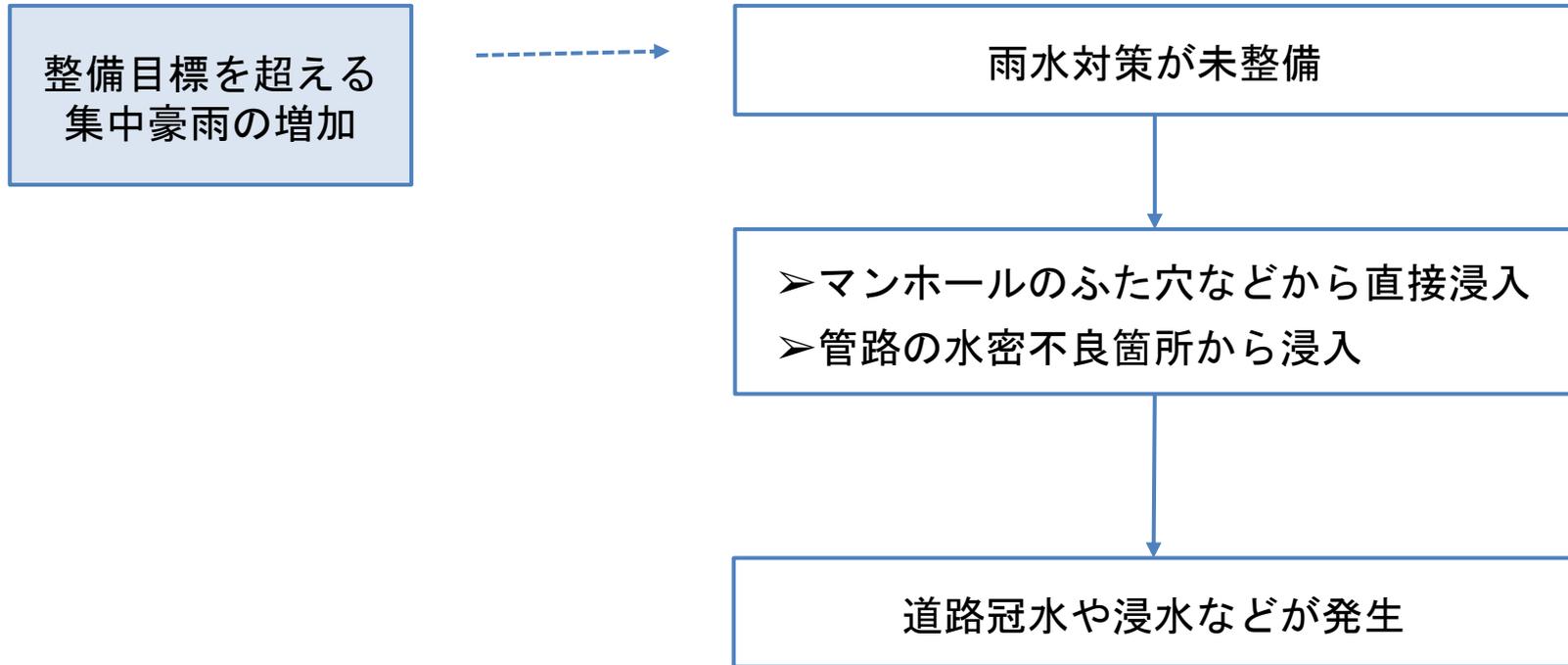
雨天時浸入水対策

水密性不良の程度や地下水位などを踏まえ、修繕・改築の優先順位を設定する。

共 通

「不明水の削減量」や「浸入水率」などもアウトカムとするか検討する。

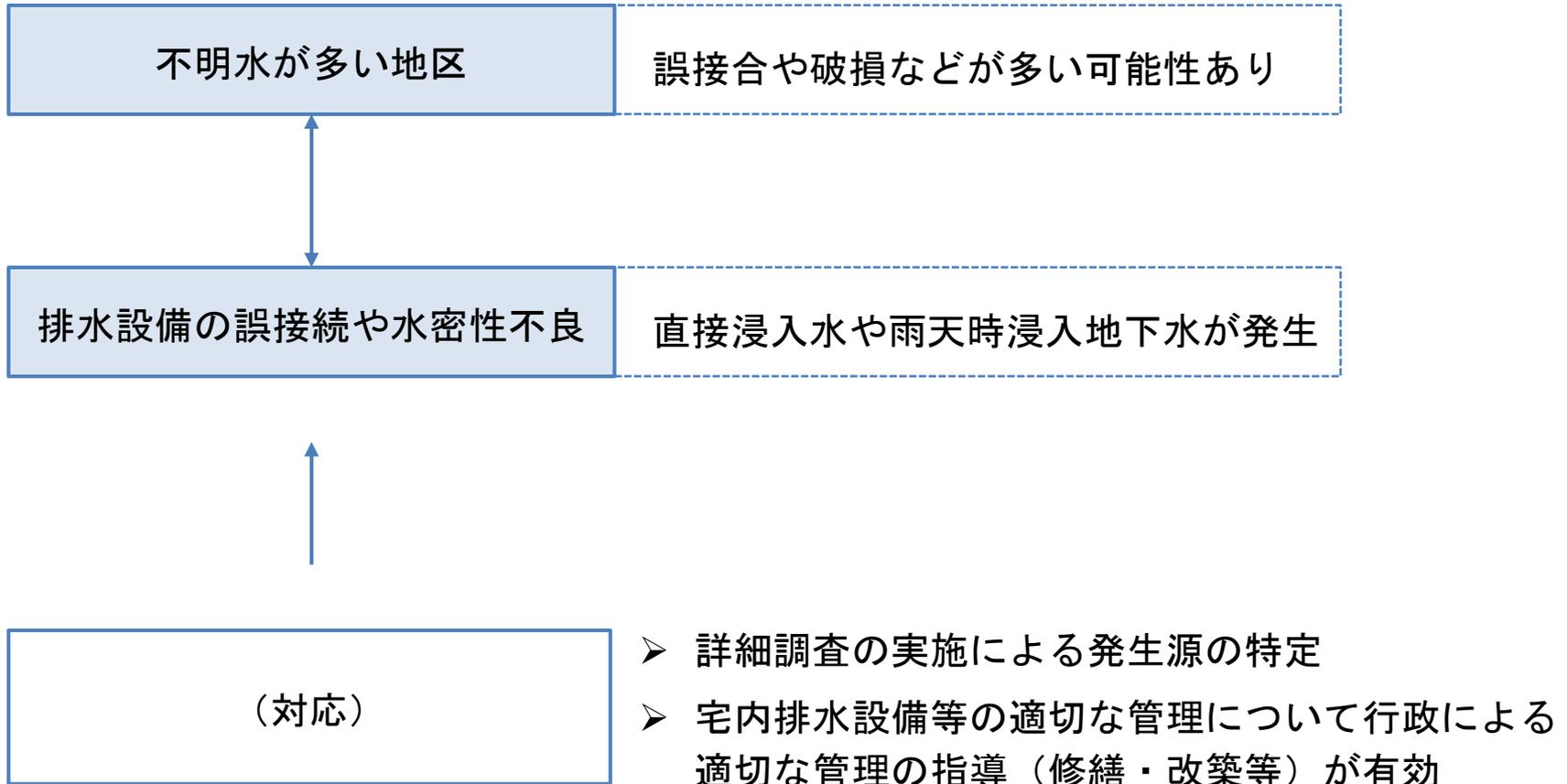
◆雨水整備

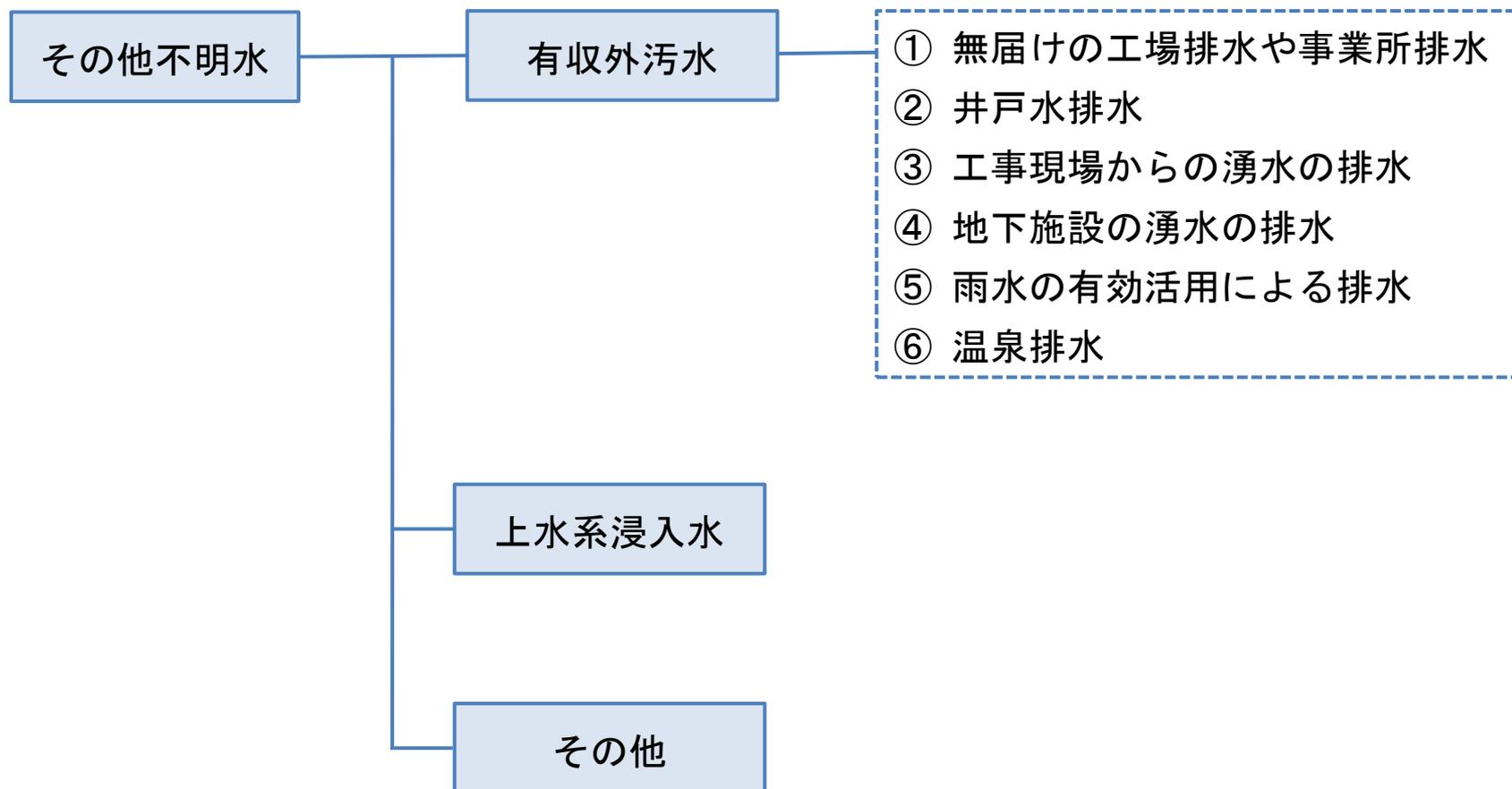


雨水整備水準が低い地区
や浸水常襲地区

- 雨水整備の促進が雨天時浸入水対策として有効な場合もある
- 雨水整備事業と連携した施策展開が重要

◆排水設備





➤ 街路調査等による問題箇所の把握と適せ聖な処置

評 価	不明水対策の効果を評価
モニタリング	不明水に起因する事象をモニタリング

雨天時浸入に起因する事象	<p>(事象1) 処理場外にある污水管のマンホール等からの溢水や宅内への逆流</p> <p>(事象2) 処理場外にある污水管等から雨天時に増水した下水が公共用水域に流出</p> <p>(事象3) 処理場に流入する下水の一部を二次処理せず放流または流出</p>
--------------	---

項 目	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 発生した日時・場所 ➤ 下水道施設の損傷 ➤ 事象の累計・発生経緯・原因・対応状況 ➤ 水道原水など利水への影響 ➤ 再発防止策
-----	--

評価	不明水対策の効果を評価
モニタリング	不明水に起因する事象をモニタリング

雨天時浸入に起因する事象	<p>(事象1) 処理場外にある汚水管のマンホール等からの溢水や宅内への逆流</p> <p>(事象2) 処理場外にある汚水管等から雨天時に増水した下水が公共用水域に流出</p> <p>(事象3) 処理場に流入する下水の一部を二次処理せず放流または流出</p>
--------------	---

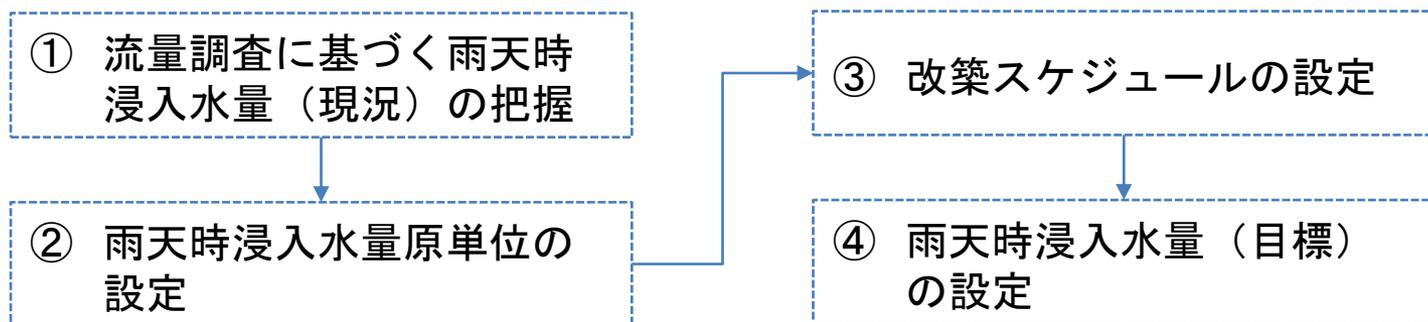
項目	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 発生した日時・場所 ➤ 下水道施設の損傷 ➤ 事象の累計・発生経緯・原因・対応状況 ➤ 水道原水など利水への影響 ➤ 再発防止策
----	--

不明水対策では、対象区域は広範囲にわたることが多く、期間も費用もかさむ

▶ 対策計画の策定では、投資効果の評価や対策の妥当性等を踏まえ、必要に応じて見直しを図り、CAPDサイクルを構築することが肝要

1. モデル地区の調査結果に基づく設定方法(詳細版)の具体例

本書「3.4雨天時計画汚水量」の「(3) モデル地区の調査結果に基づく設定方法(詳細版)」の具体例を記載



モデル地区の調査結果に基づく設定方法の概略フロー

2. 雨天時浸入水対策事例

雨天時浸入水の影響による溢水発生箇所の解消や広大な区域を対象にした優先順位の設定等、雨天時浸入水対策事例を紹介

事例1: 溢水箇所解消に対する対策を行った事例(バイパス管設置等)

事例2: 処理場・ポンプ場施設での対策を行った事例(調整池対策等)

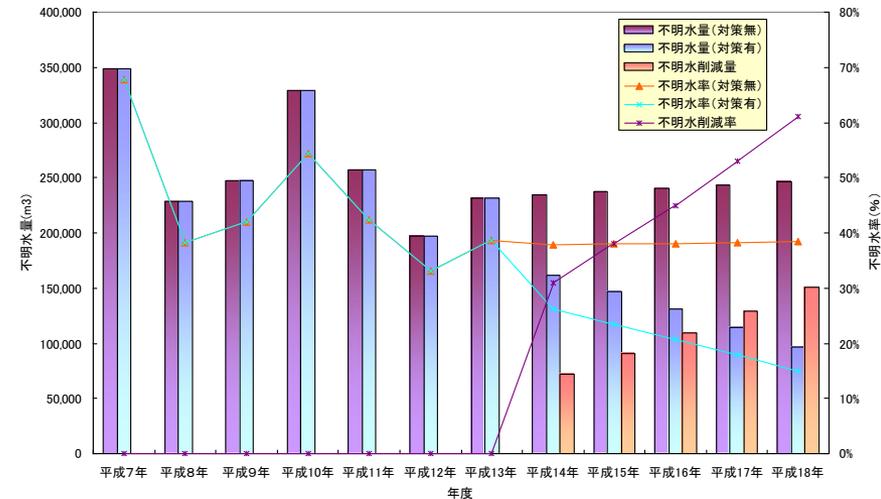
事例3: 流出解析モデルを用いた雨天時浸入水対策と効果検証事例

3. 地下水浸入水対策事例

中規模程度のエリア（およそ100～500ha）を対象とした地下水浸入水削減計画事例を紹介

事例1：地下水浸入水削減計画事例

事例2：地下水浸入水削減対策と対策結果事例



4. 不明水対策の事後評価事例

不明水対策の検討事例を紹介

事例1：『研究事例紹介 〈K〇市における浸入水の削減効果検討事例〉』

事例2：修繕・改築における段階ごとの効果

事例3：不明水対策の費用効果（事後評価）ケーススタディ

ご清聴ありがとうございました！