

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1188

March 2022

B-DASH プロジェクト No. 36

水位計と光ファイバー温度分布計測システムに AI を組合せた
雨天時浸入水調査技術導入ガイドライン (案)

下水道研究部下水道研究室

B-DASH Project No.36
Guideline of introducing technology for survey of inflow water in wet weather
using water level gauge and optical fiber temperature distribution measurement system, applying AI

Wastewater System Division
Water Quality Control Department

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

B-DASHプロジェクト No.36

水位計と光ファイバー温度分布計測システムにAI を組合せた

雨天時浸入水調査技術導入ガイドライン(案)

下水道研究部 下水道研究室

B-DASH Project No.36

Guideline of introducing technology for survey of inflow water in wet weather using water level gauge and optical fiber temperature distribution measurement system, applying AI

Wastewater System Division

Water Quality Control Department

概要

本ガイドラインは、雨天時浸入水対策に関する調査の低コスト化・効率化を目的として、下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)で採択された「水位計と光ファイバー温度分布計測システムにAI を組合せた雨天時浸入水調査技術」(実証研究期間 令和元年7月～令和3年3月)について、実証研究の成果を踏まえて、技術性能及び技術導入の手順を明示し、技術の普及促進を図るために策定したものである。

キーワード : 分流式下水道、雨天時浸入水調査、水位計、光ファイバー温度分布計測システム、AI

Synopsis

This Guideline is based on the results of NILIM contract research [Demonstration of technology for detecting inflow water in wet weather by applying AI to acoustic data] in 2020-2021.

Key Words : Separate sewer system, Survey of Inflow water in wet weather, Water level gauge, Optical fiber temperature distribution measurement system, Artificial intelligence

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

電話 : 029-864-3343 Fax : 029-864-2817 E-mail : gesuidou@nilim.go.jp

執筆担当者一覧

国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水道研究室 室長 岡安祐司

国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水道研究室 主任研究官 松浦達郎

はじめに

雨水と汚水を分けて集排水する分流式下水道を採用している下水道事業者では、雨天時に汚水管内の下水流量が増加する現象が確認されている。この現象は雨天時浸入水として認識され、汚水管等からの溢水や宅内への逆流、処理場やポンプ施設の冠水、処理場における処理能力の低下等様々な問題を発生させる原因となり得る。

国土交通省は、平成30年度に分流式下水道を採用する地方公共団体を対象として雨天時浸入水に関するアンケート調査を行っている。その結果によると、回答数2,962処理区のうち、半数以上である1,681処理区（約57%）が「維持管理上の問題あり」と回答しており、雨天時浸入水に関する事象の発生が全国的な課題となっていることが示唆されている。更に、問題ありと回答している団体のうち、雨天時浸入水の発生箇所や原因について調査を行っている団体は約40%、発生源対策工事を実施したことのある団体は約37%と、雨天時浸入水に関する事象を認識しつつも、調査もしくは対策工事を実施している割合は低い状況にある。このような背景を踏まえ、国土交通省では、効果的かつ効率的な対策を立案するための基本的な考え方として、令和2年1月に「雨天時浸入水対策ガイドライン（案）」を作成・公表している。

効果的かつ効率的な雨天時浸入水対策を実施するためには、調査によって雨天時浸入水の発生箇所・領域を適切に絞り込むことが重要だが、現在の調査手法では多大な時間と費用が必要となる場合が多く、それが対策の実施が進まない要因の一つと考えられる。したがって、迅速且つ安価で実施可能な新しい雨天時浸入水調査技術の開発が必要である。一方、優れた新技術が開発されても、実績が少ないこと等を理由に導入に慎重な下水道事業者が多い。

国土交通省下水道部では、優れた革新的技術の実証・普及により雨天時浸入水対策の促進等を実現し、併せて、本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、「下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）」を平成23年度から開始し、国土技術政策総合研究所下水道研究部が実証研究の実施機関となっている。

本ガイドライン「水位計と光ファイバー温度分布計測システムにAIを組合わせた雨天時浸入水調査技術導入ガイドライン（案）」で示す技術は、比較的安価な水位計や、雨天時浸入水による下水温度の変化を捉える光ファイバー温度分布計測システムによる現地調査手法と、AIを用いた解析手法を組み合わせ、従来よりも効率的に雨天時浸入水の有無を調査することが可能となる革新的な技術である。実証研究により、従来の調査手法と比較して調査に要する期間及び費用の削減に対する一定の効果が確認されている。本ガイドラインは、国土技術政策総合研究所委託研究（水位計と光ファイバー温度分布計測システムにAIを組合わせた雨天時浸入水調査技術の実用化に関する実証研究 受託者：日本水工設計・ペンタフ・ワイケー技研・シュアテクノソリューション・ベクトル総研・さいたま市・藤沢市共同研究体 実施期間：令和元～2年度）において実施した研究の成果を踏まえ、下水道事業者が革新的技術の導入を検討する際の参考にできる資料として策定したものであり、これらの優れた技術が全国そして海外にも普及されることを強く願うものである。

最後に技術選定から実証研究施設の設置、実運用による実証を踏まえたガイドラインまでの策定を2年間という短期間でまとめるにあたり、大変なご尽力をいただいた下水道革新的技術実証事業評価委員会の委員各位、およびガイドラインに対する意見聴取にご協力いただいた下水道事業者の方々をはじめ、フィールド提供等ご協力いただいた地方公共団体各位および研究体各位等全ての関係者に深く感謝申し上げます。

国土交通省国土技術政策総合研究所 下水道研究部長 南山 瑞彦

目 次

第 1 章 総則	1
第 1 節 目的	1
§ 1 目的	1
第 2 節 適用範囲	3
§ 2 適用範囲	3
第 3 節 ガイドラインの構成.....	4
§ 3 ガイドラインの構成.....	4
第 4 節 用語の定義.....	7
§ 4 用語の定義	7
第 2 章 技術の概要と評価	9
第 1 節 技術の目的と概要.....	9
§ 5 技術の目的	9
§ 6 技術の概要	13
§ 7 水位計と絞り込み AI による絞り込み技術.....	21
§ 8 ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術.....	25
第 2 節 実証研究に基づく導入効果.....	28
§ 9 評価項目	28
§ 10 評価結果	36
第 3 章 導入検討	55
第 1 節 導入検討	55
§ 11 導入検討手順.....	55
§ 12 基礎調査	56
§ 13 導入効果の検討.....	58
第 2 節 導入判断	59
§ 14 導入判断	59

第4章 調査・解析手法	60
第1節 調査・解析手順.....	60
§15 調査・解析手順.....	60
第2節 水位計と絞り込みAIによる絞り込み.....	62
§16 事前準備	62
§17 現地調査	64
§18 解析	66
第3節 ラインスクリーニングと浸入水検出AIによる絞り込み.....	70
§19 事前準備	70
§20 現地調査	72
§21 解析	75
参考文献	78
資料編	79

第1章 総則

第1節 目的

§1 目的

本ガイドラインは、雨天時浸入水対策に関する調査の低コスト化・効率化を目的として、下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）で採択された「水位計と光ファイバー温度分布計測システムに AI を組合せた雨天時浸入水調査技術（実証研究期間令和元年7月～令和3年3月）」（以下、「本技術」とする）について、実証研究の成果を踏まえて、技術性能及び技術導入の手順を明示し、技術の普及促進を図るために策定したものである。

【解説】

下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）は、新技術の研究開発及び実用化を加速することにより、下水道事業における資源回収、大幅な省エネルギー・創エネルギー効果やコスト削減を実現し、併せて、本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、国土交通省が実施しているものである。

B-DASH プロジェクト全体の概要は、図 1-1 に示すとおりである。各実証事業においては、国土技術政策総合研究所からの委託研究として、実証研究を実施している。

これまで、水処理技術、バイオガス回収・精製・発電技術、下水汚泥固形燃料化技術、下水熱利用技術、栄養塩（窒素）除去技術、管きょマネジメントシステム技術、下水汚泥から水素を創出する創エネ技術、省エネ型水処理技術、ICT を活用した水処理管理・都市浸水対策機能向上技術、浸水予測技術等、幅広い技術分野における実証を終え、普及展開に向けたガイドラインの作成を行ってきたところである。また、令和3年度においても、地方公共団体のニーズが高い技術分野を中心に、継続的に実証研究を進めているところである。

本技術は、水位計と光ファイバー温度分布計測システムに AI を組み合わせ、雨天時浸入水調査の低コスト化・効率化を可能とする革新的技術であり、実証研究のとりまとめに当たっては、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体の下水道事業者より意見を聴取した上で、学識経験者で構成される「下水道革新的技術実証事業評価委員会」（以下、「評価委員会」という（<http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/b-dash.html>））の評価を受け、十分な成果が得られたと評価された。

本ガイドラインは、従来よりも雨天時浸入水調査に要するコストや時間を削減し、雨天時浸入水対策を推進するため、評価委員会で評価された本技術の実証研究の成果を踏まえ、本技術の導入の促進に資することを目的として、国土技術政策総合研究所において策定するものである。このため、本ガイドラインでは、地方公共団体等の下水道事業者が本技術の導入を検討する際に参考にできるよう、技術性能及び技術導入の手順を明示し、技術の普及展

開を図るための事項についてとりまとめている。

なお、本ガイドラインについては、実証研究の成果と同様に、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体の下水道事業者より意見を聴取のうえ、評価委員会の了承を頂いているものである。

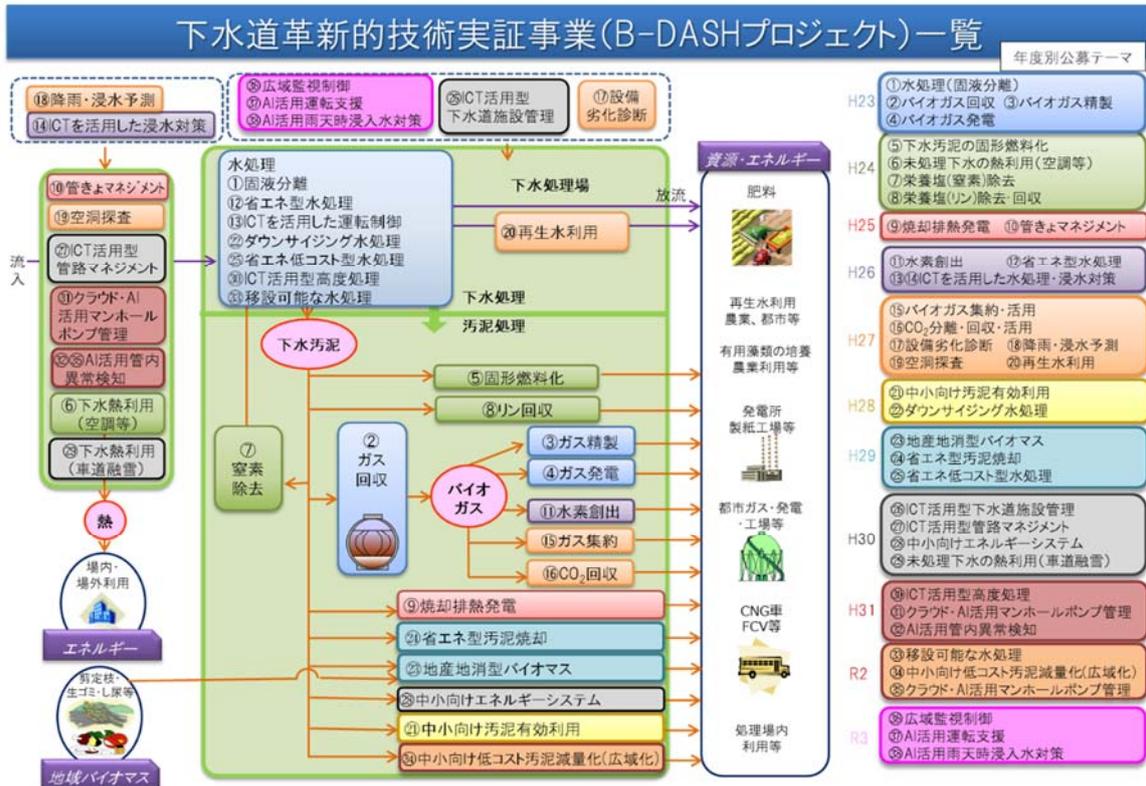


図 1-1 下水道革新的技術実証事業 (B-DASH プロジェクト) の一覧

第 2 節 適用範囲

§ 2 適用範囲

本ガイドラインは、分流式下水道の雨天時浸入水調査を対象に、本技術の全体または一部について、技術の導入検討・判断、及び調査等に適用する。

また、本ガイドラインは、地方公共団体等の下水道事業者及び関連する民間企業等に利用されることを想定して策定している。

【解 説】

本ガイドラインは、分流式下水道の汚水管を対象とした雨天時浸入水調査への本技術の導入を検討する際に、導入検討・判断及び本技術を用いた調査等の参考となるように取りまとめたものである。

本ガイドラインは本技術の全体、または一部の技術のみを導入する場合のどちらにも適用される。また、地方公共団体等の下水道事業者及び関連する民間企業等に利用されることを想定して策定している。

第3節 ガイドラインの構成

§3 ガイドラインの構成

本ガイドラインは、総則、技術の概要と評価、導入検討、調査・解析手法及び資料編から構成される。

【解説】

本ガイドラインの各章の構成を以下に示す。

(1) 第1章 総則

目的、ガイドラインの適用範囲、ガイドラインの構成、用語の定義について示す。

(2) 第2章 技術の概要と評価

技術導入の背景、技術導入の目的と概要、本技術を構成する各要素技術の概要、技術の評価結果を示す。また、本技術を導入する際の留意点等を示す。

(3) 第3章 導入検討

実証研究成果に基づいて、本技術を活用した場合の雨天時浸入水調査における導入効果の検討手法を示す。

(4) 第4章 調査・解析手法

本技術の導入効果が期待できると判断された場合に、具体的な調査を進めるための方法について示す。

その他、資料編として、実証研究の概要及び結果、実証研究で用いた AI 解析ソフトウェアの概要、問い合わせ先等に関する資料を示す。

図 3-1 にガイドライン構成を、図 3-2 に本ガイドラインの本編と資料編の関係を示す。

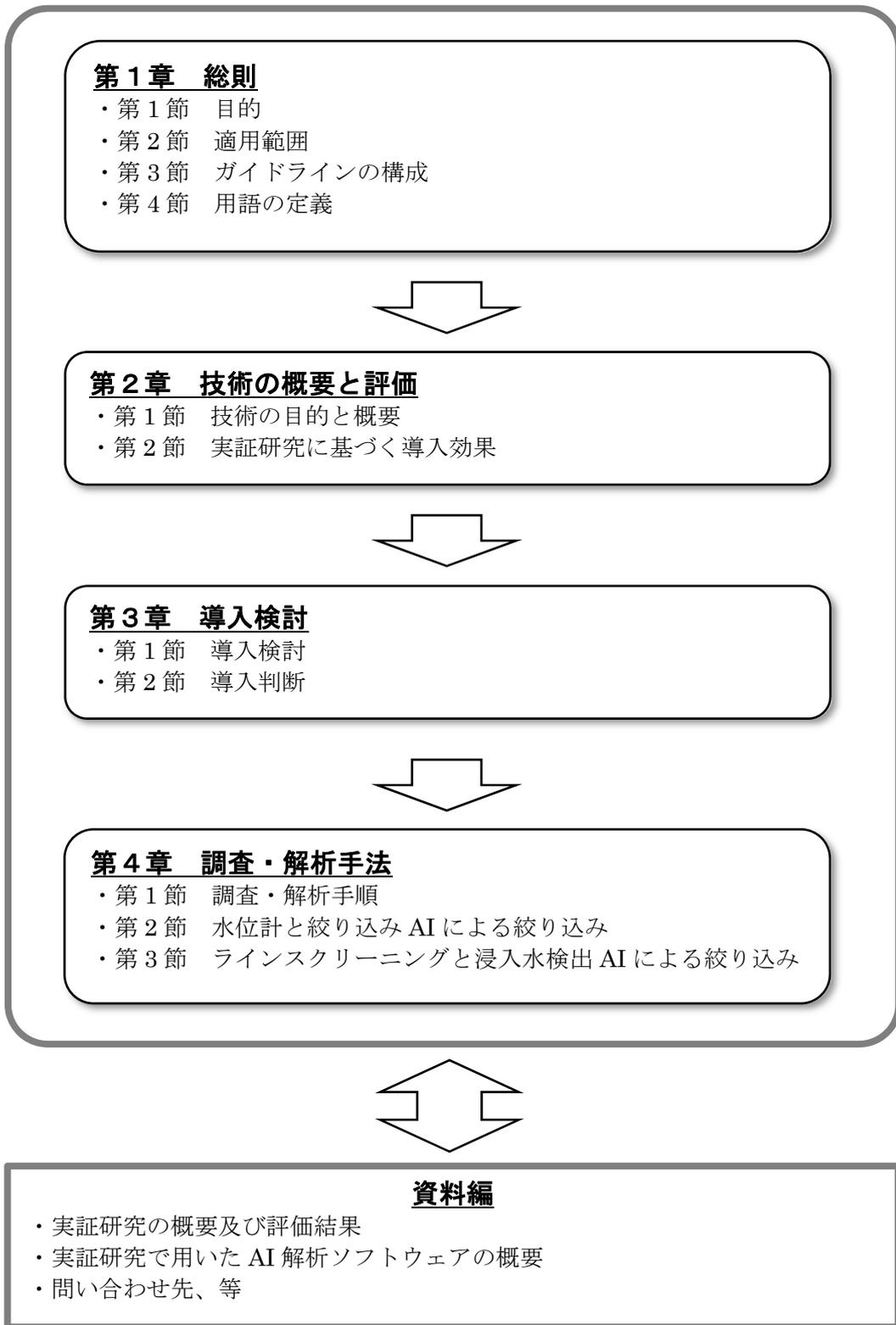


図 3-1 本ガイドラインの構成

本 編

資 料 編

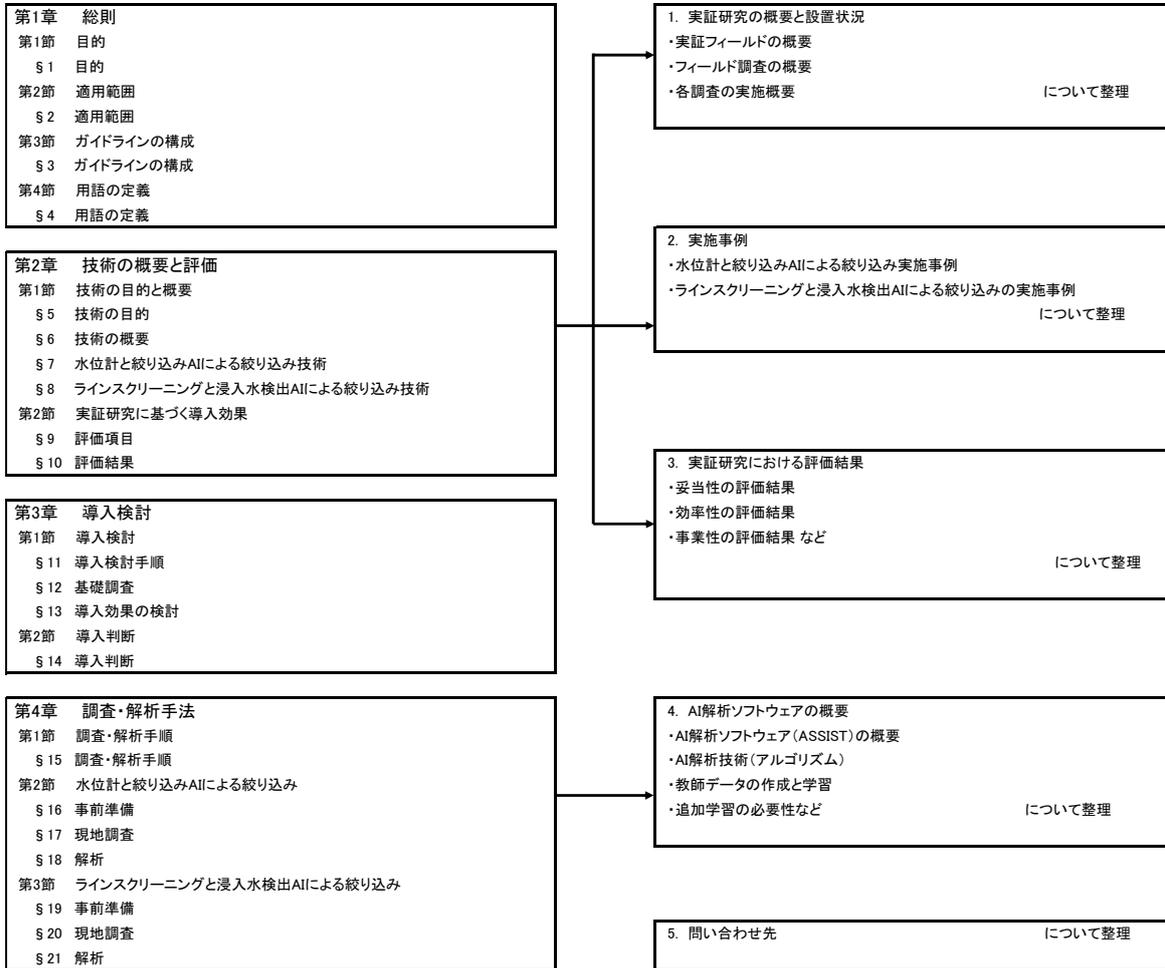


図 3-2 本ガイドラインの本編と資料編の関係

第4節 用語の定義

§4 用語の定義

本ガイドラインで扱う用語を、以下に示すとおり定義する。なお、下水道施設の基本的な用語は、「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¹⁾」、「下水道施設計画・設計指針と解説²⁾」、「下水道維持管理指針³⁾」、「下水道用語集⁴⁾」、及び「雨天時浸入水対策ガイドライン（案）⁵⁾」に準拠する。

(1)雨天時浸入水

雨天時浸入水とは、雨天時浸入地下水と直接浸入水の総称をいう。雨天時浸入地下水とは、雨天日の地下水位上昇等に伴い、汚水管系統に流入する地下水をいい、直接浸入水とは、マンホールの蓋穴や汚水管への誤接続などによって、汚水管系統に流入する雨水をいう。

(2)従来技術

従来技術とは、流量計を用いて雨天時浸入水の有無を分析し、その結果より技術者が雨天時浸入水の発生区域を絞り込み、絞り込まれた区域全体において詳細調査を実施する技術をいう。

(3)雨水流入高

雨水流入高（mm）は、単位面積あたりの雨天時浸入水量のことをいう。

(4)浸入率

浸入率は、降雨量に対する雨水流入高の割合をいう。横軸を降雨量、縦軸を降雨単位で算出した雨水流入高とする散布図から求めた直線回帰式の傾きより求める。

(5)絞り込み AI

水位計等を用いた調査対象区域の絞り込み作業を実行する AI ツール。水位から換算した流量データや降雨データ等を入力データとして降雨量と流量の関係を学習し、無降雨時間帯における大幅な流量増加など、通常の汚水変動パターンから外れた流量（異常データ）を AI により自動的に除外する機能や、浸入率等を算出する機能を有する。

(6)光ファイバー温度分布計測システム

DTS（**D**istributed **T**emperature **S**ensing：温度分布計測装置）と光ファイバーケーブルの2つにより構成され、光ファイバーケーブル自身が温度センサーとなり、光ファイバーケーブル全長に沿った連続的な温度分布を測定する接触式温度計。

(7) ラインスクリーニング

DTS と光ファイバーケーブルで構成される光ファイバー温度分布計測システムにより得られる下水の温度分布データから、降雨期間中に変化する下水温度の特性を分析することで、雨天時浸入水の発生箇所を誤差±5m以内で検出する技術。

(8) 浸入水検出 AI

ラインスクリーニングによる雨天時浸入水発生箇所の検出作業を実行する AI ツール。下水の温度分布データや降雨量等を入力することで、雨天時浸入水発生箇所を AI 解析により検出する機能等を有する。

第2章 技術の概要と評価

第1節 技術の目的と概要

§5 技術の目的

本技術は、水位計と絞り込み AI による絞り込み技術と、ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術に大別され、従来手法よりも雨天時浸入水調査の低コスト化、迅速化を図ることを目的とする。

【解説】

雨天時浸入水は、分流式汚水管内の急激な下水量の増大を招き、マンホール等からの溢水や宅内への逆流、下水道施設の処理機能の低下など、さまざまな問題を引き起こす。これら問題の発生を防止するためには発生源対策による抜本的な対策が必要であるが、雨天時浸入水は下水道施設の様々な箇所から浸入していると考えられ、やみくもに詳細調査を実施し、その調査結果に基づいて発生源対策を実施しても全体的な効果や実態が見えにくい。したがって、従来の調査では、まず雨天時浸入水が発生していると考えられる範囲を広域に設定し調査を行い、段階的に対策優先度の高い範囲を絞り込んでいく方法を採用することが多い。具体的には、まず、雨天時浸入水対策が必要な大ブロック※（数百 ha 以上）について流量計による流量調査・分析を実施し、その結果に基づいて次に調査・分析を行う中ブロック（数十 ha 程度）へ絞り込む。この作業を、実際に対策を実施する小ブロック（数 ha）の区域に絞り込めるまで繰り返した後、雨天時浸入水の原因把握のための詳細調査を実施する（図 5-1）。

※「ブロック」とは、雨天時浸入水に関する調査または評価を実施するための区域を示す。

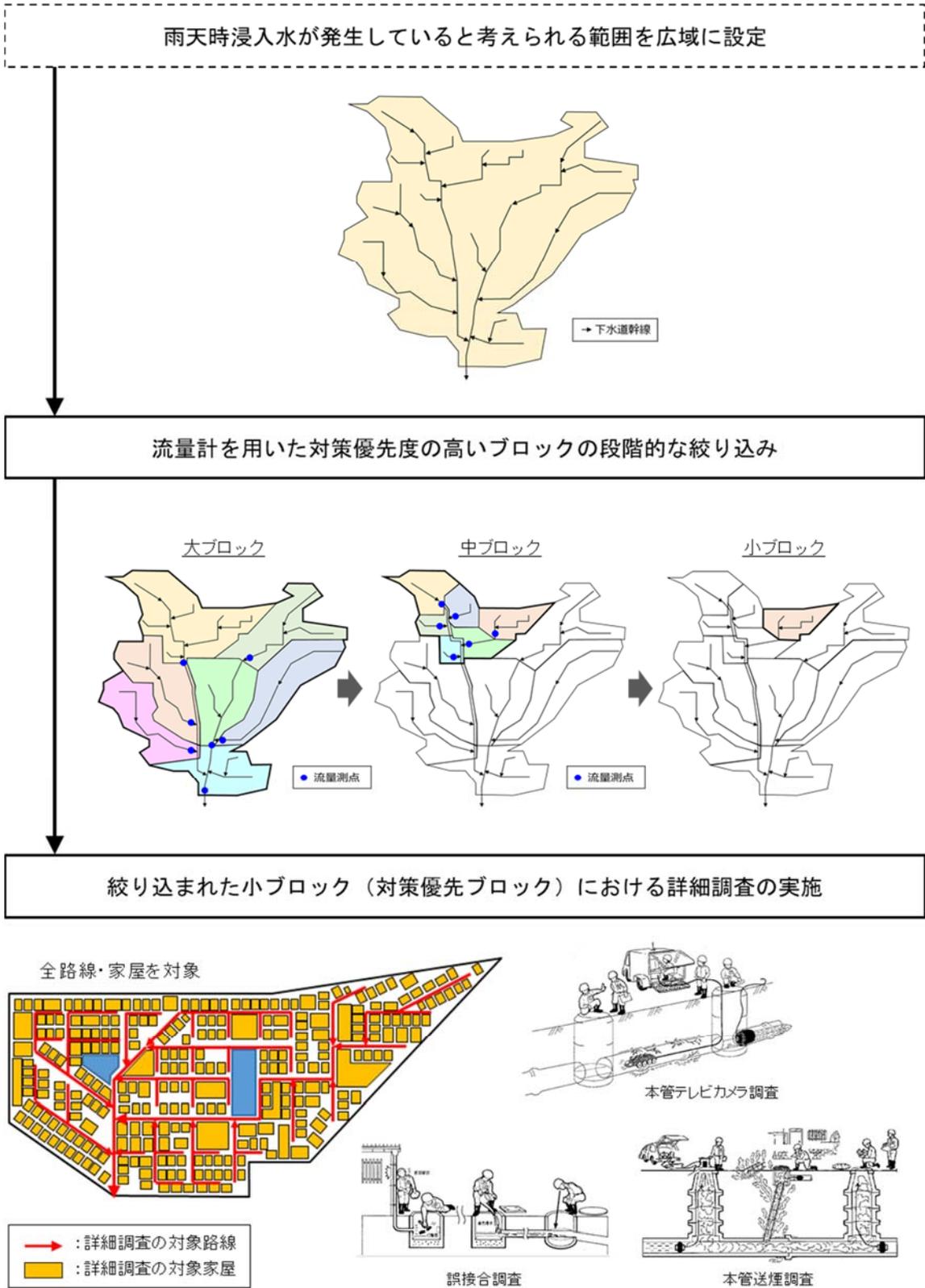


図 5-1 従来技術による雨天時浸入水調査の流れ

この従来の調査手法は、対策優先度を確認しながら絞り込んでいくため効果的な対策に繋げやすい一方、流量調査を多数実施する必要があること、大量の調査結果に基づく絞り込み作業は主に技術者による人力作業となること、詳細調査の範囲を十分に絞り込めないと広範囲を対象とした調査となること等から、調査に要する費用や期間が大きくなりやすいといった効率性、事業性の面で課題がある。

これら課題を解決するため、本技術では、対策優先ブロックの絞り込みにおいて、従来までの流量計による調査を比較的安価に設置できる水位計で代替することで費用を削減する。また、対策優先ブロックにおけるラインスクリーニングの実施により、詳細調査が必要な範囲を絞り込むことで詳細調査に要する費用や期間を削減する（図 5-2）。

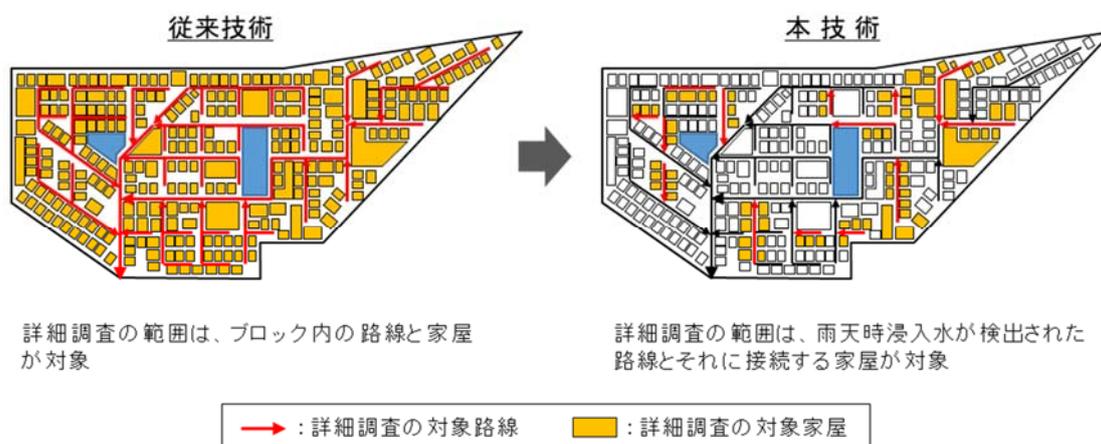


図 5-2 従来技術と本技術の詳細調査範囲イメージ

さらに本技術では、2つの AI（絞り込み AI、浸入水検出 AI）の導入により、測定記録中の異常データの除外や雨天時浸入水の検出等のデータ解析作業の省力化を図り、従来技術に比べて雨天時浸入水調査全体の低コスト化、迅速化を目指すものである。

図 5-3 に、従来技術と本技術の雨天時浸入水調査フローを示す。

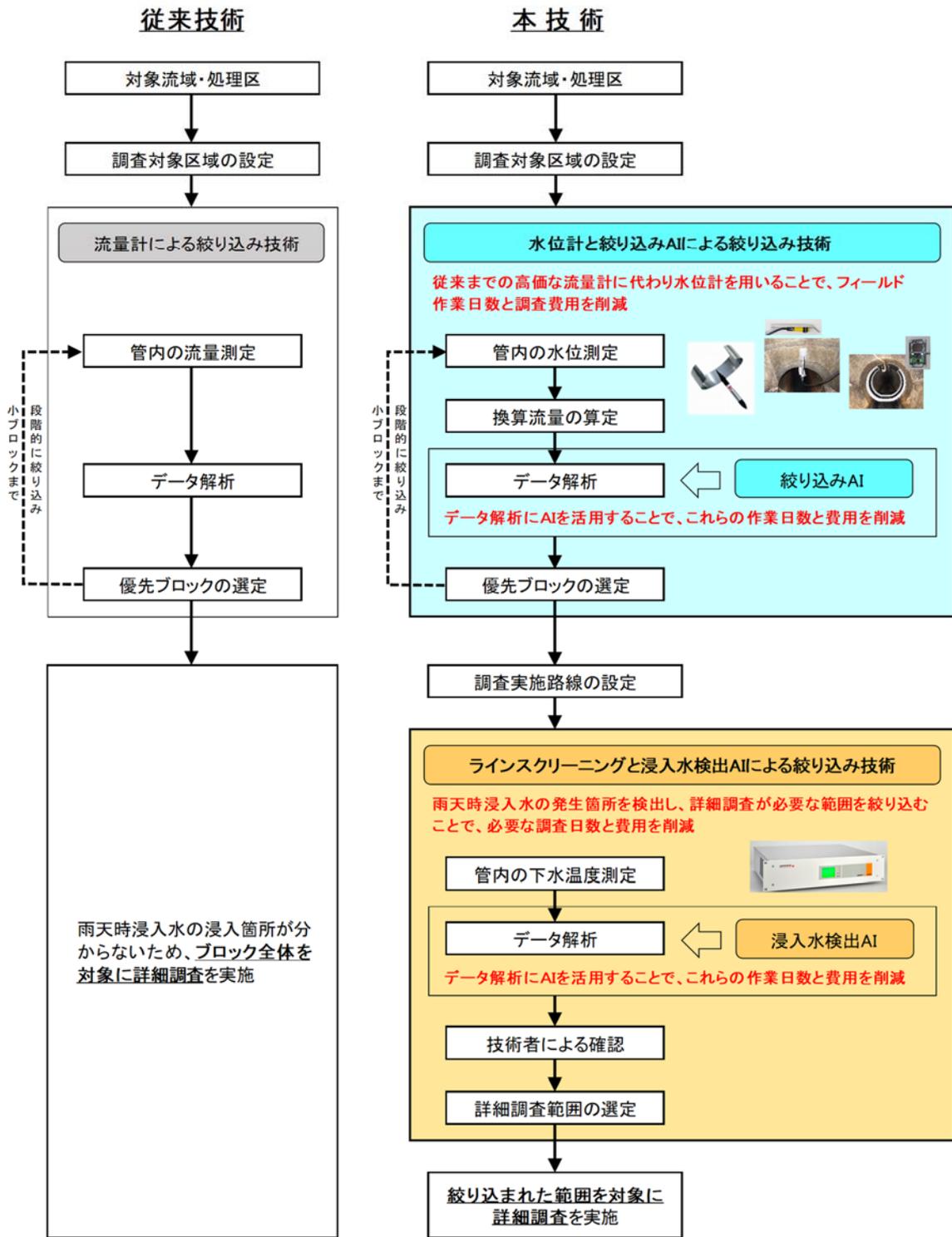


図 5-3 従来技術と本技術の雨天時浸入水調査フロー

§6 技術の概要

本技術は、下記の2つの技術で構成される。

- (1) 水位計と絞り込み AI による絞り込み技術
- (2) ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術

【解説】

(1) 水位計と絞り込み AI による絞り込み技術

水位計と絞り込み AI による絞り込み技術は、対策優先区域を小ブロックまで絞り込むために実施していた従来までの流量計による調査を、比較的安価に設置できる水位計で代替することでフィールド調査に要する費用を削減するとともに、異常データの除外や流量データの解析作業を AI により実施することで、小ブロックへの絞り込みに必要な作業に要する日数や費用を削減するものである。

図 6-1 に、水位計と絞り込み AI による絞り込み手順の流れを示す。

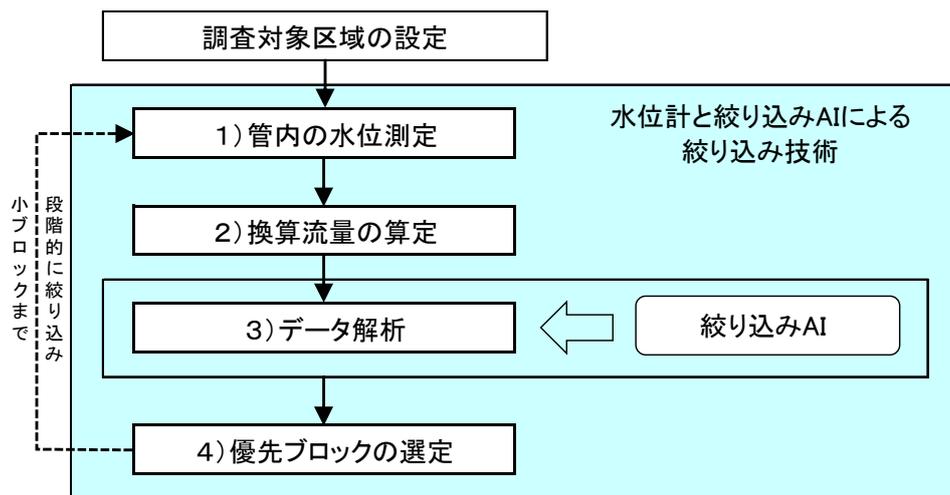


図 6-1 水位計と絞り込み AI による絞り込み手順の流れ

1) 管内の水位測定

降雨が期待される一定期間、調査対象区域の下水管内に水位計を設置し、管内水位を連続的に測定する。

図 6-2 に、本実証研究における水位計測の状況を示す。



図 6-2 本実証研究における水位計測の状況

2) 換算流量の算定

上記 1) で得られた水位測定データをもとに、マニング式を用いて流速を求め、これに流積を乗じ流量へと換算する（換算流量の算定方法の詳細は、§ 7 水位計と絞り込み AI による絞り込み技術を参照）。

3) データ解析

上記 2) で得られた各調査ブロックの換算流量をもとに、絞り込み AI を用いて下記①～⑤を実施する（図 6-3）。なお、絞り込み AI に求められるデータ解析機能の詳細は、§ 7 水位計と絞り込み AI による絞り込み技術を参照する。

- ① 絞り込み AI を用いて、異常データの有無の判定・除外を行う。
- ② 観測された降雨毎に、時間変動を考慮した晴天時平均流量を算出する。
- ③ 雨天時下水量から晴天時平均流量を差し引き、降雨毎の雨天時浸入水量を算出する。
- ④ 降雨毎の雨天時浸入水量をブロック面積で除することにより雨水流入高を算出する。
- ⑤ 雨水流入高と降雨量を用いて調査ブロック毎の散布図を作成し、回帰直線の傾き（浸入率）及び浸入水量試算値*を算出する。

※浸入水量試算値とは、浸入水量を浸入率、降雨量及び面積から代数的に試算した値であり、式 (6.2)、式 (6.3) より算定する。

$$\text{浸入水量試算値 (m}^3\text{)} = \text{雨水流入高試算値 (mm)} \times \text{面積 (ha)} \times 10 \quad \cdots \text{式 (6.2)}$$

$$\text{雨水流入高試算値 (mm)} = \text{浸入率} \times \text{降雨量 (mm)} + y \text{切片 (mm)} \quad \cdots \text{式 (6.3)}$$

ここで y 切片は、雨水流入高と降雨量の散布図から求める回帰直線の y 切片を示す。

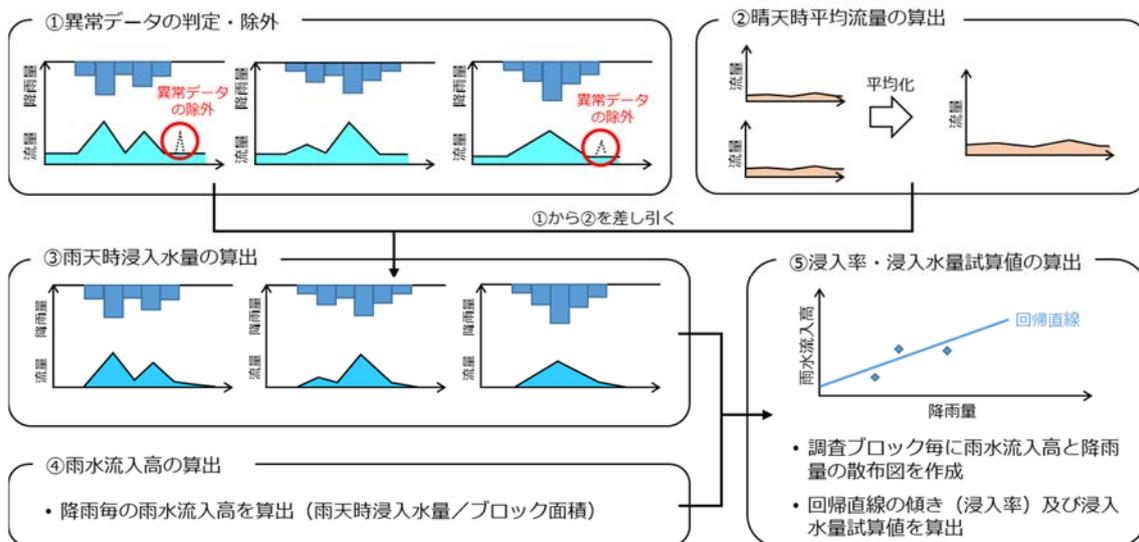


図 6-3 データ解析の概要

なお、絞り込み AI として、実証研究で作成した AI 解析ソフトウェアを利用することも可能である（AI 解析ソフトウェアの詳細は資料編 4 を参照）。

4) 優先ブロックの選定

上記 3) で得られた各調査ブロックの浸入率、浸入水量試算値を用いて、技術者によるブロック絞り込み作業を実施し、詳細調査対象とする優先ブロックを選定する（詳細は § 18 解析を参照）。

図 6-4 に、対象流域・処理区の段階的な絞り込みイメージを示す。優先ブロックの選定にあたっては、雨天時浸入水が発生していると考えられる範囲（大ブロック）を調査対象区域として、中ブロック、小ブロックへと対策優先度の高い範囲を段階的に絞り込んでいく。

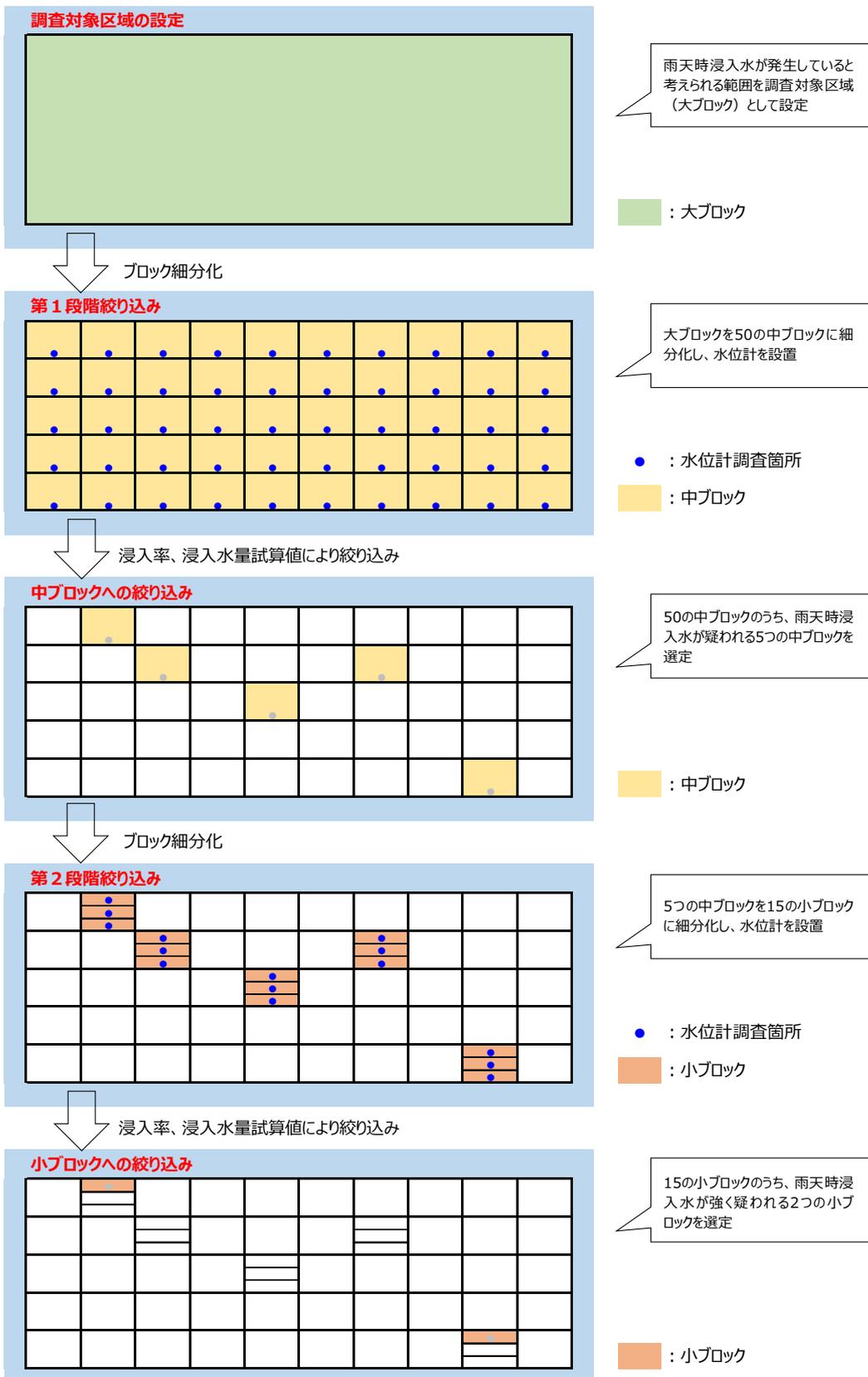


図 6-4 対象流域・処理区の段階的な絞り込みイメージ

(2) ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術

ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術は、(1) で絞り込まれた優先ブロックを対象に、光ファイバー温度分布計測システムで測定された管内の下水温度から雨天時浸入水発生箇所を検出するものであり、検出された雨天時浸入水発生箇所に基づき原因把握のための詳細調査が必要な範囲を更に絞り込むことで、詳細調査に要する日数や費用を削減するものである。さらに、雨天時浸入水発生箇所の検出のため下水温度データ等の解析作業を AI により実施することで、解析作業に要する日数や費用を削減するものである。

図 6-5 に、ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み手順の流れを示す。

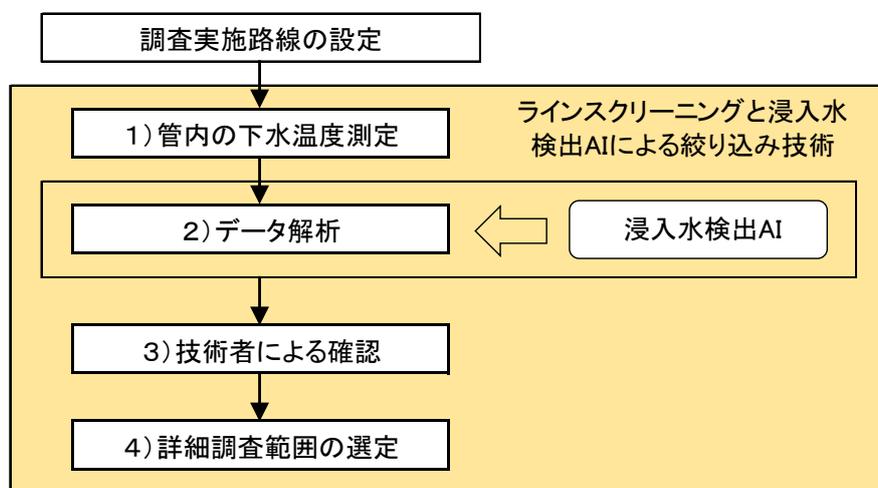


図 6-5 ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み手順の流れ

1) 管内の下水温度測定

降雨が期待される一定期間、下水管内に光ファイバーケーブルを設置し、これに接続された DTS により下水温度を連続的に測定する (図 6-6)。

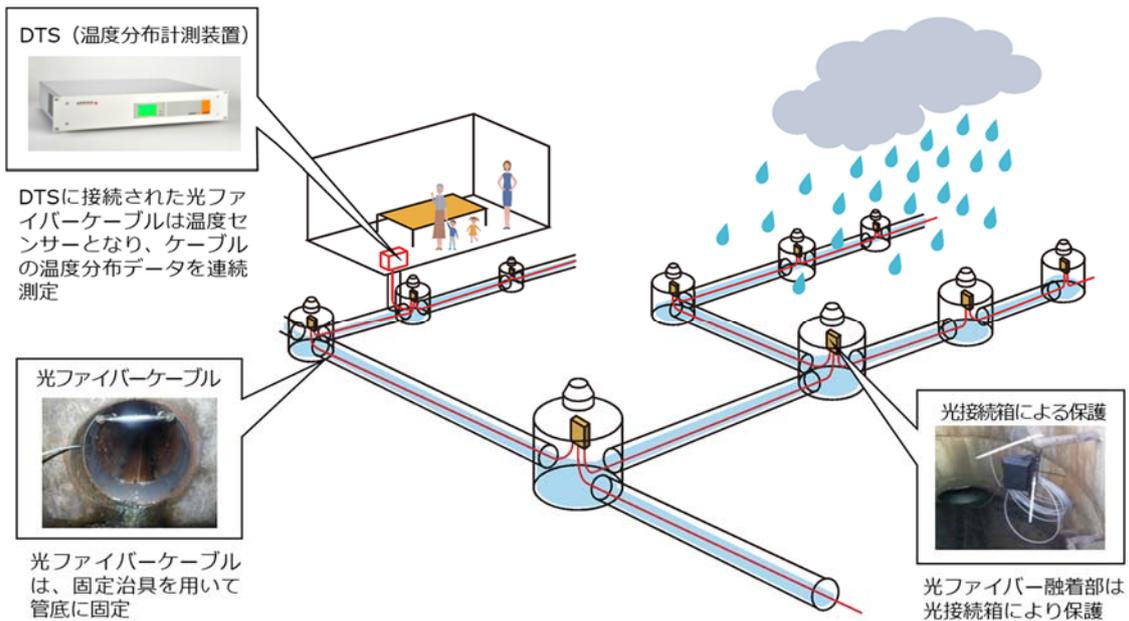


図 6-6 管内の下水温度の測定イメージ

2) データ解析

上記 1) で得られた下水の温度分布データをもとに、降雨期間中の下水温度の変化等から雨天時浸入水の発生箇所を検出する (図 6-7)。なお、データ解析に当たっては、これらのデータ解析機能を有する解析用のソフトウェア (浸入水検出 AI) を準備する (浸入水検出 AI に求められるデータ解析機能の詳細は、§ 8 ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術を参照)。

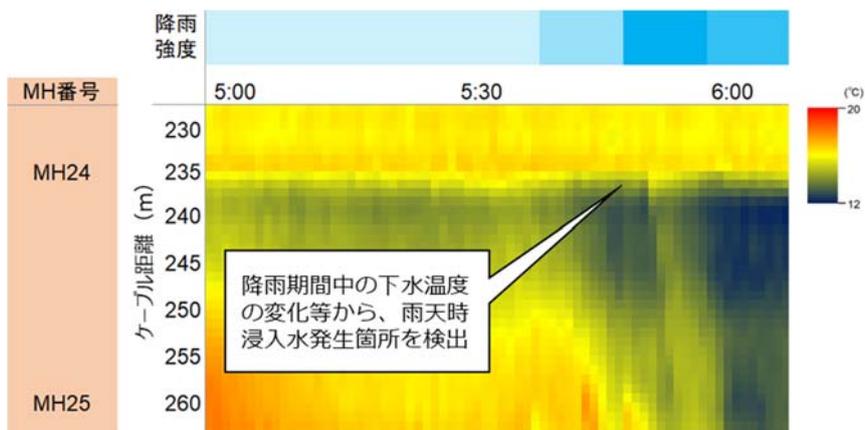


図 6-7 雨天時浸入水発生箇所の検出イメージ

なお、浸入水検出 AI として、実証研究で作成した AI 解析ソフトウェアを利用することも可能である (AI 解析ソフトウェアの詳細は資料編 4 を参照)。

3) 技術者による確認

上記2)のデータ解析結果(図6-8)が妥当であるかについて技術者による確認を行い、雨天時浸入水の検出結果について整理する(図6-9)。

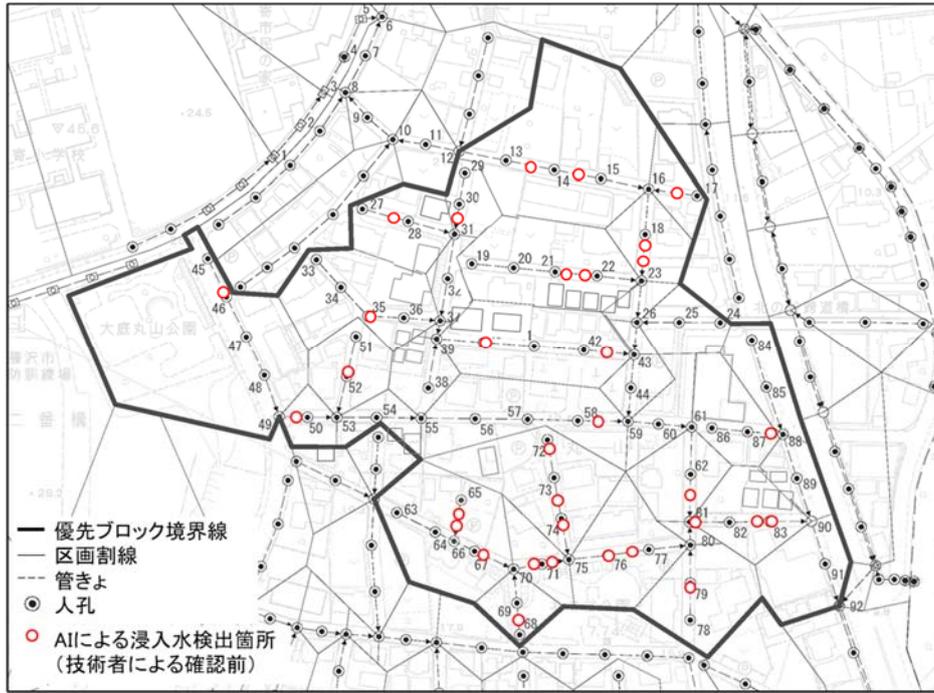


図 6-8 浸入水検出 AI によるデータ解析結果

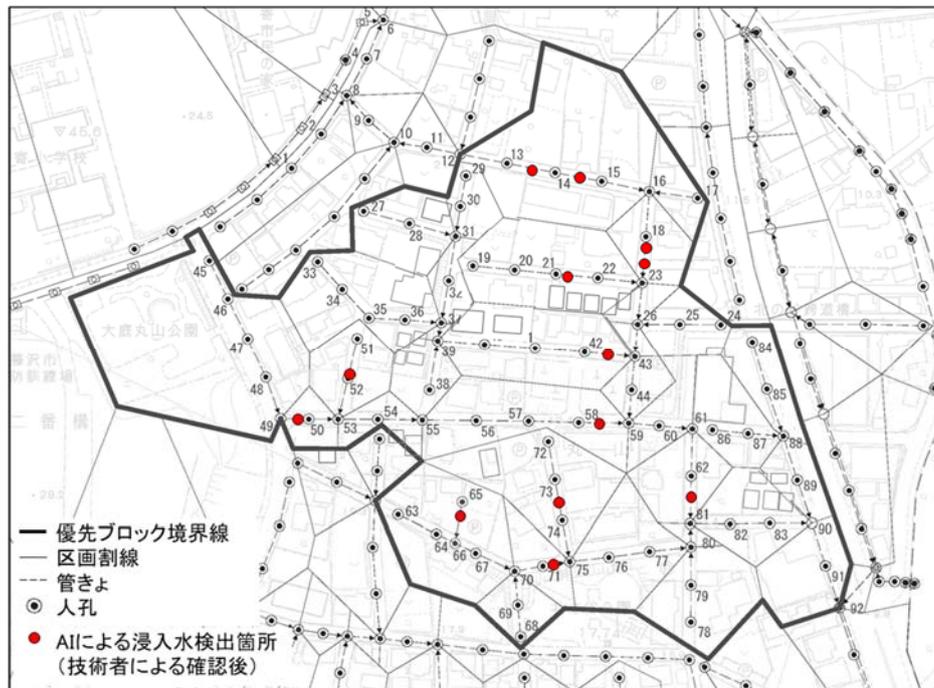


図 6-9 技術者による確認後の雨天時浸入水検出結果

4) 詳細調査範囲の選定

上記3)で確認された雨天時浸入水発生箇所の前後5m区間を対象に、技術者により詳細調査実施路線(スパン単位)、取付管、家屋を選定する(図6-10)。

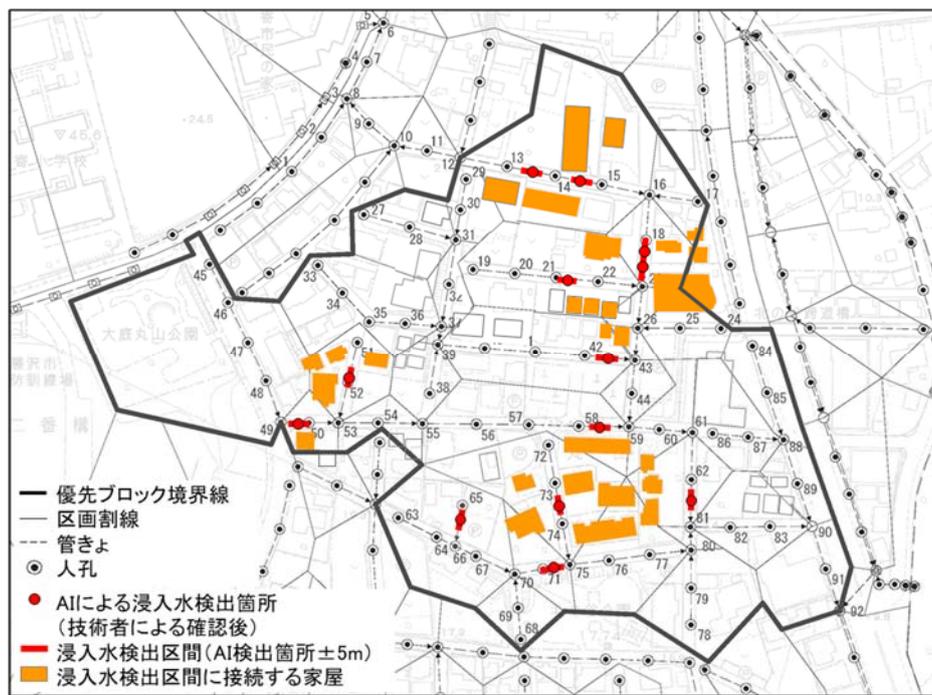


図6-10 詳細調査範囲の選定イメージ

なお、上記2)～4)の詳細は§21解析を参照する。

§7 水位計と絞り込み AI による絞り込み技術

水位計と絞り込み AI による絞り込み技術は、下記の要素で構成される。

- (1) 管内の水位測定
- (2) 換算流量の算定
- (3) データ解析
- (4) 優先ブロックの選定

【解 説】

水位計と絞り込み AI による絞り込み技術は、雨天時浸入水調査の低コスト化、迅速化を図るため、水位計により計測された水位から流量を算定し、異常流量と考えられるデータを除外した上で算出した浸入率及び浸入水量試算値に基づき、優先ブロックを選定するものである。

(1) 管内の水位測定

降雨が期待される一定期間、下水管きょ内に水位計を設置し、管内水位を連続的に測定する。水位計の選定に当たっては、以下の仕様を確認した上で、機器の特徴や設置環境、費用等を勘案し、総合的に判断する。なお、実証研究で用いた水位計の仕様は、資料編 2.1.2 を参照する。

水位計設置箇所付近の取付管からの流入によって水流に乱れが生じるなど水位計設置箇所が水位測定に不適切と考えられる場合は、代替地点への設置を検討するが、代替地点の選定が難しい場合は流量計の使用を含めて検討する（詳細は §16 事前準備を参照）。

1) 計測範囲

水位計は、晴天時・雨天時を通じて下水管内の水位変動を計測できることが求められる。また、水位を計測する下水管きょの管径に応じて計測すべき範囲は異なることから、対象とする管きょの状況を踏まえて、適切な計測範囲を有する水位計を選定する。

2) 計測精度

実証研究で用いた水位計を用いることで絞り込み評価が可能であることを確認したことから、計測精度は±1.1%F.S.以上とする。

3) 分解能（計測できる最小単位）

実証研究で用いた水位計を用いることで絞り込み評価が可能であることを確認したことから、分解能は 1mm 以下とする。

4) 計測間隔（計測時間の最小間隔）

実証研究の結果、1 分間隔（瞬間値）の計測値を用いることで絞り込み評価が可能であることを確認したことから、計測間隔は 1 分以下とする。

(2) 換算流量の算定

上記(1)で得られた管内水位の測定結果をもとに、マンニング式により流速を算定し、流速と流積を掛け合わせるにより流量へ換算する。

1) マンニング式による流速の算定

水位計設置箇所において、マンニングの粗度係数、管きょ勾配、管径 (m) を整理し、式 (7.1) に示すマンニング式により流速を算定する。

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad \dots \text{式 (7.1)}$$

ここで、

v : 流速[m/s]

n : マンニングの粗度係数 (管きょの材質より設定)

I : 管きょ勾配 (下水道管きょ台帳を基本とし、台帳と現地の管きょ勾配が著しく異なっていないことを事前に確認する)

R : 径深[m] (=A/S (Aは流積[m²]、Sは潤辺[m])) をあらわす。

ただし、以下に示す条件下では、マンニング式による流速は算定できないため留意する (詳細は § 16 事前準備を参照)。

- ① 下流のポンプ施設等により、背水の影響を受ける箇所
- ② 汚泥の堆積等により、管きょ断面が阻害される箇所
- ③ 異物の付着等により、管きょの粗度が材質毎に設定された粗度と異なる箇所

2) 流量の算定

前項1)にて算定した流速に流積を乗じ、流量を算定する。式 (7.2) に、流量算定式を示す。

$$\text{流量 (m}^3/\text{s)} = \text{流速 (m/s)} \times \text{流積 (m}^2) \quad \dots \text{式 (7.2)}$$

(3) データ解析

絞り込み AI は、降雨に起因しない大幅な流量の増減など、通常とは異なる異常な流量データを教師データとして学習したものであり、この学習結果をもとに流量データの異常判定を行う (教師データの詳細は資料編 4.3.1 を参照)。インプットデータが教師データと同様の挙動を示した場合に、これを異常データとして除外し、浸入率や浸入水量試算値などを算定する (実証研究で使用した絞り込み AI の詳細は資料編 4.1、4.2.1 を参照)。

なお、下記2)～4)は、実証研究で構築した AI 解析ソフトウェアを利用することもできる。

1) インプットデータ

絞り込み AI では、以下①～③に示すデータを入力する。浸入率算定に必要な降雨数と晴天日数は § 17 現地調査を参照する。

① 流量

前項(2)に示した換算流量を用いる事を標準とするが、水位計が使用できない場合は、流量計により測定した流量を使用する。

② 降雨量

降雨量は、調査対象区域内もしくは近傍に設置された雨量計データの使用を基本とする。

③ 面積

絞り込み対象とする調査範囲(ブロック)の面積を使用する。

2) 解析

絞り込み AI は、以下①～③に示す解析が可能なものとする。なお、流量及び降雨量データは、時間変動を考慮し、10 分間の積算量を用いて解析する。解析間隔は累積値算定に用いる時間幅を使用する。

① 異常流量データの除外

インプットされた流量データに対して、異常の有無を判定し、異常と判定されたデータを、以降の解析対象から除外する。

② 浸入率の算定

上記①において除外されなかったデータを用いて、各ブロックの浸入率を算定する。晴天時平均流量を算定する際は平日と休日の流入パターンを確認し、平日と休日の流入パターンが異なる場合は、算定対象日を平日と休日に分けた上で晴天時平均流量を算定することが望ましい。

浸入率は、降雨毎に雨水流入高[※]を算定し、雨水流入高と降雨量の散布図の回帰直線(y切片あり)の傾きを採用する。

$$\text{※雨水流入高 (mm)} = ([\text{雨天時浸入水量 (m}^3\text{)}] \div [\text{面積 : (ha)}] \div 100^2) \times 1000$$

なお、雨天時浸入水量の詳細は資料編 1.3 を参照する。

③ 浸入水量試算値の算定

前項②にて算定した浸入率を用いて、浸入水量試算値を算定する。

なお、当該地域の計画降雨等を参考に、評価を行う降雨量を設定する(実証研究における設定例は、資料編 3.1.2 を参照)。

3) アウトプットデータ

絞り込み AI では、浸入率及び浸入水量試算値を出力する。また、解析結果の確認用として、雨水流入高-降雨量グラフ及び除外判定結果も合わせて出力することがよい。

4) 学習

流量データの異常を判定するため、絞り込み AI に教師データを学習させる。ここで、使用する教師データは、学習後の絞り込み AI における精度が実証研究で構築した絞り込み AI の精度と同程度以上となるデータ量とする。また教師データとして、実証研究で作成した教師データを利用することも可能である（資料編 5 問い合わせ先を参照）。

なお、実証研究で構築した絞り込み AI では、105 箇所・4 ヶ月の流量データから作成した教師データを用いることで、資料編 3.1.2 の（1）に示す精度を満たせることを確認している。

（4）優先ブロックの選定

技術者は、各ブロックの浸入率及び浸入水量試算値をもとに優先ブロックの選定を行う。優先ブロックは、原則として、浸入率が目標浸入率以上のブロックを対象に、浸入水量試算値の大きいブロック順に浸入水量試算値の累積比率を求め、必要な対策目標値（目標削減率）を確保できる累積比率のブロックを選定する（詳細は § 18 解析を参照）。

§8 ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術

ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術は、下記の要素で構成される。

- (1) 管内の下水温度測定
- (2) データ解析
- (3) 技術者による確認

【解 説】

ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術は、光ファイバー温度分布計測システムで得られた管内下水温度から雨天時浸入水発生箇所を検出するものである。

(1) 管内の下水温度測定

光ファイバー温度分布計測システムにより、調査対象区域の下水温度を連続的に測定する。

1) 光ファイバー温度分布計測システム

光ファイバー温度分布計測システムを構成する主な機器の仕様等を以下①、②に示す。なお、以下①、②に記載した事項以外については、資料編 2.3.1 に示す実証研究において使用した機器の仕様を参考されたい。

① DTS

光ファイバーケーブルを本装置に接続することで、光ファイバーケーブルの温度分布データを連続的に測定・記録できるもの。

DTS による下水温度の測定に当たっては、原則として、表 8-1 に示す設定を標準とするとともに、本設定値を満たす性能を有する機器を使用する。

表 8-1 下水温度測定時の DTS 設定

項目	説明	設定値
計測距離間隔	温度を測定する距離間隔	1m
計測周期	温度を測定する時間間隔	1分
温度分解能	単位時間（計測周期）内に測定された温度の標準偏差	0.2℃以下
距離応答性	温度変化点において、温度変化が 10% 応答する地点から 90% 応答する地点間の距離	2m以下

② 光ファイバーケーブル

光ファイバーケーブルは 2 芯ケーブルを原則とし、下水管底に安定的に設置するために十分な柔軟性と機械的強度（引っ張り強度、側圧）及び耐水・耐食性を有するもの。

(2) データ解析

浸入水検出 AI は、技術者が分析した降雨量に連動する下水温度の低下箇所とその時間帯を教師データとして学習したものであり、この学習結果をもとに雨天時浸入水の検出を行う（教師データの詳細は § 21 解析及び資料編 4.3.2 を参照）。インプットデータが教師データと同等の温度挙動を複数降雨日で示した場合に、これを雨天時浸入水発生箇所として検出する（実証研究で使用した浸入水検出 AI の詳細は資料編 4.1、4.2.2 を参照）。

なお、下記 2)～4) は、実証研究で構築した AI 解析ソフトウェアを利用することもできる。

1) インプットデータ

浸入水検出 AI では、以下①～③に示すデータを入力する。

① 下水温度

前項（1）で測定した下水温度を使用する。

② 降雨量

降雨量は、調査対象区域内もしくは近傍に設置された雨量計データの使用を基本とする。

③ ケーブル距離

以下（ア）、（イ）に示すケーブル距離※を整理し、入力する。

※ケーブル距離：DTS の位置を 0(m)としたときの、DTS から当該地点までの光ファイバー素線延長

（ア）各人孔におけるケーブル距離

（イ）解析対象とする範囲のケーブル距離

2) 解析

浸入水検出 AI は、インプットデータに対して解析を行い、雨天時浸入水発生箇所より生じた下水温度の低下をもとに、雨天時浸入水発生箇所を検出する機能を有するものとする。具体的には、晴天日の下水温度よりも雨天日の下水温度が低い箇所や、降雨日に下水温度が低下する箇所等を雨天時浸入水発生箇所として検出する。なお、下水温度及び降雨量データは、時間変動を考慮し、下水温度は 10 分間の平均値、降雨量は 10 分間の積算量を用いて解析する。

3) アウトプットデータ

浸入水検出 AI では、浸入水発生箇所及び、浸入水検出箇所の技術者による確認に使用する温度コンター図（図 8-1）を出力する。

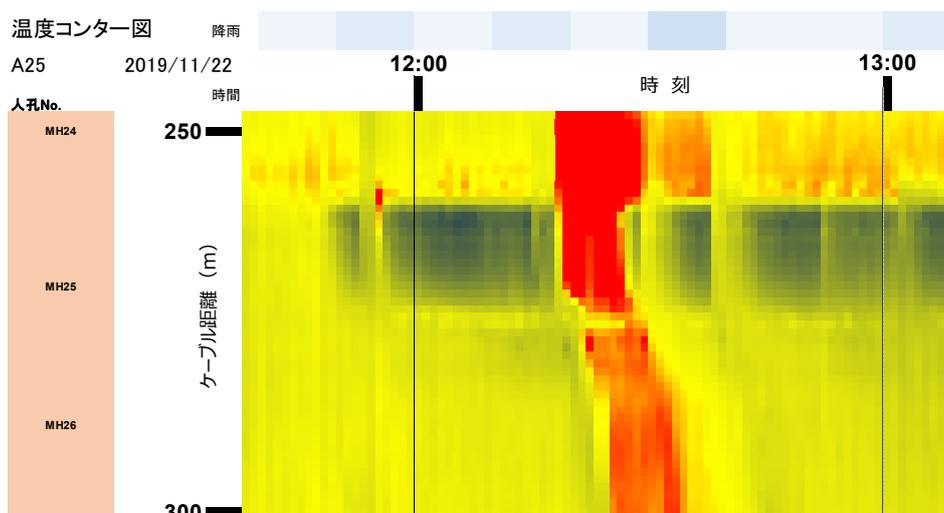


図 8-1 温度コンター図の出力例

また、解析結果の確認用として、測点毎に記録された 24 時間分の下水温度の和を示すグラフ（温度合計値グラフ）、及び上流測点の温度平均値との差を示すグラフ（温度差分グラフ）も合わせて出力することが望ましい（詳細は、資料編 4.3.2 を参照）。

4) 学習

下水温度データ等から雨天時浸入水発生箇所を検出するため、浸入水検出 AI に教師データを学習させる。ここで、使用する教師データは、学習後の浸入水検出 AI における精度が実証研究で構築した浸入水検出 AI の精度と同程度以上となるデータ量とする。また教師データとして、実証研究で作成した教師データを利用することも可能である（資料編 5 問い合わせ先を参照）。

なお、実証研究で構築した浸入水検出 AI では、5 ブロック・4 ヶ月の計測データから作成した教師データを用いることで、資料編 3.1.3 の（1）に示す精度を満たせることを確認している。

（3）技術者による確認

技術者による温度コンター図の確認により、段差工における光ファイバーケーブルの部分的な露出部など、浸入水検出 AI の検出結果の誤検出箇所を除外するとともに、浸入水検出箇所を確定し、整理する（詳細は § 21 解析、資料編 4.3.2 を参照）。

第2節 実証研究に基づく導入効果

§9 評価項目

実証研究に基づく本技術の評価項目を以下に示す。

- (1) 効率性
- (2) 事業性

【解説】

本技術の導入検討を進めるためには、導入による効果を定量的に把握できるように、評価項目、評価方法、評価結果を設定、提示する必要がある。

本技術における評価項目は、事業性と効率性とする。これは、本技術が従来技術と比べ低コストかつ短期間での調査を可能とする技術であることから設定するものである。

(1) 効率性

1) 調査に要する作業日数

① 調査作業の流れ

評価に当たっては、図9-1に示す作業の流れに基づき、調査及びデータ解析等に要する作業日数を算出し、従来技術に対する本技術の削減率を算出する。

ここで、従来技術における調査では、小ブロックへの絞り込みを行った後は詳細調査へ進む流れであったが、本技術では、小ブロックへの絞り込み後は詳細調査範囲の絞り込み（ラインスクリーニング）を実施し、その後、詳細調査へと続くフローとなる。

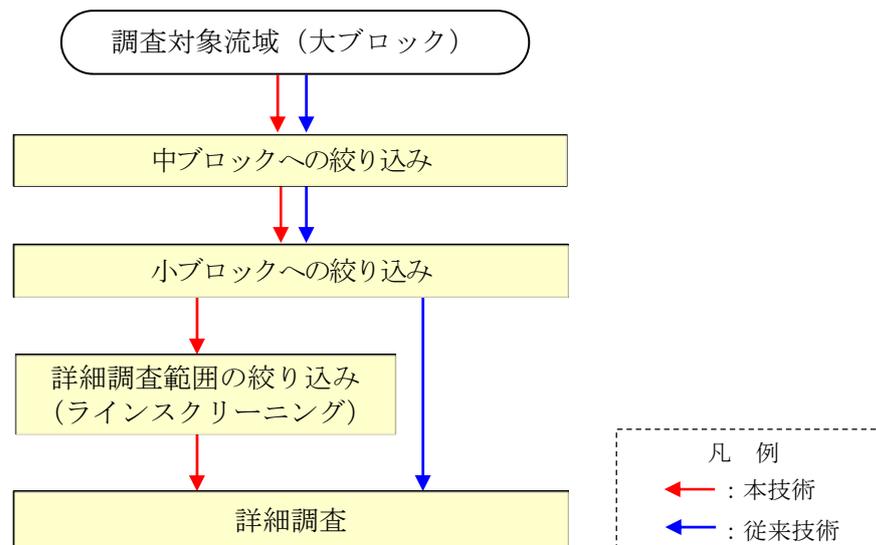


図9-1 本技術と従来技術の調査作業の流れ

② 作業日数の算定対象

従来技術及び本技術の調査に要する作業日数を算出する。表 9-1 に、調査に係る作業日数の算定対象を示す。

表 9-1 調査に係る作業日数の算定対象

分類	従来技術	本技術
中及び小ブロックへの絞り込み	<ul style="list-style-type: none"> ・流量調査に係る流量計の設置・撤去・巡回点検に要する日数 ・調査結果のとりまとめに要する日数 	<ul style="list-style-type: none"> ・水位調査に係る水位計の設置・撤去・巡回点検に要する日数 ・調査結果のとりまとめに要する日数
詳細調査範囲の絞り込み（ラインスクリーニング）	<ul style="list-style-type: none"> ・なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・下水温度調査に係る光ファイバー温度分布計測システムの設置・撤去・巡回点検に要する日数
詳細調査	<ul style="list-style-type: none"> ・流量調査により絞り込まれた小ブロック内の全路線・家屋の調査に要する日数 ・調査結果のとりまとめに要する日数 	<ul style="list-style-type: none"> ・ラインスクリーニングにより絞り込まれた詳細調査範囲（路線・家屋）の調査に要する日数 ・調査結果のとりまとめに要する日数

作業日数については、（公社）日本下水道管路管理業協会が発刊している「下水道管路管理積算資料⁶⁾」を参考に算出することを基本とする。また、本技術による作業日数は、調査地点の数や状況、使用する機器等に応じて適切に設定する。

なお、実証研究では、本技術の調査に必要な作業量について表 9-2 に示す結果が得られており、調査ブロックの条件（詳細調査の作業項目、調査ブロック内の管きょ延長、調査ブロック内の家屋数等）や使用する機器の仕様等が大きく異なる場合はこれらを参考値として使用しても良い（詳細は資料編 3.2 を参照）

表 9-2 実証研究で得られた本技術の調査作業量

工種		対象	標準作業量		
			現場作業	報告書作成	
水 理 調 査 工	水位計測工	設置	10箇所/日	5箇所/日	
		巡回点検	2週間に1回、機械点検・データ回収	20箇所/日	
		撤去		20箇所/日	
	温度計測工 （光ファイバー）	設置		470m/日	1000m/日
		巡回点検	2週間に1回、主要マンホールのケーブル点検	2,600m/日	
		撤去		1,500m/日	
温度計測工 （DTS）	設置	DTSの設置・温度校正作業の実施	2箇所/日	1箇所/日	
	撤去		10箇所/日		

注) 管内の堆積等により計測に悪影響を及ぼすことが予想される場合は、別途、洗浄やし渣の除去作業を考慮する

2) データ解析等に要する日数

① 解析の流れ

中及び小ブロックへの絞り込み、及び詳細調査範囲の絞り込み（雨天時浸入水発生箇所の検出）について、**図 9-2** に、ブロック絞り込み作業における従来技術と AI データ解析の流れを示す。また**図 9-3** に、雨天時浸入水発生箇所検出に係る AI データ解析の流れを示す。なお、雨天時浸入水発生箇所の検出に係る解析に対応する従来技術はない。

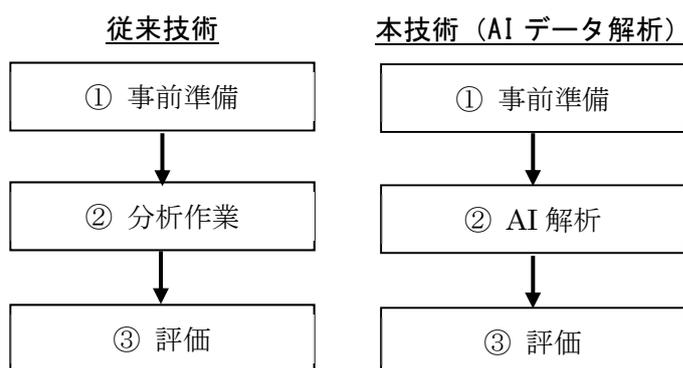


図 9-2 ブロック絞り込み作業における従来手法と AI データ解析の流れ

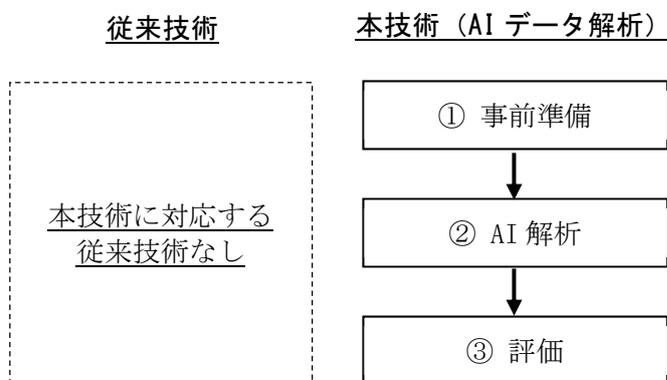


図 9-3 雨天時浸入水発生箇所の検出に係る AI データ解析の流れ

② 作業日数の算定対象

データ解析は、調査方針策定、解析作業（中及び小ブロックへの絞り込み、詳細調査範囲の絞り込み）、及び提出図書作成に分類し、従来技術及び本技術に要する作業日数を算出する。

表 9-3 に、データ解析等に係る作業日数の算定対象を示す。

表 9-3 データ解析等に係る作業日数の算定対象

分類		従来技術	本技術
調査方針策定		・基本作業の確認及び基礎調査に要する日数	・基本作業の確認及び基礎調査に要する日数
解析作業	中及び小ブロックへの絞り込み	・流量記録を用いた技術者によるブロック絞り込みに要する日数	・水位記録を用いた AI 解析によるブロック絞り込みに要する日数
	詳細調査範囲の絞り込み（ラインスクリーニング）	なし	・下水温度を用いた AI 解析による雨天時浸入水発生箇所を検出に要する日数
提出図書の作成		・報告書、図面、その他の関係図書の作成に要する日数	・報告書、図面、その他の関係図書の作成に要する日数

本技術及び従来技術によるデータ解析日数は、調査ブロックの数や状況に応じて適切に設定する。従来技術の作業日数、及び調査方針策定、提出図書作成については、（公財）日本下水道新技術機構が発刊している「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¹⁾」を参考に算出することを基本とする。

なお、実証研究では、本技術のデータ解析作業に必要な作業量として表 9-4 に示す結果が得られており、今回のように多くの調査を一度に実施するような調査の際には、これらを参考値として使用しても良い（詳細は資料編 3.2 を参照）。

表 9-4 実証研究で得られた本技術の標準作業日数

作業	手法	分類	標準作業日数
調査方針策定	基本作業の確認		300ha/日
	基礎調査		60ha/日
ブロック絞り込み作業	従来技術	事前準備	1.0 日 ^{※1} +0.008 日/箇所
		分析	0.438 日/箇所
		評価	0.625 日+0.188 日/箇所
	AI データ解析	事前準備	3.3 日
		AI 解析	0.6 日
		評価	0.63 日+0.02 日/箇所
雨天時浸入水発生箇所の検出作業	AI データ解析	事前準備 ^{※2}	1.85 日+0.47 日/ブロック
		AI 解析	0.3 日/ブロック
		評価	0.8 日/ブロック
提出図書の作成			150ha/日

※1 中→小ブロック絞り込み時は 0.6 日

※2 調査対象路線延長が 2000m 以上は補正が必要（詳細は資料編 3.2.1 を参照）

3) 削減率の算出

調査の目的に応じて、本技術及び従来技術における上記1)、2)の日数を各々合計し、式(9.1)に基づいて、従来技術に対する削減率を算出する。

$$\text{削減率 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{本技術を用いた場合の総作業日数}}{\text{従来技術を用いた場合の総作業日数}} \right) \times 100 \cdots \text{式 (9.1)}$$

(2) 事業性

1) 詳細調査までを対象とした作業の流れ

評価に当たっては、図9-4に示す作業の流れに基づき、調査及びデータ解析等に要する費用を算出し、従来技術に対する本技術の削減率を算出する。

ここで、従来技術における調査では、小ブロックへの絞り込みを行った後は詳細調査へ進む流れであったが、本技術では、小ブロックへの絞り込み後は詳細調査範囲の絞り込み(ラインスクリーニング)を実施し、その後、詳細調査へと続くフローとなる。

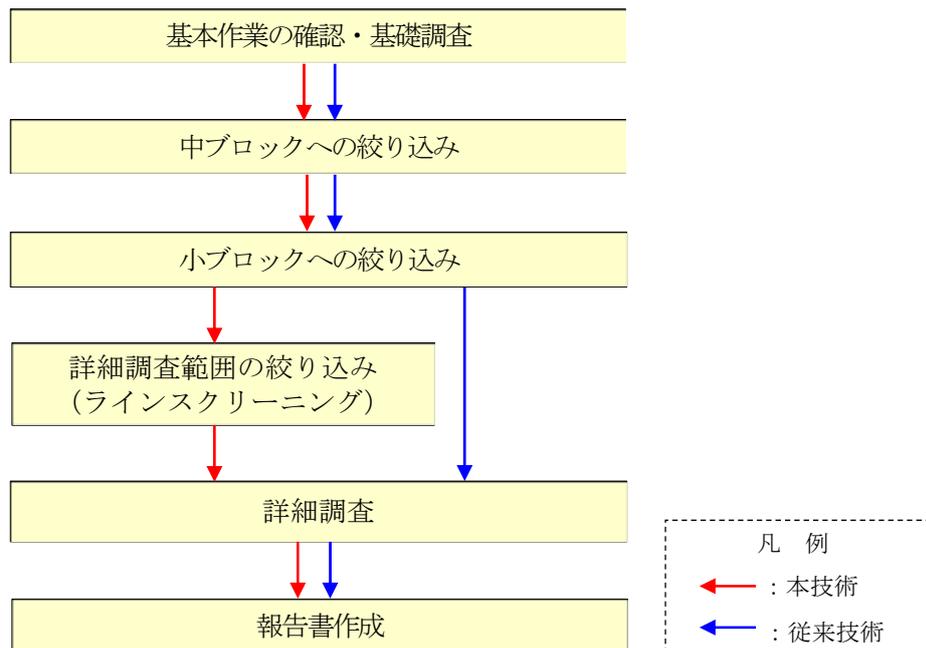


図9-4 本技術と従来技術の調査作業の流れ

2) 調査費用の算定対象

① 調査に要する費用

従来技術及び本技術の調査に要する費用を算出する。表9-5に、調査に係る費用の算定対象を示す。

表 9-5 調査に係る費用の算定対象

分類	従来技術	本技術
中及び小ブロックへの絞り込み	<ul style="list-style-type: none"> ・流量調査に係る流量計の設置・撤去・巡回点検に要する費用 ・機械損料 ・調査結果のとりまとめに要する費用 	<ul style="list-style-type: none"> ・水位調査に係る水位計の設置・撤去・巡回点検に要する費用 ・機械損料 ・調査結果のとりまとめに要する費用
詳細調査範囲の絞り込み（ラインスクリーニング）	・なし	<ul style="list-style-type: none"> ・下水温度調査に係る光ファイバー温度分布計測システムの設置・撤去・巡回点検に要する費用 ・機械損料
詳細調査	<ul style="list-style-type: none"> ・流量調査により絞り込まれた小ブロック内の全路線・家屋の調査に要する費用 ・調査結果のとりまとめに要する費用 	<ul style="list-style-type: none"> ・ラインスクリーニングにより絞り込まれた詳細調査範囲（路線・家屋）の調査に要する費用 ・調査結果のとりまとめに要する費用

調査費用については、（公社）日本下水道管路管理業協会が発刊している「下水道管路管理積算資料⁶⁾」を参考に算出することを基本とする。また、本技術による調査費用は、調査地点の数や状況、使用する機器等に応じて適切に設定する。

なお、実証研究では、本技術の調査に必要な作業人員として表 9-6 に示す結果が得られており、調査ブロックの条件（詳細調査の作業項目、調査ブロック内の管きょ延長、調査ブロック内の家屋数等）や使用する機器の仕様等が大きく異なる場合はこれらを参考値として使用しても良い（詳細は資料編 3.3 を参照）。

表 9-6 実証研究で得られた本技術の調査作業に必要な作業人員数（1日当たり）

工種		管理主任技師	管理技師	調査技師	調査助手	調査作業員	運転手一般	
調査	水位計測工	設置		1	1	1		
		巡回点検			1	1	1	
		撤去			1	1	1	
	温度計測工（光ファイバー）	設置			1	1	2	1
		巡回点検			1	1	1	
		撤去			1	1	2	1
温度計測工（DTS）	設置			1	1	1		
	撤去			1	1	1		
報告書作成	水位計測工		0.3	1	1	1		
	温度計測工（光ファイバー）		0.3	1	1	1		
	温度計測工（DTS）		0.3	1	1	1		

② データ解析等に要する費用

データ解析は、調査方針策定、解析作業（中及び小ブロックへの絞り込み、詳細調査範囲の絞り込み）、及び提出図書作成に分類し、従来技術及び本技術に要する費用を算出する。表 9-7 に、データ解析等に係る費用の算定対象を示す。

表 9-7 データ解析等に係る費用の算定対象

分類		従来技術	本技術
調査方針策定		・基本作業の確認及び基礎調査に要する費用	・基本作業の確認及び基礎調査に要する費用
解析作業	中及び小ブロックへの絞り込み	・流量記録を用いた技術者によるブロック絞り込みに要する費用	・水位記録を用いた AI 解析によるブロック絞り込みに要する費用
	詳細調査範囲の絞り込み（ラインスクリーニング）	なし	・下水温度を用いた AI 解析による雨天時浸入水発生箇所の検出に要する費用
提出図書の作成		・報告書、図面、その他の関係図書の作成に要する費用	・報告書、図面、その他の関係図書の作成に要する費用

従来技術における調査費用の算定に当たっては、（公財）日本下水道新技術推進機構が発刊している「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¹⁾」を参考に算出することを基本とする。また、本技術による分析費用は、調査ブロックの数や状況等に応じて適切に設定する。

なお、実証研究では、本技術の解析作業に必要な人員として、表 9-8 の結果が得られており、これらを参考値として使用しても良い（詳細は資料編 3.3 を参照）。

表 9-8(1) 実証研究で得られた本技術の AI 解析作業に必要な人員数

作業項目	作業人員(人)						
	主任 技術者	技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員
3-1.調査手順の検討			0.65	1.30	0.65		
3-2.浸入水発生領域絞り込み調査							
3-2-1水位計設置個所の検討(机上 整理)				3.00	3.00	2.00	
3-2-2絞り込み調査(別途計上)							
3-2-3水位計設置箇所の評価				6.00	3.00		
3-3絞り込みAI解析							
3-3-1測定データの確認・整理				1.00	2.00	3.00	
3-3-2絞り込みAIデータ解析			0.50	1.50	0.50		
3-4.絞り込み調査結果の分析・評価			1.50	3.50	1.00	0.50	
3-10まとめと照査		0.65	0.65	0.65			
小 計		0.65	3.30	16.95	10.15	5.50	

(注1) 対象区域の絞り込み(大~小ブロック)単位で検討箇所分計上する。

(注2) 基準面積 300ha、基準箇所数 50箇所

表 9-8(2) 実証研究で得られた本技術の AI 解析作業に必要な人員数

作業項目	作業人員(人)						
	主任 技術者	技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員
3-5ラインスクリーニング							
3-5-1事前準備				4.00	2.00		
3-5-2ラインスクリーニング(別途計 上)							
3-6浸入水発生箇所検出AI解析							
3-6-1測定データの整形・取り込み			1.30	1.80	1.20		
3-6-2教師データ作成(必要に応じて 計上)				1.00	1.50		
3-6-3AIによる学習(必要に応じて計 上)			0.65	1.50	1.30		
3-6-4AIデータ解析			0.50	0.65			
3-7ラインスクリーニング結果の分析・評 価			1.00	3.00	1.00	1.00	
3-10まとめと照査		0.65	0.65	0.65			
小 計		0.65	4.10	12.60	7.00	1.00	

(注) 基準延長2,000m 設置箇所1箇所

3) 削減率の算出

調査の目的に応じて、本技術及び従来技術における上記1) 2) の費用を各々合計し、式(9.2)に基づいて、従来技術に対する削減率を算出する。

$$\text{削減率 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{本技術の実施に要する費用}}{\text{従来技術の実施に要する費用}} \right) \times 100 \cdots \text{式 (9.2)}$$

§ 10 評価結果

実証研究に基づく、本技術の評価結果を以下に示す。

- (1) 効率性
- (2) 事業性

【解 説】

効率性及び事業性は、本技術を導入する範囲や調査ブロックの状況等によって、その評価が異なる。そのため実証研究では、条件が異なる複数の実証フィールドを対象に、本技術の効率性、事業性を従来技術と比較することで確認した。なお、実証研究を通じて、本技術は従来技術と同等の効果が得られていることを確認している（資料編 3.1 を参照）。

① さいたま市

a. ブロックの特性

さいたま市の今回の実証フィールドの区域は概ね 1,500ha となっており、この区域の約 7 割は住居系の用途となっている。市では、大雨時における汚水の溢水被害の発生や流域負担金額が増大していることから、市内全域において雨天時浸入水の削減への取り組みが進められているが、近年では、雨天時浸入水を要因とする住民苦情（大降雨時における悪臭の発生やトイレ排水不良等）も増加しており、早急な対策の実施が求められている。しかし、対象区域が大きく、調査や対策にかかる費用が莫大であるため、対策が十分に進んでいるとは言えない状況である。

実証フィールドの区域は、荒川左岸流域の低平地となっており、市の中心部かつ交通量が多く、ヒューム管により整備されている地区で、大雨時には汚水溢水被害等が発生している。表 10-1 に、さいたま市の実証フィールドの土地利用状況を示す。

表 10-1 実証フィールドの土地利用状況（さいたま市）

市街化区域				市街化調整区域
住居系	商業系	工業系	無指定	
69.8%	0.5%	15.2%	1.8%	12.7%

b. 中ブロックの絞り込み

本実証研究では、荒川左岸南部流域処理区のうち、既存の流量解析において雨天時浸入水率が高いと評価された処理分区実証フィールドに選定し、50 箇所水位計を設置して、中ブロックへの絞り込みを行った。なお、従来手法では、水位計と同位置に流量計を用いた調査を想定している。

図 10-1 に、実証フィールドの概要及び水位計の設置箇所を示す。

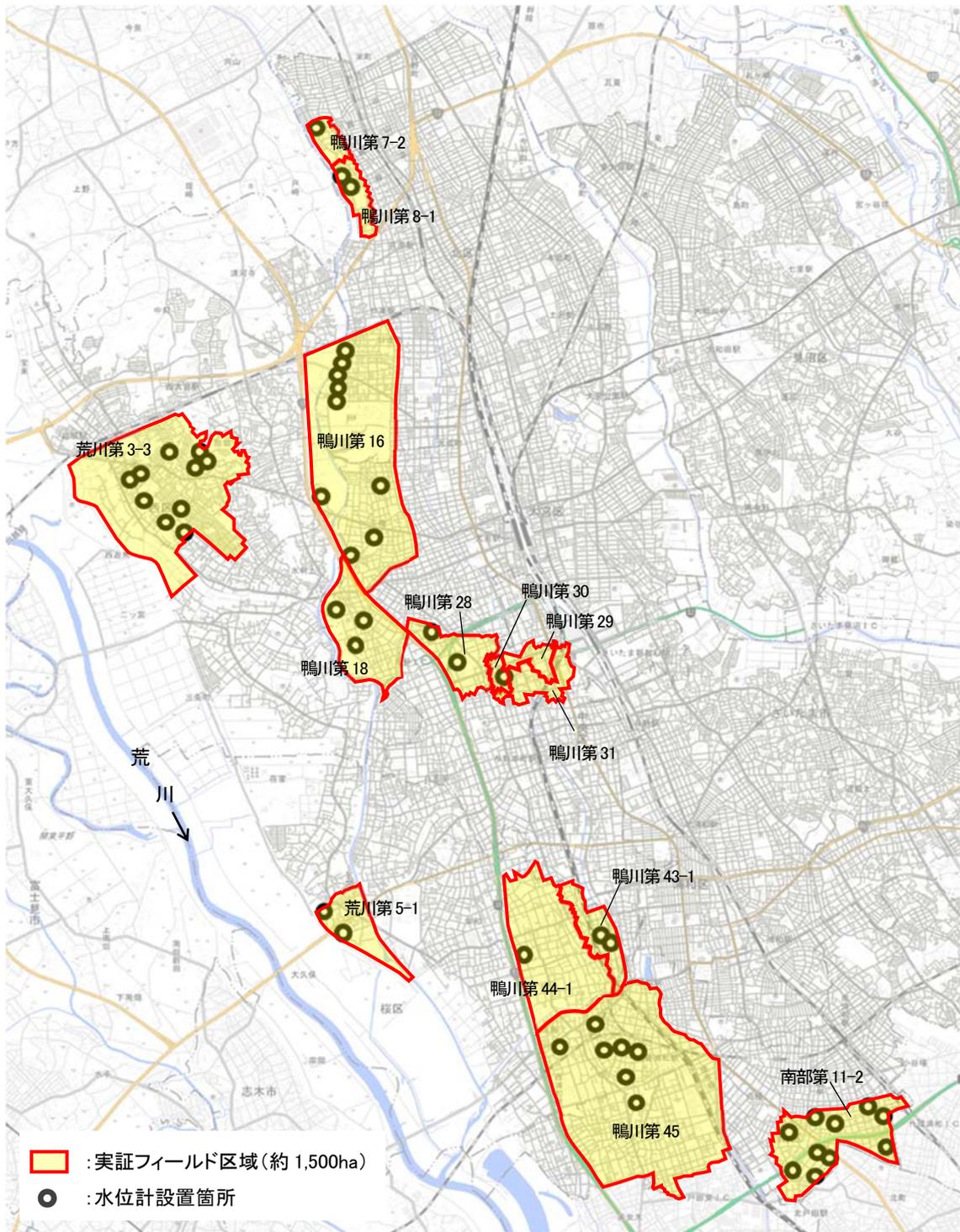


図 10-1 実証フィールドの概要及び水位計の設置箇所（さいたま市）

解析対象としたブロックを対象に、絞り込み AI を用いて浸入率及び浸入水量試算値を算定し、浸入率の順位付け結果に基づき、雨天時浸入水が強く疑われるブロックを優先し、11 ブロック、合計面積 85.37ha を抽出した（資料編 2.1 を参照）。

c. 小ブロックの絞り込み

雨天時浸入水が多いと思われるブロックを横並びで評価し、対策優先度が高い 2 つの小ブロックを抽出する。中ブロックの絞り込みと同様に、各ブロックに水位計（従来手法は流量計）を設置し、小ブロックへの絞り込みを実施した。

小ブロックへの絞り込みは、下記の選定項目を勘案して選定を行った。

(対象ブロック選定項目)

- ① 浸入率
- ② 浸入水量試算値
- ③ 管きょ延長
- ④ 家屋密度
- ⑤ 土地利用状況（低層住宅地を優先）
- ⑥ 作業性（交通への影響等）
- ⑦ DTS 設置場所（公共施設を優先）

ブロック絞り込み調査は、対策の費用対効果の観点から浸入率、浸入水量が多く、かつ近隣に DTS 設置の協力を得やすい公共施設等が存在する「S31-2」、「S32-2」ブロックを抽出した。（資料編 2.2 を参照）。

S31-2 ブロック	面積	6.54ha	、管きょ延長	1,390m
S31-2 ブロック	面積	8.24ha	、管きょ延長	1,764m

d. ラインスクリーニング

実証研究では、対策優先度の高い 2 ブロックを対象にラインスクリーニングを実施し、ブロック内における雨天時浸入水発生箇所の検出を行った。

表 10-2 に、ラインスクリーニングの測定機材設置実績を示す。

表 10-2 ラインスクリーニングの測定機材設置実績（さいたま市）

ブロック名	内容	数量	備考
S31-2	光ファイバーケーブル設置	1,390m	管きょ延長
	光ファイバー素線融着	41箇所	
	DTS	1箇所	民家
S32-2	光ファイバーケーブル設置	1,390m	管きょ延長
	光ファイバー素線融着	41箇所	
	DTS	1箇所	集会所

実証研究では、ラインスクリーニングを実施したことにより、詳細調査の実施数量を削

減することができている。

表 10-3 に、従来技術と本技術の詳細調査対象施設を示す。

表 10-3 詳細調査数量（さいたま市）

ブロック	調査内容	単位	従来技術 ①	本技術 ②	②/① (%)
S31-2	本管TVカメラ	m	1,390	568	41%
	音響・染色調査	戸	203	57	28%
	本管送煙調査	m	1,665	672	40%
S32-2	本管TVカメラ	m	1,764	716	41%
	音響・染色調査	戸	201	63	31%
	本管送煙調査	m	1,764	716	41%

② 藤沢市

a. ブロックの特性

藤沢市の大庭地区は、市の中央部に位置し、今回の実証フィールドの区域は約 700ha となっている。昭和 40 年代から山の造成により一戸建てから中低層までの住宅団地が開発された地区で、この区域の約 6 割は住居系の用途となっている。本地区では昭和 44 年度から下水道整備が着手され、また、古くから下水道の整備が進んだため、陶管が約 4 割を占めており、管路施設の老朽化が懸念されている。平成 25 年度に常時浸入水の把握を目的とした調査、対策を実施してきたが、雨天時浸入水に対してはまだ対策が実施されていない状況である。

実証フィールドの区域は、陶管による整備が多い地区で雨天時浸入水により下流のポンプ場等の運転管理への影響や汚水溢水による衛生面や環境面への影響が発生している。

表 10-4 に、藤沢市の実証フィールドの土地利用状況を示す。

表 10-4 実証フィールドの土地利用状況（藤沢市）

市街化区域				市街化 調整区域
住居系	商業系	工業系	無指定	
62.6%	3.8%	8.9%	0.0%	24.7%

b. 中ブロックの絞り込み

本実証研究では、南部処理区大庭処理系統内に 50 箇所の水位計（従来手法は流量計）を設置して、中ブロックへの絞り込みを行った。

図 10-2 に、実証フィールドの概要及び水位計の設置箇所を示す。

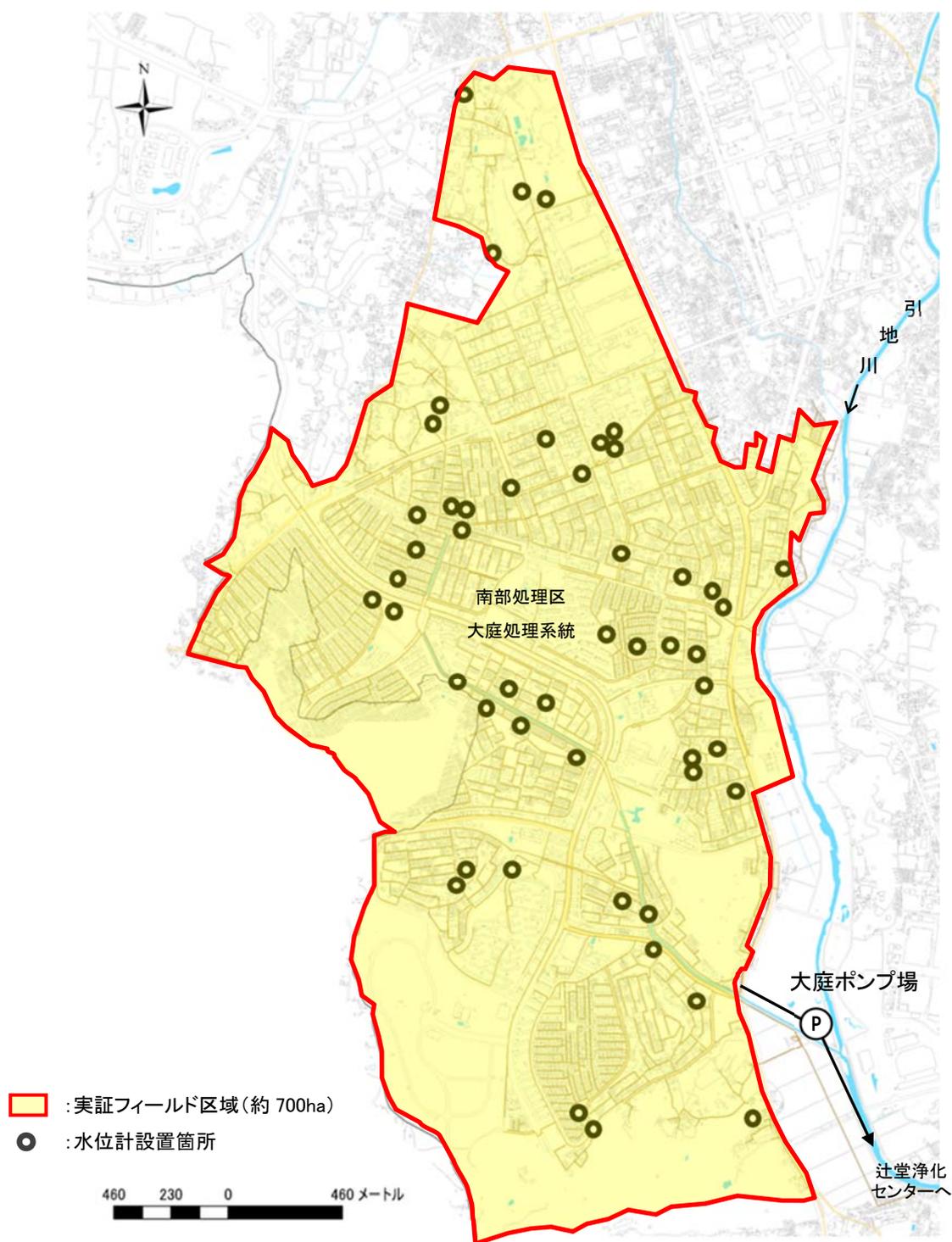


図 10-2 実証フィールドの概要及び水位計の設置箇所 (藤沢市)

解析対象としたブロックを対象に、絞り込み AI を用いて浸入率及び浸入水量試算値を算定し、浸入率の順位付け結果に基づき、雨天時浸入水が強く疑われるブロックを優先し、10 ブロック、合計面積 58.51ha を抽出した (資料編 2.1 を参照)。

c. 小ブロックの絞り込み

雨天時浸入水が多いと思われるブロックを横並びで評価し、対策優先度が高い 2 つの小ブロックを抽出する。中ブロックの絞り込みと同様に、各ブロックに水位計（従来手法は流量計）を設置し、小ブロックへの絞り込みを実施した。

小ブロックへの絞り込みは、下記の選定項目を勘案して実施した。

(対象ブロック選定項目)

- ① 浸入率
- ② 浸入水量
- ③ 管きょ延長
- ④ 家屋密度
- ⑤ 土地利用状況（低層住宅地を優先）
- ⑥ 作業性（交通への影響等）
- ⑦ DTS 設置場所（公共施設を優先）

ブロック絞り込み調査は、対策の費用対効果の観点から浸入率、浸入水量が多く、かつ近隣に DTS 設置の協力を得やすい公共施設等が存在する「F25」、「F37」ブロックを抽出した。（資料編 2.2 を参照）。

F25 ブロック	面積	8.30ha	、管きょ延長	2,597m
F37 ブロック	面積	5.36ha	、管きょ延長	1,715m

d. ラインスクリーニング

実証研究では、対策優先度の高い 2 ブロックを対象にラインスクリーニングを実施し、ブロック内における雨天時浸入水発生箇所の検出を行った。

表 10-5 に、ラインスクリーニングの測定機材設置実績を示す。

表 10-5 ラインスクリーニングの測定機材設置実績（藤沢市）

ブロック名	内容	数量	備考
F25	光ファイバーケーブル設置	2,597m	管きょ延長
	光ファイバー素線融着	35箇所	
	DTS	1箇所	集会所
F37	光ファイバーケーブル設置	1,715m	管きょ延長
	光ファイバー素線融着	61箇所	
	DTS	1箇所	集会所

実証研究では、ラインスクリーニングを実施したことにより、詳細調査の実施数量を削減することができている。

表 10-6 に、従来技術と本技術の詳細調査対象施設を示す。

表 10-6 詳細調査数量（藤沢市）

ブロック	調査内容	単位	従来技術 ①	本技術 ②	②/① (%)
F25	本管TVカメラ	m	2,597	429	17%
	音響・染色調査	戸	298	54	18%
	本管送煙調査	m	2,597	429	17%
F37	本管TVカメラ	m	1,715	281	16%
	音響・染色調査	戸	105	28	27%
	本管送煙調査	m	1,715	281	16%

本技術の効率性、事業性は、実証研究の実績を基に従来技術と本技術の作業日数及び費用を § 9 評価項目に示す各評価項目について試算し、従来技術に対する削減率により評価する。

以下に、評価結果を示す。なお、実証研究における調査の概要等は資料編 1 に、ラインスクリーニングを実施した調査ブロック（S31-2、S32-2、F25、F37）の状況及び削減率の算出結果の詳細は資料編 3.2 に示す。

(1) 効率性

1) 調査に要する作業日数の削減率

表 10-7 及び図 10-3 に、調査に要する作業日数の削減率を示す。調査に要する作業日数の削減率は、都市別では 65%~71%、2 都市計で 68%となった。

表 10-7 調査に要する作業日数の削減率

都市	分類	項目	作業日数(日)			削減率(%)	
			従来技術①	本技術②	差(②-①)		
さいたま市	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	132.5	35.0	▲ 97.5	74%	
		小ブロックへの絞り込み	31.8	8.4	▲ 23.4	74%	
		小計	164.3	43.4	▲ 120.9	74%	
	詳細調査範囲の絞り込み + 詳細調査	S31-2	詳細調査範囲の絞り込み	/	6.0	6.0	/
			詳細調査	51.5	17.1	▲ 34.4	67%
			計	51.5	23.1	▲ 28.4	55%
		S32-2	詳細調査範囲の絞り込み	/	7.7	7.7	/
			詳細調査	54.4	19.4	▲ 35.1	64%
			計	54.4	27.1	▲ 27.4	50%
		小計	105.9	50.2	▲ 55.8	53%	
		合計	270.2	93.6	▲ 176.7	65%	
		藤沢市	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	132.5	35.0	▲ 97.5
	小ブロックへの絞り込み			37.1	9.8	▲ 27.3	74%
小計	169.6			44.8	▲ 124.8	74%	
詳細調査範囲の絞り込み + 詳細調査	F25		詳細調査範囲の絞り込み	/	10.8	10.8	/
			詳細調査	89.2	15.4	▲ 73.8	83%
			計	89.2	26.2	▲ 63.0	71%
	F37		詳細調査範囲の絞り込み	/	7.4	7.4	/
			詳細調査	45.2	9.1	▲ 36.1	80%
			計	45.2	16.5	▲ 28.7	64%
小計	134.4		42.7	▲ 91.8	68%		
合計	304.0		87.5	▲ 216.6	71%		
2都市計	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	265.0	70.0	▲ 195.0	74%	
		小ブロックへの絞り込み	68.9	18.2	▲ 50.7	74%	
		小計	333.9	88.2	▲ 245.7	74%	
	詳細調査範囲の絞り込み + 詳細調査	詳細調査範囲の絞り込み	/	31.9	31.9	/	
		詳細調査	240.4	60.9	▲ 179.4	75%	
		小計	240.4	92.8	▲ 147.5	61%	
	合計	574.3	181.0	▲ 393.2	68%		

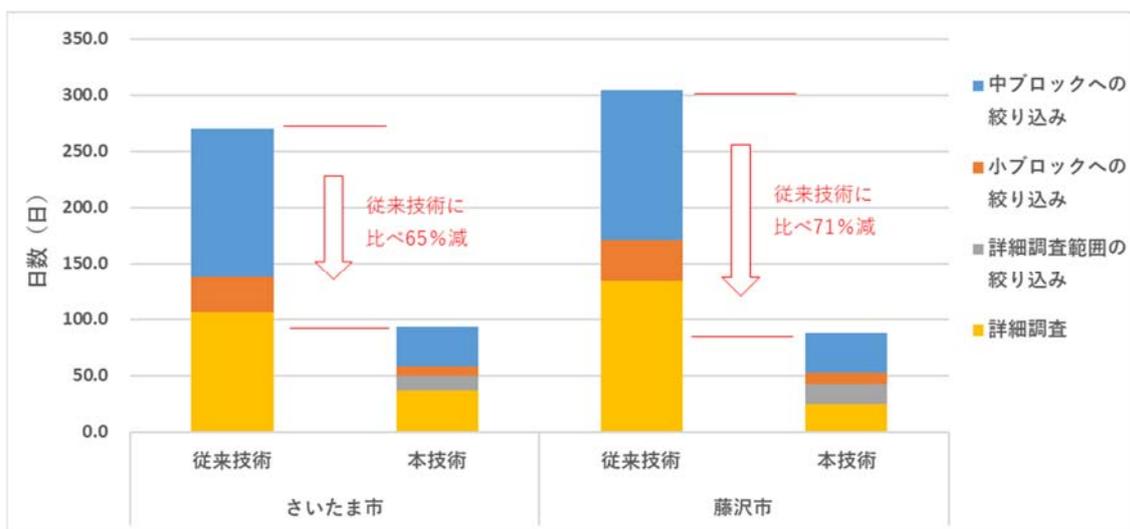


図 10-3 調査に要する作業日数の削減率 (都市別)

2) データ解析等に要する作業日数の削減率

表 10-8 及び図 10-4 に、データ解析等に要する作業日数の削減率を示す。データ解析等に要する作業日数の削減率は、都市別では 30%~42%、2 都市計で 35%となった。

表 10-8 データ解析等に要する作業日数の削減率

都市	分類	項目	作業日数(日)			削減率 (%)	
			従来技術①	本技術②	差(②-①)		
さいたま市	調査方針策定	調査方針策定	31.6	31.6	0.0	0%	
		小計	31.6	31.6	0.0	0%	
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	33.3	5.5	▲ 27.8	83%	
		小ブロックへの絞り込み	8.9	4.8	▲ 4.1	46%	
		小計	42.2	10.3	▲ 31.9	76%	
	詳細調査範囲の絞り込み	S31-2	詳細調査範囲の絞り込み	/	3.4	3.4	/
			計	0.0	3.4	3.4	/
		S32-2	詳細調査範囲の絞り込み	/	3.4	3.4	/
			計	0.0	3.4	3.4	/
	小計	0.0	6.8	6.8	/		
	提出図書の作成	提出図書の作成	10.5	10.5	0.0	0%	
		小計	10.5	10.5	0.0	0%	
合計			84.3	59.2	▲ 25.1	30%	
藤沢市	調査方針策定	調査方針策定	14.0	14.0	0.0	0%	
		小計	14.0	14.0	0.0	0%	
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	33.3	5.5	▲ 27.8	83%	
		小ブロックへの絞り込み	10.1	4.8	▲ 5.3	52%	
		小計	43.4	10.3	▲ 33.1	76%	
	詳細調査範囲の絞り込み	F25	詳細調査範囲の絞り込み	/	3.9	3.9	/
			計	0.0	3.9	3.9	/
		F37	詳細調査範囲の絞り込み	/	3.4	3.4	/
			計	0.0	3.4	3.4	/
	小計	0.0	7.3	7.3	/		
	提出図書の作成	提出図書の作成	4.7	4.7	0.0	0%	
		小計	4.7	4.7	0.0	0%	
合計			62.1	36.3	▲ 25.8	42%	
2都市計	調査方針策定	調査方針策定	45.6	45.6	0.0	0%	
		小計	45.6	45.6	0.0	0%	
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	66.6	11.0	▲ 55.6	83%	
		小ブロックへの絞り込み	19.0	9.6	▲ 9.4	49%	
		小計	85.6	20.6	▲ 65.0	76%	
	詳細調査範囲の絞り込み	詳細調査範囲の絞り込み	/	14.1	14.1	/	
		小計	0.0	14.1	14.1	/	
	提出図書の作成	提出図書の作成	15.2	15.2	0.0	0%	
		小計	15.2	15.2	0.0	0%	
	合計			146.4	95.5	▲ 50.9	35%

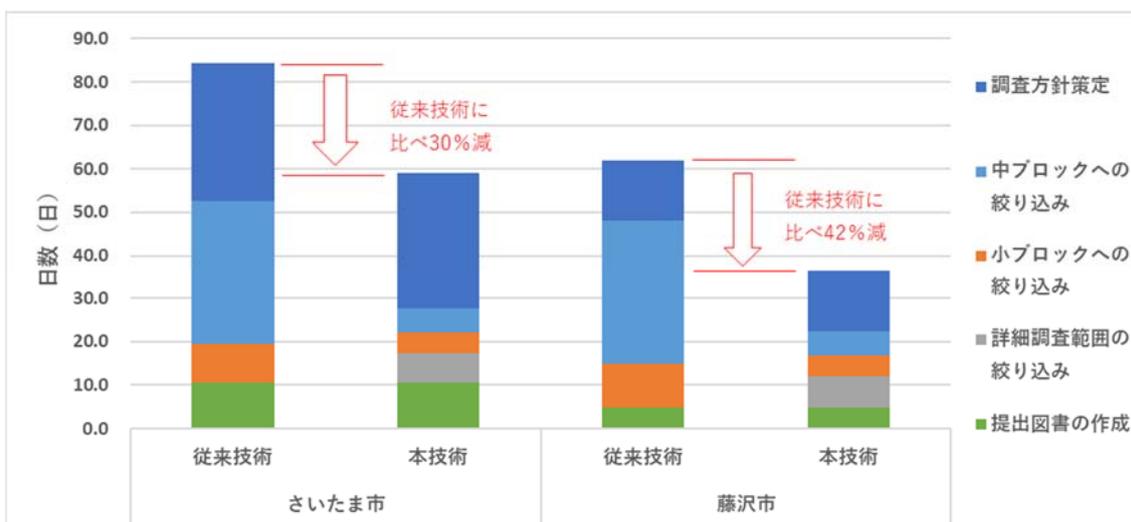


図 10-4 データ解析等に要する作業日数の削減率（都市別）

3) 本技術に係る作業日数の削減率

表 10-9 及び図 10-5 に、本技術に係る作業日数の削減率を示す。本技術に係る作業日数の削減率は、都市別では 57～66%、2 都市計で 62% となった。

表 10-9 本技術に係る作業日数の削減率

都市	分類	項目	作業日数(日)			削減率 (%)	
			従来技術①	本技術②	差(②-①)		
さいたま市	調査方針策定	調査方針策定	31.6	31.6	0.0	0%	
		小計	31.6	31.6	0.0	0%	
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	165.8	40.5	▲ 125.3	76%	
		小ブロックへの絞り込み	40.7	13.2	▲ 27.5	68%	
		小計	206.5	53.7	▲ 152.8	74%	
	詳細調査範囲の 絞り込み + 詳細調査	S31-2	詳細調査範囲の絞り込み	/	9.4	9.4	/
			詳細調査	51.5	17.1	▲ 34.4	67%
			計	51.5	26.5	▲ 25.0	49%
		S32-2	詳細調査範囲の絞り込み	/	11.1	11.1	/
			詳細調査	54.4	19.4	▲ 35.1	64%
			計	54.4	30.5	▲ 24.0	44%
	小計	105.9	57.0	▲ 49.0	46%		
	提出図書の作成	提出図書の作成	10.5	10.5	0.0	0%	
		小計	10.5	10.5	0.0	0%	
合計			354.5	152.8	▲ 201.8	57%	
藤沢市	調査方針策定	調査方針策定	14.0	14.0	0.0	0%	
		小計	14.0	14.0	0.0	0%	
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	165.8	40.5	▲ 125.3	76%	
		小ブロックへの絞り込み	47.2	14.6	▲ 32.6	69%	
		小計	213.0	55.1	▲ 157.9	74%	
	詳細調査範囲の 絞り込み + 詳細調査	F25	詳細調査範囲の絞り込み	/	14.7	14.7	/
			詳細調査	89.2	15.4	▲ 73.8	83%
			計	89.2	30.1	▲ 59.1	66%
		F37	詳細調査範囲の絞り込み	/	10.8	10.8	/
			詳細調査	45.2	9.1	▲ 36.1	80%
			計	45.2	19.9	▲ 25.3	56%
	小計	134.4	50.0	▲ 84.5	63%		
	提出図書の作成	提出図書の作成	4.7	4.7	0.0	0%	
		小計	4.7	4.7	0.0	0%	
合計			366.1	123.8	▲ 242.4	66%	
2都市計	調査方針策定	調査方針策定	45.6	45.6	0.0	0%	
		小計	45.6	45.6	0.0	0%	
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	331.6	81.0	▲ 250.6	76%	
		小ブロックへの絞り込み	87.9	27.8	▲ 60.1	68%	
		小計	419.5	108.8	▲ 310.7	74%	
	詳細調査範囲の 絞り込み + 詳細調査	詳細調査範囲の絞り込み	/	46.0	46.0	/	
		詳細調査	240.4	60.9	▲ 179.4	75%	
		小計	240.4	106.9	▲ 133.4	56%	
	提出図書の作成	提出図書の作成	15.2	15.2	0.0	0%	
		小計	15.2	15.2	0.0	0%	
合計			720.7	276.5	▲ 444.1	62%	

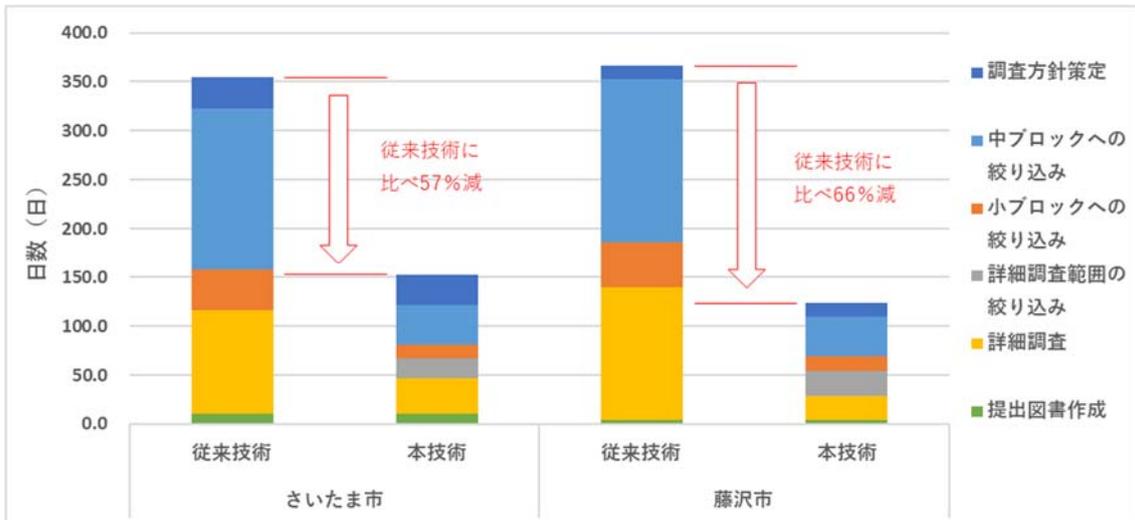


図 10-5 本技術に係る作業日数の削減率（都市別）

(2) 事業性

1) 調査に要する費用の削減率

表 10-10 及び図 10-6 に、調査に要する費用の削減率を示す。調査に要する費用の削減率は都市別では 67～70%、2 都市計で 68%となった。

表 10-10 調査に要する費用の削減率

都市	分類	項目	費用 (千円)			削減率 (%)	費用 (千円)		
			従来技術①	本技術②	差 (②-①)		差 (②-①)	削減率 (%)	
さいたま市	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	88,743	15,149	▲ 73,594	83%	▲ 92,979	83%	
		小ブロックへの絞り込み	23,658	4,273	▲ 19,385	82%			
		小計	112,401	19,422	▲ 92,979	83%			
	詳細調査範囲の絞り込み + 詳細調査	S31-2	詳細調査範囲の絞り込み		7,735	7,735		▲ 2,045	13%
			詳細調査	15,725	5,945	▲ 9,780	62%		
			計	15,725	13,680	▲ 2,045	13%		
		S32-2	詳細調査範囲の絞り込み		8,659	8,659		▲ 1,575	9%
			詳細調査	17,011	6,777	▲ 10,234	60%		
			計	17,011	15,436	▲ 1,575	9%		
	小計	32,736	29,116	▲ 3,620	11%				
合計		145,137	48,538	▲ 96,599	67%				
藤沢市	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	86,059	14,641	▲ 71,418	83%	▲ 93,049	83%	
		小ブロックへの絞り込み	26,272	4,641	▲ 21,631	82%			
		小計	112,331	19,282	▲ 93,049	83%			
	詳細調査範囲の絞り込み + 詳細調査	F25	詳細調査範囲の絞り込み		10,089	10,089		▲ 11,497	43%
			詳細調査	26,819	5,233	▲ 21,586	80%		
			計	26,819	15,322	▲ 11,497	43%		
		F37	詳細調査範囲の絞り込み		8,357	8,357		▲ 3,621	24%
			詳細調査	15,325	3,347	▲ 11,978	78%		
			計	15,325	11,704	▲ 3,621	24%		
	小計	42,144	27,026	▲ 15,118	36%				
合計		154,475	46,308	▲ 108,167	70%				
2都市計	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	174,802	29,790	▲ 145,012	83%	▲ 186,028	83%	
		小ブロックへの絞り込み	49,930	8,914	▲ 41,016	82%			
		小計	224,732	38,704	▲ 186,028	83%			
	詳細調査範囲の絞り込み + 詳細調査	詳細調査範囲の絞り込み		34,840	34,840		▲ 18,738	25%	
		詳細調査	74,880	21,302	▲ 53,578	72%			
		小計	74,880	56,142	▲ 18,738	25%			
合計		299,612	94,846	▲ 204,766	68%				

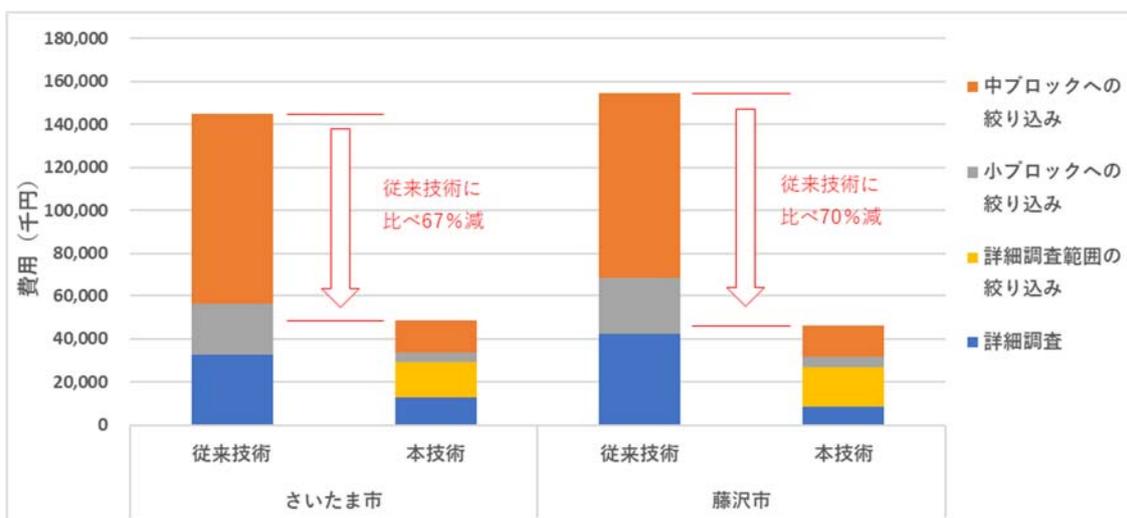


図 10-6 調査に要する費用の削減率（都市別）

2) データ解析等に要する費用の削減率

表 10-11 及び図 10-7 に、データ解析等に要する費用の削減率を示す。データ解析等に要する費用の削減率は、都市別では▲21～▲27%、2都市計で▲24%となった。

表 10-11 データ解析等に要する費用の削減率

都市	分類	項目	費用 (千円)			削減率 (%)	費用 (千円)	削減率 (%)	
			従来技術①	本技術②	差 (②-①)		差 (②-①)		
さいたま市	調査方針策定	調査方針策定	5,912	5,912	0	0%			
		小計	5,912	5,912	0	0%			
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	5,930	5,818	▲ 112	2%	▲ 146	2%	
		小ブロックへの絞り込み	1,810	1,776	▲ 34	2%			
		小計	7,740	7,594	▲ 146	2%			
	詳細調査範囲の絞り込み	S31-2	詳細調査範囲の絞り込み		1,689	1,689		1,689	
			計	0	1,689	1,689			
		S32-2	詳細調査範囲の絞り込み		1,880	1,880		1,880	
			計	0	1,880	1,880			
	小計	0	3,569	3,569					
提出図書の作成	提出図書の作成	2,582	2,582	0	0%				
	小計	2,582	2,582	0	0%				
合計		16,234	19,657	3,423	-21%				
藤沢市	調査方針策定	調査方針策定	3,785	3,785	0	0%			
		小計	3,785	3,785	0	0%			
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	5,431	4,659	▲ 772	14%	▲ 729	10%	
		小ブロックへの絞り込み	1,683	1,726	43	-3%			
		小計	7,114	6,385	▲ 729	10%			
	詳細調査範囲の絞り込み	F25	詳細調査範囲の絞り込み		2,265	2,265		2,265	
			計	0	2,265	2,265			
		F37	詳細調査範囲の絞り込み		1,880	1,880		1,880	
			計	0	1,880	1,880			
	小計	0	4,145	4,145					
提出図書の作成	提出図書の作成	1,653	1,653	0	0%				
	小計	1,653	1,653	0	0%				
合計		12,552	15,968	3,416	-27%				
2都市計	調査方針策定	調査方針策定	9,697	9,697	0	0%			
		小計	9,697	9,697	0	0%			
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	11,361	10,477	▲ 884	8%	▲ 875	6%	
		小ブロックへの絞り込み	3,493	3,502	9	0%			
		小計	14,854	13,979	▲ 875	6%			
	詳細調査範囲の絞り込み	詳細調査範囲の絞り込み		7,714	7,714		7,714		
		小計	0	7,714	7,714				
	提出図書の作成	提出図書の作成	4,235	4,235	0	0%			
		小計	4,235	4,235	0	0%			
	合計		28,786	35,625	6,839	-24%			

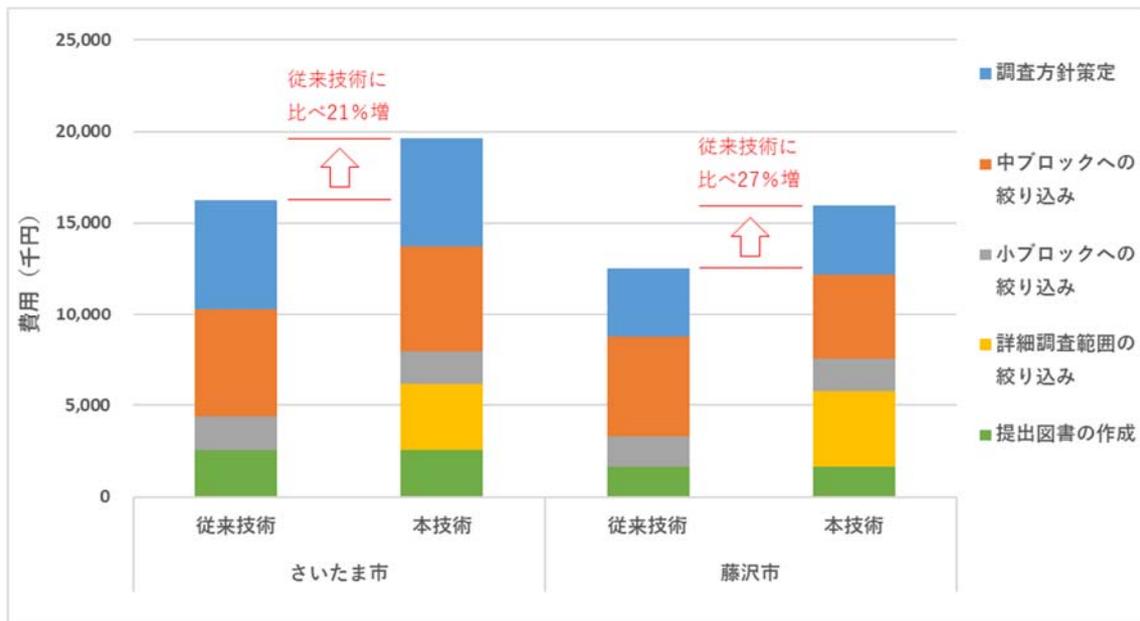


図 10-7 データ解析等に要する費用の削減率（都市別）

3) 本技術に係る費用の削減率

表 10-12 及び図 10-8 に、本技術に係る費用の削減率を示す。本技術に係る費用の削減率は、都市別では 58~63%、2 都市計で 60%となった。

表 10-12 本技術に係る費用の削減率

都市	分類	項目	費用 (千円)			削減率 (%)	費用 (千円) 差 (②-①)	削減率 (%)	
			従来技術①	本技術②	差 (②-①)				
さいたま市	調査方針策定	調査方針策定	5,912	5,912	0	0%			
		小計	5,912	5,912	0	0%			
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	94,673	20,967	▲ 73,706	78%	▲ 93,125	78%	
		小ブロックへの絞り込み	25,468	6,049	▲ 19,419	76%			
		小計	120,141	27,016	▲ 93,125	78%			
	詳細調査範囲の 絞り込み + 詳細調査	S31-2	詳細調査範囲の絞り込み		9,424	9,424		▲ 356	2%
			詳細調査	15,725	5,945	▲ 9,780	62%		
			計	15,725	15,369	▲ 356	2%		
		S32-2	詳細調査範囲の絞り込み		10,539	10,539		305	-2%
			詳細調査	17,011	6,777	▲ 10,234	60%		
			計	17,011	17,316	305	-2%		
	小計	32,736	32,685	▲ 51	0%				
	提出図書の作成	提出図書の作成	2,582	2,582	0	0%			
		小計	2,582	2,582	0	0%			
合計			161,371	68,195	▲ 93,176	58%			
藤沢市	調査方針策定	調査方針策定	3,785	3,785	0	0%			
		小計	3,785	3,785	0	0%			
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	91,490	19,300	▲ 72,190	79%	▲ 93,778	79%	
		小ブロックへの絞り込み	27,955	6,367	▲ 21,588	77%			
		小計	119,445	25,667	▲ 93,778	79%			
	詳細調査範囲の 絞り込み + 詳細調査	F25	詳細調査範囲の絞り込み		12,354	12,354		▲ 9,232	34%
			詳細調査	26,819	5,233	▲ 21,586	80%		
			計	26,819	17,587	▲ 9,232	34%		
		F37	詳細調査範囲の絞り込み		10,237	10,237		▲ 1,741	11%
			詳細調査	15,325	3,347	▲ 11,978	78%		
			計	15,325	13,584	▲ 1,741	11%		
	小計	42,144	31,171	▲ 10,973	26%				
	提出図書の作成	提出図書の作成	1,653	1,653	0	0%			
		小計	1,653	1,653	0	0%			
合計			167,027	62,276	▲ 104,751	63%			
2都市計	調査方針策定	調査方針策定	9,697	9,697	0	0%			
		小計	9,697	9,697	0	0%			
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	186,163	40,267	▲ 145,896	78%	▲ 186,903	78%	
		小ブロックへの絞り込み	53,423	12,416	▲ 41,007	77%			
		小計	239,586	52,683	▲ 186,903	78%			
	詳細調査範囲の 絞り込み + 詳細調査	詳細調査範囲の絞り込み		42,554	42,554		▲ 11,024	15%	
		詳細調査	74,880	21,302	▲ 53,578	72%			
		小計	74,880	63,856	▲ 11,024	15%			
	提出図書の作成	提出図書の作成	4,235	4,235	0	0%			
		小計	4,235	4,235	0	0%			
合計			328,398	130,471	▲ 197,927	60%			

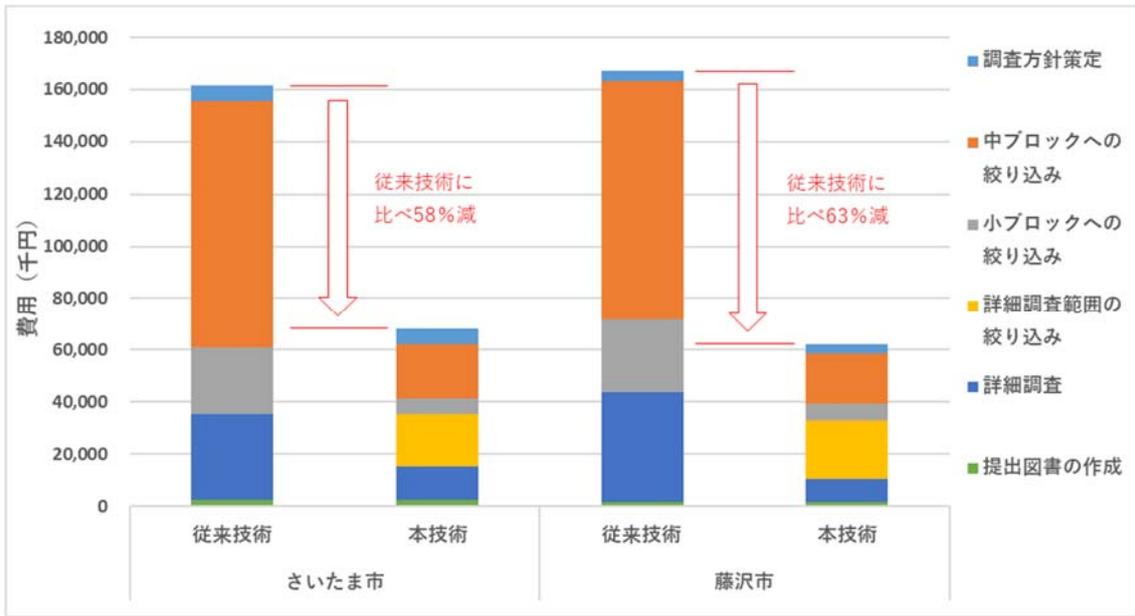


図 10-8 本技術に係る費用の削減率 (都市別)

第3章 導入検討

第1節 導入検討

§11 導入検討手順

本技術の導入を検討する際は、基礎調査、導入効果の検討、導入判断の手順で行う。

【解説】

本技術の導入検討に当たっては、導入の目的を明確にした後、図11-1に示す検討手順にしたがって、基礎調査により導入検討に必要な情報を収集のうえ、導入効果の試算を行い、導入判断を行う。

導入検討に当たっては、水位計と絞り込みAIによる絞り込み技術、及びラインスクリーニングと浸入水検出AIによる絞り込み技術は、一連で用いることを基本とするが、一方の技術のみを導入することも可能である。

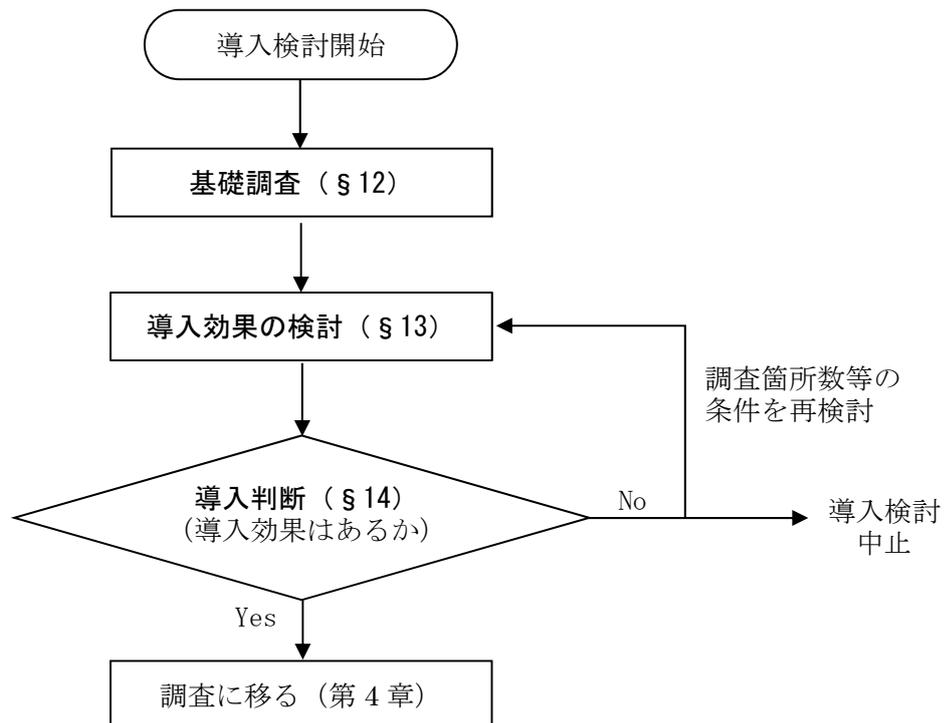


図11-1 本技術の導入検討手順

§ 12 基礎調査

調査対象とするエリアに対して、以下に示す内容を確認する。

- (1) 自然条件・地形
- (2) 下水道施設情報
- (3) 下水道施設の点検・維持管理情報
- (4) 降雨観測情報
- (5) 既存の雨天時浸入水調査・対策計画及び対策状況

【解 説】

基礎調査は、本技術の導入に先立ち、調査対象エリアにおける下水道施設情報、下水道管きょの点検・維持管理情報、降雨記録状況及び既存の雨天時浸入水調査結果について把握することにより、課題を明確にし、§ 13 導入効果の検討に必要な基礎情報を収集することを目的とする。

(1) 自然条件・地形

調査の実施にあたり、調査対象エリアの自然条件、地形を把握する。表 12-1 に、自然条件・地形情報として確認・収集すべき内容を示す。

表 12-1 自然条件・地形情報として確認・収集すべき内容

調査内容	収集資料例
① 自然条件 ・降水量、降雨回数・強度	気象庁観測データ 理科年表（国立天文台）
② 地形・地勢 ・対象区域の全体的な地形の状況	都市計画図（1/2,500 等） 国土基本図（国土地理院） 数値地図（メッシュ標高、統計）

(2) 下水道施設情報

水位計の設置候補地や光ファイバーケーブル等の設置対象ブロックを選定するため、下水道整備区域、管きょ整備状況等について調査を行い、現況の污水排水系統を把握する。

表 12-2 に、下水道施設情報として確認・収集すべき内容を示す。

表 12-2 下水道施設情報として確認・収集すべき内容

調査内容	収集資料例
① 水位計設置の判断情報 ・ 管きよの排水系統（マンホール位置を含む） ・ 集水面積	下水道計画資料（計画諸元・区画割平面図・施設平面図・流量計算書） 下水道管きよ台帳
② 光ファイバーケーブル等設置の判断情報 ・ 管路情報（管種、管径、管底高、延長、勾配、マンホール位置、取付管位置等）	マンホールポンプ・ポンプ場位置図 管きよ改築工事予定一覧
③ その他 ・ 調査期間中の管きよ改築工事等	

（3）下水道施設の点検・維持管理情報

下水道管路内を下水が支障なく流れているかを確認するため、下水道管路の点検・維持管理情報に基づき問題の発生位置と頻度等を把握する。また、ブロック絞り込み等の参考として、ポンプ場揚水量や下水道施設への流入水量等の維持管理情報を把握する。

表 12-3 に、点検・維持管理情報として確認・収集すべき内容を示す。

表 12-3 点検・維持管理情報として確認・収集すべき内容

調査内容	収集資料例
① 設置の判断情報 ・ 下水の流れの状況（支障の有無）	下水道管路の点検・維持管理記録 浸水の発生有無及び状況（調査対象ブロック内及びその下流）
② ブロック絞り込み等の参考情報 ・ ポンプ場揚水量 ・ 下水道施設への流入水量	ポンプ場等の維持管理情報（揚水量等）

（4）降雨観測情報

水位計や DTS、光ファイバーケーブル等の設置に当たり、降雨観測地点を把握する。地域気象観測システム（アメダス）の観測地点のほか、河川、消防等他部局の観測地点も含めて把握する。なお、近傍に既設の観測地点がない場合は、雨量計を設置することも考慮する。

（5）既存の雨天時浸入水調査・対策計画及び対策状況

過年度に実施された雨天時浸入水に関する調査資料や計画書等に基づき、雨天時浸入水に関する調査内容、対策計画の内容、対策の実施状況について把握する。特に、テレビカメラ調査等において、雨天時浸入水の発生箇所等がわかる資料があれば、整理を行う。

§ 13 導入効果の検討

本技術の導入効果の検討は、以下の手順に従い実施する。

- (1) 効率性の評価
- (2) 事業性の評価

【解 説】

導入効果の検討にあたっては、§ 12 基礎調査での調査結果を踏まえ、詳細調査実施箇所を絞り込むまでの調査内容を設定した上で、§ 9 評価項目で設定した項目について試算する。

(1) 効率性の評価

本技術及び従来技術における調査作業に係る作業日数とデータ解析等に要する作業日数は § 10 評価結果及び資料編 3.2 を参考に試算し、従来技術と比較して本技術を導入することで削減される作業日数について評価する。

なお、本技術の導入において計上すべき詳細調査路線延長（雨天時浸入水の発生が見込まれる路線延長）は、これまでにテレビカメラ調査等による管の破損、浸入水、樹木根の浸入や誤接合調査結果等の実績を参考に設定し、調査実績を持たない場合は実証研究の値（資料編 3.2）を参考に設定する。

(2) 事業性の評価

本技術及び従来技術における、調査作業に係る費用とデータ解析等に要する費用は § 10 評価結果及び資料編 3.2 を参考に試算し、従来技術と比較して本技術を導入することで削減される費用について評価する。

なお、本技術の導入において計上すべき詳細調査実施延長（雨天時浸入水の発生が見込まれる路線延長）は、これまでにテレビカメラ調査等の実績がある場合はそれらの実績を参考に設定し、調査実績を持たない場合は実証研究の値（資料編 3.2）を参考に設定する。

第2節 導入判断

§14 導入判断

本技術の導入は、導入効果の検討結果等を踏まえて総合的に判断する。

【解説】

§13 導入効果の検討で得られた結果から、導入に係る概算費用や地域性、調査の可能性等を総合的に判断し、導入効果が見込まれる場合には、本技術の導入を決定する。

なお、導入効果が目標よりも小さい、あるいは見込めないことが明らかになった場合は、導入を中止するか、その原因を分析した上で条件を見直し、再検討を行うことが望ましい。

第4章 調査・解析手法

第1節 調査・解析手順

§15 調査・解析手順

調査・解析は、以下に示す通り、段階的に実施する。

- (1) 水位計と絞り込み AI による絞り込み
- (2) ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み

【解説】

調査・解析は、(1) 水位計と絞り込み AI による絞り込み、及び(2) ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みの2つに分類される。

まず(1)では、雨天時浸入水の発生が予想される区域に対して、水位計を設置するための事前準備、現地調査を通じ得られた流量データの解析を行い、対策優先度の高い小ブロック(数ha)を絞り込む。

次に(2)では、対策優先度の高い小ブロックに対して、ラインスクリーニングを実施するための事前準備、現地調査によって得られた下水温度データの解析を行い、雨天時浸入水の発生箇所を検出し、詳細調査を実施する路線を絞り込む。

なお、既に他の調査等により対策優先度の高い小ブロックまでの絞り込みが完了している場合は、(2)からの適用も可能である。

本技術は、同時多測点での水位調査、及び小ブロック内の全路線における下水温度調査を基本とすることから、その調査・解析に当たっては、事前準備にて調査・解析に必要な情報を収集のうえ、現地調査に示す手順により実施するものとし、留意事項を十分に理解した上で調査・解析を進める。

図15-1に、調査・解析の手順を示す。

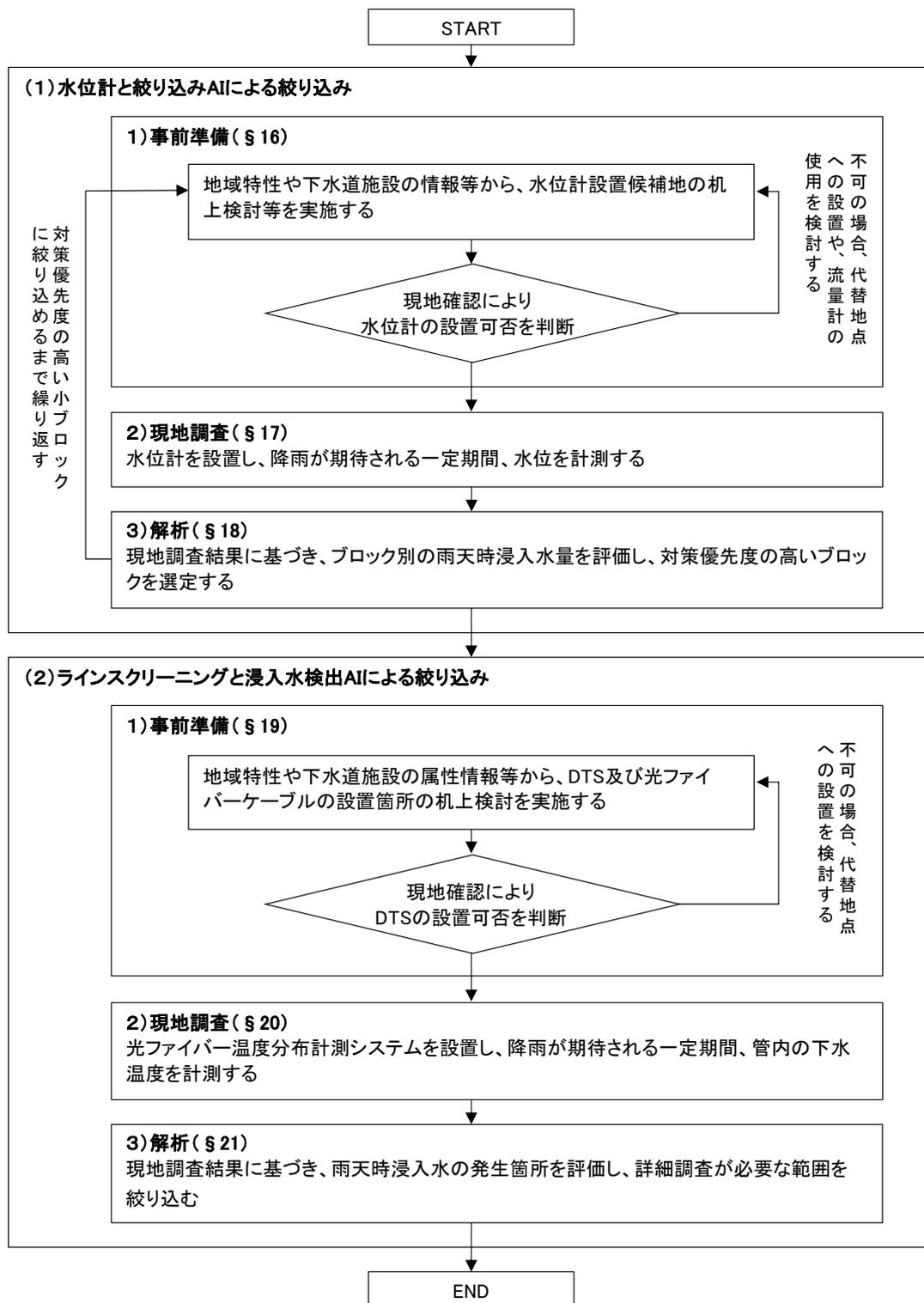


図 15-1 調査・解析の手順

第2節 水位計と絞り込みAIによる絞り込み

§16 事前準備

水位計と絞り込みAIによる絞り込みを実施する際には、以下に示す事前準備を実施する。

- (1) 基礎資料の収集
- (2) 降雨量計測地点の選定
- (3) 水位計設置候補地の机上選定
- (4) 水位計設置箇所の現地確認

【解説】

水位計と絞り込みAIによる絞り込みを実施する際には、事前準備として、以下を実施する。

(1) 基礎資料の収集

絞り込み調査の実施にあたり基礎資料を収集する。収集すべき資料の具体的な内容は、§12 基礎調査を参照する。

(2) 降雨量計測地点の選定

降雨量は、調査対象区域内もしくは近傍に設置された既存の雨量計データの使用を基本とする。なお、調査対象区域内または近傍に適切な降雨量の観測地点が無い場合は、新たに雨量計を設置し、降雨量の計測を行うことが望ましい。

(3) 水位計設置候補地の机上選定

上記(1)に基づく情報と、下水道管きよ台帳のマンホール位置情報等により水位計の設置候補地を選定する。

水位計の設置候補地は、各水位計の集水面積をおおむね均等にするなど、調査範囲内の適正な位置に選定する。ただし、水面・水流の乱れのおそれのあるマンホール、下水の逆流・滞留が想定される箇所等、水位計の設置に適さない箇所を選定しないように留意する。

(4) 水位計設置箇所の現地確認

水位計の設置候補箇所について、現地調査にて交通量や現場条件を確認し、水位計の設置可否を判断並びに設置する水位計の機種選定を行う。

1) 現地確認による設置可否の判断

① マニング式による流速算定

以下に示す事項を確認し、マニング式により流速が算定できることを確認する。これ

ら全てを満たせない箇所では代替地点を選定する。(ア)は現地及び下水道管きょ台帳、(イ)・(ウ)は現地にて確認)。

(ア)下流のポンプ施設等により、背水の影響を受ける箇所

(イ)汚泥の堆積等により、管きょ断面が阻害される箇所

(ウ)異物の付着等により、管きょの粗度が材質毎に設定された粗度と異なる箇所

② 水位計の設置可否の判断

①を満たす水位計の設置候補箇所において現地調査を行い、以下の条件に基づき水位計の設置可否を判断する。その結果、水位計の設置が不適切と考えられる場合は代替地点への設置を検討する。また、代替地点の選定が難しい場合は、流量計の使用を含めて検討する。

(ア)現地の管きょ勾配が下水道管きょ台帳と著しく異なっていないこと。

(イ)下水の流れが著しく速い流速でないこと。

(ウ)水面・水流の乱れが生じていないこと。

(エ)晴天時水位の時間変動パターンが、日によらず概ね一定であること。

(オ)水位計が適切に設置可能なマンホール構造であること。

(カ)地上部の交通状況など、作業環境の確保(安全管理)に問題がないこと。

2) 現地確認による水位計の機種選定

水位計の機種は、現場状況と水位計の仕様・性能を踏まえ、適切に選定する。

§ 17 現地調査

水位計と絞り込み AI による絞り込みの現地調査は、以下に示す手順により実施する。

- (1) 計測機器の設置
- (2) 計測機器の点検
- (3) 計測機器の撤去
- (4) 留意事項

【解 説】

現地調査は、以下に示す手順により実施する。

なお、実証研究における調査実施事例については資料編 2.3 を参照する。

(1) 計測機器の設置

§ 16 事前準備で選定した計測機器について、安全に配慮して、選定した箇所に設置する。

(2) 計測機器の点検

設置した各計測機器は、定期的な点検を実施し、動作状況の確認やバッテリー交換、データ回収を行うことが望ましい。

(3) 計測機器の撤去

設置時と同様に、安全に配慮して、計測機器を撤去する。

(4) 留意事項

以下に、調査における留意事項を示す。

1) 調査実施時期について

水位計によるフィールド調査は、雨天時浸入水の実態を把握するため、できるだけ多くの降雨を捉えられる多降雨期に実施することが望ましい。

2) 降雨数と晴天日数

現地調査にあたっては、絞り込みに用いる浸入率を求めるために、表 17-1 に示す降雨数、晴天日数が必要となる。

表 17-1 浸入率算定に必要な降雨数と晴天日数

項目	内容	備考
① 降雨数	回帰直線の傾き (浸入率) を算定 するための複数降 雨データ	<ul style="list-style-type: none"> 雨天時浸入水が発生し、かつ、設置した計測機器の測定範囲内の水位となる降雨とする。なお、浸入率は、できるだけ降雨強度の異なる多くの降雨を確保することが望ましい。 実証研究では 5 降雨を目安とした。
② 晴天日数	時間変動を考慮し た晴天時平均流量 を算定するための 複数の晴天日デー タ	<ul style="list-style-type: none"> 降雨やイベント開催等による下水量の増加が生じていない晴天日*を確保する。 実証研究では①の降雨ごとに 3 日を目安とした。

※絞り込みに用いる晴天日は、無降雨かつ雨天時浸入水による影響が概ね消失している日を指す。実証研究で用いた絞り込みにおける晴天日の定義は、資料編 2.1.3 を参照。

§ 18 解析

水位計と絞り込み AI による絞り込みの解析は、以下に示す手順により実施する。

- (1) 換算流量の算定
- (2) インputデータの整理
- (3) 絞り込み AI によるデータ解析
- (4) 優先ブロックの選定
- (5) 留意事項

【解 説】

現地調査で得られた水位データ等を絞り込み AI により解析し、その結果をもとに優先ブロックの選定を行う。図 18-1 に、水位計と絞り込み AI による絞り込みにおける解析作業の全体像を示す。

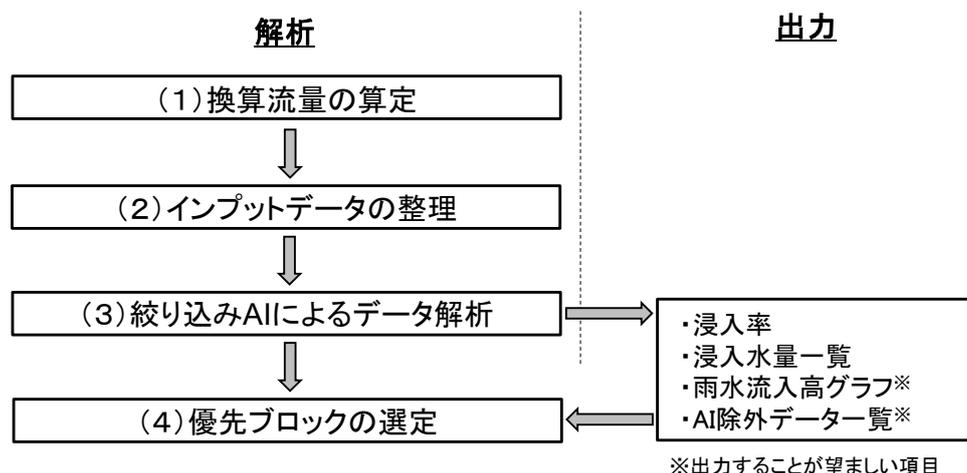


図 18-1 水位計と絞り込み AI による絞り込みにおける解析作業の全体像

(1) 換算流量の算定

管径、管種及び勾配を水位計設置箇所ごとに整理し、現地調査で得られた水位データを流量へ換算する。なお、水位計による調査ができず流量計による調査を行った場合、流量計にて測定された流量を流量計設置箇所ごとに整理する。

(2) インputデータの整理

インputデータをブロックごとに整理する。表 18-1 に、ブロックごとに整理するインputデータを示す。

表 18-1 インプットデータ

項目	ブロックごとに整理するデータ
流量	前項（1）にて算定した流量データ
降雨量	水位計（流量計）設置箇所の近傍の雨量計で計測された降雨量
面積	絞り込み対象とする調査範囲（ブロック）の面積

（3）絞り込み AI によるデータ解析

（2）で整理したデータを絞り込み AI に入力し、異常データを除外した上で、浸入率及び浸入水量試算値を算定・出力する。

（4）優先ブロックの選定

各ブロックの浸入率及び浸入水量試算値をもとに優先ブロックの選定を行い、ラインスクリーニングを実施するブロックを選定する。

ラインスクリーニングの実施ブロックは、原則として、浸入率が目標浸入率以上のブロックを対象に、浸入水量試算値の大きいブロック順に浸入水量試算値の累積比率を求め、必要な対策目標値（目標削減率）を確保できる累積比率のブロックを選定する（実証研究での選定方法は資料編 2.1 を参照）。

図 18-2 に、優先ブロックの選定のイメージを示す（ここでは目標削減率を 75%と仮定）。

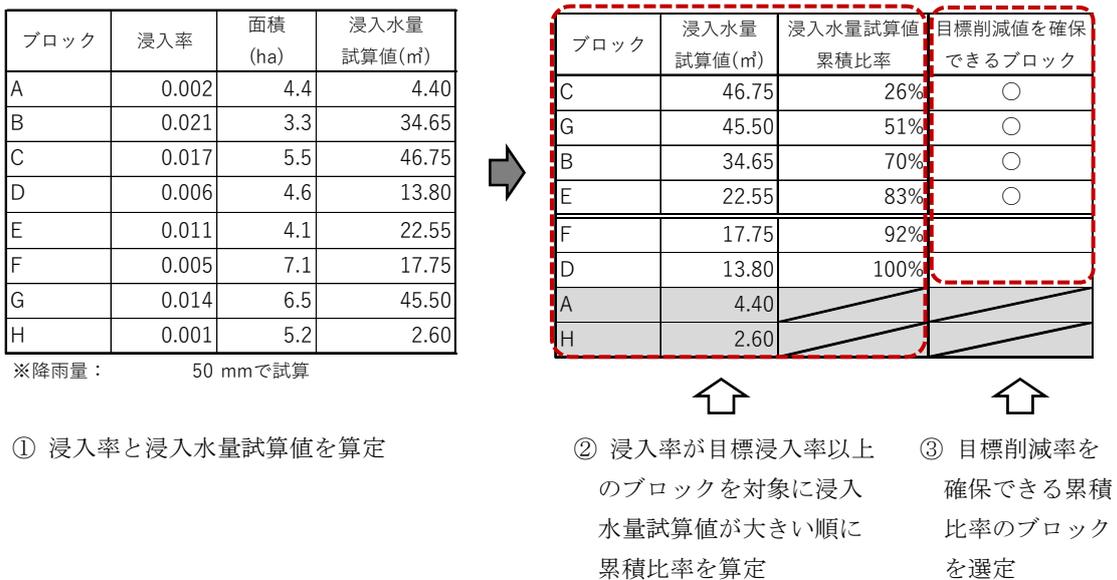


図 18-2 優先ブロック選定のイメージ

(5) 留意事項

1) 極めて強い降雨の除外

満管状態になるような台風やゲリラ豪雨といった極めて強い降雨の場合、浸入水が多いブロックでは計測限界以上の水位となりデータ欠測が発生し、算定対象降雨から除外される可能性がある。一方で、浸入水が少ないブロックでは計測限界以上の水位となる可能性は低いため、算定対象降雨に残る可能性が高い。この場合、一律の評価が難しくなるため、極めて強い降雨は、絞り込み AI による解析の対象から除外することが望ましい。

2) 異常流量や欠測が発生した時間の確認

適切な浸入率を算定するため、異常流量や欠測が生じた時間帯のデータは算定の対象から除外する。ただし、降雨のピーク時間帯において異常流量や欠測が生じた場合は、当該降雨そのものを算定対象から除外することが望ましい。

3) 選定ブロックの妥当性確認（解析結果の確認）

絞り込み AI は資料編 3.1.2 に示す精度を有するが、必要に応じて、水位データ等を確認し、浸入率が高いブロックは降雨時間帯に水位の上昇が、浸入率が低いブロックは降雨時間帯でも水位の上昇が認められないこと等を合わせて確認することが望ましい。

また、浸入率は少数の異常値※によってその値が大きく変わる場合があるため、必要に応じて雨水流入高-降雨量グラフを出力・確認し、異常値が含まれていないことを確認する。異常値が認められた場合、異常値となる降雨を除いて浸入率を算定し、再検討することが望ましい。なお、これら確認の結果、除外判定（AI による判定結果）が適切でないと考えられる場合は、必要に応じて技術者が除外判定結果を修正し、再度、浸入率を算定することが望ましい（詳細は、資料編 4.5 を参照）。

※雨水流入高-降雨量グラフにおいて、一部の降雨の雨水流入高が他降雨における雨水流入高よりも非常に高いもしくは低いデータ

4) 教師データと調査フィールドデータに対する追加学習の必要性

絞り込み AI は、技術者による流量異常判定結果を教師データとする。技術者による流量チャートの確認を行い、降雨に関係しない大幅な流量の増減など、通常とは異なる値を示した流量データを異常と判定する。なお、一般に、調査対象流域の面積が小さいほど流量の変動が大きいため、調査対象流域の面積を考慮しつつ、流量チャートを確認することが望ましい。図 18-3 の異常流量の判定イメージに示すように、通常とは異なる挙動を示す降雨に関係しない大幅な流量増減などを異常と判定する。

ただし、絞り込み AI は実証研究にて得られた教師データ※を学習すれば、調査フィールドに対する追加の学習は不要である（詳細は資料編 4.3.1、資料編 4.4 を参照）。

※実証研究では、105 箇所・4 ヶ月分の流量及び降雨量データを複数名の技術者により確認し、教師データを作成した。

なお、実証研究で用いた教師データは提供可能であるため、調査対象ブロック絞り込みの AI 解析プログラムを作成する際は、資料編 5 に示す実証研究体の連絡先に問い合わせされたい。

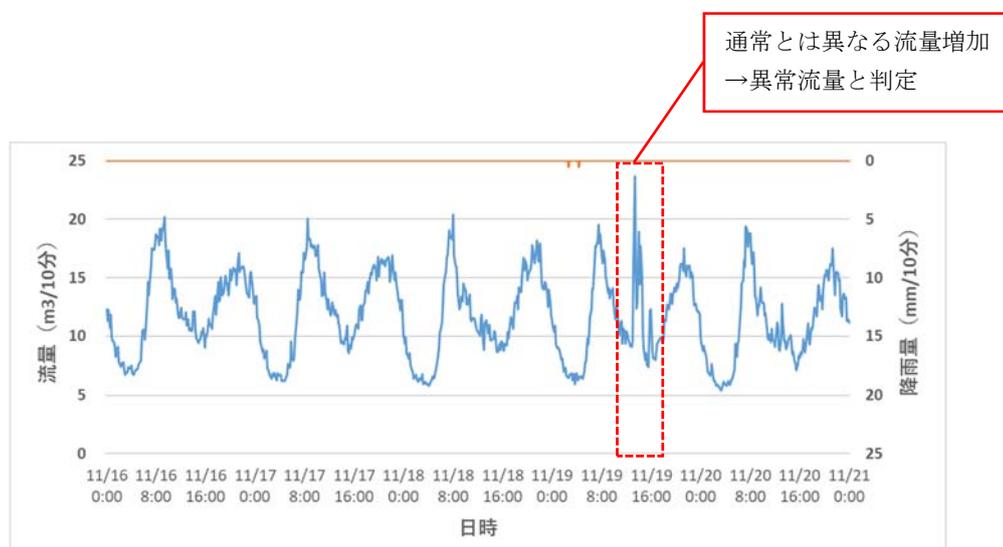


図 18-3 異常流量の判定イメージ

第3節 ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み

§ 19 事前準備

ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みを実施する際には、以下に示す事前準備を実施する。

- (1) 地域特性及び下水道施設の属性情報等の整理
- (2) DTS 及び光ファイバーケーブルの設置箇所机上選定
- (3) 現地確認

【解 説】

ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みを実施する際には、事前準備として、以下を実施する。なお、調査対象エリア内または近傍に降雨量の観測地点が無い場合は、§ 16 事前準備を参考に雨量計を設置し、降雨量を計測することが望ましい。

(1) 地域特性及び下水道施設の属性情報等の整理

温度分布計測装置 (DTS) 及び光ファイバーケーブルの設置箇所選定のための基礎資料として、地形図等による地形や自然条件の把握、調査ブロック周辺の公共施設の位置を確認する。また、光ファイバーケーブルの設置が困難な管路 (伏越区間^{*}、圧送区間、マンホールポンプ、等) では調査の実施が困難であるため、下水道管きょ台帳等に基づく管きょ属性情報 (管径、管種、伏越し・圧送区間、取付管等) を把握する。

※伏越区間では雨天時浸入水の検出はできないが、小規模な伏越区間では光ファイバーケーブルの通過を目的に、水替作業により設置が可能な場合がある。

(2) DTS 及び光ファイバーケーブルの設置箇所机上選定

上記 (1) に基づく情報により、光ファイバーケーブルの設置路線、DTS の設置候補箇所を選定する。取付管や汚水柵を通じて DTS と管きょ内の光ファイバーケーブルを接続するため、DTS は調査ルートに沿線または近隣に位置する施設を設置の候補箇所として選定する。DTS は機器の点検やデータ回収の作業を踏まえると公共施設への設置が望まれるが、精密機器のため湿度の高い環境下 (例えば、人孔内) への設置は適さない。

また、以下に示す箇所では、雨天時浸入水による下水温度変化が明瞭に計測できないため、光ファイバーケーブルの設置は避ける、もしくは、当該箇所における計測データは使用しない。

- ① 下水が満管状態となる箇所
- ② 下流からの背水影響を受ける箇所
- ③ 滞水している箇所

光ファイバーケーブルの設置路線選定に合わせて、「光ファイバーケーブル設置・接続図」

を作成する。光ファイバーケーブル設置・接続図には、光ファイバーケーブルの設置路線のほか、光ファイバー素線の融着作業が生じる人孔や融着関係（接続）を整理する。図 19-1 に、光ファイバーケーブル設置・接続図の例を示す。

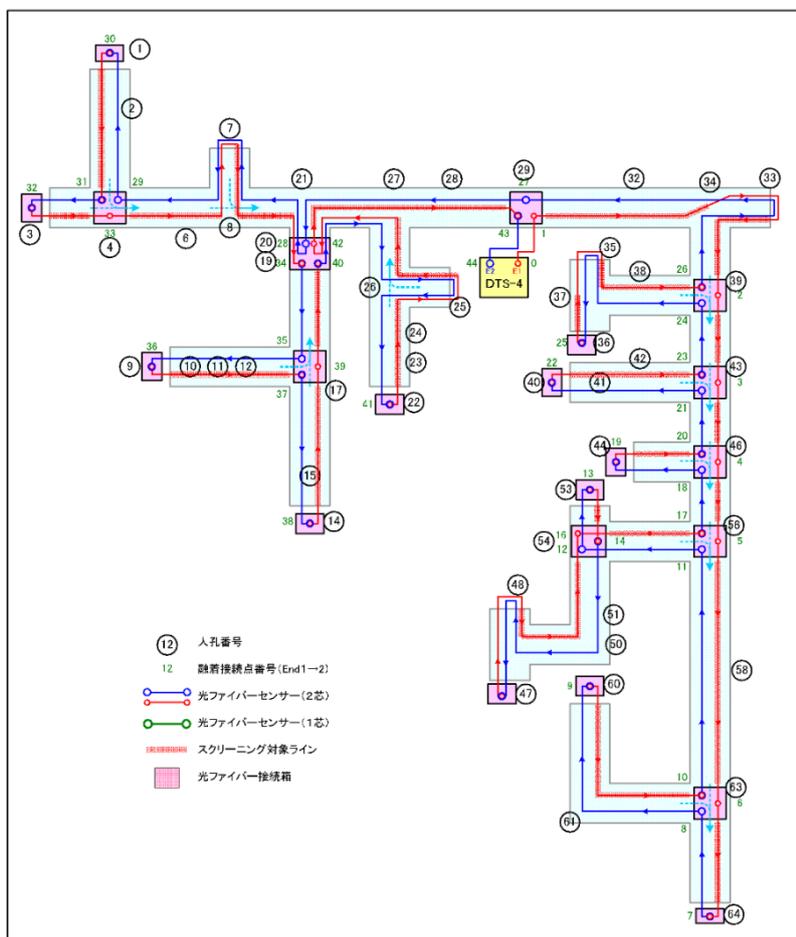


図 19-1 光ファイバーケーブル設置・接続図の例

(3) 現地確認

DTS の候補箇所について、現地調査にて現場条件（交通量や人孔周囲の作業環境等）を確認し、DTS の設置可否を判断する。

現地調査では、以下の条件に基づき DTS の設置可否を判断する。

- ① 取付管や汚水桝を通じて、管きょ内の光ファイバーケーブルと接続可能であること。
- ② 風雨や塵埃が及ばず湿度が高くない環境であること。
- ③ 調査期間を通じて、DTS の電源仕様を満たす電源の確保が可能であること。
- ④ 維持管理が可能な作業環境であること（公共施設等）。

§ 20 現地調査

ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みの現地調査は、以下に示す手順により実施する。

- (1) 計測機器の設置
- (2) 計測機器の点検
- (3) 計測機器の撤去
- (4) 留意事項

【解 説】

ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みの現地調査は、以下に示す手順により実施する。

なお、具体的な調査実施事例については資料編 2.3 を参照する。

(1) 計測機器の設置

§ 19 事前準備での選定結果に基づき、光ファイバー温度分布計測システム (DTS、光ファイバーケーブル) を下記 1) ~ 5) に従い設置する。

1) 下水道管きょへの光ファイバーケーブル設置

光ファイバーケーブルは、入線工具等を使用して下水道管きょへ導入し、段差や副管のある人孔、屈曲人孔、直線距離の長い路線の中間人孔等では、人孔の管口部において、ケーブル固定治具を用いて光ファイバーケーブルを下水道管きょの管底へ固定する。

光ファイバーケーブルの最遠端部付近には、DTS 温度校正用の温度リファレンス用コイル (10m程度) を設け、マンホール上部の足掛け金物等に吊るした状態で保持する。光ファイバーケーブル端末部 (起点人孔) や合流部 (会合人孔) も同様に、地上部における光ファイバー素線の融着作業を考慮して、人孔地上部から 5 m 程度の光ファイバーケーブルの余長を人孔内に保持する。

吊り上げや副管などにより光ファイバーケーブルが水面から露出する区間 (人孔) があれば、その区間を露出区間として記録する。

2) DTS の設置

光ファイバーケーブルの設置作業と並行して DTS の設置を行う。なお、DTS の設置場所は、事前調査及び施設管理者との協議を通じて、あらかじめ定めておく必要がある。

DTS 設置場所では、取付管と汚水柵を通じて DTS と下水道管きょ内に設置した光ファイバーケーブルを接続する。

3) 光ファイバー素線の融着

光ファイバーケーブル末端部（起点人孔）や光ファイバーケーブルの会合地点（会合人孔）、及び DTS 接続部等において、光ファイバー融着接続器を用いてケーブル内の光ファイバー素線同士を融着する。

光ファイバー素線の融着部は、光接続箱もしくは簡易型成端箱により保護する。

4) DTS の温度校正

DTS 設置後は、温度分布実測値及びロス分布の確認により、正常に稼働しているかを確認するとともに、正確な下水温度を計測するため DTS の温度校正を行う。

5) 光ファイバーケーブル位置評定

雨天時浸入水の発生箇所を正確に特定するため、位置評定を行い、人孔部等のケーブル距離を把握する。具体的には、光ファイバーケーブルの一部を人工的な方法により加熱または冷却し、対応する温度変化が生じた DTS 上の位置を位置評定実施箇所のケーブル距離とする。

(2) 計測機器の点検

計測機器は、データの取得や光ファイバーケーブル等の状況確認のため、定期的に点検を実施することが望ましい。また、管きよの不陸（たわみ）が生じている路線など、下水中を流れるし渣類が光ファイバーケーブルに付着しやすい箇所では、その付着の程度に合わせて点検期間を短くする等の対応を検討する。

さらに、管内の堆積等により温度計測に悪影響を及ぼすことが予想される場合は、別途、洗浄やし渣の除去作業を検討することが望ましい。

(3) 計測機器の撤去

設置時と同様に安全に配慮して、計測機器等を撤去する。

(4) 留意事項

現地調査にあたっては、浸入水発生箇所の検出を行うために、表 20-1 に示す降雨日数、晴天日数が必要となる。

表 20-1 雨天時浸入水の検出に必要な降雨日数及び晴天日数

項目	降雨日数・晴天日数 ^{※1}	備考
① 降雨日	浸入水が発生する範囲の降雨量が観測された日を複数 ^{※2}	<ul style="list-style-type: none"> ・ 降雨状況によっては、ある降雨では浸入水が発生したが、別降雨では発生しない場合も考えられる。より多くの浸入水発生箇所を検出するためには、多くの降雨を採用することが望ましい。 ・ 雨天時浸入地下水は降り始めから一定時間経過後に発生するため、ごく短時間の降雨では降雨終了後に浸入水が発生する可能性がある。
② 晴天日 ^{※3}	1 晴天日以上	<ul style="list-style-type: none"> ・ 下水温度は季節に応じ変動することから、晴天日は、可能な限り、降雨日近傍を採用する。 ・ 晴天日は①の降雨日ごとに用意する。

※1 降雨日・晴天日は任意の 24 時間で整理してよい

※2 複数の降雨日に共通して発生した雨天時浸入水発生箇所を浸入水として特定する。

※3 雨天時浸入水の検出に用いる晴天日は、無降雨かつ雨天時浸入水による温度低下の影響が概ね消失している日を指す。降雨後、十分に日数が経過した無降雨日の下水温度と当該日の下水温度が概ね同一であれば、雨天時浸入水による下水温度低下の影響を受けていないと判断する（実証研究における選定例は資料編 3.1.3 を参照）。

§ 21 解析

ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みの解析は、以下に示す手順により実施する。

- (1) インputデータの整理
- (2) 教師データの作成と AI 学習
- (3) 浸入水検出 AI によるデータ解析
- (4) 技術者による確認
- (5) 詳細調査範囲の選定

【解 説】

現地調査で得られた下水温度データ等を浸入水検出 AI により解析し、その結果をもとに詳細調査範囲の選定を行う。図 21-1 に、ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による詳細調査範囲の絞り込みにおける解析作業の全体像を示す。

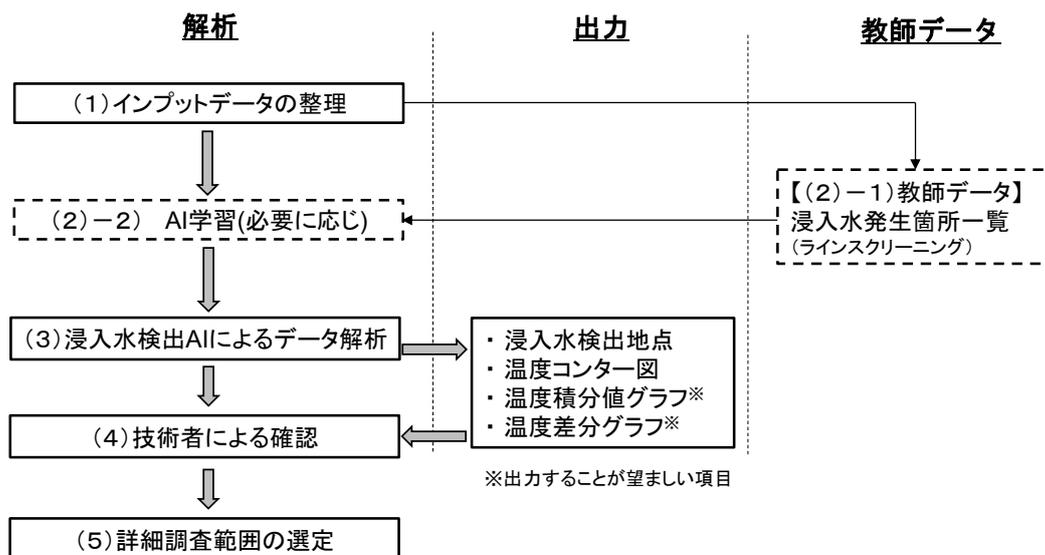


図 21-1 ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による詳細調査範囲の絞り込みにおける解析作業の全体像

(1) インputデータの整理

下水温度データはケーブル距離と位置評定結果などを基に、解析に用いるデータ範囲を整理し、融着や副管などにより光ファイバーケーブルを水面上に部分的に露出させた区間は評価対象範囲から除外する。また、雨天時浸入水発生有無を解析する雨天日を抽出するため、降雨量データより日降雨量・時間最大降雨量を整理する（実証研究で採用した基準降雨量は資料編 3.1.3 を参照）。

(2) 教師データの作成と AI 学習

浸入水検出 AI の教師データは、技術者による下水温度等の分析により検出した雨天時浸入水発生箇所と想定浸入水発生時間帯を用いる。雨天時浸入水発生箇所の検出の基本的な考え方は、調査対象範囲における温度データを対象に、降雨中もしくは降雨後に下水温度の低下が発生していないかを確認し、下水温度の低下が複数日で見られた箇所を雨天時浸入水発生箇所とするものである。また、想定浸入水発生時間帯は、前述の雨天時浸入水発生箇所において、降雨に起因すると想定される下水温度の低下が継続している時間を使用する。

浸入水検出 AI の学習に当たっては、実証研究で得られた教師データのみでなく、調査実施フィールドで得られた下水温度データに基づき作成した教師データを用いて追加の学習を行うことが望ましい。そのため、必要に応じて資料編 4.3.2 に示す手順に従い(1)で整理したデータを用いて教師データを作成し、浸入水検出 AI に学習させる。

(3) 浸入水検出 AI によるデータ解析

(1)で整理したデータを浸入水検出 AI に入力し、雨天時浸入水発生箇所を解析・出力する。また、次項(4)で使用するため、温度コンター図もあわせて出力する。

(4) 技術者による確認

浸入水検出 AI の検出結果に対して温度コンター図を用いた技術者による確認を行い、以下に該当する箇所(以下、要除外箇所:詳細は資料編 4.3.2 を参照)の有無を確認した上で、必要に応じて(3)の結果から除外する。

(ア)光ファイバーケーブルの部分的な露出部

(イ)会合マンホールにおける他路線からの低温下水の流入による温度低下

(ウ)下水の滞水区間

図 21-2 に、技術者による浸入水検出 AI の検出結果の確認手順を示す。

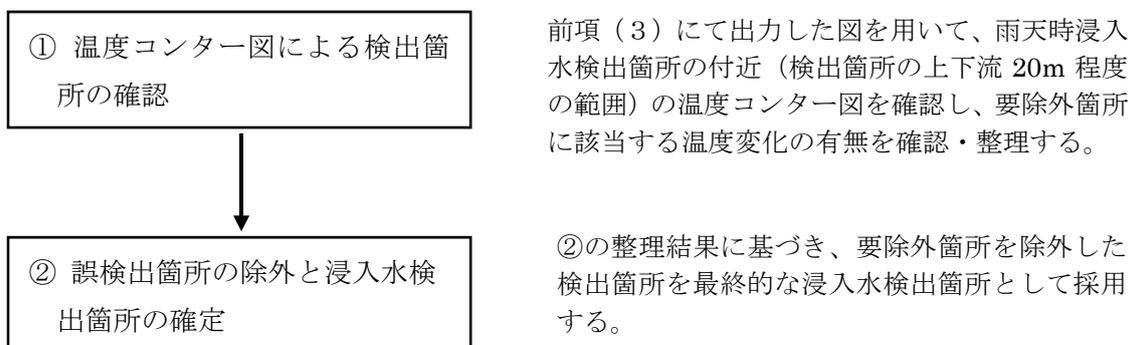


図 21-2 技術者による浸入水検出 AI の検出結果の確認手順

(5) 詳細調査範囲の選定

上記(4)で確認された雨天時浸入水発生箇所の前5 m区間を対象に、技術者により詳細調査対象路線(スパン単位)、取付管、家屋を選定する。

参考文献

- 1) 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 (公財) 日本下水道新技術機構
- 2) 下水道施設計画・設計指針と解説 2019年版 (公社) 日本下水道協会
- 3) 下水道維持管理指針 2014年版 (公社) 日本下水道協会
- 4) 下水道用語集 2000年版 (公社) 日本下水道協会
- 5) 雨天時浸入水対策ガイドライン(案) 令和2年1月 国土交通省水管理・国土保全局 下水道部
- 6) 下水道管路管理積算資料 2019年版 (公社) 日本下水道管路管理業協会

資料編目次

1 実証研究の概要と設置状況	79
1.1 実証フィールドの概要	79
1.2 調査の実施概要	83
1.3 各調査の実施概要	85
2 実施事例	88
2.1 ブロック絞り込み調査（大→中ブロックへの絞り込み）	88
2.1.1 調査ブロックの選定	88
2.1.2 使用機材と設置状況	91
2.1.3 浸入率及び浸入水量試算値の算定	107
2.1.4 ブロックの絞り込み結果	109
2.2 ブロック絞り込み調査（中→小ブロックへの絞り込み）	111
2.2.1 検討手順	111
2.2.2 ブロックの絞り込み結果	112
2.3 雨天時浸入水の発生箇所の検出	140
2.3.1 ラインスクリーニングの実施概要	140
2.3.2 雨天時浸入水発生箇所の検出	157
2.4 ラインスクリーニングに関する諸検討（参考）	161
2.4.1 技術者の手作業によるラインスクリーニングの浸入水正検出率	161
2.4.2 ラインスクリーニングの検出可能範囲に関する検討	165
3 実証研究における評価結果	172
3.1 妥当性の評価結果	172
3.1.1 水位計による調査の妥当性	172
3.1.2 絞り込み AI による解析結果の妥当性	193
3.1.3 浸入水検出 AI による解析結果の妥当性	209
3.2 効率性及び事業性の評価結果	221
3.2.1 効率性	225
3.2.2 事業性	235
3.3 調査・分析の試算例及び作業時間・費用の傾向分析	254
3.3.1 業務フロー	255
3.3.2 積算の考え方	256

3.3.3 作業時間及び費用の傾向分析.....	266
3.4 本技術適用にあたっての全体スケジュール案.....	293
3.5 浸入率・浸入水量試算値算定根拠一覧.....	295
4 AI 解析ソフトウェアの概要.....	312
4.1 AI 解析ソフトウェアの機能.....	312
4.2 AI 解析技術.....	319
4.2.1 絞り込み AI.....	319
4.2.2 浸入水検出 AI.....	320
4.3 学習.....	321
4.3.1 絞り込み AI の学習.....	321
4.3.2 浸入水検出 AI の学習.....	324
4.4 追加学習の必要性.....	337
4.5 動作要件と留意事項.....	341
5 問い合わせ先.....	343
参考文献.....	345

1 実証研究の概要と設置状況

本章では、本実証研究において実施した調査の概要と、設置した測定機器等について整理する。

1.1 実証フィールドの概要

(1) さいたま市

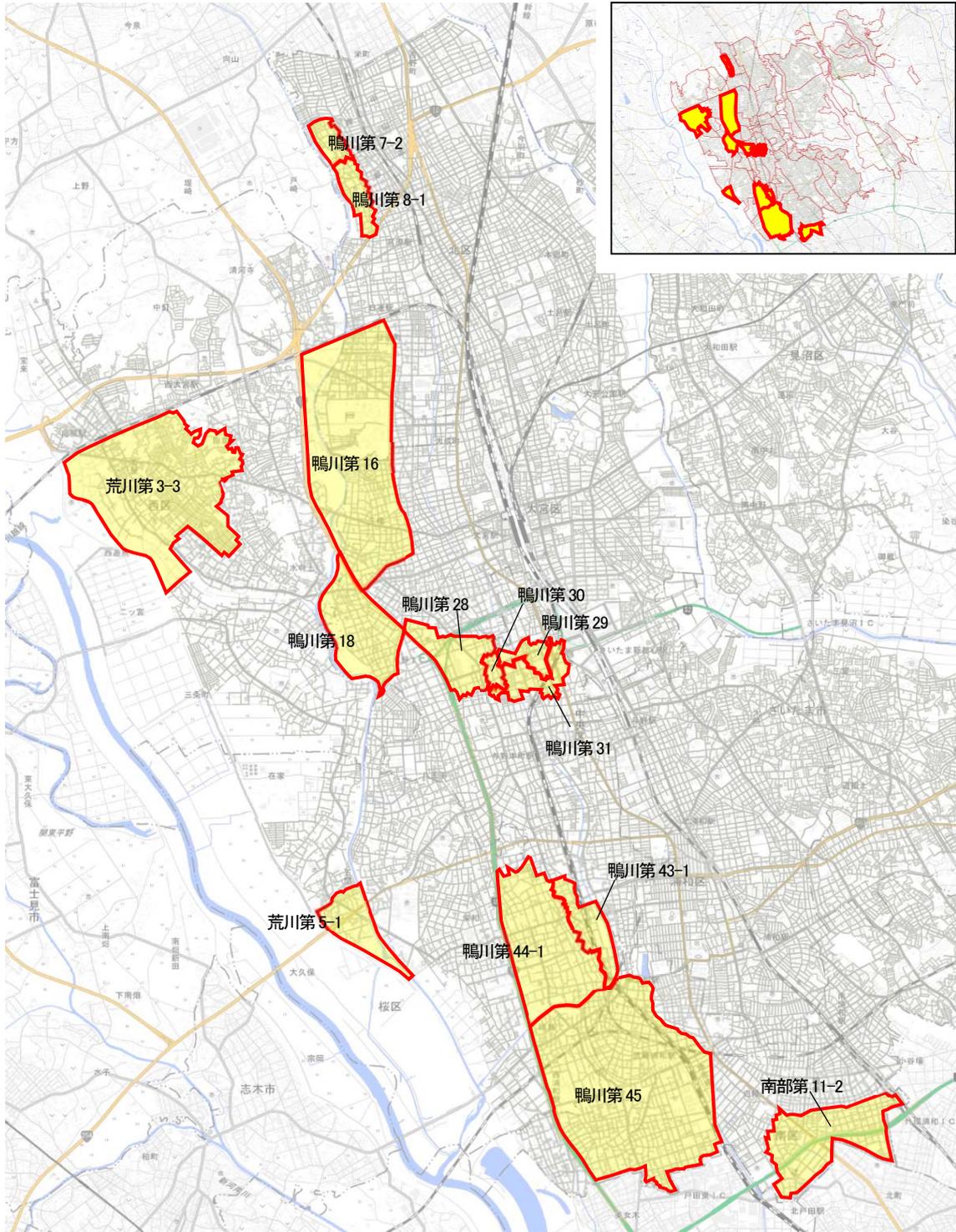
さいたま市では、大雨時の汚水溢水被害の発生や流域負担金額の増大などにより、市内全域において不明水の削減への取り組みが必要となったことから、平成 18 年度及び平成 30 年度に市全域を対象とした流量解析を実施し、対策の実施方針を作成して取り組んでいる。しかしながら、対象となる区域が大きく、その調査や対策に掛かる費用が莫大であるため、対策が十分に進んでいるとは言えない状況である。また、基礎調査から 10 年以上が経過し、ゲリラ豪雨の増加や土地利用の変化など、新たな懸念要素もあることから、不明水対策実施方針の見直し、特に雨天時浸入水に特化した不明水対策計画の策定が喫緊の課題となっている。

雨天時浸入水の影響が大きい地区は、市の中心部かつ交通量が多い「荒川左岸南部流域処理区」に集中している。そのため、これまで 5 つの処理分区において、流量調査、誤接合調査、テレビカメラ調査、人孔調査等を実施し、その調査結果を受けて管きよの補修工事、並びに対策効果確認等を実施してきたが、近年、雨天時浸入水を要因とする住民からの苦情が増加してきており、早急な対策の実施が求められている。

そこで本実証研究では、荒川左岸南部流域処理区のうち、既存の流量解析において雨天時浸入水率が高いと評価された処理分区を抽出し、実証フィールドに選定した。

処 理 区：荒川左岸南部流域処理区（約 1,575ha）
処理分区：鴨川 7-2、8-1、16、18、28、29、30、31、43-1、44-1、45 処理分区、
荒川 3-3、荒川 5-1 処理分区、南部 11-2 処理分区

資図 1-1 に、調査フィールド案内図（全体図）を示す。



資図 1-1 調査フィールド案内図（全体図）（さいたま市）

(2) 藤沢市

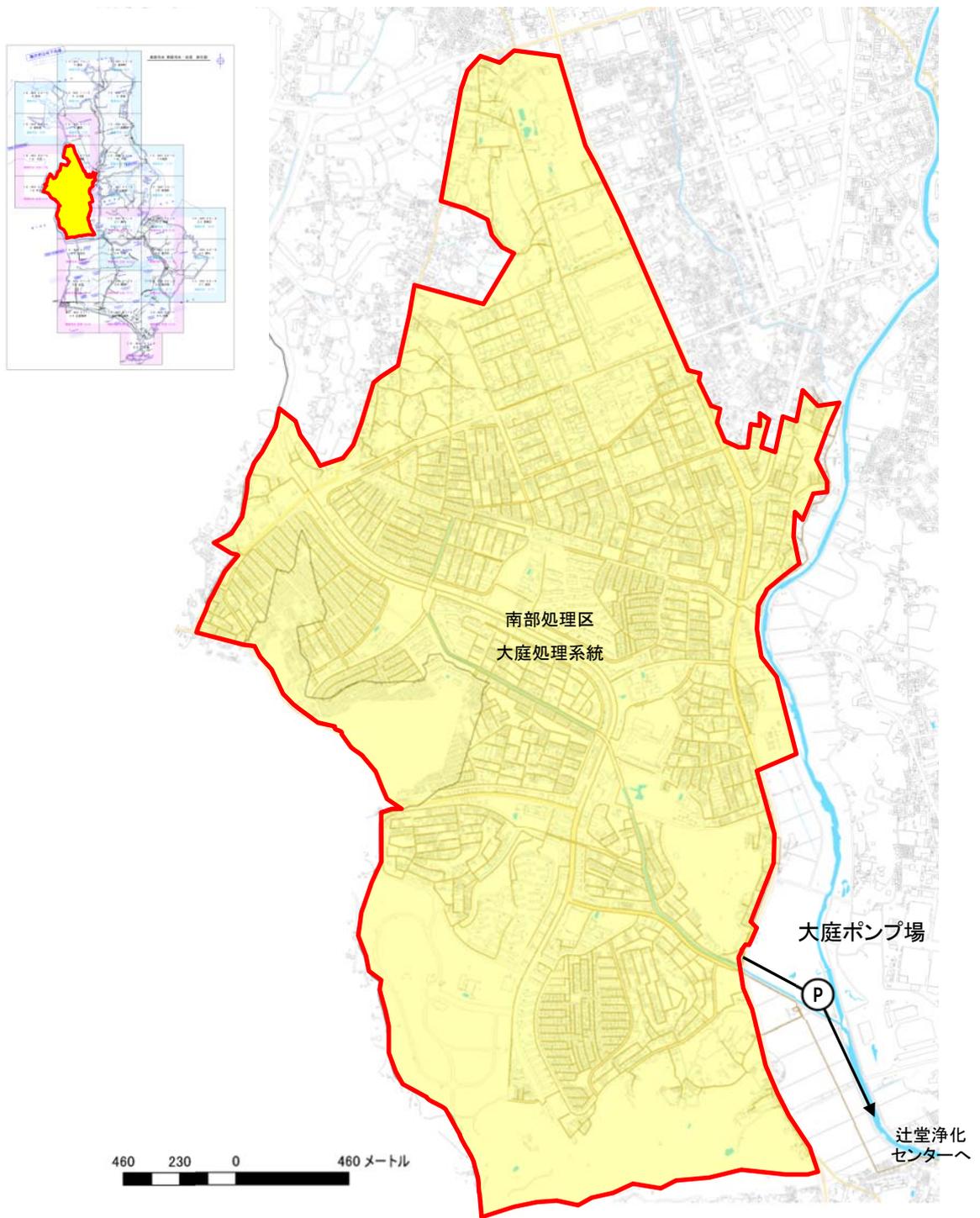
藤沢市の大庭地区は、市の中央部に位置し、昭和 40 年代から山の造成によって一戸建てから中低層までの住宅団地が開発された地区である。本地区では昭和 44 年度から下水道整備が着手され、下水道整備面積約 730ha、管きょ延長約 140km に及んでいる。また、古くから下水道の整備が進んだため、陶管が約 4 割を占めており、管路施設の老朽化が懸念されている。

本地区の下流部には大庭ポンプ場が位置しているが、平成 23 年度のポンプ稼働実績から雨水混入比は約 3 倍と推測されており、雨天時浸入水によるポンプ場や下流の処理場施設における運転管理への影響、汚水溢水による衛生面や環境面への影響、また処理費用増大による経営面への影響など、雨天時浸入水の削減が重要な課題であることが認識された。そのため、藤沢市では「大庭地区」を対象に、平成 25 年度に一部地域において常時浸入水の把握を目的とした流量調査を実施しているが、対象となる区域が大きく、その調査や対策に掛かる費用が莫大であること、さらに、雨天時浸入水の原因特定も難しく、対策が十分進んでいるとは言えない状況にある。

そこで本実証研究では、上記の背景から、「南部処理区大庭処理系統」を実証フィールドに選定した。

処 理 区 : 大庭地区 (約 700ha)

資図 1-2 に、調査フィールド案内図 (全体図) を示す。



資図 1-2 調査フィールド案内図（全体図）（藤沢市）

1.2 調査の実施概要

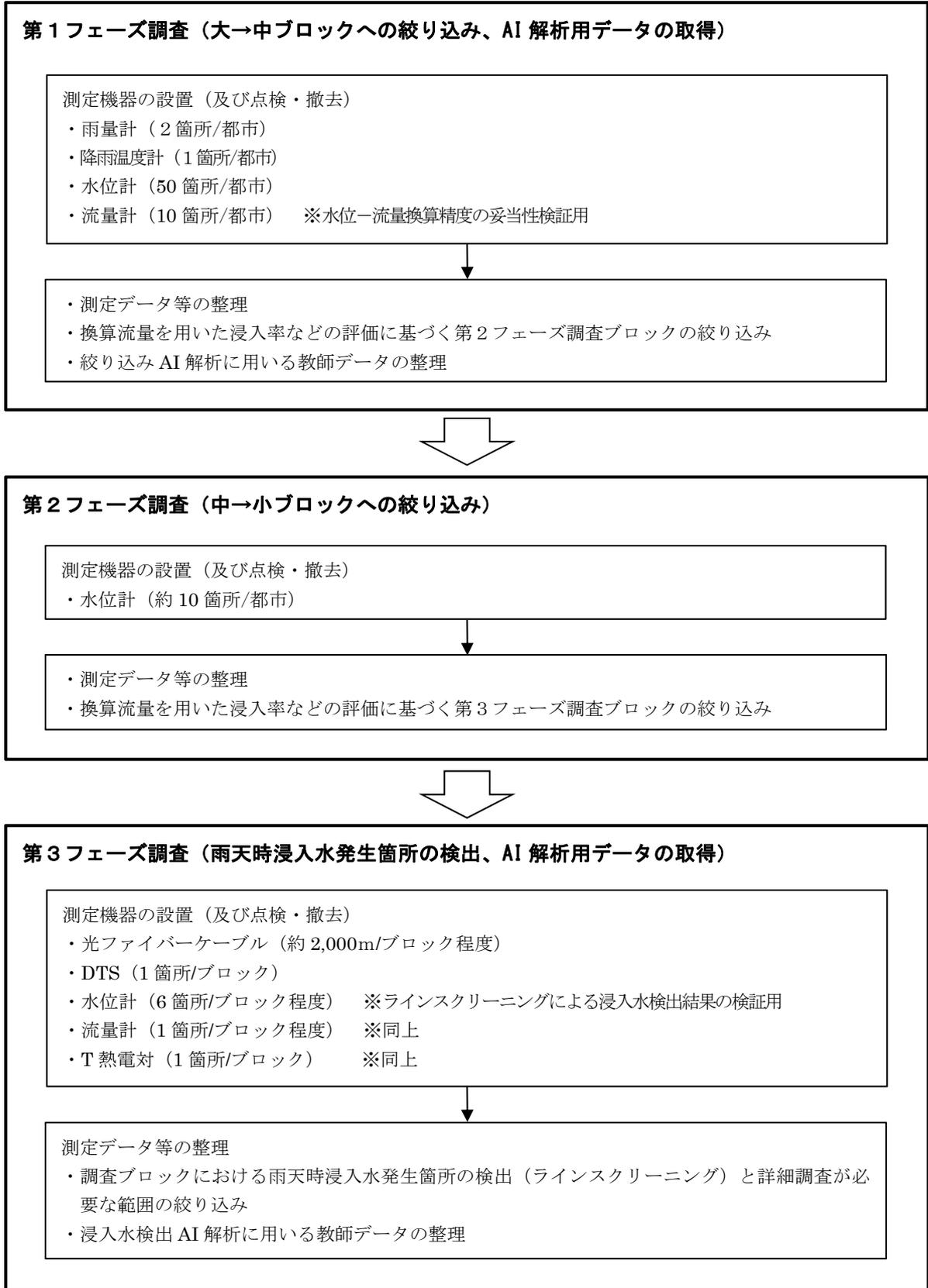
本研究では、さいたま市と藤沢市を実証フィールドとして、絞り込み AI と水位計によるブロック絞り込み技術、及び浸入水検出 AI によるラインスクリーニング（雨天時浸入水発生箇所を効率的に検出するスクリーニング技術）の2つを実証するものである。

実証にあたっては、さいたま市及び藤沢市の公共下水道区域において、雨量、降雨温度、水位、流量、下水温度に関する調査を実施し、本実証の基礎データを取得した。ここで、調査は、第1～第3フェーズ調査の3つに大別される。

資表 1-1 に調査実施項目及び設置機材数量（1都市当たり）を示す。また、資図 1-3 に調査実施フローを示す。

資表 1-1 調査実施項目及び設置機材数量（1都市当たり）

調査の種類	主な目的	設置機材・期間	備考
第1フェーズ調査	<ul style="list-style-type: none"> ・大→中ブロック（第2フェーズ調査対象ブロック）の絞り込み ・絞り込み AI 解析用データの取得 	<ul style="list-style-type: none"> ・雨量計 2箇所・7ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> ・第3フェーズ調査完了まで継続
		<ul style="list-style-type: none"> ・降雨温度計 1箇所・7ヶ月 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・水位計 50箇所・4ヶ月 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・流量計 10箇所・4ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> ・水位-流量換算精度の妥当性検証用
第2フェーズ調査	<ul style="list-style-type: none"> ・中→小ブロック（第3フェーズ調査対象ブロック）の絞り込み 	<ul style="list-style-type: none"> ・水位計 (さいたま市) 11箇所・3ヶ月 (藤沢市) 10箇所・3ヶ月 	
第3フェーズ調査	<ul style="list-style-type: none"> ・雨天時浸入水発生箇所（詳細調査対象路線）の絞り込み ・浸入水検出 AI 解析用データの取得 	<ul style="list-style-type: none"> ・光ファイバーケーブル (さいたま市) 3,154m・4ヶ月 (藤沢市) 4,334m・4ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> ・左記は管路延長
		<ul style="list-style-type: none"> ・DTS 2箇所・4ヶ月 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・水位計 (さいたま市) 9箇所・4ヶ月 (藤沢市) 11箇所・4ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> ・ラインスクリーニングによる浸入水検出結果の検証用
		<ul style="list-style-type: none"> ・流量計 (さいたま市) 3箇所・4ヶ月 (藤沢市) 2箇所・4ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> ・ラインスクリーニングによる浸入水検出結果の検証用
		<ul style="list-style-type: none"> ・T熱電対 2箇所・4ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> ・ラインスクリーニングによる浸入水検出結果の検証用



資図 1-3 調査実施フロー

1.3 各調査の実施概要

以下に、第1～第3フェーズ調査の実施概要を示す。

(1) 第1フェーズ調査（大→中ブロックへの絞り込み）

1) 水位計の設置

第1フェーズ調査では、水位計を用いた大ブロックから中ブロックへの絞り込み手法を実証するため、調査対象流域（50ブロック）に3種類の水位計^{※1}を用いた管内水位の連続測定を実施し、雨天時浸入水の多い中ブロック（10～20ha程度^{※2}）を絞り込む。

第1フェーズ調査の実施により取得した50の中ブロックの水位データは、マニング式を用いて流量に換算し、それらをブロック間で比較することによって、雨天時浸入水の影響が疑われる中ブロックを選出し、第2フェーズ調査の対象ブロックとする。

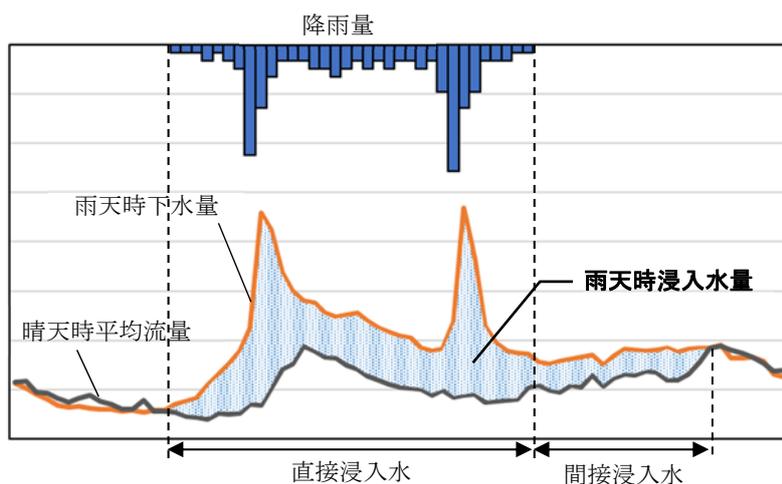
なお、本実証研究では、絞り込み作業の効率化のための統計的処理やAIによる異常データの除外等の検討を行うため、第2フェーズ調査移行後においても測定は継続する（調査期間：4ヶ月間）。

※1 本実証研究では、「圧力チップ」「横打超音波式水位計」「画像・水位変換システム」を使用した。

※2 幹線への接続系統状況によっては、10ha未満のブロックも存在する。

【参考】 ブロックの絞り込み手法について

本技術では、マニング式を用いた水位の換算流量より晴天時平均流量、雨天時浸入水量を把握し、これらより算定した浸入率や浸入水量を基に対策優先順位を決定してブロックの絞り込みを行う。ここで、雨天時浸入水量は、雨天時下水量から晴天時平均流量を差し引くことで算出する（資図1-4を参照）。



$$\begin{aligned} \text{雨天時浸入水量} &= \text{降雨時に増加した流量が晴天日平均流量に復帰するまでの差分流量} \\ &= \text{雨天時下水量} - \text{晴天時平均流量} \end{aligned}$$

資図1-4 雨天時浸入水量の算出方法（参考）

2) 流量計の設置

本実証研究では、水位計の測定データを用いた水位－流量換算結果の妥当性を検証するため、水位計 50 箇所のうち 10 箇所に流量計*を併設し、雨天時浸入水による下水流量変化の連続測定を実施する。なお、流量計の設置に当たっては、水位計の水位測定に影響を及ぼさないよう留意して設置箇所を選定する。

また、本実証研究では、絞り込み作業の効率化のための統計的処理や AI による異常データの除外等の検討を行うため、第 2 フェーズ調査移行後においても測定は継続する（調査期間：4ヶ月間）。

3) 雨量計・降雨温度計の設置

第 1～第 3 フェーズ調査の評価の基礎データとなる雨量の状況を取得するため、調査区域内の 2 箇所に雨量計を設置する。うち 1 箇所には、気温、降雨温度、雨天時浸入水温との関係を把握するため、雨量計と併せて T 熱電対（温度計）を設置する。

雨量及び降雨温度測定は、調査の全体期間（第 1～第 3 フェーズ調査）に渡り継続する。

(2) 第 2 フェーズ調査（中→小ブロックへの絞り込み）

第 2 フェーズ調査では、水位計を用いた中ブロックから小ブロックへの絞り込み手法を実証するため、第 1 フェーズ調査にて選出された中ブロックを 10 程度の小ブロック（2～5ha 程度）に分割し、各小ブロックの流末に水位計を設置して、管内水位の連続測定を実施する（調査期間：3ヶ月間）。

第 2 フェーズ調査の実施により取得した 10 程度の小ブロックの水位データは、マニング式を用いて流量に換算し、それらをブロック間で比較することによって、雨天時浸入水の影響が強く疑われる小ブロックを 1 都市当たり 2 ブロック選出し、第 3 フェーズ調査の対象ブロックとする。

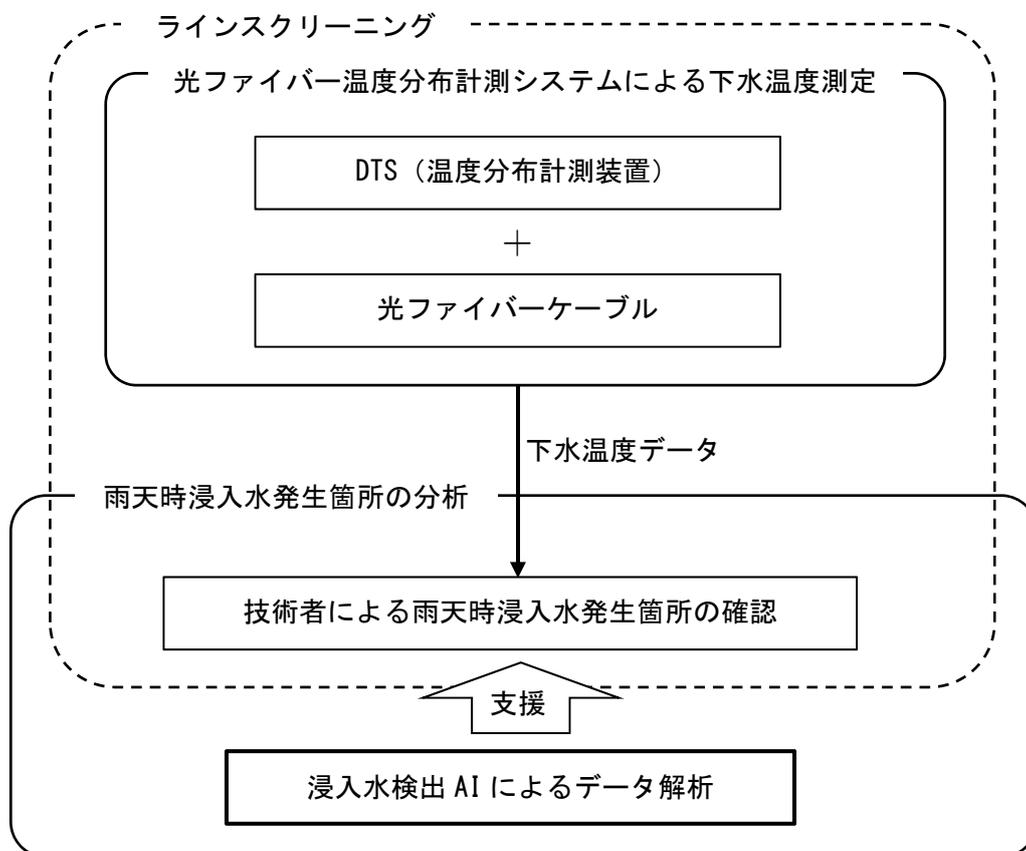
(3) 第 3 フェーズ調査（詳細調査対象範囲の絞り込み）

1) DTS・光ファイバーケーブルの設置

第 3 フェーズ調査では、第 2 フェーズ調査にて選出された 2 つの小ブロック内に敷設された下水管路に、DTS・光ファイバーケーブルで構成される「光ファイバー温度分布計測システム」を設置し、管内長手方向の連続的な下水温度分布の測定を行う（調査期間：4ヶ月間）。調査対象管路延長は、各ブロック約 2,000m、計 4,000m 程度とする（1 都市当たり）。また、DTS は各ブロックに 1 台設置する。

従来は、技術者の目により下水温度データから雨天時の特性を確認し、雨天時浸入水の発生箇所を検出（本調査手法を「ラインスクリーニング」と称する）していたが、これら分析作業の効率化を図るため、浸入水検出 AI を導入する。

資図 1-5 に、ラインスクリーニングと浸入水検出 AI との関係を示す。



資図 1-5 ラインスクリーニングとの浸入水検出 AI の関係

2) その他測定機材の設置

本実証研究では、ラインスクリーニングで検出された雨天時浸入水発生箇所の検証用に、水位計、流量計、T 熱電対を設置する（調査期間：4ヶ月間）。

① 水位計

ラインスクリーニングによる雨天時浸入水検出結果の妥当性を評価するため、各ブロックの管路内に6箇所程度の水位計を設置する。

② 流量計

ラインスクリーニングによる雨天時浸入水検出結果の妥当性を評価するため、各ブロックの流末に流量計（PB フリューム）を設置する。

③ T 熱電対

ラインスクリーニングによる下水温度測定値の妥当性を評価するため、各ブロックの流末に T 熱電対（温度計）を設置する。

2 実施事例

2.1 ブロック絞り込み調査（大→中ブロックへの絞り込み）

ここでは、絞り込みAIと水位計によるブロック絞り込み(大→中ブロックへの絞り込み)の実施事例について、その概要を示す。

2.1.1 調査ブロックの選定

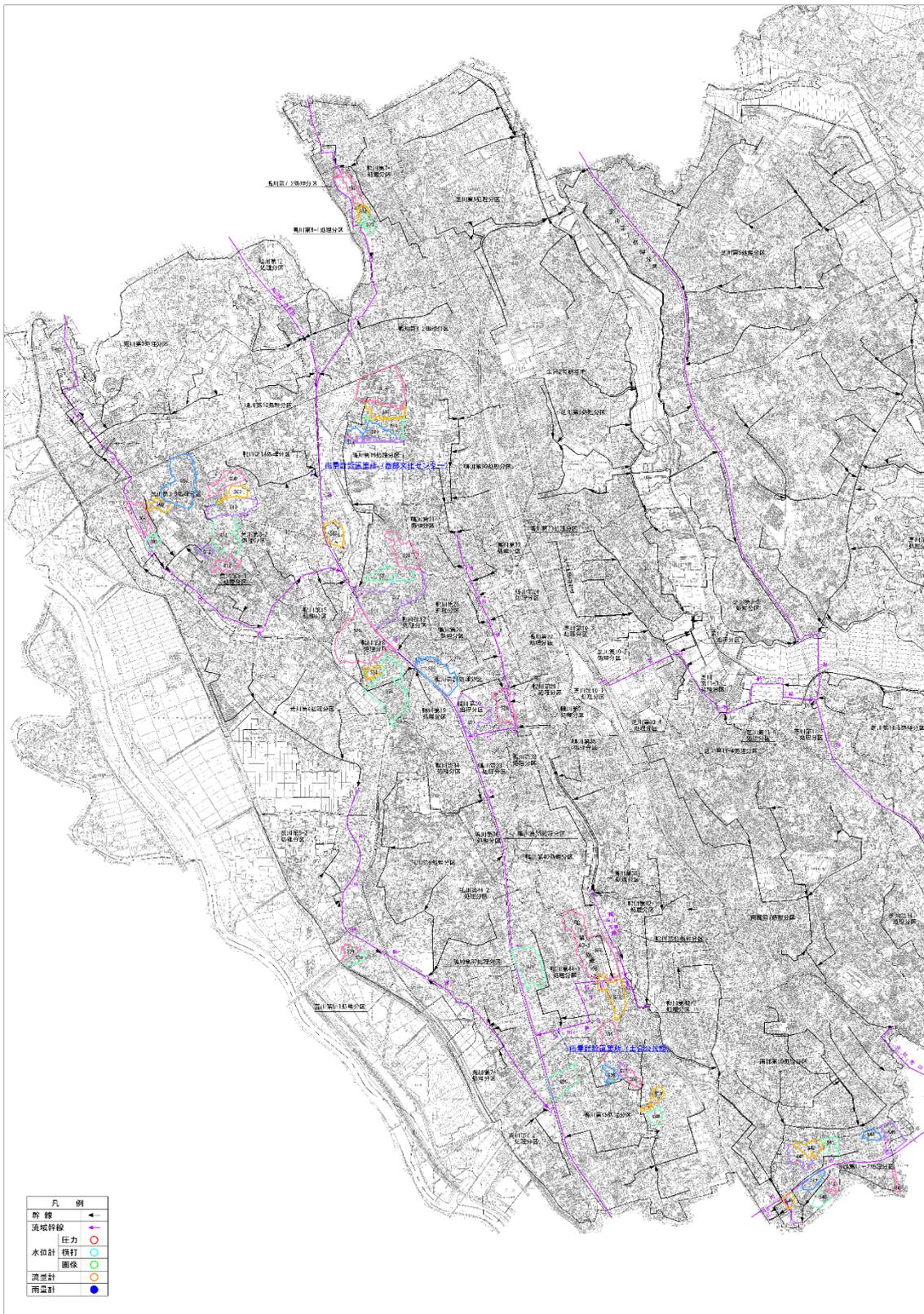
大→中ブロックへの絞り込み調査は、今回実証フィールドを対象に、下水道幹線へ流入する単独ブロック（10～20ha程度を標準）を抽出し、現地踏査を通じて現場の状況（水位計の適用条件）のほか、現場適応性（人孔構造、副管の有無、人孔曲り等）、及び作業性（人孔内作業性、路上作業性）を確認のうえ、50の調査ブロックを選定した。なお、50ブロックを超える場合、より面積の大きいブロックを優先的に選出するものとした。

本実証研究では、原則として、以下①～⑤の条件を満たす箇所に、水位計を設置した。

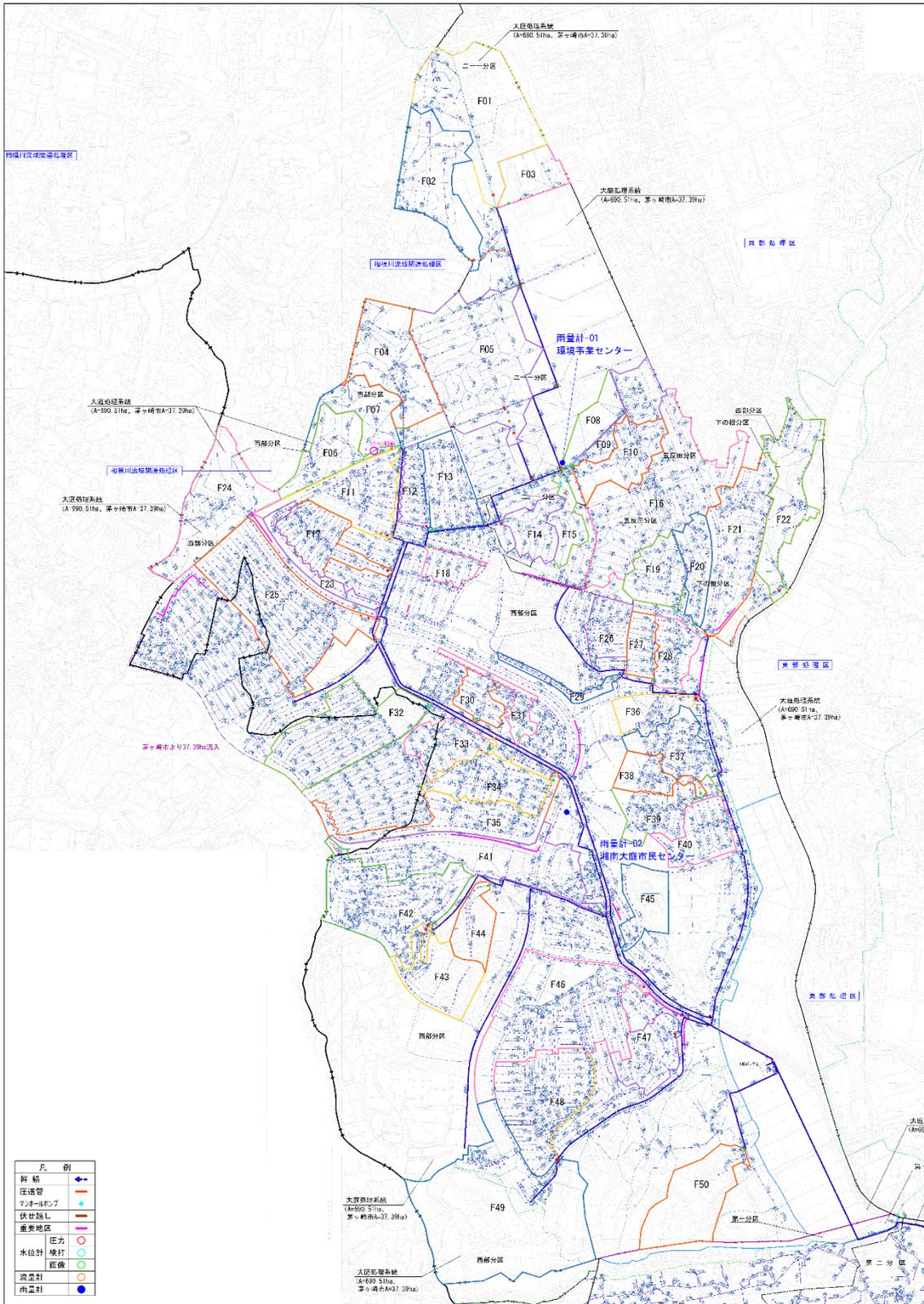
【現場の状況（適用条件）】

- ① 管口付近に取付管等の流入がないこと（管口付近に取付管等からの流入があると、水面・水流の乱れが生じ、適切な水位測定結果を得られないため）。
- ② 下水の流速が 1.0mを大きく超過しないこと（急勾配の管きよでは、測定誤差が生じやすいため）。
- ③ 適切な水位の測定環境が整っていること。
 - ・下水が滞留していないこと。
 - ・下流からの背水影響が認められないこと。
 - ・汚泥等の堆積が認められないこと（清掃により除去可能であれば可）。
- ④ 水位計が設置可能な人孔構造であること（機器の固定治具等が設置できること）。
- ⑤ 水位計が設置可能な作業環境であること（人孔構造、地上部の交通状況など）。

資図 2-1 に、大→中ブロックへの絞り込み調査の対象ブロック図を示す。



資図 2-1(1) 大→中ブロックへの絞り込み調査ブロック図 (さいたま市 : 50 ブロック)



資図 2-1(2) 大→中ブロックへの絞り込み調査ブロック図 (藤沢市 : 50 ブロック)

2.1.2 使用機材と設置状況

(1) 水位計

1) 測定機器の概要

本実証研究では、圧力チップ、横打超音波式水位計、画像・水位変換システムの3機種を使用して、管内水位の測定を行った。以下に、本実証研究で使用した3種類の水位計の概要を示す。

① 圧力チップ

圧力チップはデータロガー部とセンサ部を小型一体化した防水型の水位計であり、絶対圧センサ、温度センサ、計測制御回路、メモリ、電池、通信コネクタで構成される。独自のノーズ&テール形状により動圧下にある流水中の水位計測が可能で、水深20mmから10mまでを測定範囲とする。

圧力チップの圧力検知方式はダイヤフラム式であり、大気圧チップと水圧チップの差圧により水深を算出する。なお、ダイヤフラムは弾性のある平面に対して垂直方向へたわみやすい円板状の受圧素子であり、一般にダイヤフラムのたわみ量(変位)は少ないため、たわみ量を電気信号に変換して計測する。

資図2-2に、圧力チップの外観及び設置状況を示す。



資図 2-2 圧力チップの外観及び構造

資表 2-1 に、圧力チップの機器仕様を示す。

資表 2-1 圧力チップの機器仕様

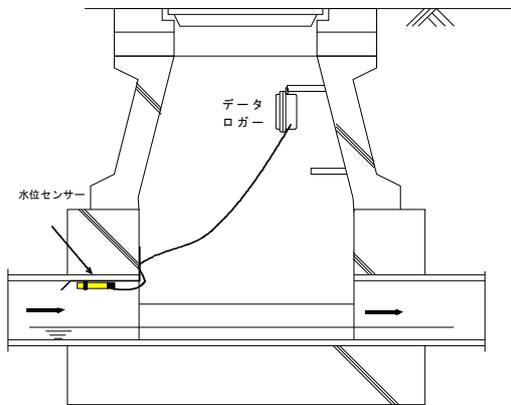
項目	内容
名称	圧力チップ
測定方式	圧力式（絶対圧）
計測範囲	水深 20mm～10m
計測精度	0.1%F.S.
分解能	±0.6mm
測定間隔	1～60 分
使用許容温度	-20～80℃
記録容量	64,000 レコード（1 分計測で 44 日間計測が可能）
外形寸法・重量	φ 22.5mm×240mm 約 200g
材質	ステンレス鋼、デルリン樹脂他
通信規格	USB、RS232
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・完全防水型の絶対圧センサー一体型データロガーを内蔵 ・独自の流線形ヘッドにより水流を乱さずに計測可能 ・各種口径を備えた専用固定マウントと一体化。ワンタッチ設置が可能

② 横打超音波式水位計

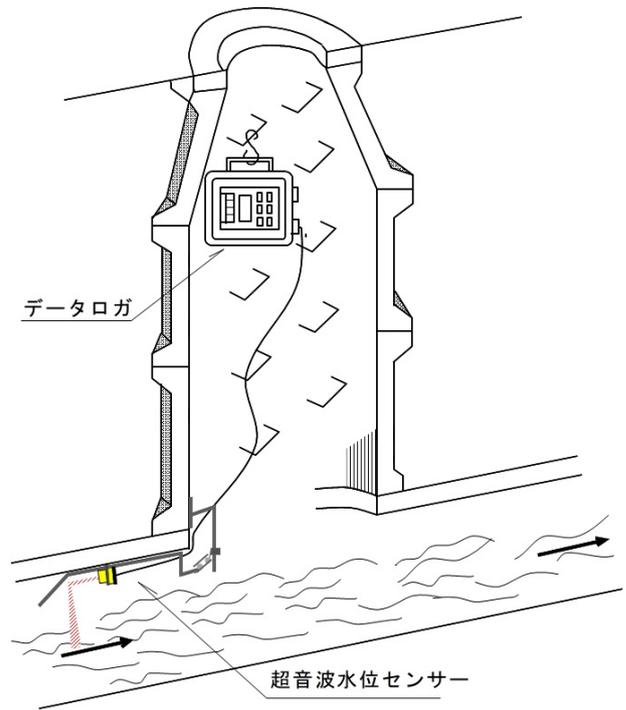
横打超音波式水位計は、従来、縦に設置して水位を計測していた超音波センサを、固定治具を用いて下水道管きょ上部に設置することにより、測定範囲を広くした水位計測方法である。なお、横打超音波式水位計の測定範囲は、上限は口径ごとに異なっているが、下限は 0mm であり低水位での水位計測が可能である。

超音波センサは、音波が空気中を毎秒約 340m の速度で伝播することを利用して、パルス状に発射した超音波が測定対象物から反射して戻ってくるまでの時間を計測してレベルに換算する。

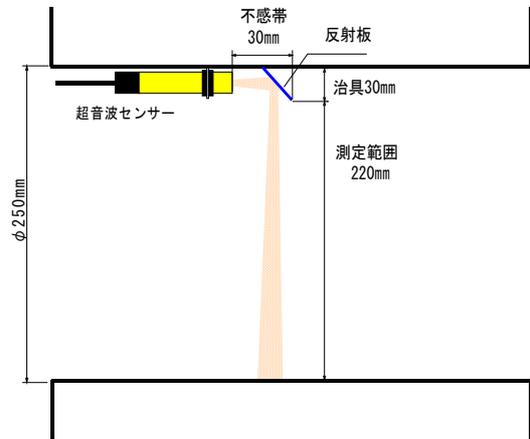
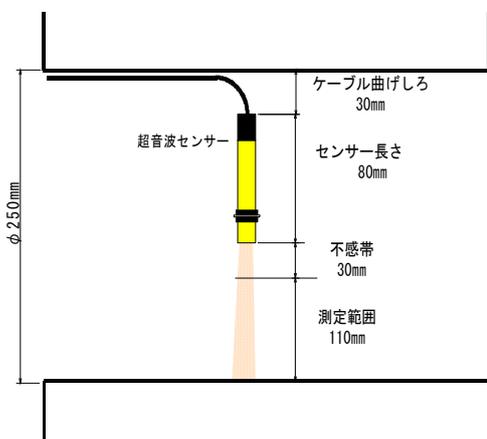
資図 2-3 に、超音波センサの設置イメージを示す。



従来測定方法



横打超音波式水位計



資図 2-3 超音波センサの設置イメージ (小口径用 : φ250mm の例)

資表 2-2 に、横打超音波式水位計の機器仕様を示す。

資表 2-2(1) 横打超音波式水位計（小口径用）の機器仕様

項 目	内 容
名称	横打超音波式水位計（小口径用）
ユニット構成	超音波センサ、センサケーブル、データロガー、バッテリーボックス、ノイズカット回路、防水ケース
① 超音波センサ	
・超音波周波数	300kHz、発信間隔 2.5ms
・検出距離	0～220mm
・計測範囲	管径 φ150mm～φ250mm
・計測精度	0.8%F.S.
・分解能	±1mm
・材質	熱可塑性ポリエステル樹脂、他
・電源	単一アルカリ乾電池×4
・電池寿命	約 20 日間
・保護構造	IP67
② データロガー	
・記録容量	瞬時値記録 60,000 データ
・測定間隔	1～30 秒、1～60 分
・保護構造	IP65
・インターフェース	通信アダプター
・電源	単三アルカリ乾電池×1
・電池寿命	約 2 年間
③ 固定治具	
・材質	SUS304
・重量	約 320g
・寸法	35mmH×260mmW×30mmD
・特徴	既設管と人孔の接合状況に追従できるように左右上下に稼働する。

資表 2-2 (2) 横打超音波式水位計（中口径用）の機器仕様

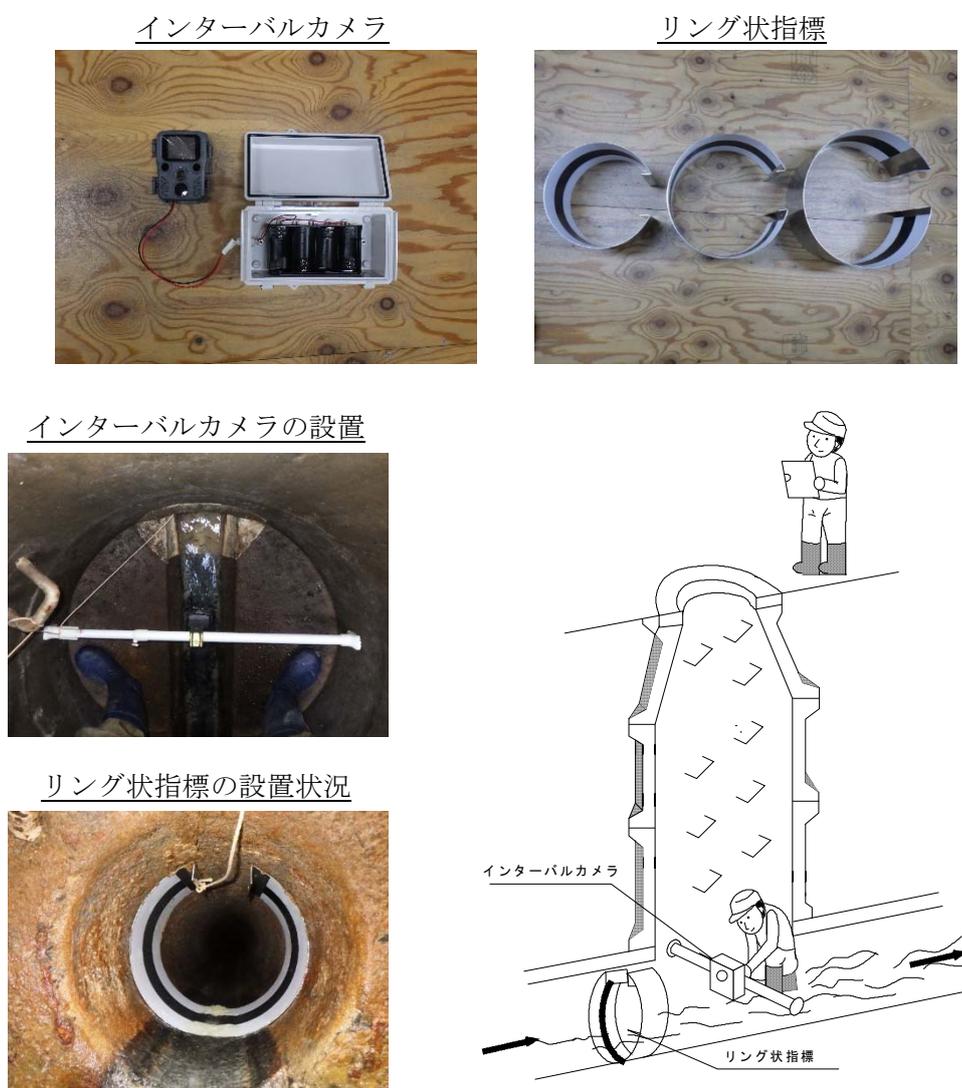
項 目	内 容
名称	横打超音波式水位計（中口径用）
ユニット構成	超音波センサ、センサケーブル、データロガー、バッテリーボックス、防水ケース
① 超音波センサ	
・ 超音波周波数	224kHz
・ 検出距離	0～740mm
・ 計測範囲	管径 φ300mm～φ800mm
・ 計測精度	0.9%F.S.
・ 分解能	±1mm
・ 材質	PBT ポリエステル樹脂、他
・ 電源	単一アルカリ乾電池×4
・ 電池寿命	約 20 日間
・ 保護構造	IP67
② データロガー	
・ 記録容量	瞬時値記録 60,000 データ
・ 測定間隔	1～30 秒、1～60 分
・ 保護構造	IP65
・ インターフェース	通信アダプター
・ 電源	単三アルカリ乾電池×1
・ 電池寿命	約 2 年間
③ 固定治具	
・ 材質	SUS304
・ 重量	約 1kg
・ 寸法	60mmH×300mmW×50mmD
・ 特徴	既設管と人孔の接合状況に追従できるよう左右上下に稼働する。

③ 画像・水位変換システム

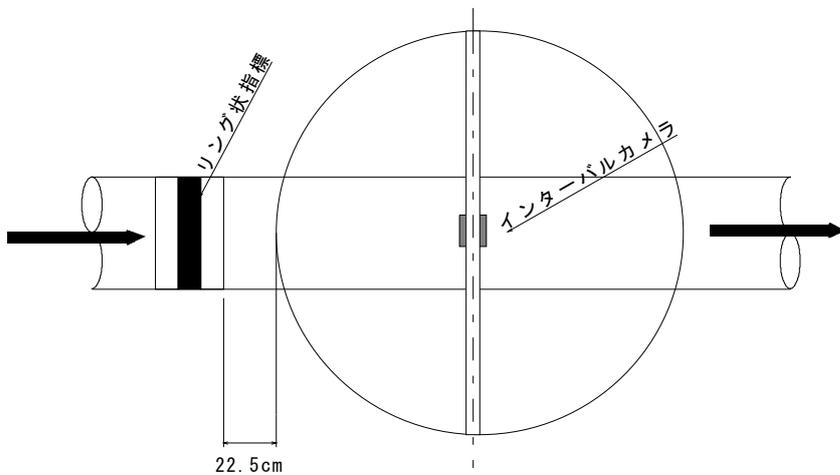
画像・水位変換システムは、インターバルカメラとリング状指標（スケール）の2つによって構成され、下水道管きょ内に設置したリング状指標を、一定間隔で撮影した画像データを専用の解析ソフトを用いて水位に変換するシステムであり、低水位での計測も可能な水位計測技術である。

上流下水道管きょ内にリング状指標を設置し、人孔中央インバート上又は下流下水道管口にカメラを設置し、1分間隔で連続撮影を行う。

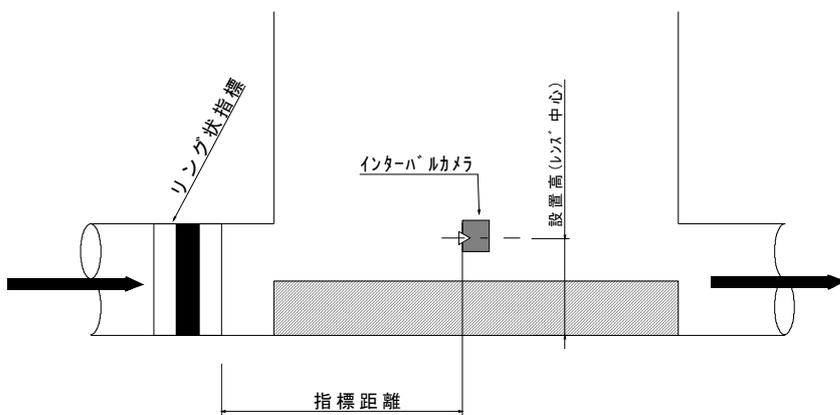
資図 2-4 に、画像・水位変換システムの設置イメージを示す。また、資図 2-5 にリング状指標・カメラの設置位置、資図 2-6 にリング状指標の寸法を示す。



資図 2-4 画像・水位変換システムの設置イメージ



リング状指標の設置位置は人孔内の上流管口とし、管口から上流に22.5cm上がった場所とする。ただし、管口に突起物や目地、副管など障害物がある場合はこの限りではない。

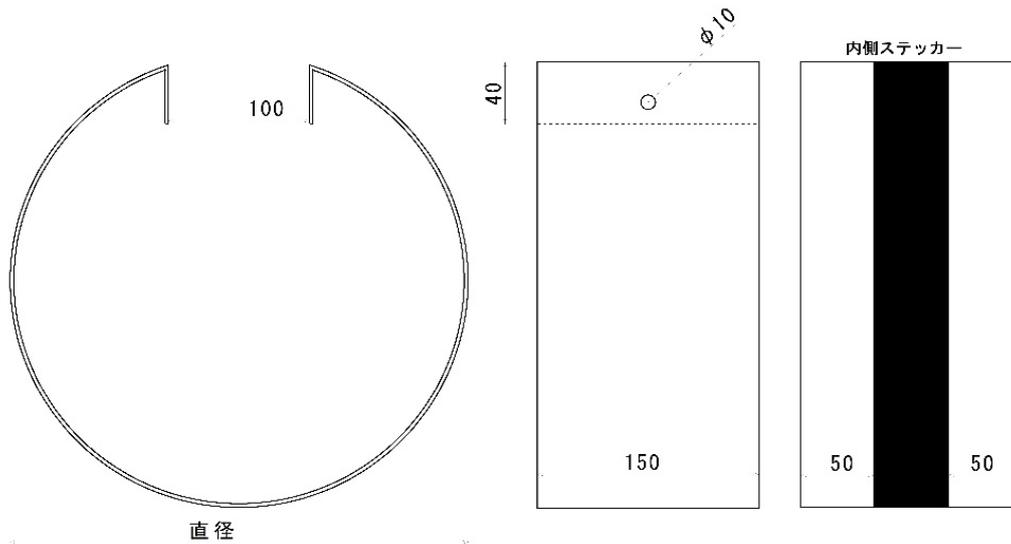


対象管径(φ200mm~φ450mm)の7割までの水位を計測するには、カメラを下表の範囲内※で設置する必要がある。また、カメラは前後左右とも水平を保つ必要がある。

管径 (mm)	指標距離 (mm)	設置高 (mm)
φ 200	400~700	205 以上
φ 250	500~800	240 以上
φ 300	600~900	275 以上
φ 350	700~1,000	310 以上
φ 400	800~1,100	345 以上
φ 450	900~1,200	380 以上

※設置高は、管底からカメラレンズの中心までの距離を示す。

資図 2-5 リング状指標・カメラの設置位置



管径 (mm)	直径 (mm)	板厚 (mm)	材質
φ 200	210	1.0	SUS301
φ 250	260	1.0	SUS301
φ 300	310	1.0	SUS301
φ 350	360	1.0	SUS304
φ 400	410	1.0	SUS304
φ 450	460	1.0	SUS304

資図 2-6 リング状指標の寸法

また、資表 2-3 に、画像・水位変換システムの機器仕様を示す。

資表 2-3 画像・水位変換システムの機器仕様

項 目	内 容
名称	画像・水位変換システム
ユニット構成	リング状指標、インターバルカメラ、取付治具、画像解析ソフト、バッテリーボックス
適用管径	管径 φ200mm～φ450mm
① インターバルカメラ	
・撮影画素数	300 万画素以上
・カラー/モノクロ	赤外線モノクロ
・計測範囲	0mm～最大 7 割までの水位
・計測精度	1.1%F.S.
・分解能	1mm
・測定間隔	1～60 分
・画像形式	jpg 形式
・最大変換画像枚	上限無し
・変換時間	1000 枚あたり、約 10 分
・保護構造	IP65
② 電源ボックス	
・材質	ABS 樹脂
・保護構造	IP65

2) 設置状況

大→中ブロックへの絞り込みを実施するため、さいたま市及び藤沢市の調査対象ブロック（50ブロック/都市）の最下流路線に水位計を設置し、管内水位の連続測定を実施する。ここで、水位計の設置機種については、下記に示す水位計の適用（運用上の留意点）を考慮して選定した。

【水位計の適用（運用上の留意点）】

- i) 人孔内壁に水跡が認められ、過去に満管以上の水位上昇が確認される場合、「横打超音波式水位計」及び「画像・水位変換システム」では、水位測定不能であるほか水没による機器故障等の恐れがあるため、「圧力チップ」を基本とする。
- ii) 平常時の水深が 30mm 程度未満の場合、圧力チップでは水深圧が得られず、適切な測定が困難であるため、「横打超音波式水位計」または「画像・水位変換システム」を基本とする。
- iii) 上記 ii) のうち、人孔内部に湯気が認められる場合、「画像・水位変換システム」は湯気によりカメラレンズが曇り、水位の撮影に支障をきたすおそれがあるため「横打超音波式水位計」を採用する。

資表 2-4 に、調査対象ブロックと水位計の種類を示す。

資表 2-4(1) 調査対象ブロックと水位計の種類（さいたま市）

ブロック名	ブロック面積 (ha)	設置箇所の管きよ諸元			設置した水位計の種類		摘 要
		管種	管径 (mm)	台帳勾配 (%)			
S01	4.93	HP	250	10.3	H3	画像・水位変換システム	
S02	2.75	HP	250	4.5	H2	横打超音波式水位計	
S03	2.49	HP	250	17.9	H2	横打超音波式水位計	
S04	8.49	VU	200	3.5	H1	圧力チップ	
S05	2.42	VU	200	4.6	H2	横打超音波式水位計	
S06	3.38	VU	200	3.5	H3	画像・水位変換システム	
S07	21.95	VU	300	1.4	H1	圧力チップ	
S08	7.34	VU	200	21.7	H2	横打超音波式水位計	
S09	3.93	VU	250	3.1	H3	画像・水位変換システム	
S10	12.29	HP	250	3.3	H2	横打超音波式水位計	
S11	15.30	HP	250	2.4	H1	圧力チップ	
S12	2.33	HP	250	67.0	H2	横打超音波式水位計	
S13	4.43	HP	250	4.8	H2	横打超音波式水位計	
S14	24.66	HP	400	0.7	H1	圧力チップ	
S15	8.55	HP	250	4.6	H2	横打超音波式水位計	
S16	6.84	HP	250	20.7	H3	画像・水位変換システム	
S17	9.04	HP	250	3.8	H1	圧力チップ	
S18	2.95	HP	250	16.7	H2	横打超音波式水位計	
S19	6.51	VU	200	3.5	H1	圧力チップ	
S20	10.92	HP	250	10.6	H3	画像・水位変換システム	
S21	8.90	HP	250	4.9	H3	画像・水位変換システム	横打超音波式水位計に変更※
S22	32.52	HP	250	5.0	H1	圧力チップ	
S23	31.66	HP	350	3.1	H1	圧力チップ	
S24	2.84	HP	250	10.7	H3	画像・水位変換システム	
S25	24.80	HP	400	0.8	H1	圧力チップ	
S26	14.67	HP	400	1.0	H2	横打超音波式水位計	
S27	13.77	HP	300	16.0	H1	圧力チップ	
S28	8.65	HP	250	4.0	H1	圧力チップ	
S29	2.92	HP	250	5.5	H3	画像・水位変換システム	
S30	2.41	HP	250	5.0	H3	画像・水位変換システム	
S31	14.95	HP	250	4.2	H2	横打超音波式水位計	
S32	31.20	HP	300	4.2	H1	圧力チップ	
S33	10.49	HP	250	7.6	H1	圧力チップ	
S34	7.08	HP	250	4.8	H3	画像・水位変換システム	横打超音波式水位計に変更※
S35	10.58	VU	200	3.5	H1	圧力チップ	
S36	2.60	HP	250	4.1	H3	画像・水位変換システム	
S37	1.54	VU	250	4.8	H3	画像・水位変換システム	横打超音波式水位計に変更※
S38	2.68	HP	250	5.1	H1	圧力チップ	
S39	3.12	HP	250	4.9	H1	圧力チップ	
S40	3.08	HP	250	5.1	H3	画像・水位変換システム	
S41	5.44	HP	250	4.0	H1	圧力チップ	
S42	5.14	HP	250	2.6	H2	横打超音波式水位計	
S43	3.57	HP	250	4.8	H1	圧力チップ	
S44	2.56	HP	250	5.1	H3	画像・水位変換システム	
S45	7.42	HP	250	3.5	H1	圧力チップ	
S46	2.03	HP	250	5.3	H2	横打超音波式水位計	
S47	3.74	HP	450	7.2	H2	横打超音波式水位計	
S48	4.33	HP	250	7.1	H1	圧力チップ	
S49	1.85	HP	450	1.9	H2	横打超音波式水位計	
S50	1.02	HP	250	4.0	H3	画像・水位変換システム	横打超音波式水位計に変更※
計					H1	圧力チップ	20箇所(当初)
					H2	横打超音波式水位計	15箇所(当初)
					H3	画像・水位変換システム	15箇所(当初)

※汚水によるリング指標の汚れや濃い湯気の発生により、水位変換時に多くのエラーが発生したため、画像・水位変換システム→横打超音波式水位計に変更している。

資表 2-4 (2) 調査対象ブロックと水位計の種類 (藤沢市)

ブロック名	ブロック面積 (ha)	設置箇所の管きょ諸元			設置した水位計の種類		摘 要
		管種	管径 (mm)	台帳勾配 (%)			
F01	17.03	VU	300	3.7	H1	圧力チップ	
F02	13.49	VU	200	5.4	H1	圧力チップ	
F03	3.89	VU	250	4.5	H3	画像・水位変換システム	
F04	13.03	VU	200	6.2	H3	画像・水位変換システム	横打超音波式水位計に変更 ^{※1}
F05	18.93	HP	300	3.5	H1	圧力チップ	
F06	6.95	VU	200	7.8	H2	横打超音波式水位計	
F07	7.09	VU	200	6.9	H2	横打超音波式水位計	
F08	3.14	TP	250	7.6	H2	横打超音波式水位計	
F09	4.30	TP	300	5.4	H2	横打超音波式水位計	
F10	5.47	TP	250	6.5	H3	画像・水位変換システム	横打超音波式水位計に変更 ^{※1}
F11	7.86	TP	200	5.2	H1	圧力チップ	
F12	2.77	TP	200	9.2	H1	圧力チップ	
F13	6.12	TP	200	11.7	H3	画像・水位変換システム	
F14	3.55	TP	250	8.5	H1	圧力チップ	
F15	2.60	TP	250	7.8	H2	横打超音波式水位計	
F16	18.05	VU	300	1.0	H1	圧力チップ	
F17	5.66	TP	200	3.2	H1	圧力チップ	
F18	2.28	TP	200	22.1	H3	画像・水位変換システム	
F19	4.78	TP	250	29.4	H2	横打超音波式水位計	
F20	3.86	TP	250	30.1	H3	画像・水位変換システム	
F21	10.92	VU	250	4.8	H1	圧力チップ	
F22	8.72	VU	300	3.9	H1	圧力チップ	
F23	2.34	TP	200	18.3	H2	横打超音波式水位計	
F24	21.26	更生	200	10.9	H2	横打超音波式水位計	
F25	17.55	更生	250	4.6	H1	圧力チップ	
F26	3.49	TP	200	19.1	H3	画像・水位変換システム	
F27	2.62	TP	200	38.8	H2	横打超音波式水位計	
F28	3.64	TP	200	40.7	H2	横打超音波式水位計	
F29	1.77	TP	200	17.6	H1	圧力チップ	
F30	2.58	TP	200	47.5	H3	画像・水位変換システム	
F31	2.22	TP	200	40.0	H3	画像・水位変換システム	
F32	13.00	TP	200	18.5	H2	横打超音波式水位計	
F33	4.44	TP	200	14.9	H2	横打超音波式水位計	
F34	6.67	TP	200	45.9	H3	画像・水位変換システム	
F35	8.06	TP	200	25.4	H3	画像・水位変換システム	
F36	3.34	TP	200	7.3	H1	圧力チップ	
F37	5.36	TP	200	9.9	H1	圧力チップ	1つ下流人孔に移動 ^{※2}
F38	3.16	TP	200	17.8	H3	画像・水位変換システム	
F39	5.27	TP	200	30.6	H2	横打超音波式水位計	
F40	4.82	TP	200	12.9	H2	横打超音波式水位計	
F41	14.24	TP	250	17.4	H3	画像・水位変換システム	
F42	13.37	TP	200	1.1	H1	圧力チップ	
F43	6.65	TP	200	5.0	H1	圧力チップ	
F44	3.62	TP	200	13.6	H3	画像・水位変換システム	横打超音波式水位計に変更 ^{※1}
F45	4.54	TP	200	14.1	H2	横打超音波式水位計	
F46	15.05	TP	300	5.5	H1	圧力チップ	
F47	5.09	TP	200	2.0	H1	圧力チップ	
F48	11.69	TP	200	15.9	H1	圧力チップ	
F49	36.86	TP	250	6.8	H1	圧力チップ	
F50	11.87	TP	250	8.5	H3	画像・水位変換システム	
計					H1	圧力チップ	20箇所(当初)
					H2	横打超音波式水位計	15箇所(当初)
					H3	画像・水位変換システム	15箇所(当初)

※1 汚水によるリング指標の汚れや濃い湯気の発生により、水位変換時に多くのエラーが発生したため、画像・水位変換システム→横打超音波式水位計に変更している。

※2 F37に設置した圧力チップは、第3フェーズ調査における流量計設置箇所と競合したため、設置位置を当初から1つ下流の人孔に変更している。

(2) 雨量計

1) 測定機器の概要

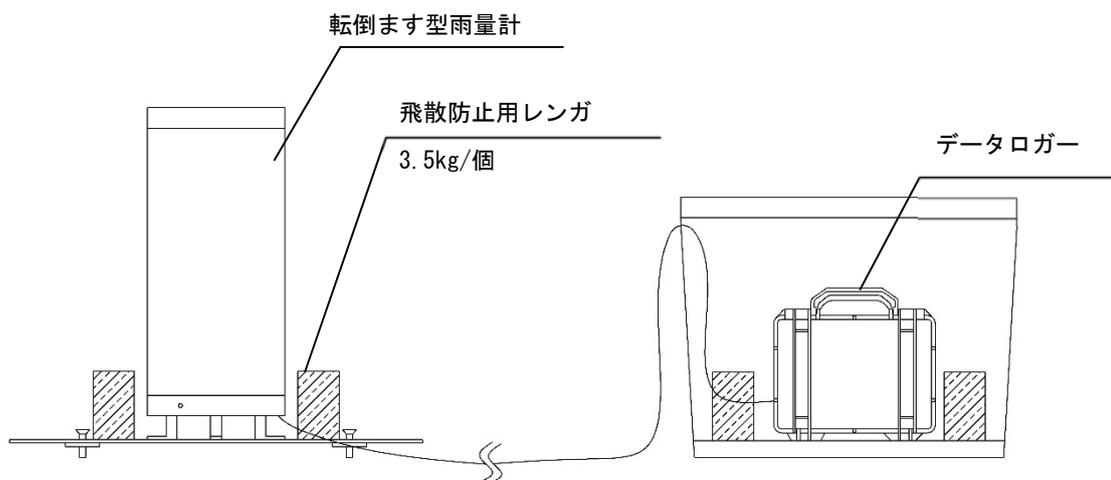
雨量計は、1 転倒=0.5mm タイプを使用し、1 分間隔でデータを記録する。資表 2-5 に、本研究で用いた雨量計の機器仕様を示す。また資図 2-7 に、雨量計の立面図を示す。

資表 2-5(1) 雨量計の機器仕様 (センサ部)

項目	内容
型式	株式会社大田計器製作所 OW-34-B P
受水口径	直径：200mm±0.6mm
感度	1 転倒：0.5mm
出力信号	リードスイッチによるメーク接点出力
接点容量	25W (DC30V、1A Amax)
接点作動時間	0.1 秒～0.2 秒 転倒ます左右の作動時間差/0.05 秒
測定範囲	最大降雨強度：150mm/h 以下
測定精度	20mm 以下：±0.5mm 20mm 調査：±3%以内
使用温度範囲	0℃～50℃ (凍結しないこと)
外形寸法	H450mm×φ216mm
重量	約 2.2kg
胴体仕様	ポリカーボネート樹脂 (PC)

資表 2-5(2) 雨量計の機器仕様 (データロガ部)

項目	内容
品名	ペンタフ株式会社製タフネットポータブル
型式	SESAME II-02d
記録媒体	メモリーカード (SD カード) 及び内部メモリー 【1M】
測点項目	パルス入力：1 点、パルス出力：2 点
使用環境	-20℃～50℃
電源	7.2V 2,000mA NiH 充電電池 又は 外部電源利用可能 (DC12V)
外部寸法	H200mm×W150mm×D75mm



資図 2-7 雨量計の立面図

2) 設置状況

さいたま市・藤沢市ともに、雨量計は流域を代表する 2 箇所に設置した。以下 i) ~ iii) に、雨量計の設置条件を示す。

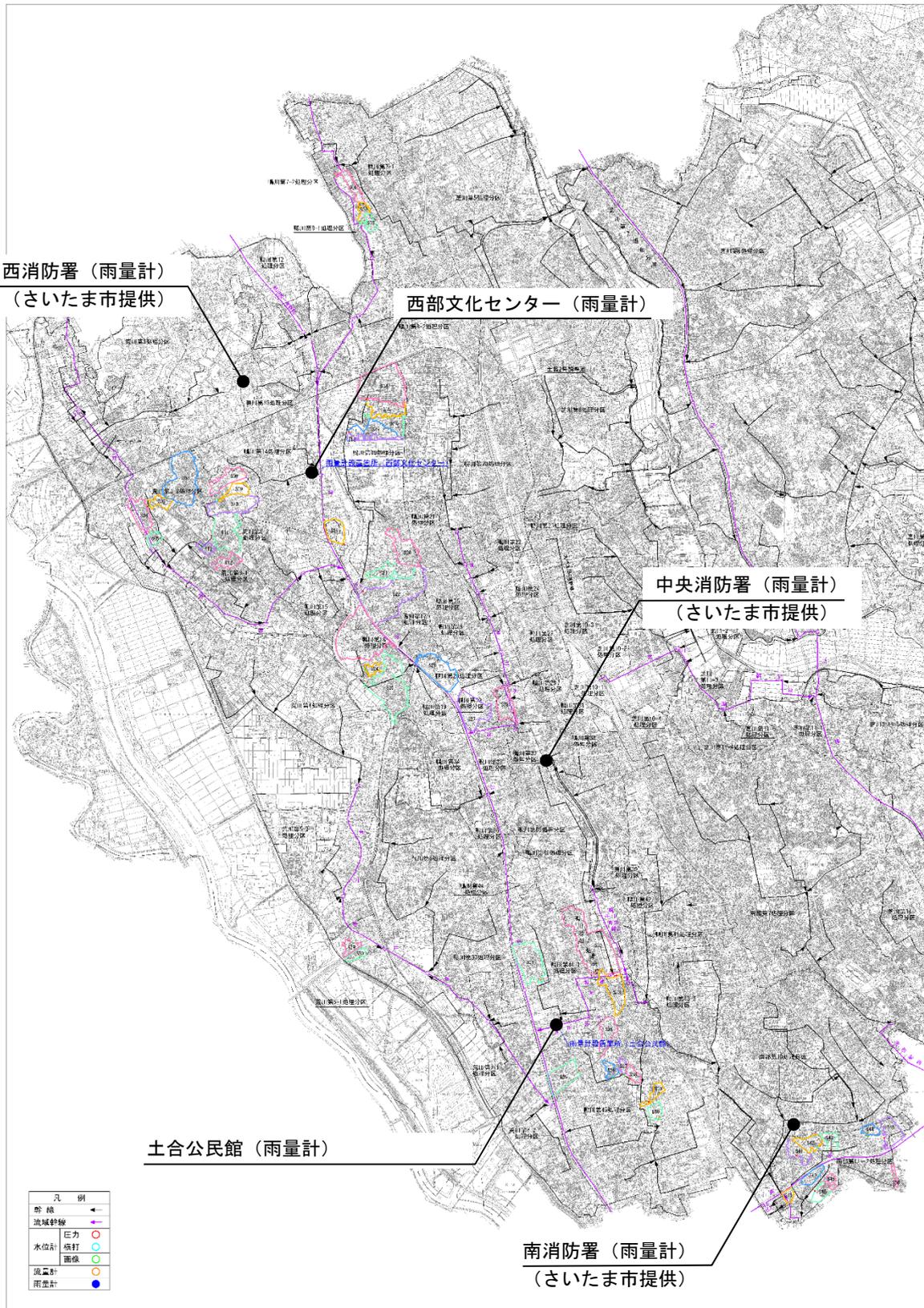
- i) 高層ビルや樹木等の雨を遮る構造物からの距離を確保できること（仰角 45°以下）
- ii) 屋上設置に設置する場合は屋上の端から十分な距離（3m以上）を確保できること
- iii) 維持管理が可能な作業環境であること（公共施設を優先）

また、さいたま市は対象区域が広範であり、降雨の偏在性による評価精度の低下が懸念されたことから、実証研究では既設の 3 雨量計（さいたま市消防局西消防署、中央消防署、南消防署）の降雨記録を合わせて用いるものとした。

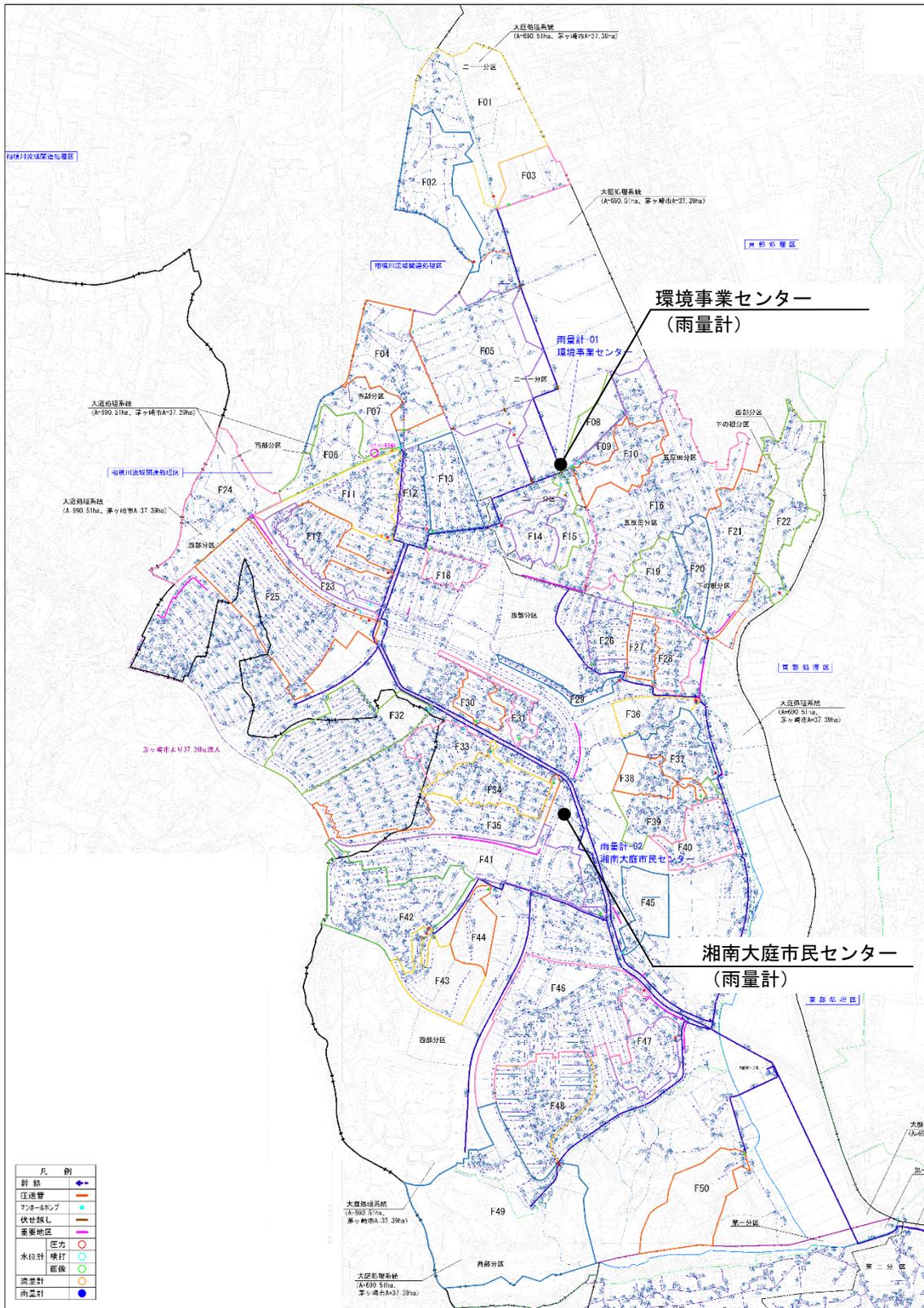
資表 2-6 に、雨量計の設置概要を示す。また資図 2-8 に、雨量計の位置図を示す。

資表 2-6 雨量計の設置概要（さいたま市・藤沢市）

都市名	施設名	住所	備考
さいたま市	西部文化センター	西区三橋 6 丁目 642-4	
	土合公民館	桜区西堀 4 丁目 2-35	
	西消防署	西区西大宮 3-48	既設
	中央消防署	中央区下落合 5-7-18	既設
	南消防署	南区根岸 3-10-7	既設
藤沢市	湘南大庭市民センター	大庭 5406-1	
	環境事業センター	遠藤 2023-17	



資図 2-8(1) 雨量計及び降雨温度計の位置図 (さいたま市)



資図 2-8(2) 雨量計及び降雨温度計の位置図 (藤沢市)

2.1.3 浸入率及び浸入水量試算値の算定

設置した機材を用いて測定した水位データ等をもとに、浸入率及び浸入水量試算値を算定する。

(1) 解析準備

1) 解析条件

資表 2-7 に、浸入率及び浸入水量試算値の解析条件を示す。

資表 2-7 浸入率及び浸入水量試算値の解析条件

	さいたま市	藤沢市
解析対象日 ^{※1}	2019/8/10～2019/12/15	2019/8/9～2019/12/15
検討対象降雨	10mm 以上	
晴天日の定義	当日は無降雨（0mm/日）であるとともに、前日 2mm/日以下、前々日 15mm/日以下、3 日前 30mm/日以下を満足する日	
必要晴天日数	各降雨につき 3 日以上	
算定日の区分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 休日：土・日・祝、お盆期間 ・ 平日：休日以外 	
教師データ	異常水位判定結果	
浸入水量の試算に用いる降雨量	計画降雨量をもとに設定（さいたま市：55.5mm ^{※2} 、藤沢市：50mm）	
解析手法	絞り込み AI による解析	
入力データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流量^{※3} ・ 降雨量 ・ ブロック面積 	

※1 豪雨時、雨天時浸入水が多いブロックでは異常な高水位により水位計の測定範囲以上の水位や欠測（機器不良）が生じ、ブロック間の比較が困難な場合がある。そのため、降雨量が非常に多い降雨日（9/8～9/11（台風 15 号）、10/11～10/31（台風 19 号）、11/22 降雨（さいたま市約 90mm、藤沢市約 70mm））は解析対象から除外した。ここで、台風 19 号は台風通過後、高水位の状態が続いたブロックが数多くあり、ブロック間の比較が困難であったことから、高水位の状態が完全に解消された 10/31 までを除外した。なお、水位計のオーバーフローや欠測による水位異常が観測されたブロックは、ブロック単位で当該日を除外した。

※2 さいたま市では 2 つの計画降雨（47.5mm/h、55、5mm/h）が設定されているが、ここでは高い方（55.5mm/h）を使用した。

※3 水位から算出したマニング換算流量を使用

2) 除外ブロック

解析対象とした各都市 50 ブロックのうち、晴天時における不安定な水位変化（排水ポンプ、滞水、豪雨・台風等の影響）や計測不良（機器の不具合・水没による故障、測定範

圃以上の水位の発生) がみられたブロック (さいたま市 23 ブロック、藤沢市 13 ブロック) では、適切な浸入率の評価ができないことから、今回は検証対象から除外した。

(2) 浸入率及び浸入水量試算値の算定

解析対象としたブロックを対象に、絞り込み AI を用いて浸入率及び浸入水量試算値を算定した。

資表 2-8 に、各ブロックの浸入率及び浸入水量試算値を示す。なお、浸入率・浸入水量試算値算定根拠については、資料編 3.5 を参照。

資表 2-8 各ブロックの浸入率及び浸入水量試算値

さいたま市

No.	ブロック	面積 (ha)	浸入率	浸入水量試算値 (m3)
1	S01	4.93	0.006	31.1
2	S02	2.75	-0.020	0.0
3	S04	8.49	0.077	297.7
4	S05	2.42	0.004	19.3
5	S06	3.38	0.044	70.0
6	S07	21.95	0.018	188.8
7	S08	7.34	0.006	23.5
8	S09	3.93	-0.001	5.3
9	S16	6.84	0.019	82.6
10	S19	6.51	0.017	70.9
11	S20	10.92	0.001	34.3
12	S28	8.65	0.053	225.0
13	S29	2.92	0.040	57.5
14	S30	2.41	0.038	43.6
15	S31	14.95	0.042	345.0
16	S32	31.2	0.070	1086.4
17	S33	10.49	0.027	141.8
18	S34	7.08	0.022	70.3
19	S35	10.58	0.028	146.5
20	S36	2.6	0.154	177.9
21	S37	1.54	0.053	38.0
22	S38	2.68	0.017	31.8
23	S39	3.12	0.037	79.2
24	S40	3.08	0.025	36.9
25	S43	3.57	0.046	89.3
26	S47	3.74	0.053	90.6
27	S48	4.33	0.063	140.4

藤沢市

No.	ブロック	面積 (ha)	浸入率	浸入水量試算値 (m3)
1	F02	13.49	0.008	52.5
2	F04	13.03	0.001	3.6
3	F05	18.93	0.007	66.5
4	F06	6.95	0.002	9.1
5	F07	7.09	0.002	7.0
6	F11	7.86	0.011	40.3
7	F12	2.77	0.012	16.1
8	F13	6.12	0.034	82.4
9	F14	3.55	0.004	8.2
10	F15	2.6	-0.003	0.0
11	F17	5.66	0.018	43.9
12	F18	2.28	0.009	13.3
13	F20	3.86	0.016	25.1
14	F21	10.92	0.008	48.1
15	F22	8.72	-0.001	2.6
16	F23	2.34	0.026	24.6
17	F25	17.55	0.125	962.1
18	F26	3.49	0.101	122.0
19	F27	2.62	0.079	72.0
20	F28	3.64	0.043	61.2
21	F29	1.77	0.026	27.8
22	F30	2.58	0.009	12.1
23	F32	13	-0.004	4.2
24	F33	4.44	0.013	22.4
25	F34	6.67	0.033	77.3
26	F35	8.06	0.043	121.5
27	F36	3.34	0.054	64.7
28	F37	5.36	0.065	146.0
29	F39	5.27	0.023	44.9
30	F40	4.82	0.098	164.6
31	F41	14.24	-0.001	27.0
32	F42	13.37	0.013	63.3
33	F43	6.65	0.028	83.3
34	F44	3.62	0.005	12.7
35	F45	4.54	0.076	154.6
36	F47	5.09	0.098	167.9
37	F48	11.69	0.014	82.6

2.1.4 ブロックの絞り込み結果

大→中ブロックへのブロック絞り込みは、浸入率の順位付け結果に基づき、雨天時浸入水が強く疑われるブロックを優先して抽出する。

資表 2-9 に、ブロック絞り込み結果（大→中ブロック）を示す。検討の結果、以下に示す中ブロックを抽出した。

（さいたま市）

S04、S06、S28、S29、S31、S32、S36、S37、S43、S47、S48（計 11 ブロック）

（藤沢市）

F25、F26、F27、F28、F35、F36、F37、F40、F45、F47（計 10 ブロック）

資表 2-9 浸入率順位に基づくブロック絞り込み結果（大→中ブロック）

さいたま市

ブロック	面積 (ha)	浸入率		浸入水量試算値	
		順位	値	順位	値 (m3)
S36	2.60	1	0.154	6	177.9
S04	8.49	2	0.077	3	297.7
S32	31.20	3	0.070	1	1086.4
S48	4.33	4	0.063	9	140.4
S28	8.65	5	0.053	4	225.0
S37	1.54	6	0.053	19	38.0
S47	3.74	7	0.053	10	90.6
S43	3.57	8	0.046	11	89.3
S06	3.38	9	0.044	16	70.0
S31	14.95	10	0.042	2	345.0
S29	2.92	11	0.040	17	57.5
S30	2.41	12	0.038	18	43.6
S39	3.12	13	0.037	13	79.2
S35	10.58	14	0.028	7	146.5
S33	10.49	15	0.027	8	141.8
S40	3.08	16	0.025	20	36.9
S34	7.08	17	0.022	15	70.3
S16	6.84	18	0.019	12	82.6
S07	21.95	19	0.018	5	188.8
S19	6.51	20	0.017	14	70.9
S38	2.68	21	0.017	22	31.8
S01	4.93	22	0.006	23	31.1
S08	7.34	23	0.006	24	23.5
S05	2.42	24	0.004	25	19.3
S20	10.92	25	0.001	21	34.3
S09	3.93	26	-0.001	26	5.3
S02	2.75	27	-0.020	27	0.0

※今回検討では、浸入率0.040以上のブロックを抽出

藤沢市

ブロック	面積 (ha)	浸入率		浸入水量試算値	
		順位	値	順位	値 (m3)
F25	17.55	1	0.125	1	962.1
F26	3.49	2	0.101	6	122.0
F47	5.09	3	0.098	2	167.9
F40	4.82	4	0.098	3	164.6
F27	2.62	5	0.079	12	72.0
F45	4.54	6	0.076	4	154.6
F37	5.36	7	0.065	5	146.0
F36	3.34	8	0.054	14	64.7
F35	8.06	9	0.043	7	121.5
F28	3.64	10	0.043	16	61.2
F13	6.12	11	0.034	10	82.4
F34	6.67	12	0.033	11	77.3
F43	6.65	13	0.028	8	83.3
F29	1.77	14	0.026	22	27.8
F23	2.34	15	0.026	25	24.6
F39	5.27	16	0.023	19	44.9
F17	5.66	17	0.018	20	43.9
F20	3.86	18	0.016	24	25.1
F48	11.69	19	0.014	9	82.6
F42	13.37	20	0.013	15	63.3
F33	4.44	21	0.013	26	22.4
F12	2.77	22	0.012	27	16.1
F11	7.86	23	0.011	21	40.3
F18	2.28	24	0.009	28	13.3
F30	2.58	25	0.009	30	12.1
F02	13.49	26	0.008	17	52.5
F21	10.92	27	0.008	18	48.1
F05	18.93	28	0.007	13	66.5
F44	3.62	29	0.005	29	12.7
F14	3.55	30	0.004	32	8.2
F06	6.95	31	0.002	31	9.1
F07	7.09	32	0.002	33	7.0
F04	13.03	33	0.001	35	3.6
F41	14.24	34	-0.001	23	27.0
F22	8.72	35	-0.001	36	2.6
F15	2.60	36	-0.003	37	0.0
F32	13.00	37	-0.004	34	4.2

※今回検討では、浸入率0.040以上のブロックを抽出

2.2 ブロック絞り込み調査（中→小ブロックへの絞り込み）

ブロック絞り込み調査（中→小ブロックへの絞り込み）では、前節 2.1 にて抽出した候補ブロック（さいたま市 11 ブロック、藤沢市 10 ブロック）の流末に各種水位計を設置し、絞り込み AI により浸入率及び浸入水量試算値の算定を行い、各都市 2 つの小ブロックを抽出する。

2.2.1 検討手順

以下に、調査対象ブロックの選定手順を示す。

【対象ブロックの選定手順】

- 手順① 候補ブロックの小ブロック化
- 手順② 各ブロックの現地状況の確認及び水位計の設置
- 手順③ 浸入率順位付け及びフィールド調査の適応性の確認

（1）候補ブロックの小ブロック化

雨天時浸入水が多いと疑われる中ブロックについて、管路系統別に小ブロックに分割する。

（2）各ブロックの現地状況の確認及び水位計の設置

各候補ブロックの特徴を整理のうえ、机上・現地踏査を通じて現地状況の確認・整理を行う。また、各候補ブロックの末流に水位計を設置する。

（3）浸入率順位付け及びフィールド調査の適応性の確認

対策優先度の高い小ブロックの抽出に当たっては、従来手法に比べて事業性が高い地区を選定する必要があることから、一定の調査管路延長や家屋密度が得られるブロックにおける評価が望まれる。

そこで、小ブロックの抽出には浸入率順位のほか、下記 1) 及び 2) に示すフィールド調査の適応性を考慮するものとした。

1) ラインスクリーニングの適応性

- 対策優先度の高い小ブロックの抽出には、ラインスクリーニングの事業性を高めるため、管路延長が一定程度の路線延長を有するブロック*の抽出が望ましい。
- 対策優先度の高い小ブロックの抽出には、管内に光ファイバーケーブルを設置することから、大規模な伏越区間やマンホールポンプ、サービス管、地中接続管など、ケーブル設置が困難なブロックは選出しない。
- 下水温度の変化を測定原理としたラインスクリーニングを実施するため、下水の滞留が認められるブロックは選出しない。

2) 詳細調査への適応性

対策優先度の高いブロックの詳細調査（誤接合調査）では、家屋密度の高い住宅地を中心としたブロック*の選出が望ましい。

※調査ブロックの選定は、本編の第3章 導入検討を参照し、事業性を確認する。

2.2.2 ブロック絞り込み結果

以下に、検討手順に従い実施した各都市の検討結果を整理する。

(1) さいたま市

1) 調査対象ブロックの整理

雨天時浸入水が多いと思われるブロックを横並びで評価し、対策優先度が高い2つの小ブロックを抽出する。ここで、ブロック面積が大きなS31、S32の2ブロックについては、管路系統別に2~4の小ブロックに分割した。

また、S04、S28、S32-4の3ブロックは、現地状況確認による地域特性を踏まえ、下記の理由により適用性が低いと判断し、調査ブロックから除外した。

(除外理由)

- ・S04ブロック：ブロック内に4箇所の中継接続があり、光ファイバーケーブルの設置が困難である。
- ・S28ブロック：ブロック内に幹線への接続部があり、2つの排水系統が存在することが判明したため、ラインスクリーニングの適用性が低いと判断。
- ・S32-4ブロック：ブロックのほぼ全域が田畑・公園・グラウンドで構成され、住宅が存在しない（実証試験としての適用性が低い）。

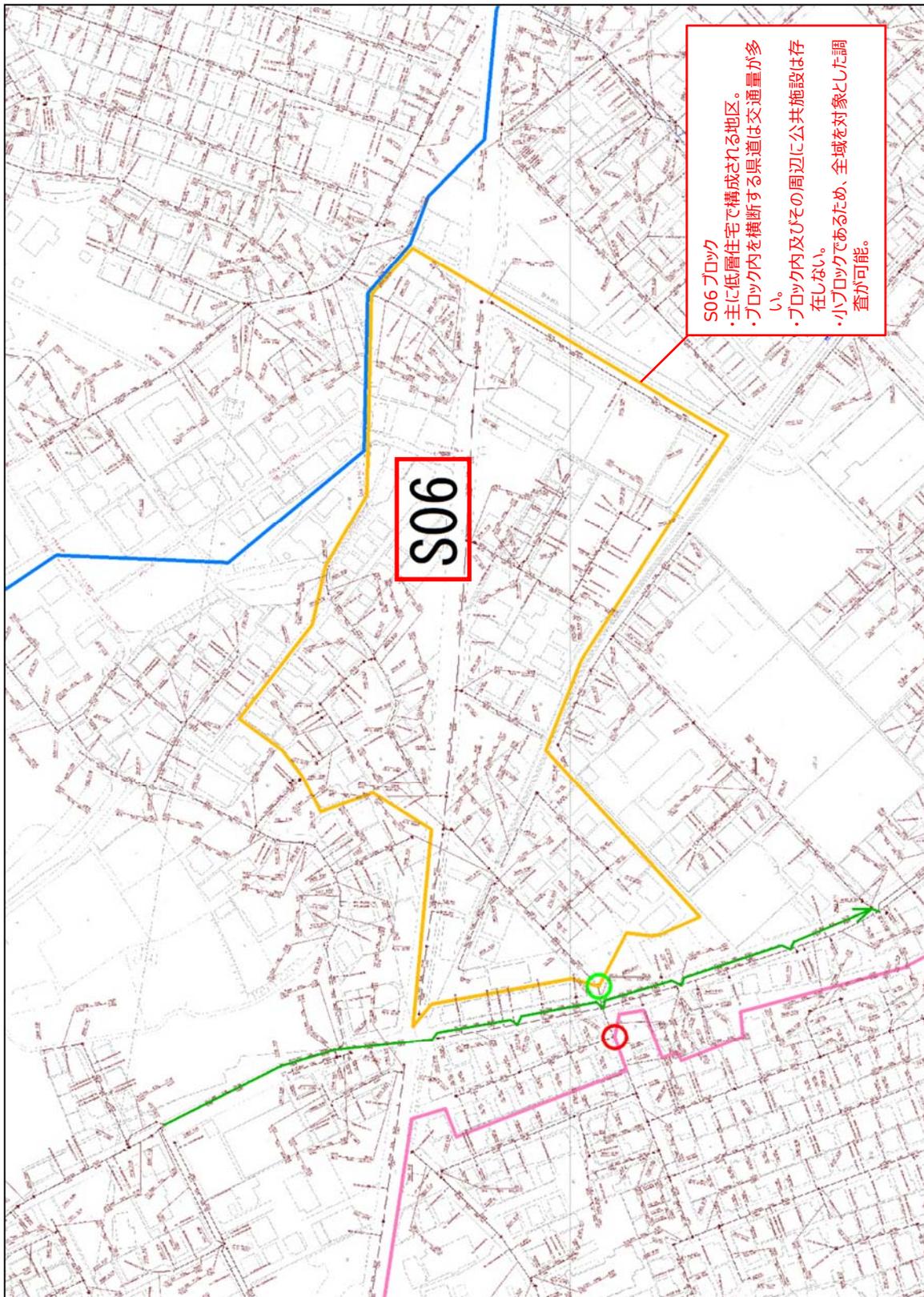
資表 2-10 に、調査対象ブロック一覧（さいたま市）を示す。

資表 2-10 調査対象ブロック一覧（さいたま市）

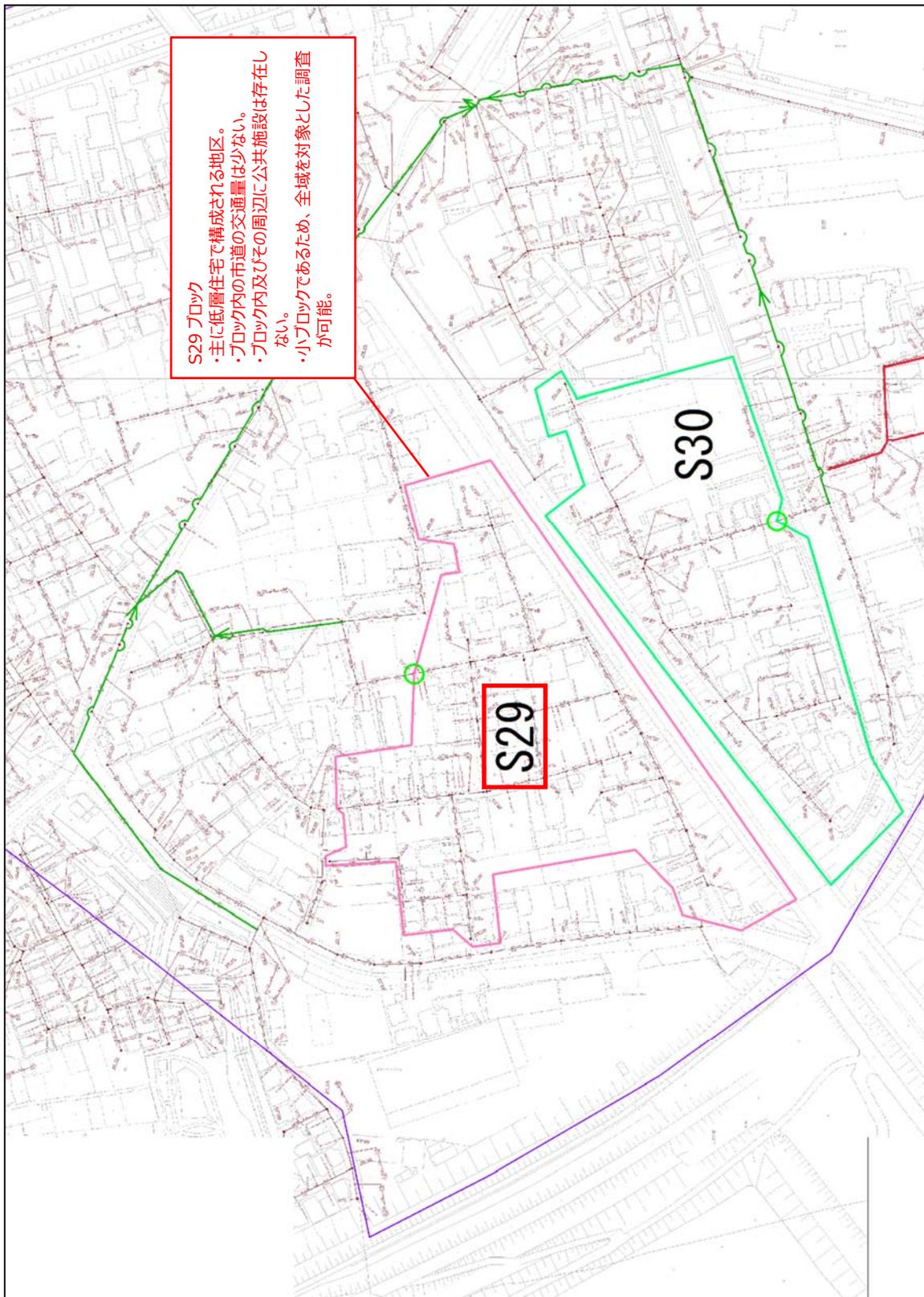
候補 ブロック	ブロックの 分割	評価対象ブロック			備考
		評価 ブロック名	面積 (ha)	管きよ延長 (m)	
S04	—	S04	8.49	2,740	ブロック内に4箇所のダミーマンホール(地中接続)があり、光ファイバーケーブルの設置が困難であるため、第3フェーズ調査の適用性が著しく低い
S06	—	S06	3.38	1,079	
S28	—	S28	8.65	1,840	ブロック内に幹線への接続部があり、枝線と幹線による2系統の排水ルートの存在が判明したため、第3フェーズ調査の適用性が著しく低い
S29	—	S29	2.92	870	
S31	2分割	S31-1	8.41	1,625	ブロック面積が大きいため、污水管路の系統別に小ブロックに分割
		S31-2	6.54	1,390	
S32	4分割	S32-1	8.76	2,000	ブロック面積が大きいため、污水管路の系統別に小ブロックに分割
		S32-2	8.24	1,764	
		S32-3	9.77	2,100	ほぼ全域が田畑・公園・グラウンドで構成され、住宅が存在しないことから、詳細調査の適用性が著しく低い
		S32-4	4.43	270	
S36	—	S36	2.60	714	
S37	—	S37	1.54	440	
S43	—	S43	3.57	887	
S47	—	S47	3.74	644	
S48	—	S48	4.33	563	
計		12ブロック			

:調査への適用性が低く、除外したブロック

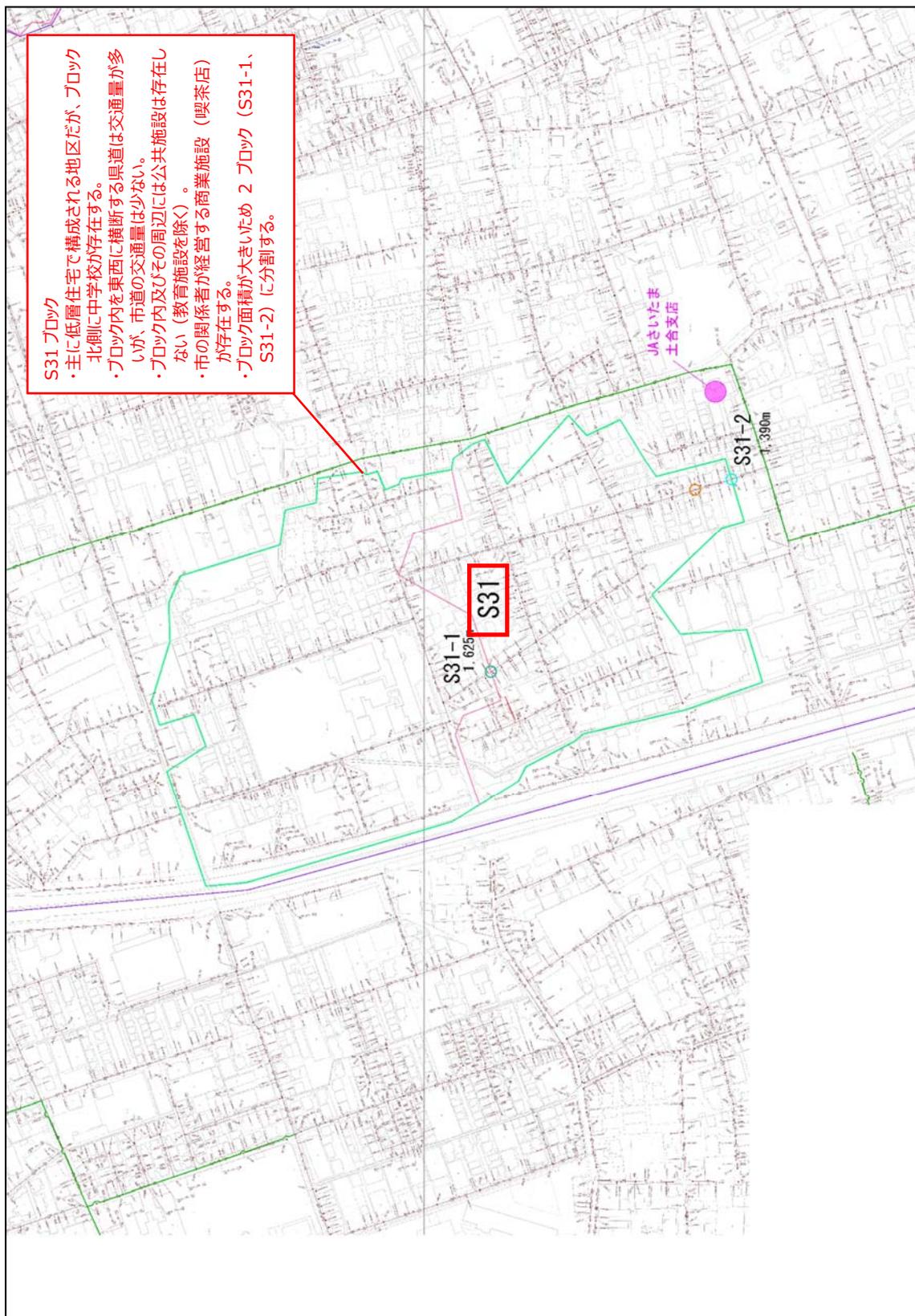
資図 2-9 に、調査対象ブロックの状況図（さいたま市）を示す。また資表 2-11 に、調査に用いた水位計一覧（さいたま市）を示す。



資図 2-9(1) 調査対象ブロックの状況図（さいたま市 S06）



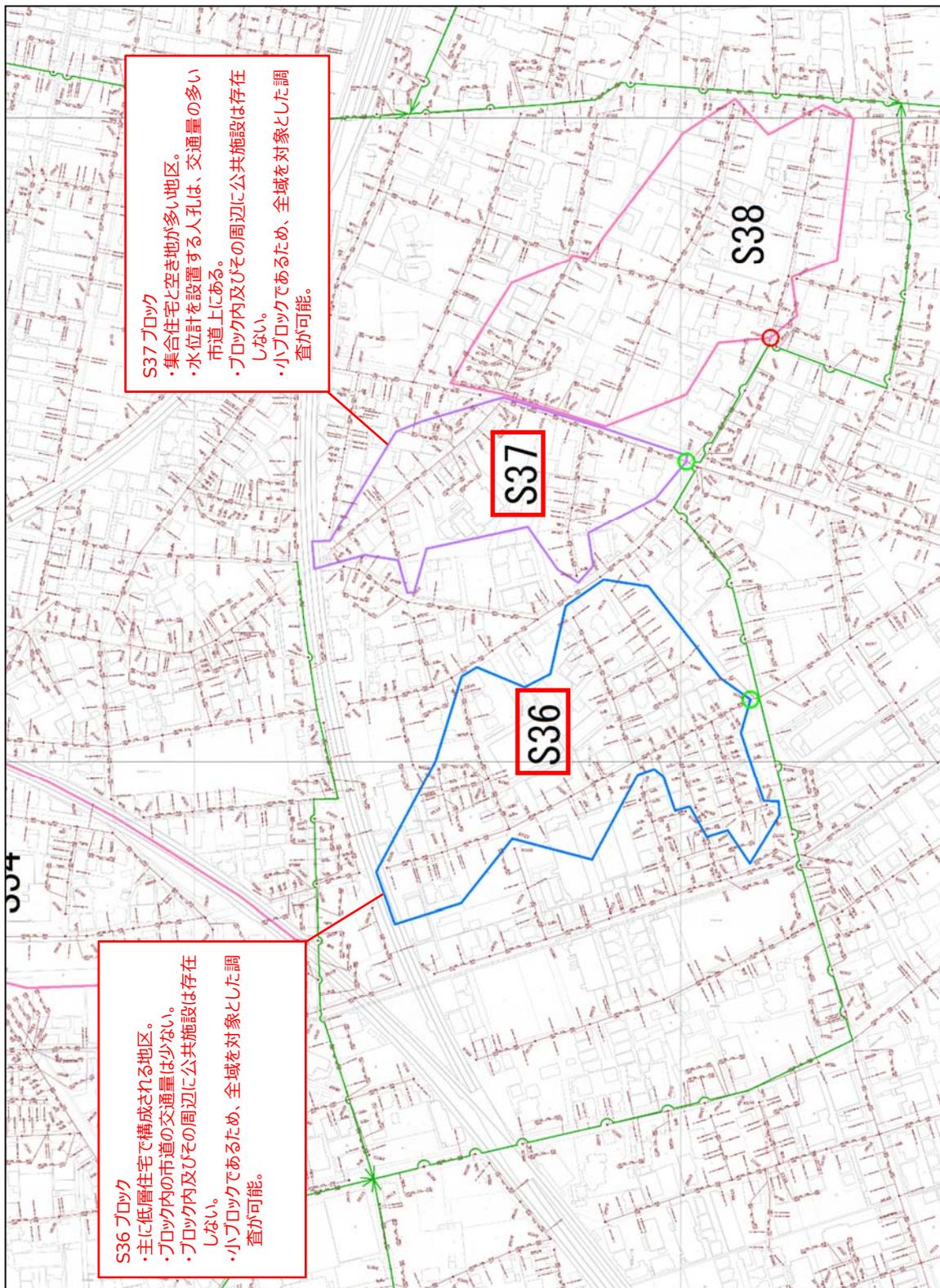
資図 2-9(2) 調査対象ブロックの状況図（さいたま市 S29）



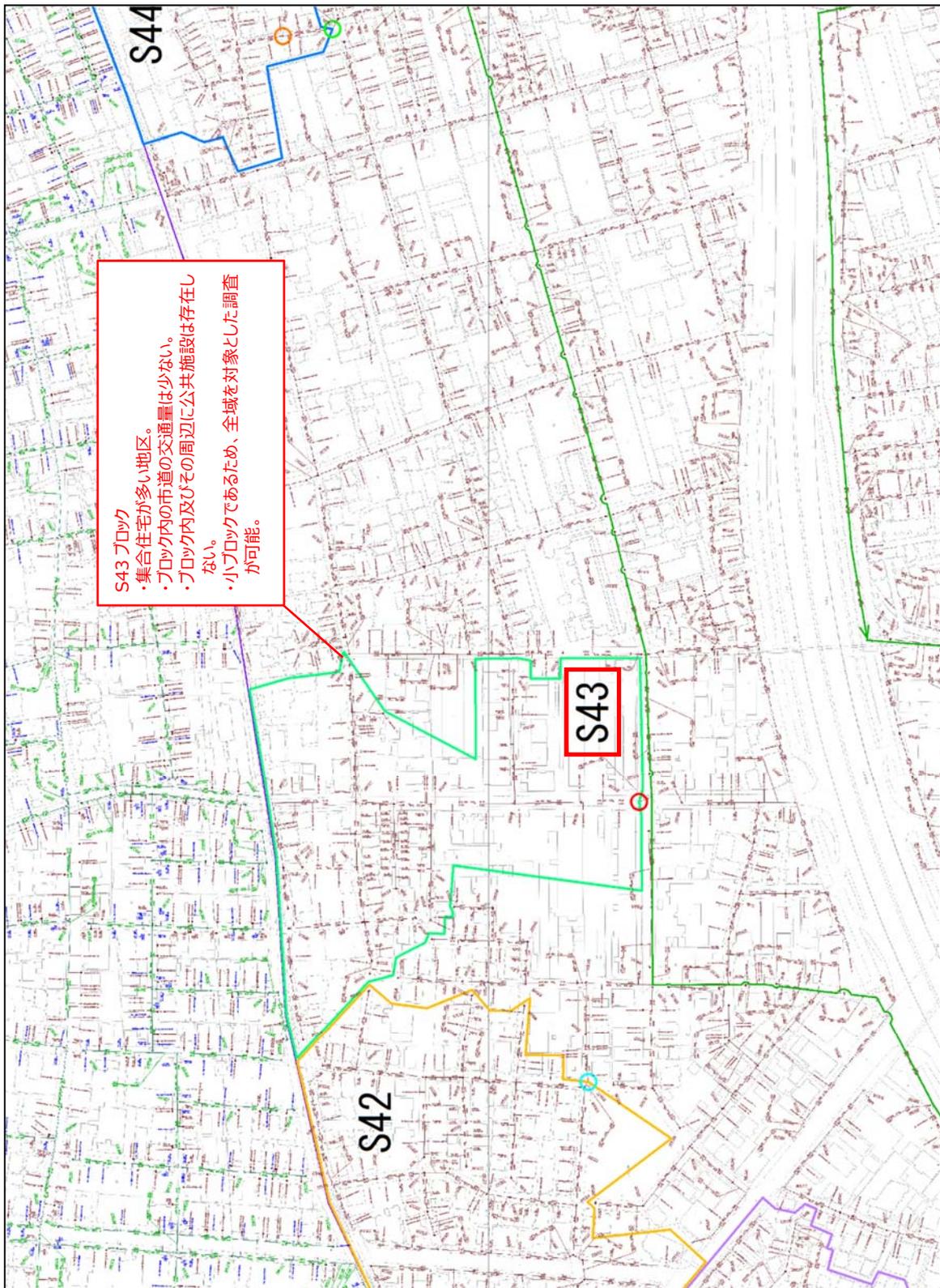
資図 2-9(3) 調査対象ブロックの状況図（さいたま市 S31）



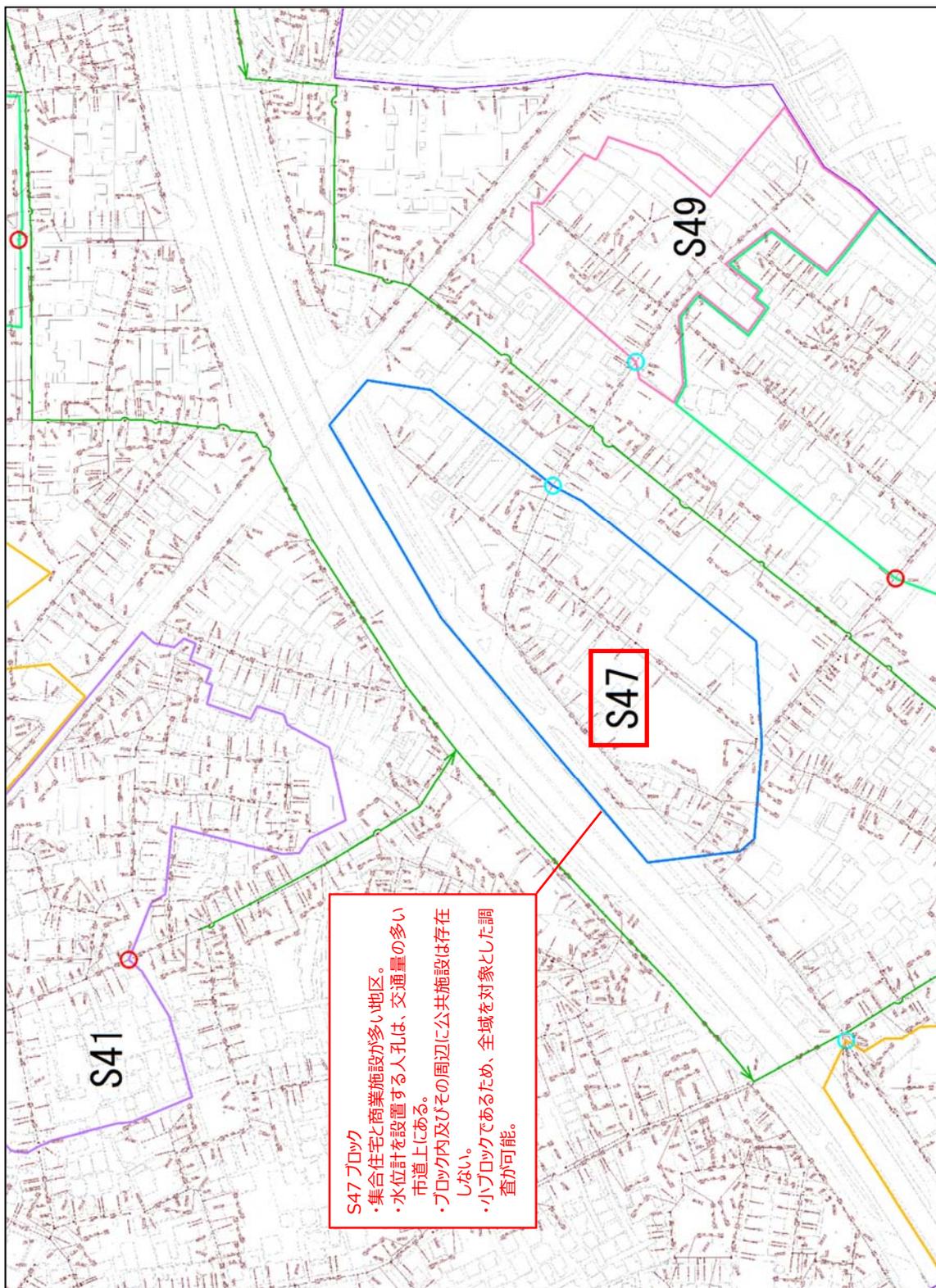
資図 2-9(4) 調査対象ブロックの状況図（さいたま市 S32）



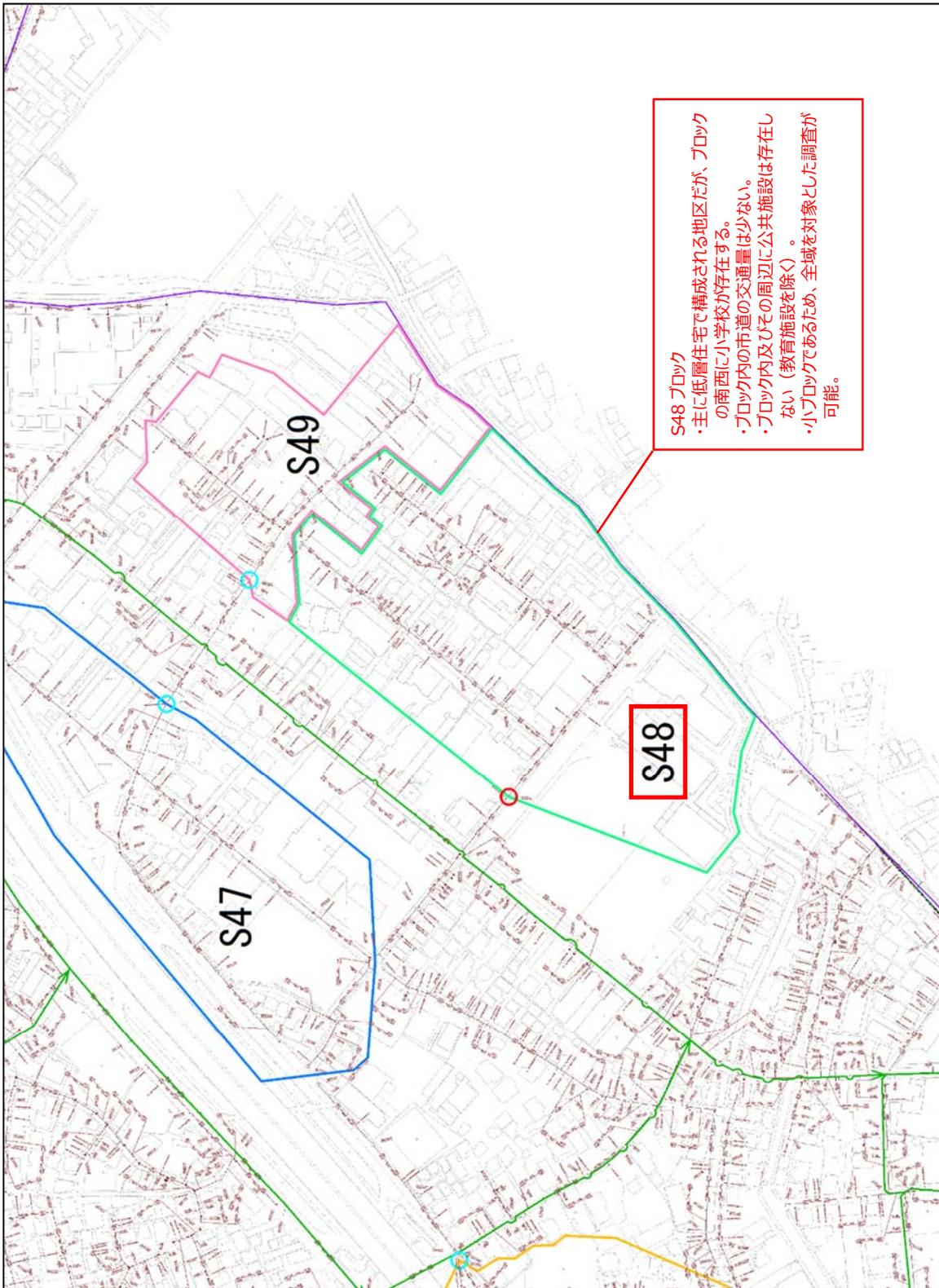
資図 2-9(5) 調査対象ブロックの状況図（さいたま市 S36、S37）



資図 2-9(6) 調査対象ブロックの状況図（さいたま市 S43）



資図 2-9(7) 調査対象ブロックの状況図（さいたま市 S47）



資図 2-9(8) 調査対象ブロックの状況図（さいたま市 S48）

資表 2-11 調査に用いた水位計一覧（さいたま市）

ブロック名	面積(単独) (ha)	面積(追加) (ha)	水位計の種類	備考
S06	3.38	3.38	画像・水位変換システム	
S29	2.92	2.92	画像・水位変換システム	
S31-1	8.41	8.41	横打超音波式水位計	
S31-2	6.54	14.95	横打超音波式水位計	
S32-1	8.76	8.76	横打超音波式水位計	
S32-2	8.24	17.00	横打超音波式水位計	
S32-3	9.77	9.77	横打超音波式水位計	
S36	2.60	2.60	画像・水位変換システム	
S37	1.54	1.54	画像・水位変換システム	横打超音波式水位計に変更※
S43	3.57	3.57	圧力チップ	
S47	3.74	3.74	横打超音波式水位計	
S48	4.33	4.33	圧力チップ	
12ブロック				

※濃い湯気により画像→水位変換時に安定的なデータが取得できなかったため、設置機種を変更

2) ブロックの絞り込み結果

中→小ブロックへの絞り込みは、下記の選定項目を勘案して実施した。

(対象ブロック選定項目)

- ① 浸入率
- ② 浸入水量試算値
- ③ 管きょ延長
- ④ 家屋密度
- ⑤ 土地利用状況（低層住宅地を優先）
- ⑥ 作業性（交通への影響等）
- ⑦ DTS 設置場所（公共施設を優先）

資表 2-12 に、各ブロックの比較検討結果（さいたま市）を示す。また、資表 2-13 に浸入率及び浸入水量試算値の算定根拠一覧を示す。

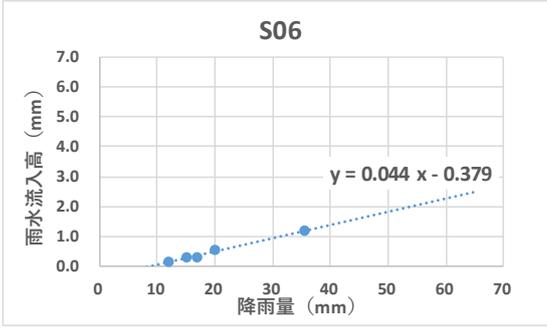
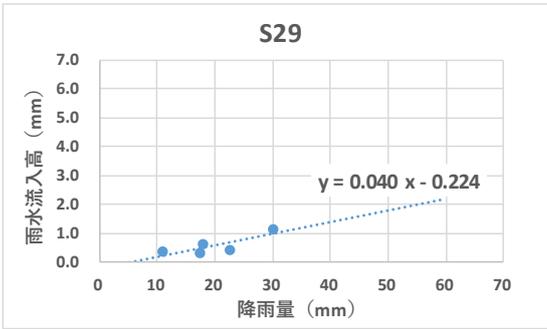
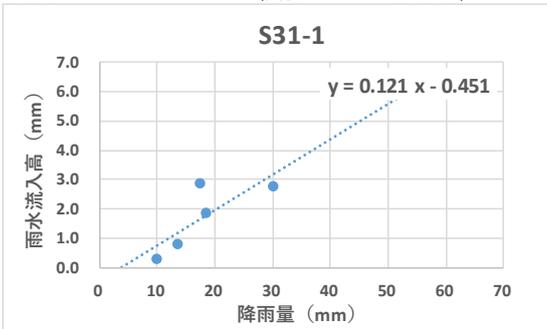
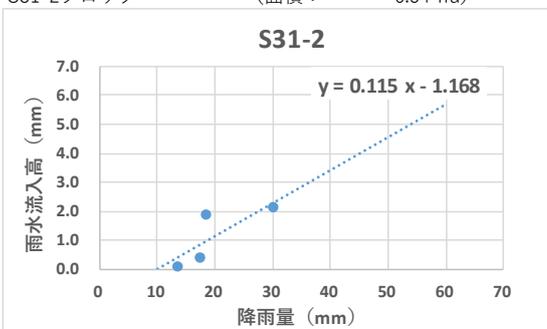
資表 2-12 に示すブロックのうち、S29、S36、S37、S43、S47、S48 の 6 ブロックは、ブロック内の管路延長が 1km 未満と短く、ラインスクリーニングの実証試験を目的とする本調査には不向きであると判断された。また、S31-1 ブロックは浸入水量が多いものの、ブロックの半分を中学校の敷地・グラウンド、空地、駐車場が占めており、ラインスクリーニング後に実施する詳細調査の適用性が低いと判断された。

ブロック絞り込み調査は、対策の費用対効果の観点から浸入率、浸入水量が多いブロックを優先する。そこで、調査に適していると考えられる 4 ブロック（S06、S31-2、S32-1、S32-2）のうち、浸入率及び浸入水量の上位 2 ブロックであり、かつ近隣に DTS 設置の協力を得やすい公共施設等が存在する「S31-2」、「S32-2」ブロックを抽出した。

資表 2-12 各ブロックの比較検討結果（さいたま市）

評価 ブロック	ブロックの状況		対象ブロック選定項目							評価	
	面積 (ha)	家屋数 (軒)	①浸入率 (%)	②浸入水量 試算値 (m ³)	③管きょ延長 (m)	④家屋密度 (軒/ha)	⑤土地利用状況 (低層住宅地を優先)	⑥作業性 (交通への影響等)	⑦DTS設置場所 (公共施設を優先)		
S06	3.38	91	0.044	70.0	1079	26.9	ほぼ低層住宅で構成されている（○）	ブロック内に県道が横断しているが、交通への影響は少ない（○）	ブロック内及び周辺に公共施設はない	ラインスクリーニング、詳細調査の実施に問題ない	○
S29	2.92	79	0.040	57.5	870	27.1	同上（○）	車両の交通が少なく作業性は良い（○）	同上	路線延長が短く、ラインスクリーニングに適さない	△
S31-1	8.41	135	0.121	524.9	1,625	16.1	中学校と空地がブロックの半分を占める（△）	車両の交通が少なく作業性は良い（○）	同上	家屋数が少なく、詳細調査に適さない	△
S31-2	6.54	203	0.115	340.0	1390	31.0	ほぼ低層住宅で構成されている（○）	車両の交通が少なく作業性は良い（○）	市の関係者が経営する商業施設がある	ラインスクリーニング、詳細調査の実施に問題ない	○
S32-1	8.76	236	0.045	185.9	2,000	26.9	同上（○）	同上（○）	ブロック内及び周辺に公共施設はない	同上	○
S32-2	8.24	201	0.046	220.3	1,764	24.4	同上（○）	同上（○）	近隣に公共施設（集会所）がある	同上	○
S32-3	9.77	168	0.022	105.0	2,100	17.2	同上（○）	同上（○）	ブロック内及び周辺に公共施設はない	浸入水量が最も少ない	△
S36	2.60	85	0.154	177.9	714	32.7	同上（○）	同上（○）	同上	路線延長が短く、ラインスクリーニングに適さない	△
S37	1.54	38	0.053	38.0	440	24.7	集合住宅と空き地が多い（△）	交通量が多い車道における作業が発生する（△）	同上	同上	△
S43	3.57	78	0.046	89.3	887	21.8	集合住宅が多い（△）	車両の交通が少なく作業性は良い（○）	同上	同上	△
S47	3.74	64	0.053	90.6	644	17.1	集合住宅と商業施設が多い（△）	交通量が多い車道における作業が発生する（△）	同上	同上	△
S48	4.33	106	0.063	140.4	563	24.5	ほぼ低層住宅で構成されている（○）	車両の交通が少なく作業性は良い（○）	同上	同上	△

資表 2-13(1) 浸入率及び浸入水量試算値の算定根拠一覧（さいたま市）

<p>S06ブロック (面積: 3.38 ha)</p>  <p>降雨量 (mm) 雨水流入高 (mm)</p> <table border="1"> <tr><td>17.0</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>12.0</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>35.5</td><td>1.18</td></tr> <tr><td>15.0</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>20.0</td><td>0.55</td></tr> </table> <p>・浸入率: 0.044 ・浸入水量試算値: $(0.044 \times 55.5\text{mm} - 0.379\text{mm}) \times 3.38\text{ha} \times 10$ →70.0 (m³)</p>	17.0	0.31	12.0	0.15	35.5	1.18	15.0	0.31	20.0	0.55	<p>降雨量 (mm) 雨水流入高 (mm)</p> <table border="1"> <tr><td>17.0</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>12.0</td><td>0.15</td></tr> <tr><td>35.5</td><td>1.18</td></tr> <tr><td>15.0</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>20.0</td><td>0.55</td></tr> </table> <p>・浸入率: 0.044 ・浸入水量試算値: $(0.044 \times 55.5\text{mm} - 0.379\text{mm}) \times 3.38\text{ha} \times 10$ →70.0 (m³)</p>	17.0	0.31	12.0	0.15	35.5	1.18	15.0	0.31	20.0	0.55
17.0	0.31																				
12.0	0.15																				
35.5	1.18																				
15.0	0.31																				
20.0	0.55																				
17.0	0.31																				
12.0	0.15																				
35.5	1.18																				
15.0	0.31																				
20.0	0.55																				
<p>S29ブロック (面積: 2.92 ha)</p>  <p>降雨量 (mm) 雨水流入高 (mm)</p> <table border="1"> <tr><td>11.0</td><td>0.34</td></tr> <tr><td>22.5</td><td>0.42</td></tr> <tr><td>30.0</td><td>1.13</td></tr> <tr><td>18.0</td><td>0.59</td></tr> <tr><td>17.5</td><td>0.33</td></tr> </table> <p>・浸入率: 0.04 ・浸入水量試算値: 57.5 (m³)</p>	11.0	0.34	22.5	0.42	30.0	1.13	18.0	0.59	17.5	0.33	<p>降雨量 (mm) 雨水流入高 (mm)</p> <table border="1"> <tr><td>11.0</td><td>0.34</td></tr> <tr><td>22.5</td><td>0.42</td></tr> <tr><td>30.0</td><td>1.13</td></tr> <tr><td>18.0</td><td>0.59</td></tr> <tr><td>17.5</td><td>0.33</td></tr> </table> <p>・浸入率: 0.04 ・浸入水量試算値: 57.5 (m³)</p>	11.0	0.34	22.5	0.42	30.0	1.13	18.0	0.59	17.5	0.33
11.0	0.34																				
22.5	0.42																				
30.0	1.13																				
18.0	0.59																				
17.5	0.33																				
11.0	0.34																				
22.5	0.42																				
30.0	1.13																				
18.0	0.59																				
17.5	0.33																				
<p>S31-1ブロック (面積: 8.41 ha)</p>  <p>降雨量 (mm) 雨水流入高 (mm)</p> <table border="1"> <tr><td>30.0</td><td>2.74</td></tr> <tr><td>18.5</td><td>1.86</td></tr> <tr><td>17.5</td><td>2.89</td></tr> <tr><td>13.5</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>0.27</td></tr> </table> <p>・浸入率: 0.121 ・浸入水量試算値: 524.9 (m³)</p>	30.0	2.74	18.5	1.86	17.5	2.89	13.5	0.78	10.0	0.27	<p>降雨量 (mm) 雨水流入高 (mm)</p> <table border="1"> <tr><td>30.0</td><td>2.74</td></tr> <tr><td>18.5</td><td>1.86</td></tr> <tr><td>17.5</td><td>2.89</td></tr> <tr><td>13.5</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>10.0</td><td>0.27</td></tr> </table> <p>・浸入率: 0.121 ・浸入水量試算値: 524.9 (m³)</p>	30.0	2.74	18.5	1.86	17.5	2.89	13.5	0.78	10.0	0.27
30.0	2.74																				
18.5	1.86																				
17.5	2.89																				
13.5	0.78																				
10.0	0.27																				
30.0	2.74																				
18.5	1.86																				
17.5	2.89																				
13.5	0.78																				
10.0	0.27																				
<p>S31-2ブロック (面積: 6.54 ha)</p>  <p>降雨量 (mm) 雨水流入高 (mm)</p> <table border="1"> <tr><td>30.0</td><td>2.11</td></tr> <tr><td>18.5</td><td>1.85</td></tr> <tr><td>17.5</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>13.5</td><td>0.09</td></tr> </table> <p>・浸入率: 0.115 ・浸入水量試算値: 340.0 (m³)</p>	30.0	2.11	18.5	1.85	17.5	0.40	13.5	0.09	<p>降雨量 (mm) 雨水流入高 (mm)</p> <table border="1"> <tr><td>30.0</td><td>2.11</td></tr> <tr><td>18.5</td><td>1.85</td></tr> <tr><td>17.5</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>13.5</td><td>0.09</td></tr> </table> <p>・浸入率: 0.115 ・浸入水量試算値: 340.0 (m³)</p>	30.0	2.11	18.5	1.85	17.5	0.40	13.5	0.09				
30.0	2.11																				
18.5	1.85																				
17.5	0.40																				
13.5	0.09																				
30.0	2.11																				
18.5	1.85																				
17.5	0.40																				
13.5	0.09																				

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率×降雨量 (50mm) + y 切片) ×面積 (ha) ×10

資表 2-13(2) 浸透率及び浸透水量試算値の算定根拠一覧 (さいたま市)

試算降雨量 55.5mm

ブロック名	面積 (ha)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
S32-1ブロック (面積: 8.76 ha)		30.0	0.97
		18.0	0.47
		17.5	0.30
		13.5	0.25
・浸透率: 0.045			
・浸透水量試算値: 185.9 (m3)			
S32-2ブロック (面積: 8.24 ha)		30.0	1.51
		18.0	1.31
		17.5	0.55
		10.0	0.63
・浸透率: 0.046			
・浸透水量試算値: 220.3 (m3)			
S32-3ブロック (面積: 9.77 ha)		18.0	0.14
		17.5	0.36
		13.5	0.14
		10.0	0.07
・浸透率: 0.022			
・浸透水量試算値: 105.0 (m3)			
S36ブロック (面積: 2.6 ha)		11.0	0.06
		22.5	0.65
		30.0	3.74
		17.5	0.41
		13.5	0.95
		10.0	0.11
・浸透率: 0.154			
・浸透水量試算値: 177.9 (m3)			

※浸透水量試算値 (m³) = (浸透率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

(2) 藤沢市

1) 評価対象ブロックの整理

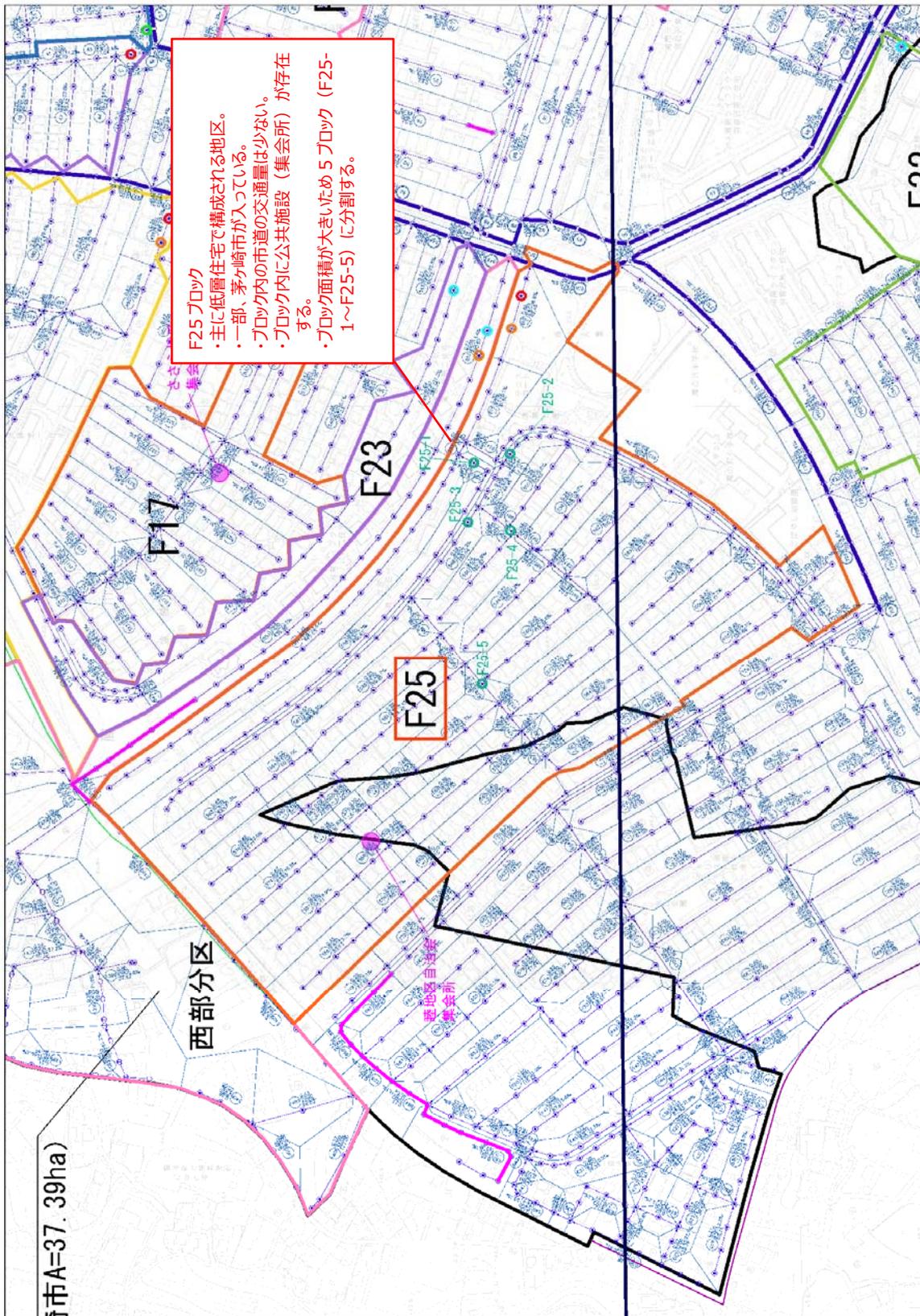
雨天時浸入水が多いと思われるブロックを横並びで評価し、対策優先度が高い2つの小ブロックを抽出する。ここで、ブロック面積が大きな F25 ブロックについては、管路系統別に5つの小ブロックに分割した。

資表 2-14 に、調査対象ブロック一覧（藤沢市）を示す。

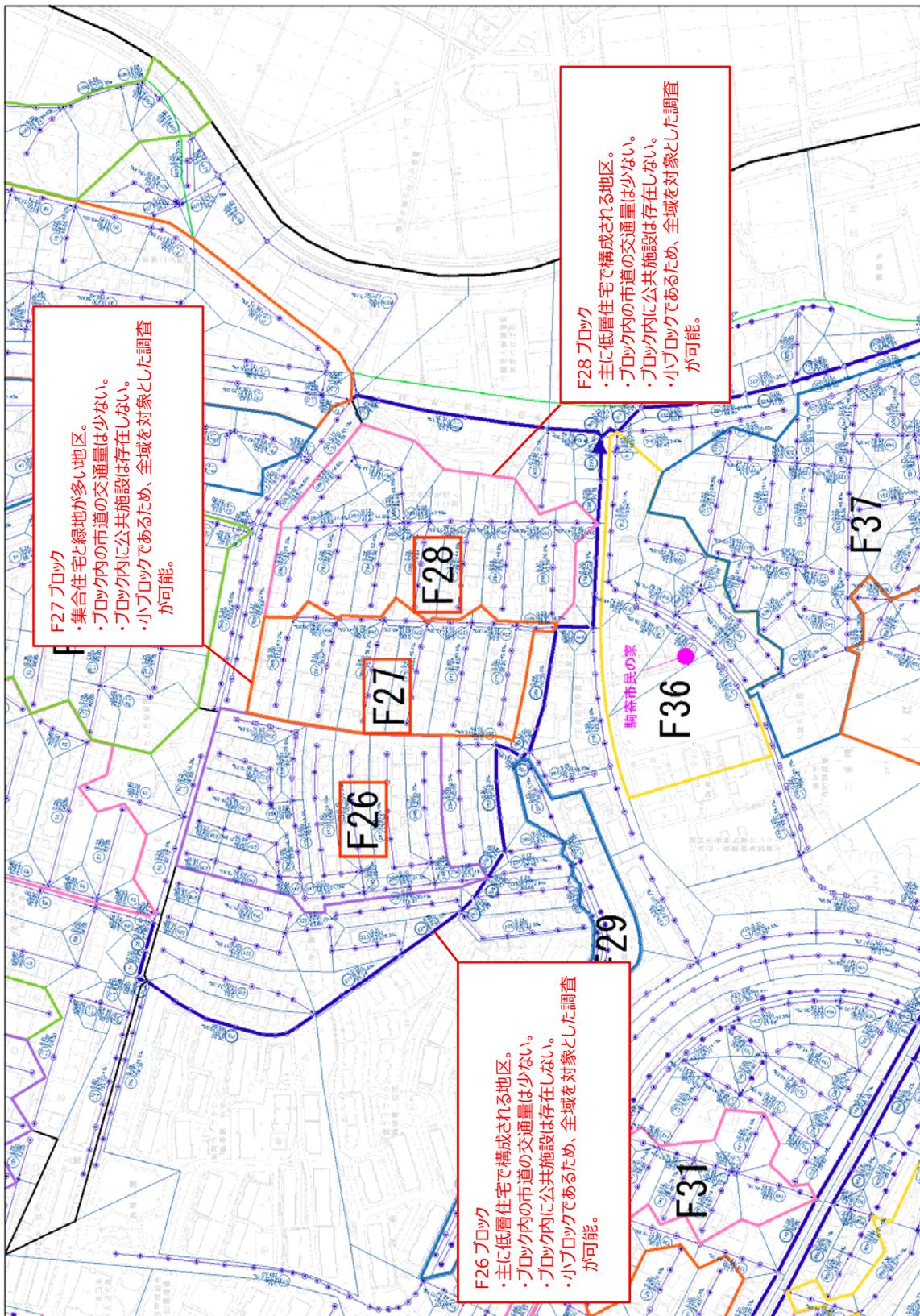
資表 2-14 調査対象ブロック一覧（藤沢市）

ブロック	ブロックの分割	評価対象ブロック			備考
		評価ブロック名	面積 (ha)	管きよ延長 (m)	
F25	5分割	F25-1	0.86	433	ブロック面積が大きいため、汚水管路の系統別に小ブロックに分割
		F25-2	1.89	814	
		F25-3	3.30	991	
		F25-4	2.40	660	
		F25-5	5.00	1,606	
F26	—	F26	3.49	1,285	
F27	—	F27	2.62	792	
F28	—	F28	3.64	977	
F35	—	F35	8.06	2,242	
F36	—	F36	3.34	686	
F37	—	F37	5.36	1,737	
F40	—	F40	4.82	1,324	
F45	—	F45	4.54	522	
F47	—	F47	5.09	1,474	
		14ブロック			

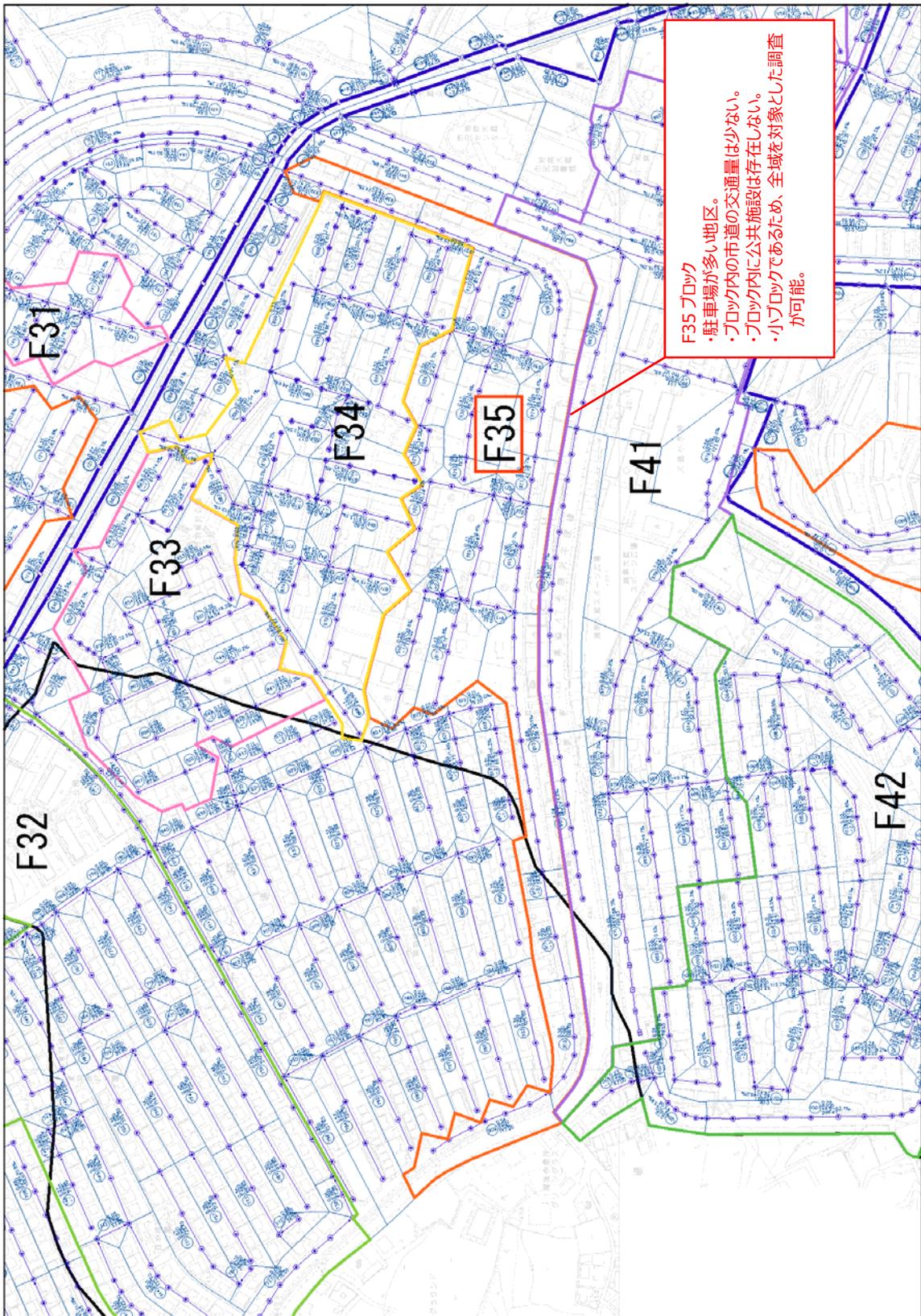
資図 2-10 に、調査対象ブロックの状況図（藤沢市）を示す。また資表 2-15 に、調査に用いた水位計一覧（藤沢市）を示す。



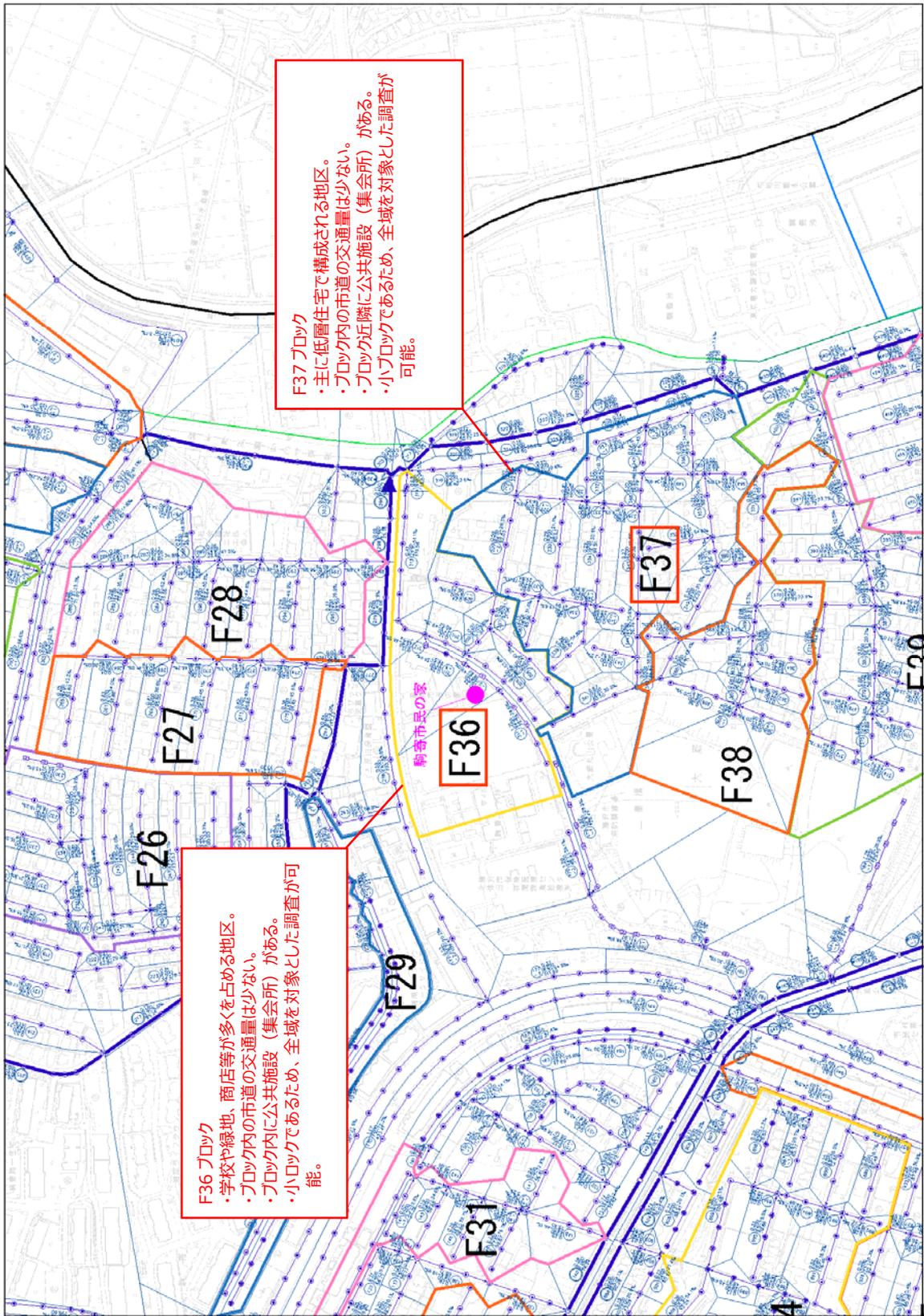
資図 2-10(1) 調査対象ブロックの状況図（藤沢市 F02）



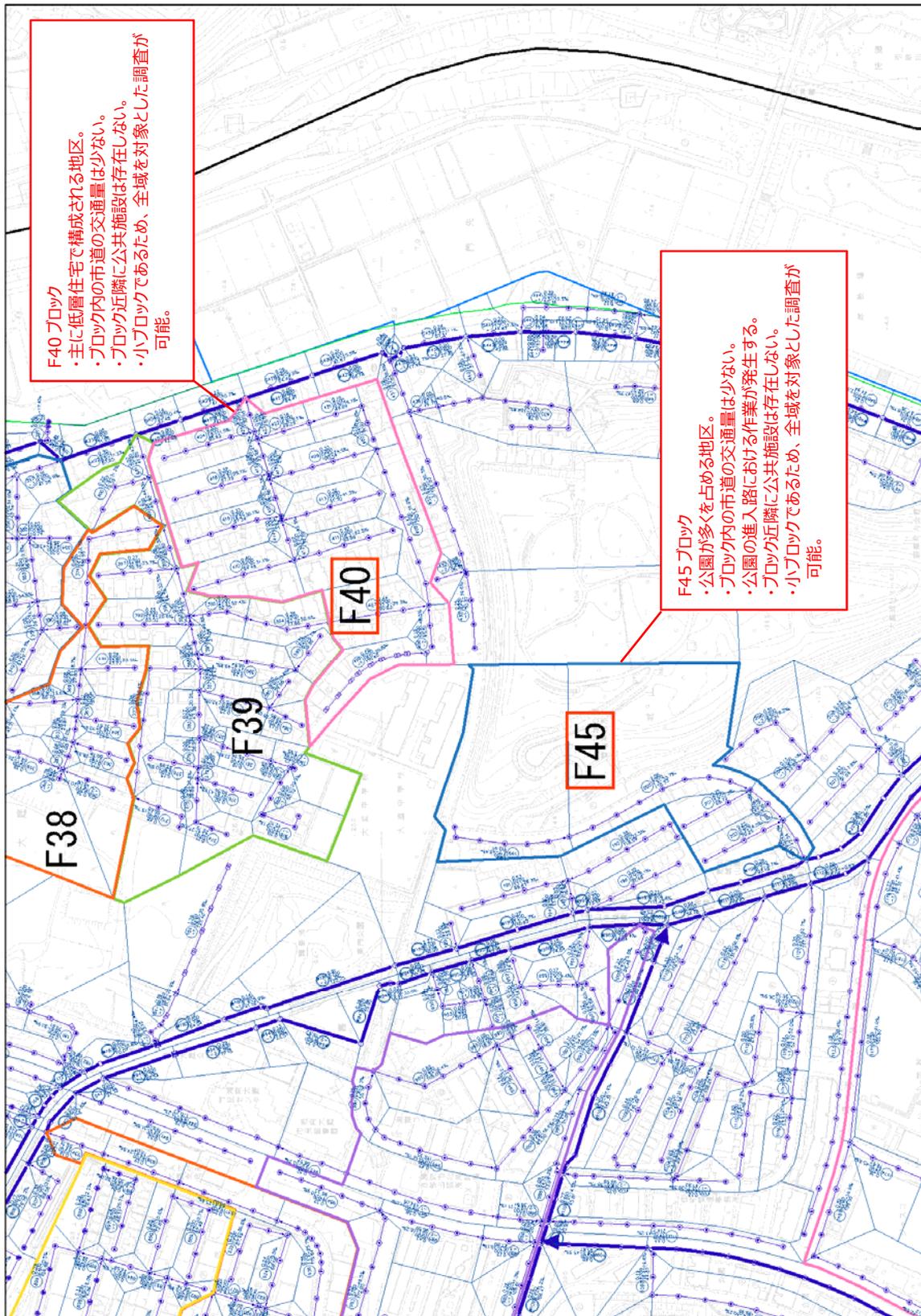
資図 2-10(2) 調査対象ブロックの状況図（藤沢市 F26、F27、F28）



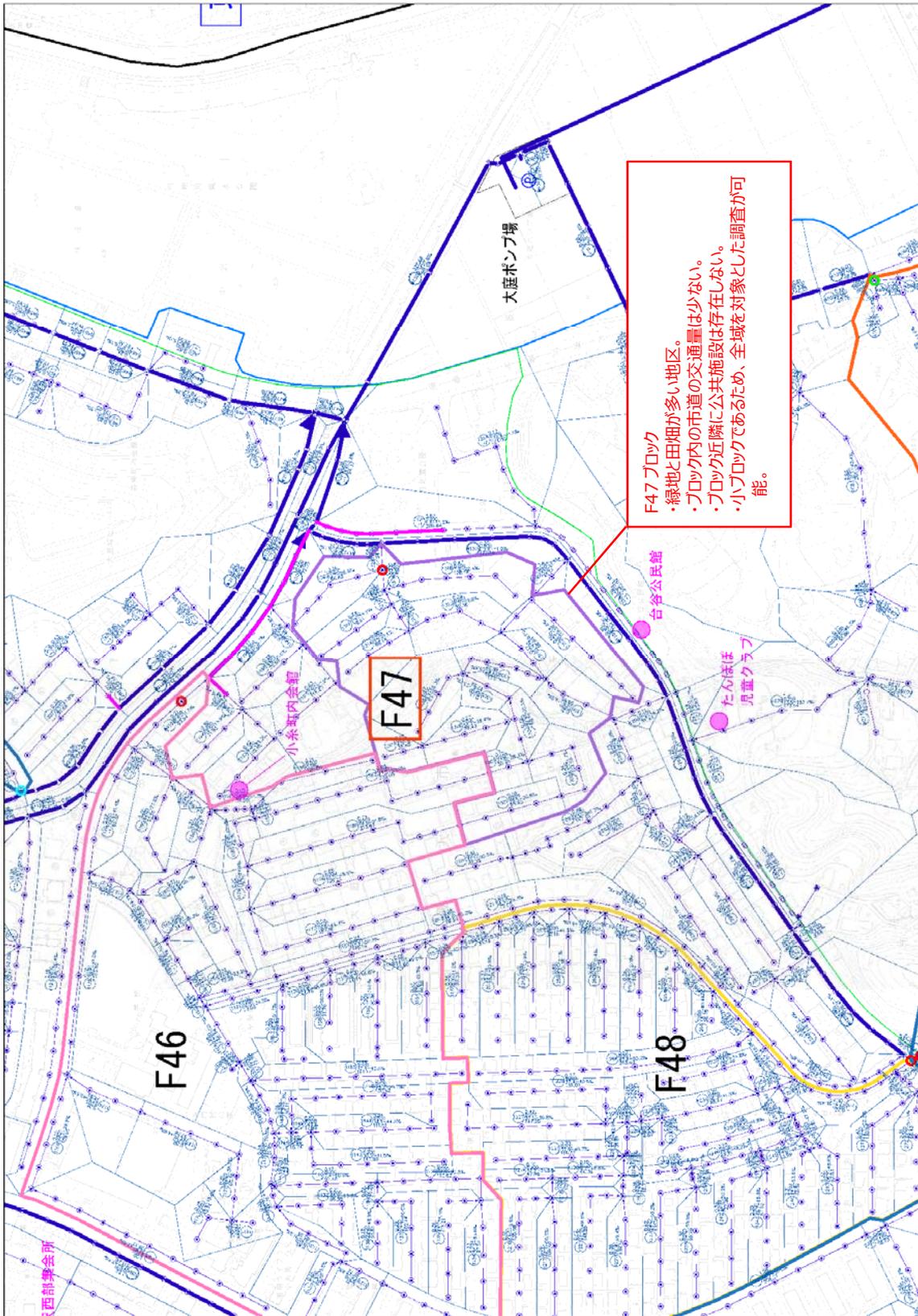
資図 2-10(3) 調査対象ブロックの状況図（藤沢市 F35）



資図 2-10(4) 調査対象ブロックの状況図（藤沢市 F36、F37）



資図 2-10(5) 調査対象ブロックの状況図（藤沢市 F40、F45）



資図 2-10(6) 調査対象ブロックの状況図（藤沢市 F47）

資表 2-15 調査に用いた水位計一覧（藤沢市）

ブロック名	面積(単独)	面積(追加)	水位計の種類	備考
	(ha)	(ha)		
F25-1	0.86	0.86	横打超音波式水位計	
F25-2	1.89	1.89	横打超音波式水位計	
F25-3	3.30	8.30	画像・水位変換システム	圧力チップに変更*
F25-4	2.40	2.40	画像・水位変換システム	横打超音波式水位計に変更*
F25-5	5.00	5.00	画像・水位変換システム	圧力チップに変更*
F26	3.49	3.49	画像・水位変換システム	
F27	2.62	2.62	横打超音波式水位計	
F28	3.64	3.64	横打超音波式水位計	
F35	8.06	8.06	画像・水位変換システム	
F36	3.34	3.34	圧力チップ	
F37	5.36	5.36	圧力チップ	
F40	4.82	4.82	横打超音波式水位計	
F45	4.54	4.54	横打超音波式水位計	
F47	5.09	5.09	圧力チップ	
14ブロック				

※濃い湯気により画像→水位変換時に安定的なデータが取得できなかったため、設置機種を変更

2) ブロックの絞り込み結果

中→小ブロックへの絞り込みは、下記の選定項目を勘案して実施した。

(対象ブロック選定項目)

- ① 浸入率
- ② 浸入水量
- ③ 管きょ延長
- ④ 家屋密度
- ⑤ 土地利用状況（低層住宅地を優先）
- ⑥ 作業性（交通への影響等）
- ⑦ DTS 設置場所（公共施設を優先）

資表 2-16 に、各ブロックの比較検討結果（藤沢市）を示す。また、資表 2-17 に浸入率及び浸入水量試算値の算定根拠一覧を示す。

資表 2-16 に示すブロックのうち、浸入率及び浸入水量の上位 2 ブロックは F25-3 及び F25-5 ブロックであった。そこで、ラインスクリーニングの適用性（管きょ延長）を確保するため、両ブロックを合わせて「F25」ブロックとして扱い、本ブロックを選定した。

次に、F26、F37、F40 の 3 ブロックが調査に適していると考えられる。実際の調査の際には、浸入水対策の費用対効果の観点から浸入率や浸入水量が多いブロックを優先して選定することが望ましいが、実証試験では、浸入率及び浸入水量も上位にあり、かつ近隣に DTS 設置の協力を得やすい公共施設等が存在するという理由から「F37」ブロックを抽出した。

資表 2-16 各ブロックの比較検討結果（藤沢市）

評価 ブロック	ブロックの状況		対象ブロック選定項目							評 価	
	面積 (ha)	家屋数 (軒)	①浸入率 (%)	②浸入水量 試算値 (m3)	③管きょ延長 (m)	④家屋密度 (軒/ha)	⑤土地利用状況 (低層住宅地を優先)	⑥作業性 (交通への影響等)	⑦DTS設置場所 (公共施設を優先)		
F25-1	0.86	6	0.047	17.4	433	7.0	すべて集合住宅（6棟）である（△）	車両の交通が少なく作業性は良い（○）	区域内及び周辺に公共施設はない	家屋が少なく、全て集合住宅であり、詳細調査に適さない	△
F25-2	1.89	58	0.051	42.2	814	30.7	ほぼ低層住宅で構成されている（○）	同上（○）	近隣に公共施設（集会所）がある	ラインスクリーニング、詳細調査の実施には問題ない	○
F25-3	3.30	113	0.103	180.6	991	34.2	同上（○）	同上（○）	同上	同上	○
F25-4	2.40	86	0.069	76.9	660	35.8	同上（○）	同上（○）	同上	同上	○
F25-5	5.00	185	0.081	184.2	1,606	37.0	同上（○）	同上（○）	同上	同上	○
F26	3.49	118	0.101	122.0	1,285	33.8	同上（○）	同上（○）	区域内及び周辺に公共施設はない	公共施設に代わるDTS設置場所を探す必要がある	○
F27	2.62	45	0.079	72.0	792	17.2	集合住宅と緑地が多い（△）	同上（○）	同上	路線延長が短く、浸入水量も少ない	△
F28	3.64	89	0.043	61.2	977	24.5	ほぼ低層住宅で構成されている（○）	同上（○）	同上	同上	△
F35	8.06	59	0.043	121.5	2,242	7.3	駐車場が多くを占めている（△）	同上（○）	同上	家屋数が少なく、詳細調査に適さない	△
F36	3.34	12	0.054	64.7	686	3.6	学校や緑地が多くを占めている（△）	同上（○）	近隣に公共施設（集会所）がある	路線延長が短く、家屋数、浸入水量も少ない	△
F37	5.36	105	0.065	146.0	1,737	19.6	ほぼ低層住宅で構成されている（○）	同上（○）	同上	ラインスクリーニング、詳細調査の実施には問題ない	○
F40	4.82	98	0.098	164.6	1,324	20.3	ほぼ低層住宅で構成されている（○）	同上（○）	区域内及び周辺に公共施設はない	公共施設に代わるDTS設置場所を探す必要がある	○
F45	4.54	18	0.076	154.6	522	4.0	公園が多くを占めている（△）	公園の進入路における作業が発生する（△）	同上	公園の浸入路における作業となり交通への影響が大きい	△
F47	5.09	59	0.098	167.9	1,474	11.6	緑地と田畑が多い（△）	車両の交通が少なく作業性は良い（○）	同上	緑地が混在し、家屋数が少なく、詳細調査に適さない	△

資表 2-17(1) 浸透率及び浸透水量試算値の算定根拠一覧 (藤沢市)

試算降雨量

50mm

ブロック	面積 (ha)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
F25-1ブロック (面積: 0.86 ha)	<p>F25-1 雨水流入高 (mm) 降雨量 (mm) $y = 0.047x - 0.307$</p>	13.0	0.16
		14.5	0.17
		9.5	0.18
		9.0	0.37
		53.5	2.23
・ 浸透率: 0.047			
・ 浸透水量試算値: 17.4 (m ³)			
F25-2ブロック (面積: 1.89 ha)	<p>F25-2 雨水流入高 (mm) 降雨量 (mm) $y = 0.051x - 0.294$</p>	13.0	0.30
		14.5	0.18
		9.5	0.39
		9.0	0.25
		53.5	2.45
・ 浸透率: 0.051			
・ 浸透水量試算値: 42.2 (m ³)			
F25-3ブロック (面積: 3.3 ha)	<p>F25-3 雨水流入高 (mm) 降雨量 (mm) $y = 0.103x + 0.312$</p>	13.0	1.00
		14.5	0.52
		9.5	0.69
		9.0	3.56
		53.5	6.06
・ 浸透率: 0.103			
・ 浸透水量試算値: 180.6 (m ³)			
F25-4ブロック (面積: 2.4 ha)	<p>F25-4 雨水流入高 (mm) 降雨量 (mm) $y = 0.069x - 0.266$</p>	14.5	0.51
		9.5	0.37
		7.5	0.47
		53.5	3.48
・ 浸透率: 0.069			
・ 浸透水量試算値: 76.9 (m ³)			

※浸透水量試算値 (m³) = (浸透率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 2-17 (2) 浸透率及び浸透水量試算値の算定根拠一覧 (藤沢市)

試算降雨量

50mm

ブロック名	面積 (ha)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
F25-5ブロック (面積: 5 ha)		13.0	0.65
		14.5	0.44
		9.5	0.44
		9.0	0.62
		53.5	4.02
・ 浸透率: 0.081			
・ 浸透水量試算値: 184.2 (m3)			
F26ブロック (面積: 3.49 ha)		12.5	0.17
		24.0	0.52
		22.0	0.33
		18.0	0.23
		13.5	0.18
		20.0	0.26
		62.5	4.93
・ 浸透率: 0.101			
・ 浸透水量試算値: 122.0 (m3)			
F27ブロック (面積: 2.62 ha)		12.5	0.14
		24.0	0.36
		22.0	0.27
		18.0	0.34
		13.5	0.07
		20.0	0.11
		62.5	3.88
・ 浸透率: 0.079			
・ 浸透水量試算値: 72.0 (m3)			
F28ブロック (面積: 3.64 ha)		12.5	0.20
		24.0	0.53
		22.0	0.36
		18.0	0.31
		13.5	0.26
		20.0	0.17
		62.5	2.28
・ 浸透率: 0.043			
・ 浸透水量試算値: 61.2 (m3)			

※浸透水量試算値 (m³) = (浸透率×降雨量 (50mm) + y切片) ×面積 (ha) ×10

資表 2-17 (3) 浸透率及び浸透水量試算値の算定根拠一覧 (藤沢市)

試算降雨量 50mm

ブロック名	面積 (ha)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
F35ブロック (面積: 8.06 ha)		24.0	0.28
		22.0	0.39
		18.0	0.35
		20.0	0.04
		62.5	2.06
・浸透率: 0.043			
・浸透水量試算値: 121.5 (m3)			
F36ブロック (面積: 3.34 ha)		12.5	0.05
		24.0	0.12
		22.0	0.14
		18.0	0.41
		13.5	0.47
		20.0	0.08
62.5	2.77		
・浸透率: 0.054			
・浸透水量試算値: 64.7 (m3)			
F37ブロック (面積: 5.36 ha)		12.5	0.36
		24.0	0.72
		22.0	1.28
		18.0	0.93
		13.5	0.10
		20.0	0.61
・浸透率: 0.065			
・浸透水量試算値: 146.0 (m3)			
F40ブロック (面積: 4.82 ha)		12.5	0.15
		24.0	0.47
		22.0	0.34
		18.0	0.28
		13.5	0.25
		20.0	0.16
62.5	4.83		
・浸透率: 0.098			
・浸透水量試算値: 164.6 (m3)			

※浸透水量試算値 (m³) = (浸透率×降雨量 (50mm) + y切片) ×面積 (ha) ×10

資表 2-17 (4) 浸透率及び浸透水量試算値の算定根拠一覧 (藤沢市)

試算降雨量 50mm

F45ブロック (面積: 4.54 ha)		降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
<p>F45 雨水流入高 (mm) 降雨量 (mm) $y = 0.076x - 0.417$</p>	12.5	0.69	
	24.0	1.66	
	22.0	1.36	
	18.0	0.51	
	13.5	0.76	
	20.0	0.94	
・浸透率: 0.076 ・浸透水量試算値: 154.6 (m ³)			
F47ブロック (面積: 5.09 ha)		降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
<p>F47 雨水流入高 (mm) 降雨量 (mm) $y = 0.098x - 1.583$</p>	12.5	0.15	
	24.0	0.20	
	22.0	0.30	
	18.0	0.30	
	13.5	0.06	
	20.0	0.02	
	62.5	4.73	
・浸透率: 0.098 ・浸透水量試算値: 167.9 (m ³)			

※浸透水量試算値 (m³) = (浸透率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

2.3 雨天時浸入水の発生箇所の検出

ここでは、対策優先度の高い小ブロックを対象に実施したラインスクリーニングによる雨天時浸入水発生箇所の検出事例などについて、その概要を示す。

2.3.1 ラインスクリーニングの実施概要

実証研究では、対策優先度の高い小ブロック（各都市2ブロック）を対象にラインスクリーニングを実施し、ブロック内における雨天時浸入水発生箇所の検出を行った。

資表 2-18 に、ラインスクリーニングの測定機材設置実績を示す。

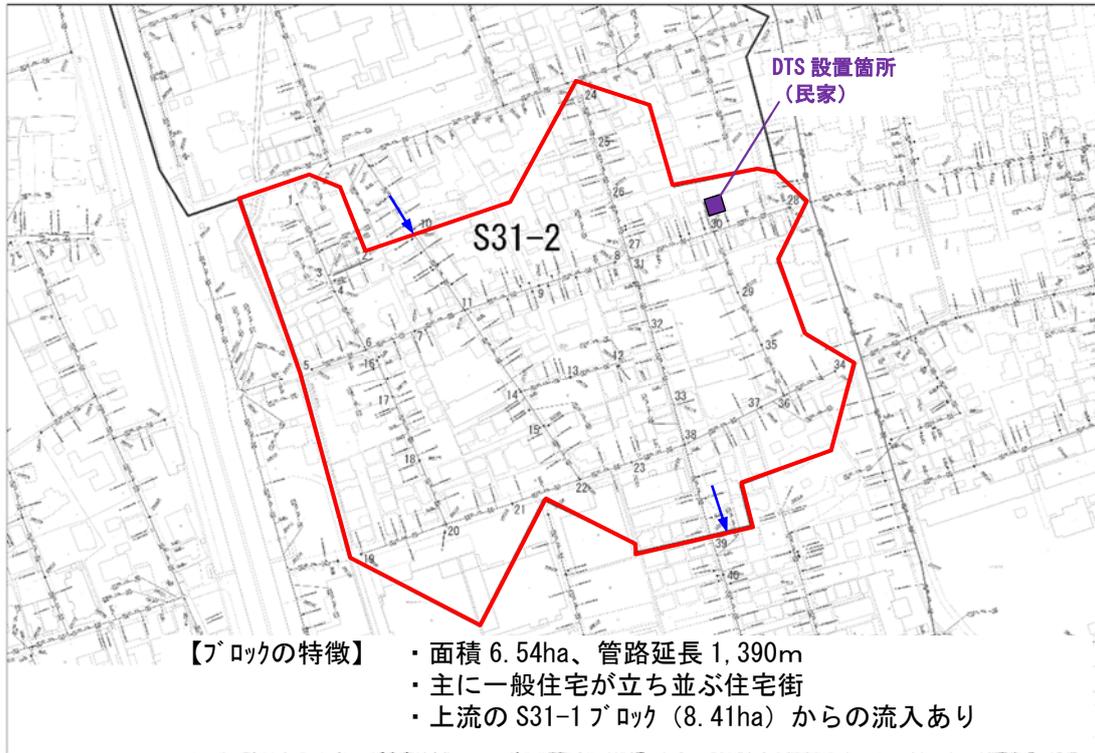
資表 2-18 ラインスクリーニングの測定機材設置実績

ブロック名	測定機材	数量	備考
S31-2	光ファイバーケーブル	1,390m	管路延長
	光ファイバー素線融着箇所	41箇所	
	DTS	1箇所	民家
S32-2	光ファイバーケーブル	1,764m	管路延長
	光ファイバー素線融着箇所	45箇所	
	DTS	1箇所	集会所
F25	光ファイバーケーブル	2,597m	管路延長
	光ファイバー素線融着箇所	35箇所	
	DTS	1箇所	集会所
F37	光ファイバーケーブル	1,737m	管路延長
	光ファイバー素線融着箇所	61箇所	
	DTS	1箇所	集会所

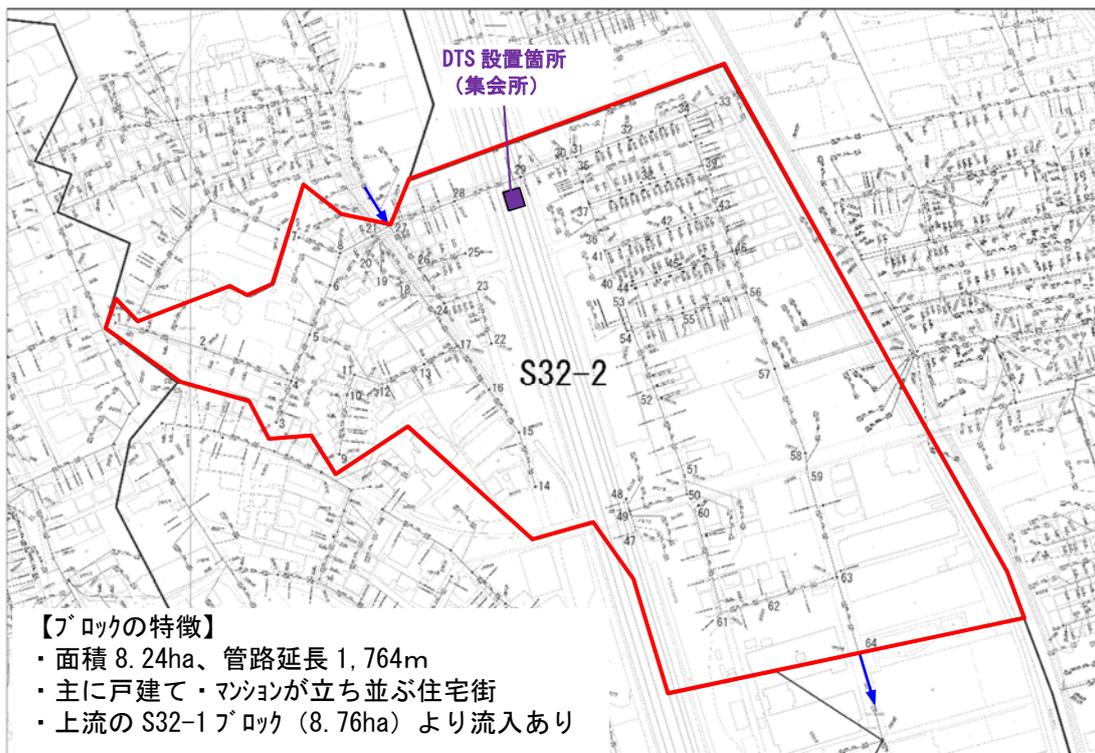
(1) 調査ブロックの状況

資図 2-11 に、対策優先度の高い小ブロックとして抽出された4つの調査ブロックの概要を示す。

S31-2 ブロック

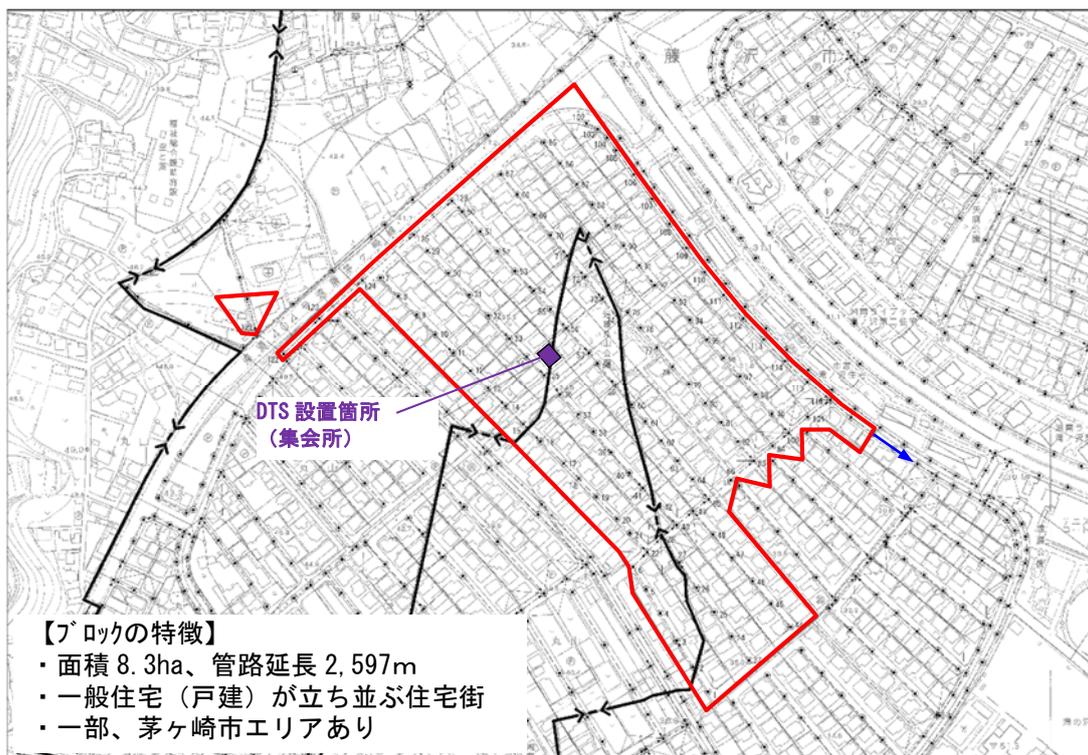


S32-2 ブロック

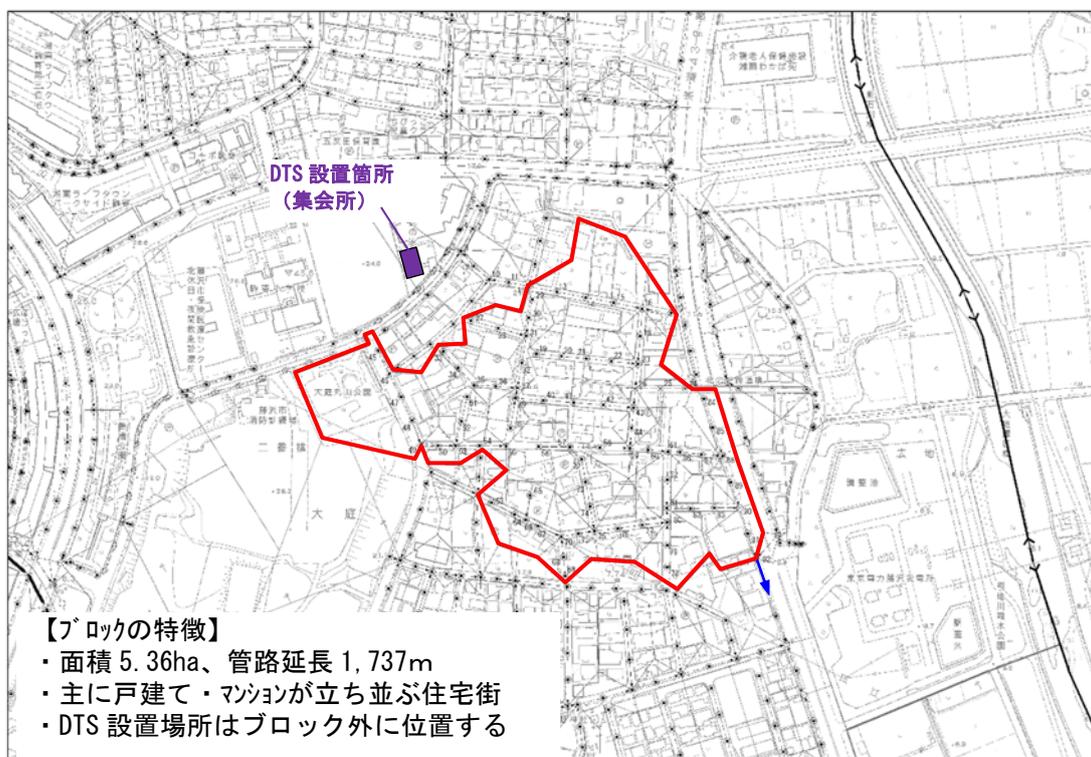


資図 2-11(1) 調査ブロックの概要 (さいたま市 S31-2、S32-2)

F25 ブロック



F37 ブロック



資図 2-11(2) 調査ブロックの概要（藤沢市 F25、F37）

(2) 機器の仕様

光ファイバー温度分布計測システムは、DTS と光ファイバーケーブルにより構成される。

1) DTS

資表 2-19 に、本実証研究において使用した DTS の機器仕様を示す。資図 2-12 に、実証研究において使用した DTS の外観を示す。

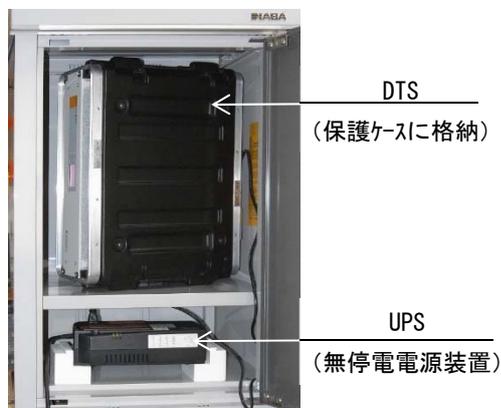
資表 2-19 本実証研究において使用した DTS の機器仕様（基本仕様）

項目	内容
品名	AP Sensing GmbH 社製リニアプロ N4386 シリーズ
最大測定距離	8km (2 芯ケーブルの場合、4km)
測定ピッチ (距離間隔)	0.25m、0.5m、1m (推奨)、2m
距離応答性	1m、2m (推奨)、4m、8m
温度分解能	≤ 0.2 °C (4 km、ダブルエンド (光ファイバー両端から測定) の場合) ※測定周期 1 分、距離応答性 2m の場合の代表値
温度再現性 (標準偏差)	0.1 °C
チャンネル数 (光ファイバー接続ポート)	2 ch (4・8 ch オプションあり)
測定用光ファイバー	GI 50/125 マルチモードファイバ
温度測定範囲	-20~80 °C
測定モード	ダブルエンド ※片端からのシングルエンド測定も可能
測定インターバル	20 秒~24 時間 (推奨 60 秒)
光ファイバーコネクタ	E2000-APC
光ファイバー断線対応	自動的に両端からのシングルエンド測定に移行

DTS (リニアプロ N4386B シリーズ) の外観



小型物置への DTS 格納状況の例

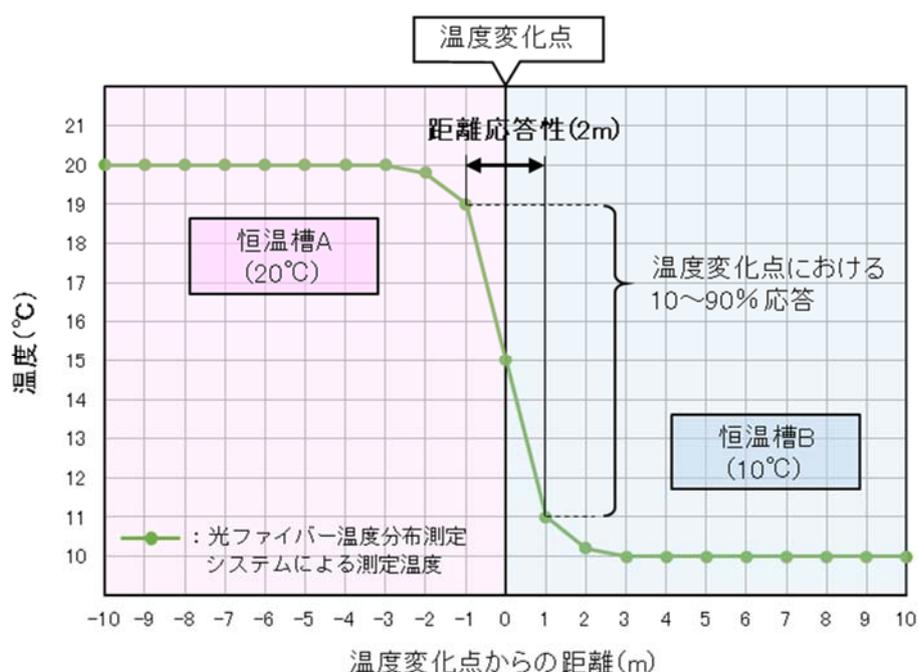


資図 2-12 実証研究において使用した DTS の外観

DTS による温度分布測定は、光ファイバーに入射されたレーザーパルスが温度を検知する。そのため感温部は長さのある線状で、測定箇所をピークとする前後数 m の感度分布を有する。その測定値はその感度分布範囲の平均値に近いものとなり、狭い範囲で温度が急に変化する場合、実際の温度分布波形よりもなだらかな波形が表示される。

この「なだらかさ」を定量化する方法として距離応答性がある。温度変化点における測定値の波形表示で、実際の温度差に対して 10～90% 応答する位置間の距離としている。

資図 2-13 に、温度変化点における測定温度イメージを示す。恒温槽 A (20°C) と恒温槽 B (10°C) の温度差が 10°C の場合、10% 応答 (19°C) と 90% 応答 (11°C) の地点間の距離 2m が距離応答性となる。

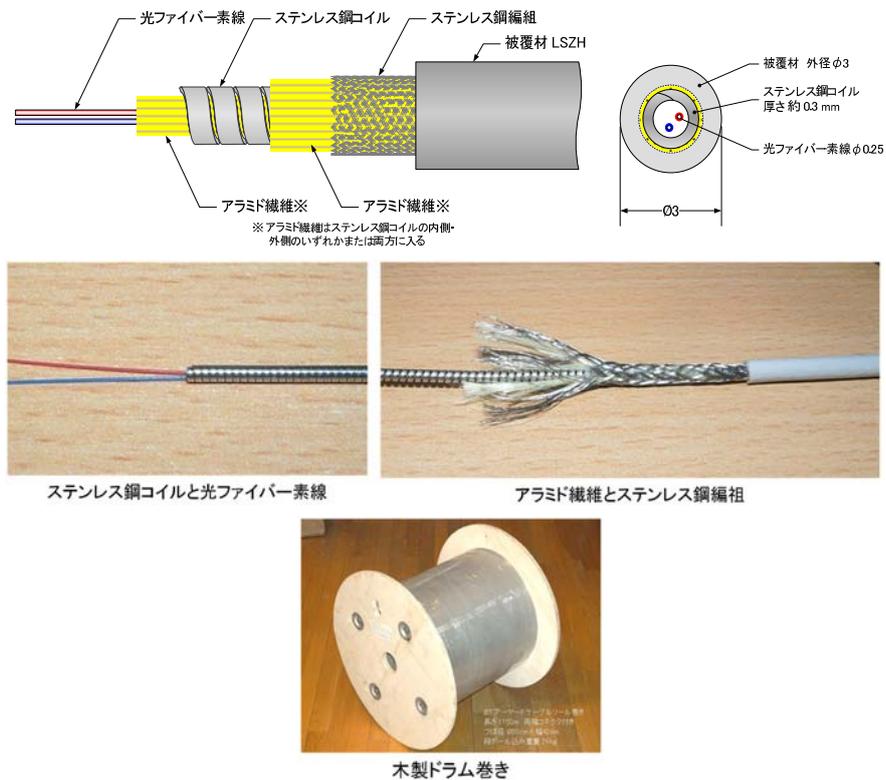


資図 2-13 温度変化点における測定温度イメージと距離応答性

2) 光ファイバーケーブル

実証研究では、ステンレスアーマード樹脂被覆タイプ（許容張力 20kgf、許容側圧 20kgf/cm、ケーブル外径約 3 mm）の光ファイバーケーブルを使用した。

資図 2-14 に、実証研究において使用した光ファイバーケーブルの構造と外観を示す。



資図 2-14 実証研究において使用した光ファイバーケーブルの構造と外観

(3) 測定機器の設置・点検・撤去

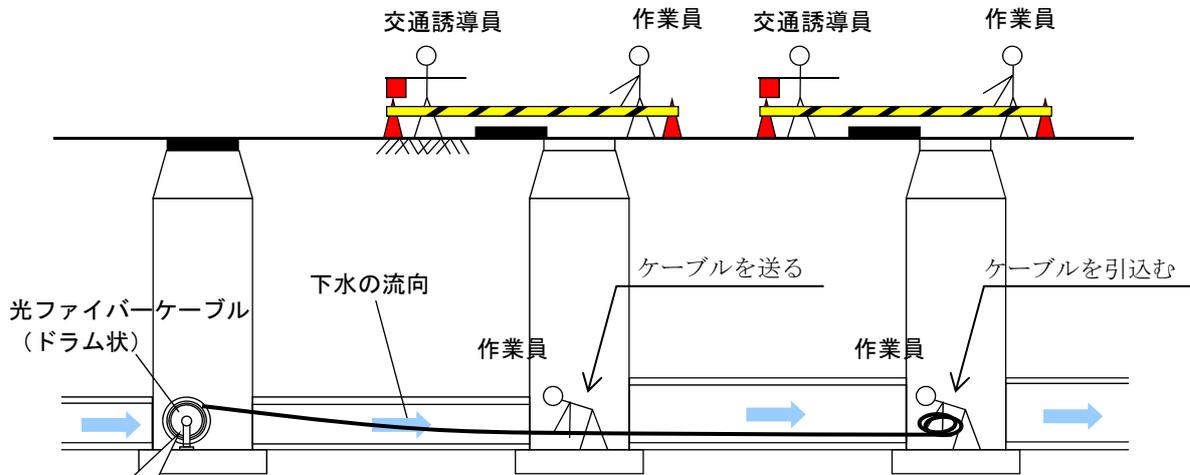
以下 1) ～ 8) に、DTS 及び光ファイバーケーブルの設置の実施事例を示す。

1) 下水管きよのケーブル設置

光ファイバーケーブルを下水管内に導入する。光ファイバーケーブルは通常、木製ドラム巻きで供給されるため、地上またはマンホール内にケーブルドラムを設置してケーブルを管底に引き出す。下水管への光ファイバーケーブル導入後、固定マウントを用いて管底に固定する。

地上部の光ファイバーケーブル露出区間では、歩行者の転倒防止や光ファイバーケーブルの断線防止を目的に、光ファイバーケーブルを養生する。

資図 2-15 に、入線工具 (FRP 製) を用いた光ファイバーケーブル導入状況を示す。



ドラムを人孔内に設置



ドラムを地上部に設置

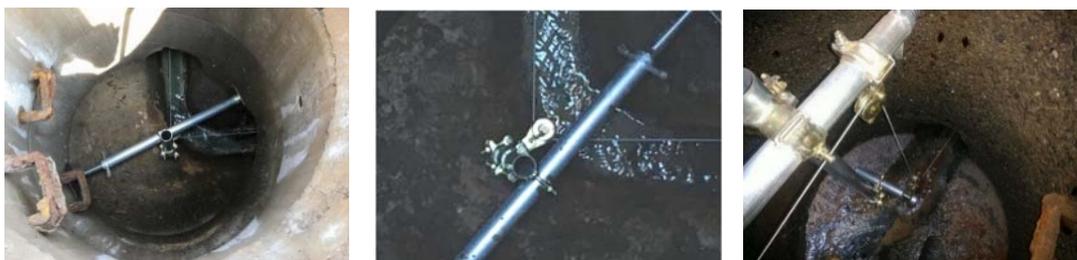



- ① FRP 製入線工具にケーブルの端点を結びつける
- ② FRP 製入線工具をケーブルとともに導入する
- ③ 人孔内においてFRP 製入線工具を下流に送る

資図 2-15 FRP 製入線工具を用いた光ファイバークーブル導入状況

【参考】光ファイバーケーブルの導入時の補助工具

光ファイバーケーブルを下水道管きょへ導入する際、途中に屈曲や段差のある人孔が存在する場合、同地点に作業員を配置してケーブル送りを補助する必要があるが、作業員の代わりにクランプ滑車を利用することにより、光ファイバーケーブル設置作業を円滑に行うことが可能な場合がある（資図 2-16）。



(左) 屈曲点の人孔内部にクランプ滑車を設置して光ファイバーケーブルを処理する様子
(右) 同上（拡大）
(左) 段差のある人孔内部にクランプ滑車を設置して光ファイバーケーブルを処理する様子

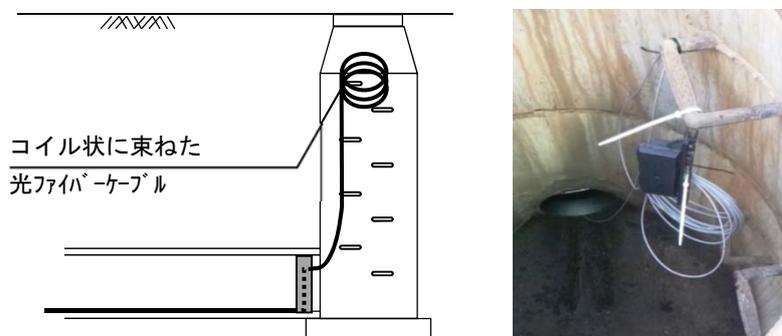
資図 2-16 管路屈曲部・人孔段差部におけるクランプ滑車の使用例

2) 光ファイバーケーブル末端部・合流部のケーブル処理

光ファイバーケーブルの最遠端部付近には、DTS 温度校正用の温度リファレンス用コイル（10m程度）を設け、マンホール上部の足掛け金物に吊るした状態で保持する。

また、各路線の光ファイバーケーブル末端部（起点人孔）や合流部（会合人孔）も同様に、地上部における光ファイバー素線融着作業等を考慮して、人孔地上部から 5 m程度の光ファイバーケーブルの余長を人孔内に保持する。

資図 2-17 に、末端部の光ファイバーケーブル設置状況を示す。



資図 2-17 末端部の光ファイバーケーブル設置状況

3) 下水道管きよの光ファイバーケーブル固定

段差や副管のある人孔、屈曲人孔、直線距離の長い中間人孔等では、人孔の管口部において、光ファイバーケーブル固定治具を用いて光ファイバーケーブルを下水道管きよの管底へ固定する。

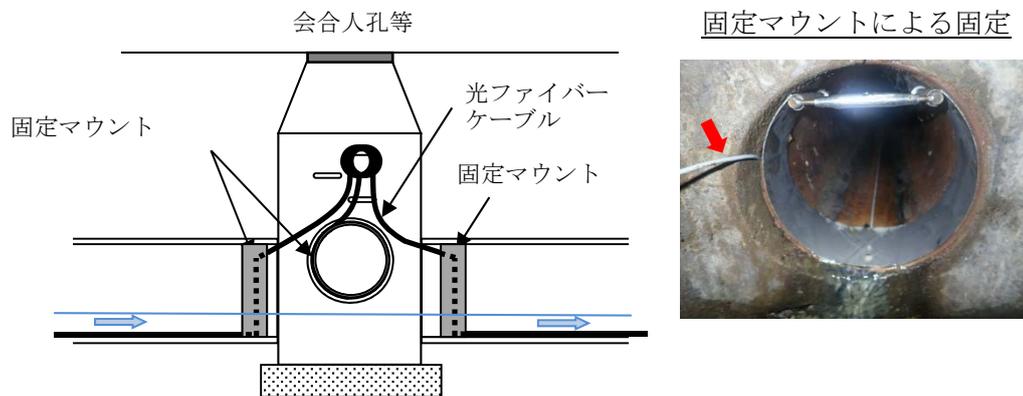
資図 2-18 に、固定マウントによる光ファイバーケーブル固定状況を示す。



資図 2-18 固定マウントによる光ファイバーケーブル固定状況（スチールバンドを使用）

なお、起点人孔や会合人孔など、光ファイバー融着のために光ファイバーケーブルが水面上に露出する（光ファイバーケーブルの吊り下げ）人孔等では、光ファイバーケーブルが下水の流下を阻害しないよう、固定マウント側面に挟み込むように固定する。

資図 2-19 に、固定マウントによる光ファイバーケーブル固定のイメージ（会合人孔）を示す。



資図 2-19 固定マウントによる光ファイバーケーブル固定のイメージ（会合人孔）

4) DTS の設置

光ファイバーケーブルの設置作業と並行して DTS の設置を行う。DTS の設置場所は、事前調査及び施設管理者との協議を通じて、あらかじめ定めておく必要がある。

また DTS は比較的長期間の調査となるため、精密機器である DTS は屋内外問わず、小型物置に格納することが望ましい。また、短時間の停電時にも欠測なく計測できるよう、

UPS（無停電電源装置）を併せて設置することが望ましい。

資図 2-20 に、DTS の設置状況を示す。

設置機材の外観（格納コンテナ、ノート PC、
DTS、無線 LAN アンテナ）



DTS の設置状況
(F37 ブロック)



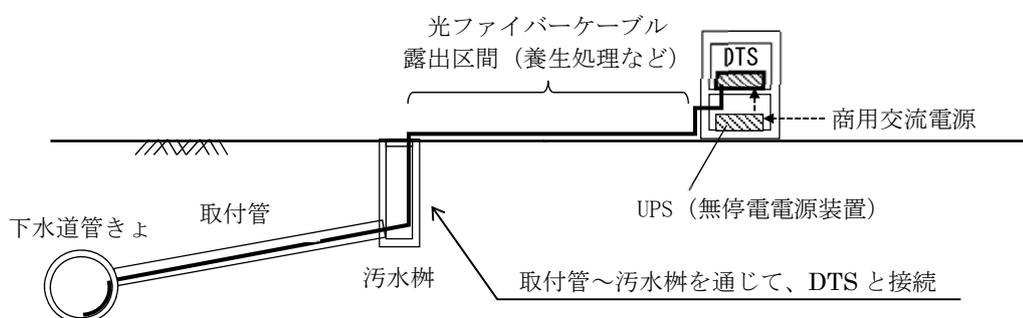
(備考) 実証研究に用いた DTS、小型物置の寸法
DTS : H88×W448×D364 (mm) (ラックマウント仕様)
小型物置 : H905×W575×D485 (mm)

資図 2-20 DTS の設置状況

5) DTS 接続部の光ファイバケーブル設置

DTS と下水管内に設置した光ファイバケーブルを接続するため、DTS 設置場所では、取付管と汚水柵を通じて光ファイバケーブルを設置する。なお、地上部に露出する光ファイバケーブルは、光ファイバケーブル本体や被覆の損傷を防ぐためケーブルを保護するための工夫を行うとともに、トラテープ等による固定など、歩行者のつまずきや転倒防止策を講じる。

資図 2-21 に、DTS 接続部の光ファイバケーブル設置イメージを示す。また資図 2-22 に、地上部の光ファイバケーブル露出区間の養生状況を示す。



資図 2-21 DTS 接続部の光ファイバケーブル設置イメージ



資図 2-22 地上部の光ファイバークーブル露出区間の養生状況
(ステンレス製ケーブルガードを使用)

6) 光ファイバー素線の融着

光ファイバークーブル端末部(起点人孔)や光ファイバークーブル会合地点(会合人孔)、および DTS 接続部等において、光ファイバー素線の融着作業を行う。光ファイバー素線の融着は、専用の工具(光ファイバー融着接続機)を使用し、光ファイバー素線の石英ガラス部を付き合わせて放電アークにより熔融して接続する(資図 2-23)。



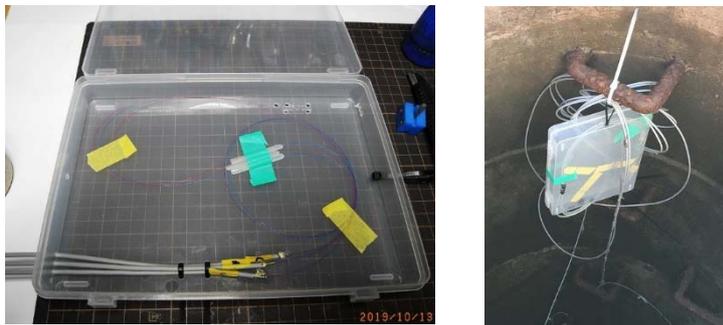
資図 2-23 光ファイバー融着接続機(左)と融着作業の状況(右)

光ファイバー素線の融着部は、光接続箱もしくは簡易型成端箱により保護する。光接続箱は、コンパクトで高い耐候性・耐久性があるが、緻密な作業を要する。一方、ポリプロピレン製透明ケース壁面に結束バンドでクーブルを固定する簡易型成端箱は、光接続箱に比べて耐久性・耐候性は劣るものの、マンホール内で限られた期間の使用には十分な耐久性を有し、制約の多い現場での作業を容易にすることができる。

資図 2-24 に、光接続箱の外観及び光ファイバー素線の融着部の収納状況を示す。また資図 2-25 に、簡易型成端箱の外観及び光ファイバー素線の融着部の収納状況を示す。



資図 2-24 光接続箱の外観（左）及び光ファイバー素線の融着部の収納状況（右）

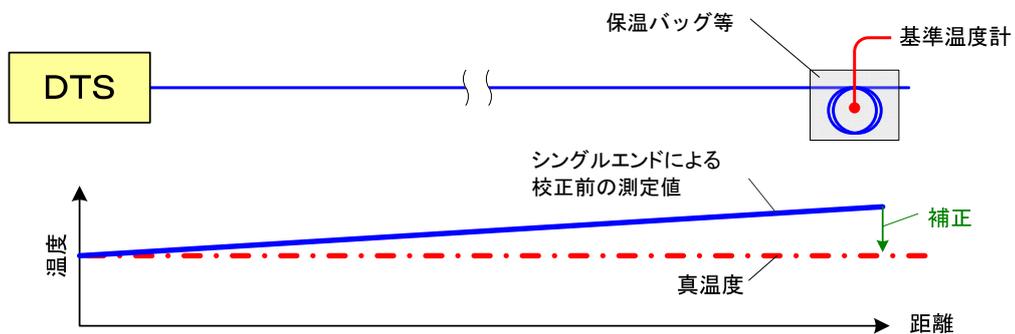


資図 2-25 簡易型成端箱の外観（左）及び光ファイバー素線の融着部の収納状況（右）

7) DTS の温度校正

DTS 設置後は、温度分布実測値およびロス分布の確認により、正常に稼働しているかを確認するとともに、正確な下水温度を計測するため DTS の温度校正を行う。DTS の温度校正は、光ファイバーケーブルの最遠端部に設けた温度リファレンス用コイルを基準温度計とともに保温バッグ等に格納し、DTS の温度測定値と比較することで行う。

資図 2-26 に、DTS の温度校正のイメージを示す。



資図 2-26 DTS の温度校正のイメージ

8) ケーブル位置評定

ケーブル位置評定とは、浸入水の発生箇所を正確に特定するため、光ファイバーケーブルの一部を人工的な方法により加熱または冷却し、対応する温度変化を DTS の温度測定値（標準 1m 毎）から読み取ることで、DTS を基準（0m）としたケーブル距離を特定する作業をいう。

ケーブル位置評定を実施していない人孔のケーブル距離は、ケーブル位置評定を実施した人孔間のケーブル距離を用いて、下水道管きょ台帳に示される管きょ延長を按分することにより算定する。

ケーブル位置評定は、端末部や会合部等において実施することが望ましい。ケーブル位置評定作業の最適な方法として、評定箇所のケーブルを長さ 30cm 程度の発泡スチロール製保冷治具の溝に固定し、その溝に沿って冷却スプレーを 2 秒間程度噴射冷却し、その後、約 1 分間保持する方法を推奨する。

資図 2-27 に、冷却スプレーを利用したケーブル位置評定の実施状況を示す。



資図 2-27 冷却スプレーを利用したケーブル位置評定の実施状況

ケーブル位置評定後は、調査路線と得られたケーブル距離との対応表や、ケーブル距離を付与した光ファイバーケーブル設置・接続図を作成し、雨天時浸入水発生箇所の検出結果の整理等に活用する。

資図 2-28 に、ケーブル距離と調査対象路線の対応表の作成例を示す。また資図 2-29 に、ケーブル距離を付与した光ファイバーケーブル設置・接続図の作成例を示す。

また資図 2-30 に、各ブロックの光ファイバーケーブル設置・接続図を示す。

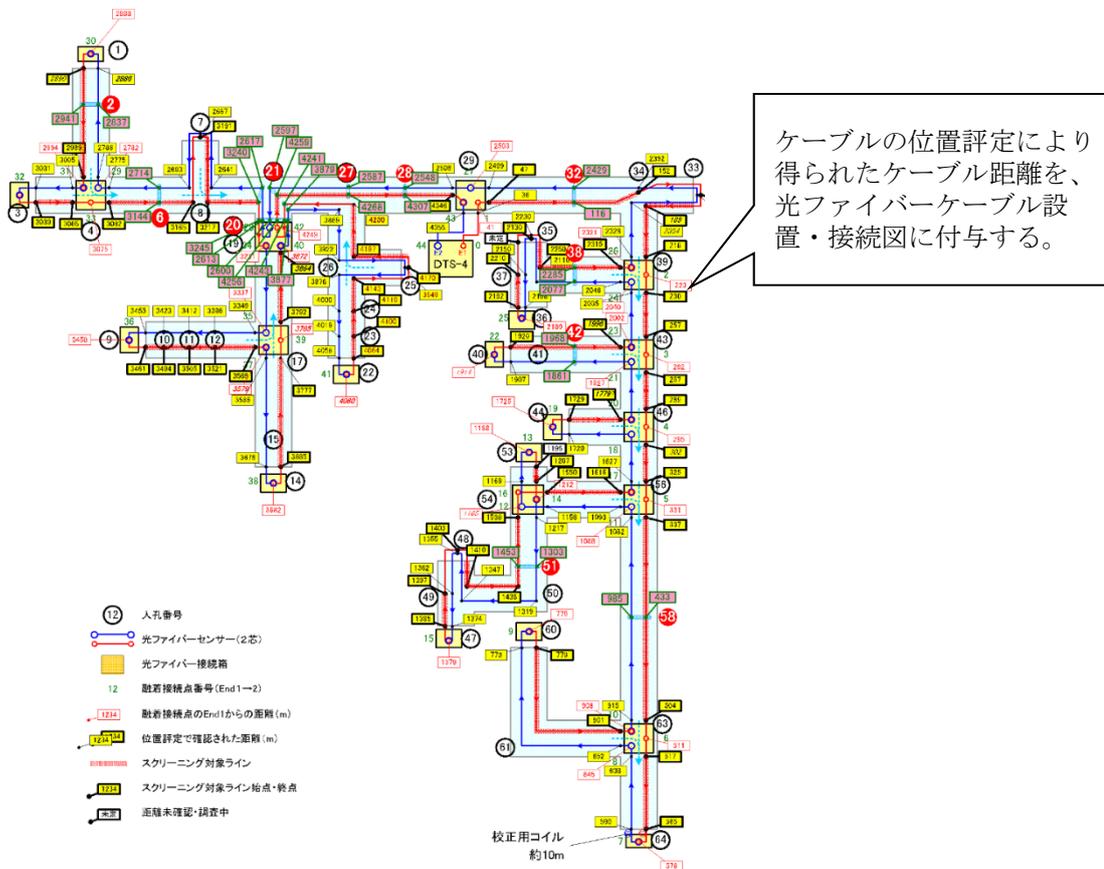
各路線の人孔（管口）部にて実施したケーブル位置評定結果は、調査対象路線のケーブル距離として整理しておく。

起点や会合人孔、段差がある人孔など、ケーブルが水面上に露出している（ケーブルを吊り下げた）人孔を整理しておく。

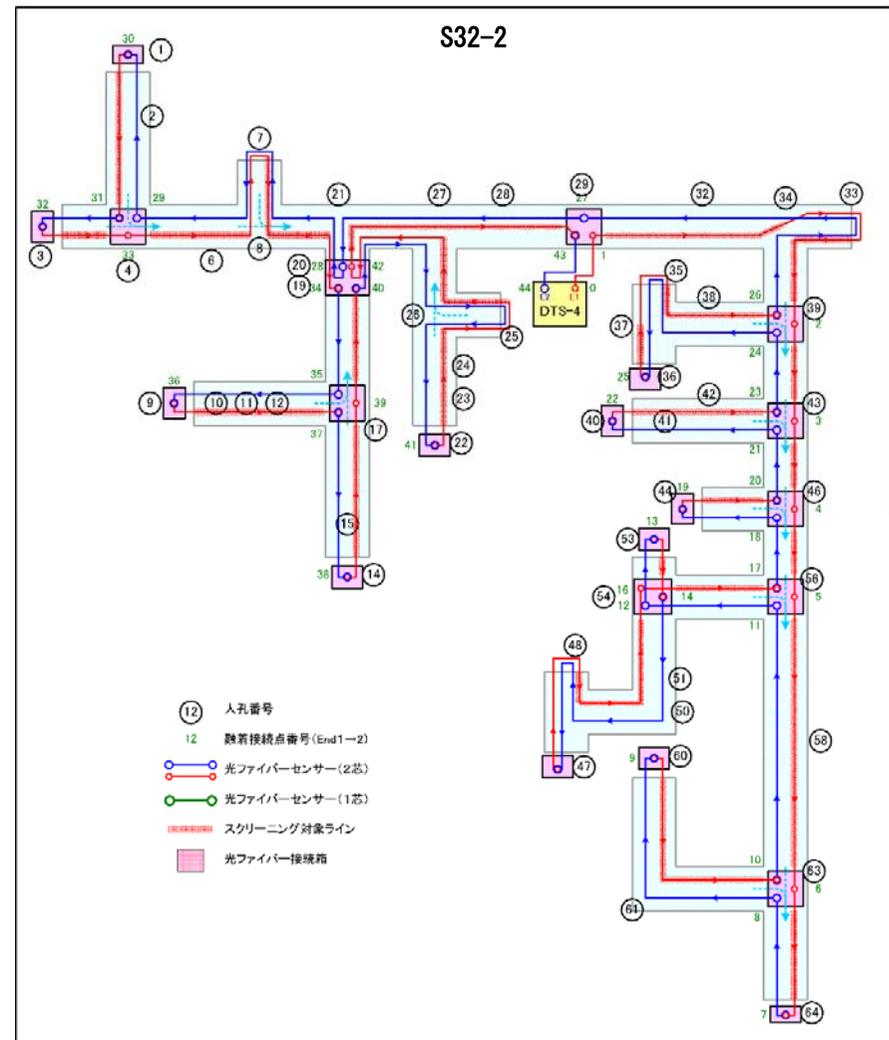
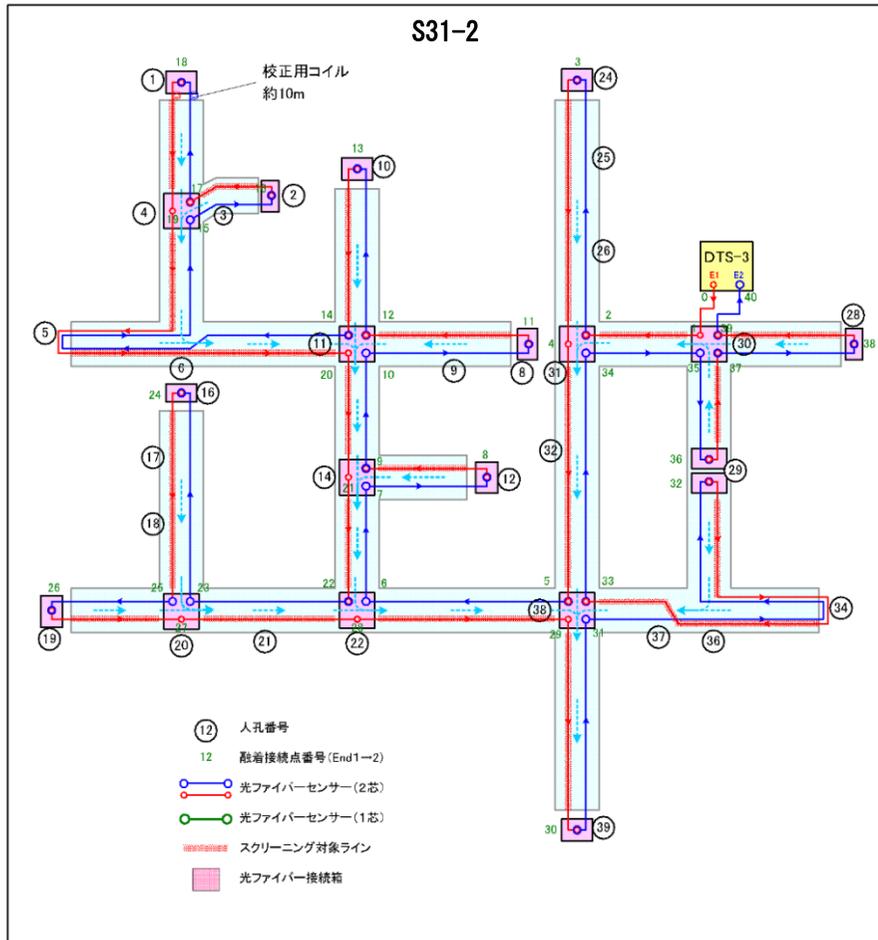
路線名	ケーブル距離 (m) ※1		ケーブル延長 (m) ②-①	延長 (m)		側管底高 (m)	下流側管底高 (m)	ケーブル設置状況
	上流入孔管口 ①	下流入孔管口 ②						
MH1-MH2	2890	2941	51	50	ヒュ	15.341	14.842	端末
MH2-MH4	2941	2989	48	50	ヒュ	14.815	14.318	端末
MH3-MH4	3039	3065	26	26	ヒュ	12.941	12.834	端末
MH4-MH5	3082	3112	30	28	ヒュ	12.794	11.911	合流
MH5-MH6	3112	3144	32	30	ヒュ	11.896	9.229	合流
MH6-MH8	3144	3165	21	18	ヒュ	9.219	8.475	合流
MH7-MH8	3191	3217	26	24	ヒュ	8.710	8.260	端末
MH8-MH21	3217	3240	23	20	ヒュ	6.261	5.837	合流
MH9-MH10	3461	3494	33	33	ヒュ	11.811	11.193	端末
MH10-MH11	3494	3505	11	11	ヒュ	11.113	10.926	合流
MH11-MH12	3505	3521	16	16	ヒュ	10.776	9.969	段差
MH12-MH13	3521	3546	25	25	ヒュ	8.878	7.645	段差
MH13-MH17	3546	3568	22	21	ヒュ	6.373	5.337	段差
MH14-MH15	3685	3718	33	33	ヒュ	6.888	6.028	端末

※1 ケーブル距離：DTS の位置を 0(m)としたときの、DTS から当該地点までの光ファイバー素線延長

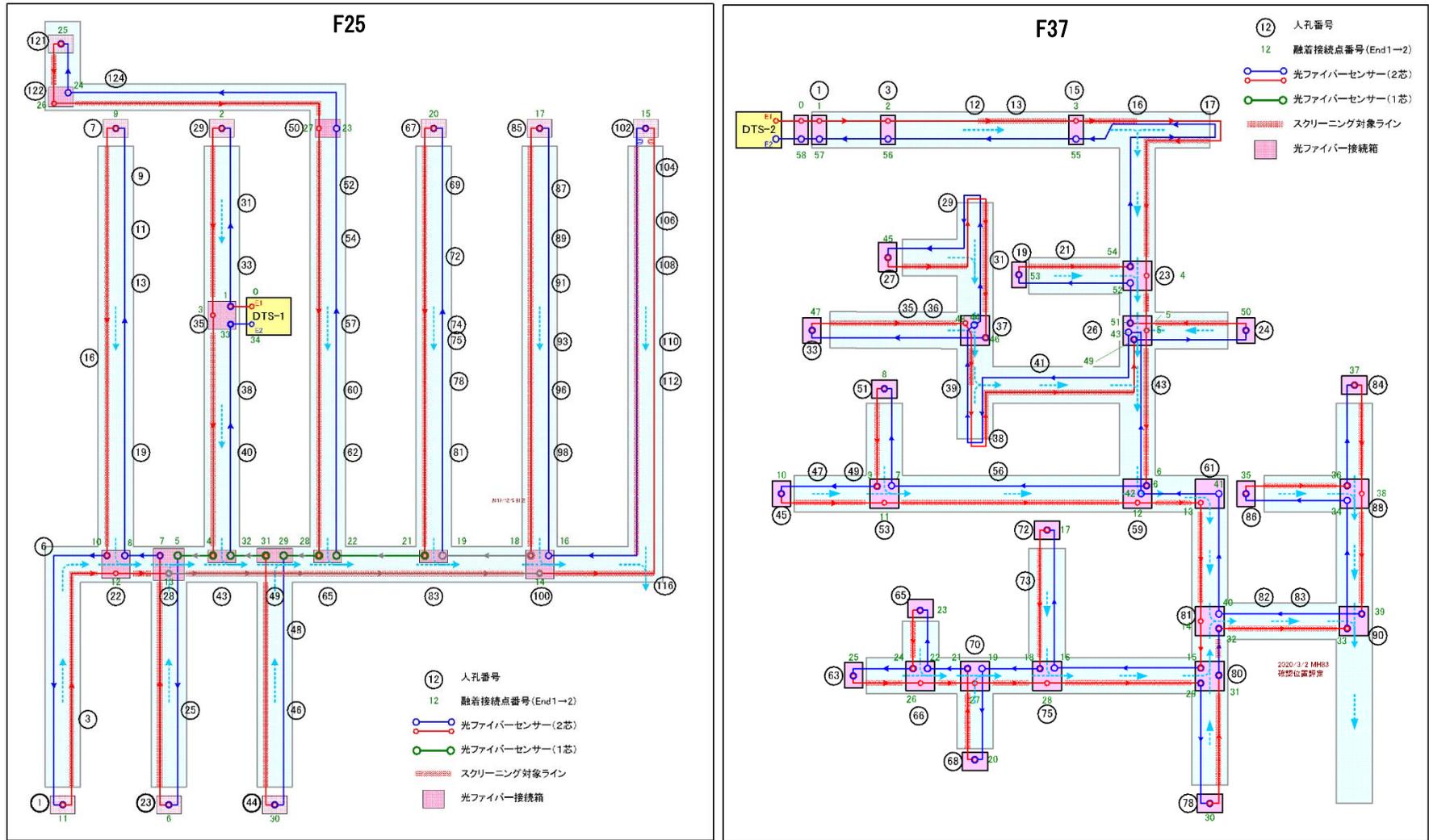
資図 2-28 ケーブル距離と調査対象路線の対応表の作成例



資図 2-29 ケーブル距離を付与した光ファイバーケーブル設置・接続図の作成例



資図 2-30(1) 光ファイバーケーブル設置・接続図 (さいたま市)



資図 2-30(2) 光ファイバーケーブル設置・接続図 (藤沢市)

(4) 機器の点検及び計測データの回収

測定機器は、およそ2週間に1回の点検を実施し、あわせて測定データを回収する。なお、DTSはモバイルWiFiルーターによりインターネットに接続し、パソコンのリモートデスクトップ通信環境を整えれば、データ回収のほかデータ取得状況を随時確認でき、機器故障や光ファイバーケーブルの断線等の不具合を速やかに確認することも可能である。

また、光ファイバーケーブルは、およそ2週間に1回の点検を基本とするが、管きよの不陸(たわみ)が生じている路線など、下水中を流れるし渣類が光ファイバーケーブルに付着しやすい箇所では、1週間に1回など、その付着の程度に合わせて点検期間を短くする等の対応を図る。

管内の堆積等により温度計測に悪影響を及ぼすことが予想される場合は、別途、洗浄やし渣の除去作業を考慮する。

資図 2-31 に、実証研究中に光ファイバーケーブルに付着したし渣類の状況を示す。



(左) 光ファイバーケーブルに付着したし渣の様子
(右) 付着したし渣(トイレtpペーパー、不溶性のティッシュペーパー、生理用ナプキン、髪の毛、不織布(ペーパータオル)、等)

資図 2-31 実証研究中に光ファイバーケーブルに付着したし渣類の状況

(5) 機器の撤去・復旧

測定データが適正に計測されていることを確認後、設置時と同様に安全に配慮して、観測機器や資機材を撤去する。

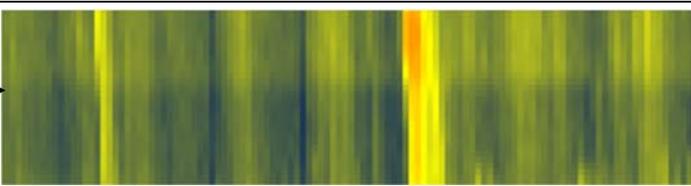
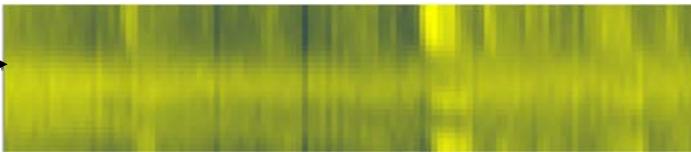
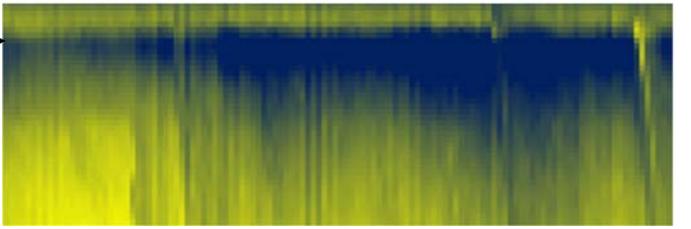
2.3.2 雨天時浸入水発生箇所の検出

光ファイバー温度分布計測システムにより取得された下水温度データ等に浸入水検出 AI を適用し、調査対象ブロックにおける雨天時浸入水発生箇所を検出する。

ただし、浸入水検出 AI では温度変化を局所的（1 m 間隔）に解析するため、光ファイバー素線融着作業による光ファイバーケーブルの水面上への露出等による温度変化を誤検出している可能性がある。AI 誤検出が多くなると、雨天時浸入水が生じていないにも係わらず詳細調査を実施する路線が多くなり、調査の効率性・事業性が低下する要因となる。そのため、このような AI 誤検出箇所の削減を目的に、技術者による確認を行う。

資表 2-20 に、雨天時浸入水検出箇所の確認作業（技術者による確認）の例を示す。

資表 2-20 雨天時浸入水検出箇所の確認作業（技術者による確認）の例

検出箇所	温度コンター図 (横軸：時間、縦軸、距離、図左黒線部：浸入水検出位置)	確認結果	採用/除外
351m		温度低下あり	採用
410m		ケーブルの部分的な露出(温度一定部)	除外
921m		温度低下あり	採用

※検出箇所はケーブル距離を表す。

ここで、雨天時浸入水の検出確認作業は、浸入水検出 AI から出力する「浸入水検出箇所」帳票に確認結果の記入欄を設けることで、効率的に確認作業を進めることができる。

資表 2-21 に、確認結果記入欄を設けた場合の浸入水検出箇所帳票の例を示す。

資表 2-21 確認結果記入欄を設けた浸入水検出箇所帳票の例（赤枠：確認結果記入欄）

No.	上流人孔 番号	下流人孔 番号	検出結果 光ファイバー距離(m)		浸入水検出AIに よる検出位置 (m)	技術者による補完 0:除外 1:採用
			上流側人孔	下流側人孔		
1	MH30	MH31	67	~ 115	76	1
2	MH30	MH31	67	~ 115	87	1
3	MH24	MH31	236	~ 328	239	1
4	MH24	MH31	236	~ 328	260	1
5	MH31	MH38	337	~ 444	387	1
6	MH31	MH38	337	~ 444	421	0
7	MH12	MH14	675	~ 731	699	0
8	MH8	MH11	914	~ 1001	921	1
9	MH8	MH11	914	~ 1001	948	1
10	MH8	MH11	914	~ 1001	965	1

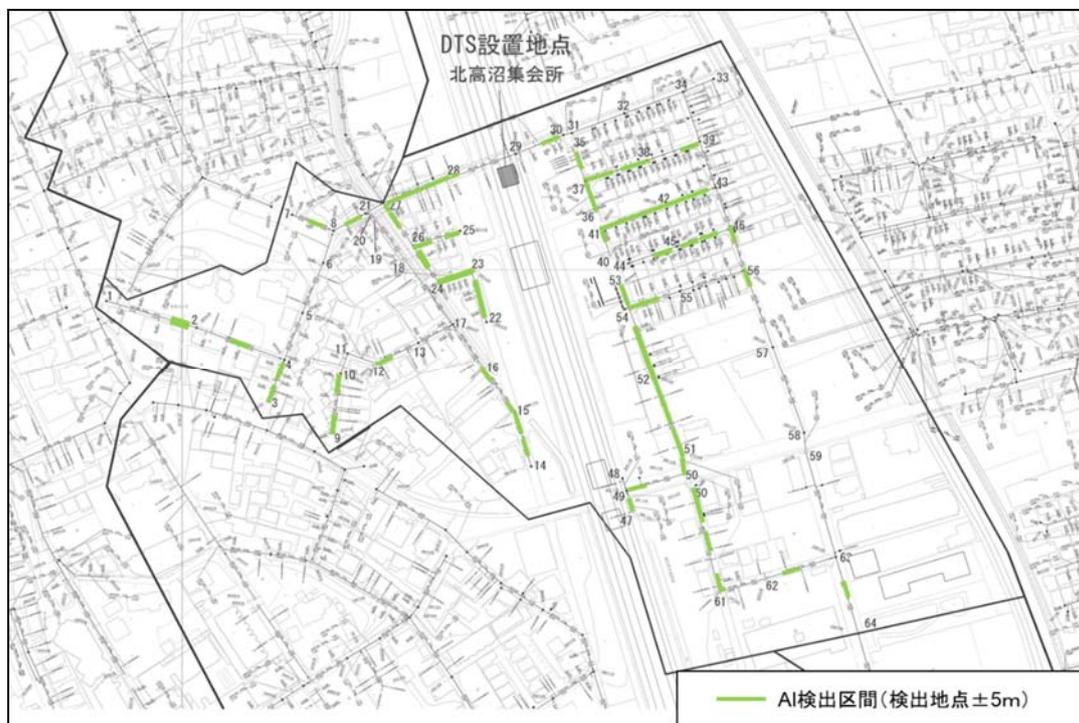
資図 2-32 に、浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出位置図を示す。

なお、浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出結果一覧については資料編 3.1.3 (2) を参照する。

S31-2 ブロック



S32-2 ブロック



資図 2-32(1) 浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出位置図 (さいたま市)

F25 ブロック



F37 ブロック



資図 2-32(2) 浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出位置図 (藤沢市)

2.4 ラインスクリーニングに関する諸検討（参考）

本項では、ラインスクリーニングに関する各種の検討結果を整理する。

2.4.1 技術者の手作業によるラインスクリーニングの浸入水正検出率

ここでは浸入水検出 AI を用いずに、技術者の手作業（4ステップ法）により得られたラインスクリーニング結果の浸入水正検出率について整理する。なお、4ステップ法については資料編 4.3.2 を参照する。

（1）雨天時テレビカメラ調査結果との照合

技術者の手作業（4ステップ法）によるラインスクリーニングの浸入水正検出率は、ラインスクリーニング結果と雨天時テレビカメラ調査結果とを照らし合わせるにより算出する。ここで、浸入水正検出率の評価方法は資料編 3.1.3（1）を、雨天時テレビカメラ調査の浸入水レベルは資料編 3.1.3（2）を参照する。

資表 2-22 に、技術者の手作業による浸入水正検出率の算定結果を示す。

資表 2-22(1) 技術者の手作業による浸入水正検出率の算定結果（さいたま市）

ブロック名	路線名	管きよ延長 (m)	雨天時テレビカメラ調査結果			ラインスクリーニング結果			備考
			浸入水 レベル大 (箇所)	浸入水 レベル小 (箇所)	計	浸入水 レベル大 (箇所)	浸入水 レベル小 (箇所)	計	
S31-2	1-3	42.80	3	3	6	1	2	3	
	2-3	20.75	0	1	1	0	1	1	
	5-6	31.80	1	2	3	1	2	3	
	6-7	28.92	2	1	3	1	1	2	
	8-9	44.16	2	2	4	1	2	3	
	9-11	43.00	2	2	4	2	0	2	
	16-17	22.30	0	3	3	0	3	3	
	19-20	49.36	2	3	5	2	1	3	
	20-21	37.81	1	0	1	0	0	0	
	24-25	27.02	2	1	3	2	1	3	
	25-26	28.23	3	3	6	2	1	3	
	30-31	48.65	2	6	8	2	0	2	
	31-32	41.48	2	2	4	1	1	2	
	34-36	31.66	1	2	3	1	1	2	
37-38	46.05	0	1	1	0	1	1		
	小計	543.99	23	32	55	16	17	33	
S32-2	1-2	49.96	0	1	1	0	1	1	
	3-4	26.11	0	1	1	0	1	1	
	9-10	33.35	0	2	2	0	2	2	
	14-15	32.61	0	3	3	0	1	1	
	23-24	18.45	0	2	2	0	0	0	上流23人孔付近は滞水
	25-26	26.74	1	3	4	1	1	2	ほぼ全線にわたり滞水
	36-37	16.85	1	1	2	1	1	2	
	37-38	33.79	6	3	9	6	3	9	
	41-42	34.63	2	3	5	1	3	4	
	42-43	30.08	1	2	3	1	0	1	
	44-45	27.80	0	2	2	0	2	2	
	45-46	30.12	1	2	3	0	2	2	
	51-52	44.55	1	0	1	1	0	1	
	52-54	40.10	1	0	1	1	0	1	
	53-54	12.40	1	1	2	1	1	2	
54-55	28.70	2	3	5	2	2	4		
60-61	55.50	1	1	2	1	1	2		
	小計	541.74	18	30	48	16	21	37	
計			41	62	103	32	38	70	
浸入水 正検出率 (%)	①全ての雨天時浸入水 を対象		68						
	②浸入水レベル大のみ を対象		78						

資表 2-22 (2) 技術者の手作業による浸入水正検出率の算定結果 (藤沢市)

ブロック名	路線名	管きよ延長 (m)	雨天時テレビカメラ調査結果			ラインスクリーニング結果			備考
			浸入水 レベル大 (箇所)	浸入水 レベル小 (箇所)	計	浸入水 レベル大 (箇所)	浸入水 レベル小 (箇所)	計	
F25	1-2	22.51	1	1	2	0	1	1	
	2-3	24.40	1	1	2	0	1	1	
	7-8	20.89	0	1	1	0	0	0	
	8-9	20.96	1	0	1	1	0	1	
	10-11	20.93	1	0	1	1	0	1	
	11-12	19.97	2	0	2	2	0	2	
	14-15	20.04	0	1	1	0	0	0	
	23-24	24.04	3	0	3	3	0	3	
	25-26	24.20	1	3	4	1	3	4	
	29-30	23.92	1	0	1	1	0	1	
	30-31	23.90	1	1	2	1	0	1	
	36-37	20.14	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし
	44-45	24.01	2	8	10	2	5	7	
	45-46	23.94	1	2	3	1	2	3	
	46-47	24.00	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし
	47-48	24.04	1	7	8	1	4	5	
	50-51	21.05	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし
	71-72	22.05	1	0	1	1	0	1	
	82-83	20.02	0	1	1	0	0	0	
	85-86	20.89	0	1	1	0	1	1	
	86-87	20.89	0	2	2	0	1	1	
	88-89	20.91	0	2	2	0	2	2	
	91-92	19.95	1	0	1	1	0	1	
	99-100	19.88	0	1	1	0	0	0	
	102-103	9.93	1	0	1	1	0	1	
103-104	10.05			0				雨天時浸入水なし	
106-107	24.18	1	0	1	1	0	1		
小計	571.69		20	32	52	18	20	38	
F37	12-13	22.96	0	1	1	0	1	1	
	13-14	22.91	0	1	1	0	1	1	
	14-15	22.92							未調査
	18-23	22.94	2	1	3	2	0	2	
	20-21	19.88	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし
	21-22	19.88	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし
	22-23	20.98	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし
	27-28	22.94							未調査
	34-35	17.95							未調査
	35-36	17.92							未調査
	42-43	23.90	1	0	1	1	0	1	
	49-50	13.78							未調査
	50-53	13.99							未調査
	51-52	19.97							未調査
	52-53	19.95							未調査
	55-56	25.78							未調査
	62-81	23.09							未調査
	63-64	20.65	2	1	3	2	0	2	
	65-66	22.38	0	0	0	※	※	※	雨天時浸入水なし
	71-75	12.95	1	0	1	1	0	1	
	72-73	18.50							未調査
	73-74	19.93							未調査
	82-83	18.78							未調査
84-85	23.84	0	0	0	0	1	1	雨天時浸入水なし	
85-88	23.90	0	1	1	0	0	0	マンホール蓋からの浸入	
小計	512.67		6	5	11	6	3	9	
計			26	37	63	24	23	47	
浸入水 正検出率 (%)	①全ての雨天時浸入水 を対象				75				
	②浸入水レベル大のみ を対象				92				

※雨天時テレビカメラは実施したものの、家屋の建替えにより雨天時浸入水の状況が変化したため、評価より除外する

(2) 検出率の整理

資表 2-23～資表 2-25 に、技術者の手作業（4ステップ法）によるラインスクリーニングの浸入水検出率（正検出率、未検出率、誤検出率）を示す。

資表 2-23 に示すように、技術者の手作業による浸入水正検出率は、2都市計及び各都市の評価において70%であった。

資表 2-23 技術者の手作業によるラインスクリーニング浸入水正検出率の算定結果

	ラインスクリーニング浸入水正検出率			
	①全ての浸入水を対象		②浸入水レベル大のみを対象	
	a	c	a	c
さいたま市	70	103	32	41
	68%		78%	
藤沢市	47	63	24	26
	75%		92%	
計	117	166	56	67
	70%		84%	

a：ラインスクリーニングにより検出できた雨天時浸入水発生箇所

c：詳細調査（雨天時テレビカメラ調査）により認められた全ての雨天時浸入水発生箇所

資表 2-24 技術者の手作業によるラインスクリーニング浸入水未検出率の算定結果

	ラインスクリーニング浸入水未検出率			
	①全ての浸入水を対象		②浸入水レベル大のみを対象	
	b	c	b	c
さいたま市	33	103	9	41
	32%		22%	
藤沢市	16	63	2	26
	25%		8%	
計	49	166	11	67
	30%		16%	

b：ラインスクリーニングにより検出できなかった雨天時浸入水発生箇所

c：詳細調査（雨天時テレビカメラ調査）により認められた全ての雨天時浸入水発生箇所

資表 2-25 技術者の手作業によるラインスクリーニング誤検出率の算定結果

	ラインスクリーニング誤検出率			
	①全ての浸入水を対象		②浸入水レベル大のみを対象	
	a	β	a	β
さいたま市	1	43	19	43
	2%		44%	
藤沢市	7	33	15	33
	21%		45%	
計	8	76	34	76
	11%		45%	

a：浸入水がないにも拘わらずラインスクリーニングにより検出された雨天時浸入水発生区間

β：ラインスクリーニングにより検出された全ての雨天時浸入水発生区間

※②のaは、「浸入水レベル小」を検出しても誤検出として整理

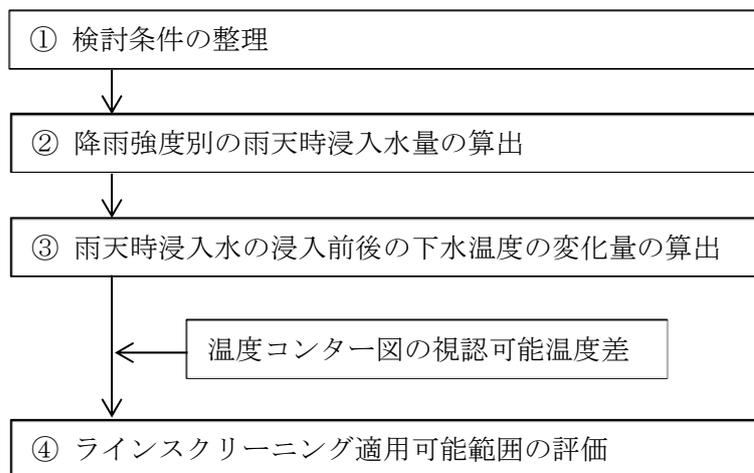
2.4.2 ラインスクリーニングの検出可能範囲に関する検討

ラインスクリーニングは、管きょを流れる下水に雨天時浸入水が流入する際に生じる下水温度の変化量（下水温度の低下量）を検出することを測定原理としている。すなわち、管きょを流れる下水温度に比べて雨天時浸入水が低温であるほど、浸入後の下水温度は低下しやすく、温度変化の検出に有利となる。逆に、雨天時浸入水が管きょを流れる下水温度と同程度（またはそれ以上）になると、浸入後の下水温度の低下量は小さくなり（ゼロとなり）、雨天時浸入水発生箇所の検出には不向きとなる。

しかし、調査ブロック内においても路線ごとに流れる下水量や下水温度はそれぞれであり、また雨天時浸入水の温度も季節によって様々である。そこで、下水と雨天時浸入水との温度差、及び下水温度変化の視認可能温度差を設定のうえ、当該路線に流れる汚水量と雨天時浸入水量を変数としたとき、ラインスクリーニングがどの範囲まで検出可能であるかを検討する。

なお、本検討にあたり、設定が困難な項目については、実証フィールドで得られた測定値や仮定値を用いるものとする。

資図 2-33 に、ラインスクリーニングの適用可能範囲の評価手順を示す。



資図 2-33 ラインスクリーニングの適用可能範囲の評価手順

(1) 検討条件の整理

本検討は、以下①～③に示す条件に従い実施する。

- ① 雨天時浸入水は、誤接合のある一般家屋（面積 90m²）からの屋根排水が、取付管を通じて下水管へと浸入する雨水系誤接の事象を想定する。
- ② 下水と雨天時浸入水との温度差は、令和元年度研究（藤沢市）における管内の定点観測で得られた下水温度測定結果及び気象庁辻堂観測所の気温を参考に、2～16℃の範囲で8ケースを設定する。

- ③ 温度コンター図の視認可能温度差は、これまでの経験を踏まえ、技術者が雨天時浸入水を検出できる限界温度差（0.5℃）を設定する。

資表 2-26 に、検討条件を整理する。

資表 2-26 検討条件の整理

項目	単位	設定値
誤接合家屋の屋根面積	m ²	90
下水と雨天時 浸入水の温度差	ケース1	2.0
	ケース2	4.0
	ケース3	6.0
	ケース4	8.0
	ケース5	10.0
	ケース6	12.0
	ケース7	14.0
	ケース8	16.0
温度コンター図の視認可能温度差	℃	0.5

※下水と雨天時浸入水の温度差＝下水温度－雨天時浸入水温度

（2）降雨強度別の雨天時浸入水量の算出

検討に用いる降雨強度別の雨天時浸入水量は、誤接合家屋の屋根（面積 90m²）に降った雨（流出率 100%）が、取付管を通じて下水管に浸入する事象を想定する。

そこで、ラインスクリーニング条件に合う降雨（降雨強度 4mm/hr 以上）を参考に、降雨強度別雨天時浸入水量は、資表 2-27 のとおり設定する。

資表 2-27 降雨強度別雨天時浸入水量の算出

（単位：m³/h）

	降雨強度									
	4mm/h	5mm/h	6mm/h	7mm/h	8mm/h	9mm/h	10mm/h	15mm/h	20mm/h	30mm/h
雨天時 浸入水量 (m ³ /h)	0.360	0.450	0.540	0.630	0.720	0.810	0.900	1.350	1.800	2.700

※誤接合家屋の屋根（90m²）から発生する排水が、取付管を通じて雨天時浸入水として浸入する事象を想定

（3）雨天時浸入水の流入前後の下水温度変化量の算出

管きよを流れる下水と雨天時浸入水が混ざり合った際に生じる下水温度の変化量（浸入前後の温度差 ΔT）は、熱量保存の法則を用いて算出する。ここで、管きよを流れる下水量は、2～20m³/h の範囲で 10 段階に変化させて与えるものとする。

資表 2-28 に、雨天時浸入水の流入前後の下水温度変化量の算出結果を示す。

資表 2-28(1) 雨天時浸入水の流入前後の下水温度変化量の算出結果（ケース 1～4）

ケース名	下水と雨天時 浸入水との 温度差 (°C)	下水量 (m ³ /h)	降雨強度別の雨天時浸入水量 (m ³ /h) 屋根面積 : 90(m ²)									
			4mm/h	5mm/h	6mm/h	7mm/h	8mm/h	9mm/h	10mm/h	15mm/h	20mm/h	30mm/h
			0.360	0.450	0.540	0.630	0.720	0.810	0.900	1.350	1.800	2.700
			雨天時浸入水の浸入前後の下水温度の差 (ΔT) (°C)									
ケース 1	2.00	2.000	0.31	0.37	0.43	0.48	0.53	0.58	0.62	0.81	0.95	1.15
		4.000	0.17	0.20	0.24	0.27	0.31	0.34	0.37	0.50	0.62	0.81
		6.000	0.11	0.14	0.17	0.19	0.21	0.24	0.26	0.37	0.46	0.62
		8.000	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.18	0.20	0.29	0.37	0.50
		10.000	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.24	0.31	0.43
		12.000	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.26	0.37
		14.000	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.12	0.18	0.23	0.32
		16.000	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.16	0.20	0.29
		18.000	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.14	0.18	0.26
20.000	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.13	0.17	0.24		
ケース 2	4.00	2.000	0.61	0.73	0.85	0.96	1.06	1.15	1.24	1.61	1.89	2.30
		4.000	0.33	0.40	0.48	0.54	0.61	0.67	0.73	1.01	1.24	1.61
		6.000	0.23	0.28	0.33	0.38	0.43	0.48	0.52	0.73	0.92	1.24
		8.000	0.17	0.21	0.25	0.29	0.33	0.37	0.40	0.58	0.73	1.01
		10.000	0.14	0.17	0.20	0.24	0.27	0.30	0.33	0.48	0.61	0.85
		12.000	0.12	0.14	0.17	0.20	0.23	0.25	0.28	0.40	0.52	0.73
		14.000	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.22	0.24	0.35	0.46	0.65
		16.000	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21	0.31	0.40	0.58
		18.000	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.17	0.19	0.28	0.36	0.52
20.000	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.17	0.25	0.33	0.48		
ケース 3	6.00	2.000	0.92	1.10	1.28	1.44	1.59	1.73	1.86	2.42	2.84	3.45
		4.000	0.50	0.61	0.71	0.82	0.92	1.01	1.10	1.51	1.86	2.42
		6.000	0.34	0.42	0.50	0.57	0.64	0.71	0.78	1.10	1.38	1.86
		8.000	0.26	0.32	0.38	0.44	0.50	0.55	0.61	0.87	1.10	1.51
		10.000	0.21	0.26	0.31	0.36	0.40	0.45	0.50	0.71	0.92	1.28
		12.000	0.17	0.22	0.26	0.30	0.34	0.38	0.42	0.61	0.78	1.10
		14.000	0.15	0.19	0.22	0.26	0.29	0.33	0.36	0.53	0.68	0.97
		16.000	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.47	0.61	0.87
		18.000	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.26	0.29	0.42	0.55	0.78
20.000	0.11	0.13	0.16	0.18	0.21	0.23	0.26	0.38	0.50	0.71		
ケース 4	8.00	2.000	1.22	1.47	1.70	1.92	2.12	2.31	2.48	3.22	3.79	4.60
		4.000	0.66	0.81	0.95	1.09	1.22	1.35	1.47	2.02	2.48	3.22
		6.000	0.45	0.56	0.66	0.76	0.86	0.95	1.04	1.47	1.85	2.48
		8.000	0.34	0.43	0.51	0.58	0.66	0.74	0.81	1.16	1.47	2.02
		10.000	0.28	0.34	0.41	0.47	0.54	0.60	0.66	0.95	1.22	1.70
		12.000	0.23	0.29	0.34	0.40	0.45	0.51	0.56	0.81	1.04	1.47
		14.000	0.20	0.25	0.30	0.34	0.39	0.44	0.48	0.70	0.91	1.29
		16.000	0.18	0.22	0.26	0.30	0.34	0.39	0.43	0.62	0.81	1.16
		18.000	0.16	0.20	0.23	0.27	0.31	0.34	0.38	0.56	0.73	1.04
20.000	0.14	0.18	0.21	0.24	0.28	0.31	0.34	0.51	0.66	0.95		

資表 2-28 (2) 雨天時浸入水の流入前後の下水温度変化量の算出結果 (ケース 5 ~ 8)

ケース名	下水と雨天時 浸入水との 温度差 (°C)	下水量 (m ³ /h)	降雨強度別の雨天時浸入水量 (m ³ /h) 屋根面積 : 90 (m ²)									
			4mm/h	5mm/h	6mm/h	7mm/h	8mm/h	9mm/h	10mm/h	15mm/h	20mm/h	30mm/h
			0.360	0.450	0.540	0.630	0.720	0.810	0.900	1.350	1.800	2.700
			雨天時浸入水の浸入前後の下水温度の差 (ΔT) (°C)									
ケース 5	10.00	2.000	1.53	1.84	2.13	2.40	2.65	2.88	3.10	4.03	4.74	5.74
		4.000	0.83	1.01	1.19	1.36	1.53	1.68	1.84	2.52	3.10	4.03
		6.000	0.57	0.70	0.83	0.95	1.07	1.19	1.30	1.84	2.31	3.10
		8.000	0.43	0.53	0.63	0.73	0.83	0.92	1.01	1.44	1.84	2.52
		10.000	0.35	0.43	0.51	0.59	0.67	0.75	0.83	1.19	1.53	2.13
		12.000	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.63	0.70	1.01	1.30	1.84
		14.000	0.25	0.31	0.37	0.43	0.49	0.55	0.60	0.88	1.14	1.62
		16.000	0.22	0.27	0.33	0.38	0.43	0.48	0.53	0.78	1.01	1.44
		18.000	0.20	0.24	0.29	0.34	0.38	0.43	0.48	0.70	0.91	1.30
20.000	0.18	0.22	0.26	0.31	0.35	0.39	0.43	0.63	0.83	1.19		
ケース 5 6	12.00	2.000	1.83	2.20	2.55	2.87	3.18	3.46	3.72	4.84	5.68	6.89
		4.000	0.99	1.21	1.43	1.63	1.83	2.02	2.20	3.03	3.72	4.84
		6.000	0.68	0.84	0.99	1.14	1.29	1.43	1.57	2.20	2.77	3.72
		8.000	0.52	0.64	0.76	0.88	0.99	1.10	1.21	1.73	2.20	3.03
		10.000	0.42	0.52	0.61	0.71	0.81	0.90	0.99	1.43	1.83	2.55
		12.000	0.35	0.43	0.52	0.60	0.68	0.76	0.84	1.21	1.57	2.20
		14.000	0.30	0.37	0.45	0.52	0.59	0.66	0.72	1.06	1.37	1.94
		16.000	0.26	0.33	0.39	0.45	0.52	0.58	0.64	0.93	1.21	1.73
		18.000	0.24	0.29	0.35	0.41	0.46	0.52	0.57	0.84	1.09	1.57
20.000	0.21	0.26	0.32	0.37	0.42	0.47	0.52	0.76	0.99	1.43		
ケース 7	14.00	2.000	2.14	2.57	2.98	3.35	3.71	4.04	4.34	5.64	6.63	8.04
		4.000	1.16	1.42	1.67	1.90	2.14	2.36	2.57	3.53	4.34	5.64
		6.000	0.79	0.98	1.16	1.33	1.50	1.67	1.83	2.57	3.23	4.34
		8.000	0.60	0.75	0.89	1.02	1.16	1.29	1.42	2.02	2.57	3.53
		10.000	0.49	0.60	0.72	0.83	0.94	1.05	1.16	1.67	2.14	2.98
		12.000	0.41	0.51	0.60	0.70	0.79	0.89	0.98	1.42	1.83	2.57
		14.000	0.35	0.44	0.52	0.60	0.68	0.77	0.85	1.23	1.59	2.26
		16.000	0.31	0.38	0.46	0.53	0.60	0.67	0.75	1.09	1.42	2.02
		18.000	0.27	0.34	0.41	0.47	0.54	0.60	0.67	0.98	1.27	1.83
20.000	0.25	0.31	0.37	0.43	0.49	0.54	0.60	0.89	1.16	1.67		
ケース 8	16.00	2.000	2.44	2.94	3.40	3.83	4.24	4.61	4.97	6.45	7.58	9.19
		4.000	1.32	1.62	1.90	2.18	2.44	2.69	2.94	4.04	4.97	6.45
		6.000	0.91	1.12	1.32	1.52	1.71	1.90	2.09	2.94	3.69	4.97
		8.000	0.69	0.85	1.01	1.17	1.32	1.47	1.62	2.31	2.94	4.04
		10.000	0.56	0.69	0.82	0.95	1.07	1.20	1.32	1.90	2.44	3.40
		12.000	0.47	0.58	0.69	0.80	0.91	1.01	1.12	1.62	2.09	2.94
		14.000	0.40	0.50	0.59	0.69	0.78	0.88	0.97	1.41	1.82	2.59
		16.000	0.35	0.44	0.52	0.61	0.69	0.77	0.85	1.24	1.62	2.31
		18.000	0.31	0.39	0.47	0.54	0.62	0.69	0.76	1.12	1.45	2.09
20.000	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.62	0.69	1.01	1.32	1.90		

(4) ラインスクリーニングの適用可能範囲の評価

前述の**資表 2-28** に示す雨天時浸入水の流入前後の下水温度変化量の算出結果において、温度コンター図の視認可能温度差（0.5℃）の範囲を着色し、**資表 2-29** に示す。

検討の結果、下水と雨天時浸入水の温度差が大きいほど、ラインスクリーニングの適用可能範囲（検出可能温度）は広くなり、逆に下水と雨天時浸入水の温度差が小さいほど適用可能範囲（検出可能温度）は狭くなる傾向が示された。

資表 2-29(1) ラインスクリーニングの適用可能範囲の検討結果 (ケース 1 ~ 4)

ケース名	下水と雨天時 浸入水との 温度差 (°C)	下水量 (m ³ /h)	降雨強度別の雨天時浸入水量 (m ³ /h)									屋根面積 : 90 (m ²)	
			4mm/h	5mm/h	6mm/h	7mm/h	8mm/h	9mm/h	10mm/h	15mm/h	20mm/h	30mm/h	
			0.360	0.450	0.540	0.630	0.720	0.810	0.900	1.350	1.800	2.700	
雨天時浸入水の浸入前後の下水温度の差 (ΔT) (°C)													
ケース 1	2.00	2.000	0.31	0.37	0.43	0.48	0.53	0.58	0.62	0.81	0.95	1.15	
		4.000	0.17	0.20	0.24	0.27	0.31	0.34	0.37	0.50	0.62	0.81	
		6.000	0.11	0.14	0.17	0.19	0.21	0.24	0.26	0.37	0.46	0.62	
		8.000	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.18	0.20	0.29	0.37	0.50	
		10.000	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.24	0.31	0.43	
		12.000	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.26	0.37	
		14.000	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.11	0.12	0.18	0.23	0.32	
		16.000	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.16	0.20	0.29	
		18.000	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.14	0.18	0.26	
20.000	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.13	0.17	0.24			
ケース 2	4.00	2.000	0.61	0.73	0.85	0.96	1.06	1.15	1.24	1.61	1.89	2.30	
		4.000	0.33	0.40	0.48	0.54	0.61	0.67	0.73	1.01	1.24	1.61	
		6.000	0.23	0.28	0.33	0.38	0.43	0.48	0.52	0.73	0.92	1.24	
		8.000	0.17	0.21	0.25	0.29	0.33	0.37	0.40	0.58	0.73	1.01	
		10.000	0.14	0.17	0.20	0.24	0.27	0.30	0.33	0.48	0.61	0.85	
		12.000	0.12	0.14	0.17	0.20	0.23	0.25	0.28	0.40	0.52	0.73	
		14.000	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.22	0.24	0.35	0.46	0.65	
		16.000	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21	0.31	0.40	0.58	
		18.000	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.17	0.19	0.28	0.36	0.52	
20.000	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.17	0.25	0.33	0.48			
ケース 3	6.00	2.000	0.92	1.10	1.28	1.44	1.59	1.73	1.86	2.42	2.84	3.45	
		4.000	0.50	0.61	0.71	0.82	0.92	1.01	1.10	1.51	1.86	2.42	
		6.000	0.34	0.42	0.50	0.57	0.64	0.71	0.78	1.10	1.38	1.86	
		8.000	0.26	0.32	0.38	0.44	0.50	0.55	0.61	0.87	1.10	1.51	
		10.000	0.21	0.26	0.31	0.36	0.40	0.45	0.50	0.71	0.92	1.28	
		12.000	0.17	0.22	0.26	0.30	0.34	0.38	0.42	0.61	0.78	1.10	
		14.000	0.15	0.19	0.22	0.26	0.29	0.33	0.36	0.53	0.68	0.97	
		16.000	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.47	0.61	0.87	
		18.000	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.26	0.29	0.42	0.55	0.78	
20.000	0.11	0.13	0.16	0.18	0.21	0.23	0.26	0.38	0.50	0.71			
ケース 4	8.00	2.000	1.22	1.47	1.70	1.92	2.12	2.31	2.48	3.22	3.79	4.60	
		4.000	0.66	0.81	0.95	1.09	1.22	1.35	1.47	2.02	2.48	3.22	
		6.000	0.45	0.56	0.66	0.76	0.86	0.95	1.04	1.47	1.85	2.48	
		8.000	0.34	0.43	0.51	0.58	0.66	0.74	0.81	1.16	1.47	2.02	
		10.000	0.28	0.34	0.41	0.47	0.54	0.60	0.66	0.95	1.22	1.70	
		12.000	0.23	0.29	0.34	0.40	0.45	0.51	0.56	0.81	1.04	1.47	
		14.000	0.20	0.25	0.30	0.34	0.39	0.44	0.48	0.70	0.91	1.29	
		16.000	0.18	0.22	0.26	0.30	0.34	0.39	0.43	0.62	0.81	1.16	
		18.000	0.16	0.20	0.23	0.27	0.31	0.34	0.38	0.56	0.73	1.04	
20.000	0.14	0.18	0.21	0.24	0.28	0.31	0.34	0.51	0.66	0.95			

：ラインスクリーニングの適用可能範囲 (視認可能温度差0.5°C)

資表 2-29(2) ラインスクリーニングの適用可能範囲の検討結果 (ケース 5 ~ 8)

ケース名	下水と雨天時 浸入水との 温度差 (°C)	下水量 (m ³ /h)	降雨強度別の雨天時浸入水量 (m ³ /h)										屋根面積 :	90 (m ²)
			4mm/h	5mm/h	6mm/h	7mm/h	8mm/h	9mm/h	10mm/h	15mm/h	20mm/h	30mm/h		
			0.360	0.450	0.540	0.630	0.720	0.810	0.900	1.350	1.800	2.700		
雨天時浸入水の浸入前後の下水温度の差 (ΔT) (°C)														
ケース 5	10.00	2.000	1.53	1.84	2.13	2.40	2.65	2.88	3.10	4.03	4.74	5.74		
		4.000	0.83	1.01	1.19	1.36	1.53	1.68	1.84	2.52	3.10	4.03		
		6.000	0.57	0.70	0.83	0.95	1.07	1.19	1.30	1.84	2.31	3.10		
		8.000	0.43	0.53	0.63	0.73	0.83	0.92	1.01	1.44	1.84	2.52		
		10.000	0.35	0.43	0.51	0.59	0.67	0.75	0.83	1.19	1.53	2.13		
		12.000	0.29	0.36	0.43	0.50	0.57	0.63	0.70	1.01	1.30	1.84		
		14.000	0.25	0.31	0.37	0.43	0.49	0.55	0.60	0.88	1.14	1.62		
		16.000	0.22	0.27	0.33	0.38	0.43	0.48	0.53	0.78	1.01	1.44		
		18.000	0.20	0.24	0.29	0.34	0.38	0.43	0.48	0.70	0.91	1.30		
20.000	0.18	0.22	0.26	0.31	0.35	0.39	0.43	0.63	0.83	1.19				
ケース 5 6	12.00	2.000	1.83	2.20	2.55	2.87	3.18	3.46	3.72	4.84	5.68	6.89		
		4.000	0.99	1.21	1.43	1.63	1.83	2.02	2.20	3.03	3.72	4.84		
		6.000	0.68	0.84	0.99	1.14	1.29	1.43	1.57	2.20	2.77	3.72		
		8.000	0.52	0.64	0.76	0.88	0.99	1.10	1.21	1.73	2.20	3.03		
		10.000	0.42	0.52	0.61	0.71	0.81	0.90	0.99	1.43	1.83	2.55		
		12.000	0.35	0.43	0.52	0.60	0.68	0.76	0.84	1.21	1.57	2.20		
		14.000	0.30	0.37	0.45	0.52	0.59	0.66	0.72	1.06	1.37	1.94		
		16.000	0.26	0.33	0.39	0.45	0.52	0.58	0.64	0.93	1.21	1.73		
		18.000	0.24	0.29	0.35	0.41	0.46	0.52	0.57	0.84	1.09	1.57		
20.000	0.21	0.26	0.32	0.37	0.42	0.47	0.52	0.76	0.99	1.43				
ケース 7	14.00	2.000	2.14	2.57	2.98	3.35	3.71	4.04	4.34	5.64	6.63	8.04		
		4.000	1.16	1.42	1.67	1.90	2.14	2.36	2.57	3.53	4.34	5.64		
		6.000	0.79	0.98	1.16	1.33	1.50	1.67	1.83	2.57	3.23	4.34		
		8.000	0.60	0.75	0.89	1.02	1.16	1.29	1.42	2.02	2.57	3.53		
		10.000	0.49	0.60	0.72	0.83	0.94	1.05	1.16	1.67	2.14	2.98		
		12.000	0.41	0.51	0.60	0.70	0.79	0.89	0.98	1.42	1.83	2.57		
		14.000	0.35	0.44	0.52	0.60	0.68	0.77	0.85	1.23	1.59	2.26		
		16.000	0.31	0.38	0.46	0.53	0.60	0.67	0.75	1.09	1.42	2.02		
		18.000	0.27	0.34	0.41	0.47	0.54	0.60	0.67	0.98	1.27	1.83		
20.000	0.25	0.31	0.37	0.43	0.49	0.54	0.60	0.89	1.16	1.67				
ケース 8	16.00	2.000	2.44	2.94	3.40	3.83	4.24	4.61	4.97	6.45	7.58	9.19		
		4.000	1.32	1.62	1.90	2.18	2.44	2.69	2.94	4.04	4.97	6.45		
		6.000	0.91	1.12	1.32	1.52	1.71	1.90	2.09	2.94	3.69	4.97		
		8.000	0.69	0.85	1.01	1.17	1.32	1.47	1.62	2.31	2.94	4.04		
		10.000	0.56	0.69	0.82	0.95	1.07	1.20	1.32	1.90	2.44	3.40		
		12.000	0.47	0.58	0.69	0.80	0.91	1.01	1.12	1.62	2.09	2.94		
		14.000	0.40	0.50	0.59	0.69	0.78	0.88	0.97	1.41	1.82	2.59		
		16.000	0.35	0.44	0.52	0.61	0.69	0.77	0.85	1.24	1.62	2.31		
		18.000	0.31	0.39	0.47	0.54	0.62	0.69	0.76	1.12	1.45	2.09		
20.000	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.62	0.69	1.01	1.32	1.90				

：ラインスクリーニングの適用可能範囲 (視認可能温度差0.5°C)

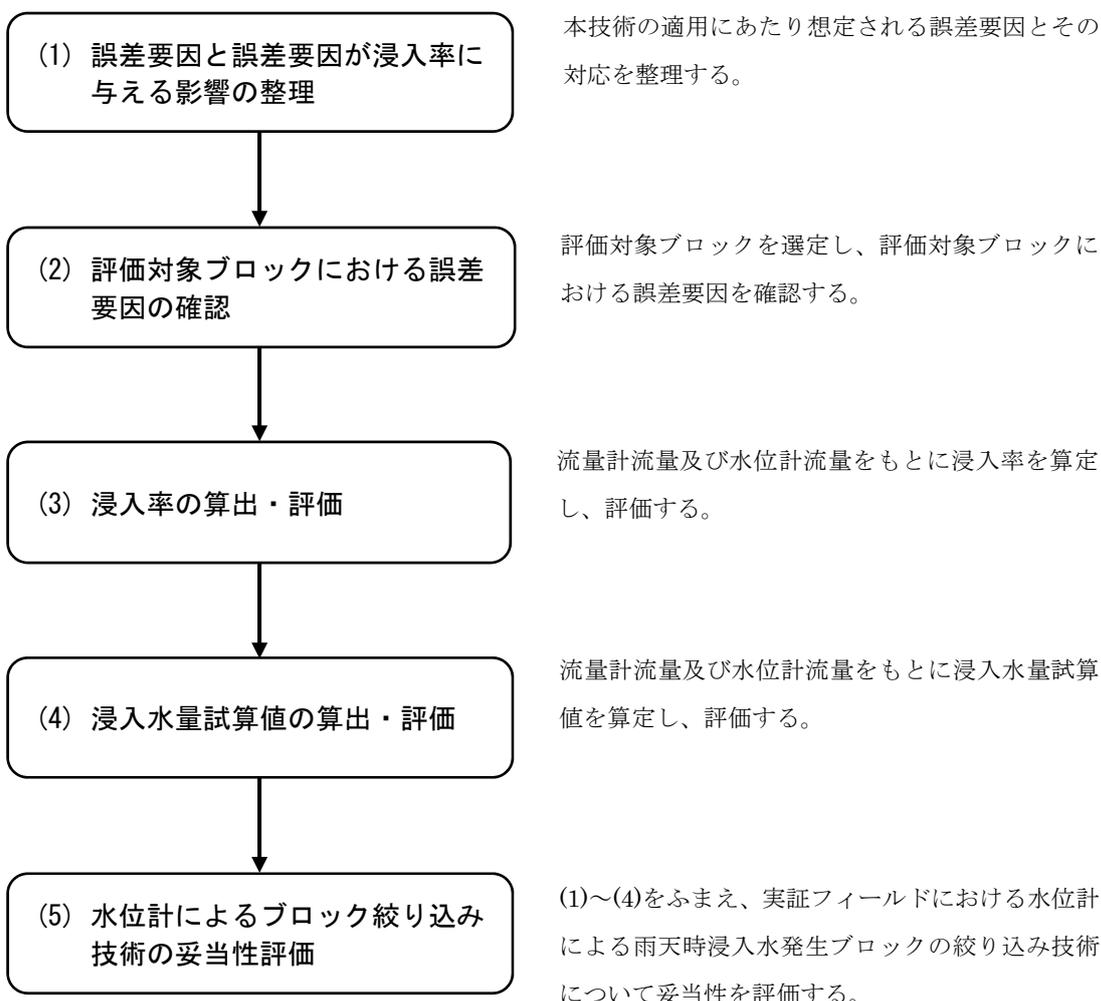
3 実証研究における評価結果

3.1 妥当性の評価結果

3.1.1 水位計による調査の妥当性

水位計による絞り込み技術について、従来技術である流量計による絞り込み手法と比較し、計測結果及び計測結果から得られる浸入率などをもとに、その妥当性について評価する。

資図 3-1 に、水位計による絞り込み技術の妥当性評価フローを示す。



資図 3-1 水位計による絞り込み技術の妥当性評価フロー

(1) 誤差要因と誤差要因が浸入率に与える影響の整理

1) マニング式に用いる定数

マンニング式は式 (3.1) に示すように、定数となる【 $I^{(1/2)} \div n$ 】と水位によって変わる【 $R^{(2/3)}$ 】から構成される。そのため、マンニング式に用いる定数（管きよ勾配・粗度係数）が台帳諸元と現地環境とに乖離がある場合、流速 v は一定比率のズレを伴って算定されることから、流量も一定比率のズレを伴って算定される。

$$v = R^{2/3} \times I^{1/2} \div n \quad \dots \text{式 (3.1)}$$

(v : 流速、 R : 径深、 I : 管きよ勾配、 n : 粗度係数)

各定数は資表 3-1 に示すように、台風といった非常時の流水などの影響によって変化するものがある。前述のズレの度合いが概ね一定の場合は管きよ勾配及び粗度係数（通常時）が支配的であり、ズレの度合いが時期によって変わる場合は粗度係数（台風等の非常時）が支配的と考えられるため、台風等の非常時を除けば、誤差は概ね一定になると考えられる。

資表 3-1 マニング式の定数

定数	分類	時間的变化	適用
管きよ勾配		数日単位での変動はない	
粗度係数	通常時	数日単位での大きな変動はない	布設から一定時間経過することで、管のヌル付きも概ね安定すると考えられる。また、管きよ継ぎ手部等の位置は変わらないことから、粗度係数のうち、管からの抵抗によるものは時期によらず概ね一定になると考えられる。
	台風等の非常時*	堆積等の発生状況によって変動する	降雨による土砂の流入や押し流しにより変動すると考えられる。

※本実証研究では、令和元年度の台風 15 号（約 80mm/日）と台風 19 号（約 300mm/日）による降雨を非常時として扱った。台風の前後等で明らかに晴天時水位の高さが変わった期間や、台風により巻き込まれた堆積物が流れ切り水位が台風前の水準に戻るまでを非常時として取り扱っている。

2) 想定される誤差の要因

資表 3-2 に、水位にマニング式を適用して流量を算定した換算流量（以下、水位計流量）と、流量計より測定された流量（以下、流量計流量）の誤差（乖離）の想定要因と対応方法を示す。誤差の要因が管きょ勾配による場合、理論的には算定流量には管きょ勾配の 1/2 乗に基づくズレが常時生じることになるが、ブロック絞り込みに用いる浸入率は雨水流入高の分布の回帰直線の傾きとなることから、現地勾配と台帳勾配が大きく逸脱しない箇所であれば、一定の差を有していても水位計流量と流量計流量の浸入率は近い値になると考えられる。

資表 3-2 水位計流量と流量計流量の誤差（乖離）の要因と対応方法

誤差要因	確認方法	対応
① 台帳で管理されている管きょ勾配等が適正でない	一定比率を乗じたマニング換算流量（水位計流量）が流量計流量に整合することを確認する。	現場環境と大きく逸脱すると判断される場合、別の場所にするか、流量計を使用する。
② 滞水等の影響（マニング式が適用できない）	一定比率を乗じた水位計流量が流量計流量のチャートに整合しないことを確認する。	水位計を滞水等の影響がない箇所に設置する。
③ 豪雨後において、土砂等の発生により水位が適切に測定できない	豪雨後の晴天時平均水位の変化を確認する。	晴天時平均水位の変化が短期間であれば、該当データを除外する。
④ 欠測や測定範囲以上の水位が発生している	流量・水位チャートを確認し、欠測・測定範囲外の流量・水位が生じていないか確認する。	欠測等のデータを適切に除く。

(2) 評価対象ブロックにおける誤差要因の確認

1) 流量計と水位計の設置ブロック

資表 3-3 に、流量計と水位計を設置したブロック及び測定機器の種類を示す。

資表 3-3 流量計と水位計

No.	ブロック	流量計名	測定機器	水位計名	測定機器
1	S01	S01Q	PB フリューム	S01H	画像
2	S02	S02Q	〃	S02H	横打
3	S03	S03Q	〃	S03H	横打
4	S17	S17Q	〃	S17H	圧力
5	S31	S31Q	〃	S31H	横打
6	S32	S32Q	〃	S32H	圧力
7	S33	S33Q	〃	S33H	圧力
8	S39	S39Q	〃	S39H	圧力
9	S44	S44Q	〃	S40H	画像
10	F04	F04Q	〃	S44H	画像
11	F06	F06Q	〃	F02H	圧力
12	F24	F24Q	〃	F04H	画像
13	F25	F25Q	〃	F05H	圧力
14	F43	F43Q	〃	F06H	横打
15	S40	S40Q	〃	F10H	画像
16	F02	F02Q	〃	F11H	圧力
17	F05	F05Q	〃	F15H	横打
18	F10	F10Q	〃	F24H	横打
19	F11	F11Q	〃	F25H	圧力
20	F15	F15Q	〃	F43H	圧力

2) 解析条件

資表 3-4 に、絞り込み AI の解析条件を示す。

資表 3-4 絞り込み AI の解析条件

	さいたま市	藤沢市
解析対象日 ^{※1}	2019/8/10～2019/12/15	2019/8/9～2019/12/15
検討対象降雨	10mm 以上	
晴天日の定義 ^{※2}	当日は無降雨（0mm/日）であるとともに、前日 2mm/日以下、前々日 15mm/日以下、3 日前 30mm/日以下を満足する日	
算定日の区分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 休日：土・日・祝、お盆期間^{※3} ・ 平日：休日以外 	

※1 降雨量が非常に多い降雨では、オーバーフローや欠測（測定不良）、異常な高水位が発生し適切に評価ができない場合があるため台風 15 号（9/8～9/11）、台風 19 号（10/11～10/31）及び 11/22 降雨（さいたま市：約 90mm/降雨、藤沢市：約 70mm/降雨）は解析対象から除外した。また台風 19 号については高水位状態が概ね解消された 10/31 までを除外した。なお、欠測や測定範囲以上の流量・水位や流量・水位異常が測定された日は、ブロック単位で当該日を除外した。

※2 晴天時平均水量を算定する際に用いる晴天日の定義。なお、この数値は、降雨の影響が概ね消失すると考えられる期間・雨量を、これまでの経験をふまえ研究体にて独自に設定した。

※3 ここでは 2019/8/13～2019/8/16 をお盆期間とし、休日として扱った。

3) 評価対象ブロック

評価対象ブロックは、以下①、②の手順により選定する。

① 降雨数・適用範囲を満たすブロックの抽出

浸入率の算定に足る降雨数を確保するため、流量計・水位計双方において一定数以上の同一降雨（ここでは 5 降雨以上）を確保できるブロックを抽出するとともに、本技術の適用範囲を満たすブロックを選定するため、以下(ア)～(ウ)のいずれの条件にも該当しないブロックを抽出する。

(ア) 欠測や測定範囲以上の流量・水位が頻繁に測定されるブロック

(イ) 滞水等の影響によりマニング式が適用できないブロック

(ウ) 豪雨後において土砂堆積等の発生により水位が適切に測定できないブロック

② 浸入水が認められるブロックの選定

本技術は浸入水が多いブロックを絞り込む技術であることから、流量計による浸入率を算定し、浸入率 0.003 以上のブロックを評価対象ブロックとして選定する。

上記の手順①、②に従い評価対象ブロックを選定する。

資表 3-5 に、手順①の降雨数・適用範囲を満たすブロックの抽出結果を示す。なお、抽出された水位計は、圧力が 2 ブロック、画像が 1 ブロック、横打が 2 ブロックであった。

資表 3-5 降雨数・適用範囲を満たすブロックの抽出

No.	ブロック	流量計	水位計	評価対象	【評価対象からの理由】				概要
					(ア)		(イ)	(ウ)	
					流量計 欠測等	水位計 欠測等	滞水等の 可能性	豪雨後の 堆積等	
1	S01	PBF	画像	採用					
2	S02	PBF	横打	採用					
3	S03	PBF	横打					○	台風15号による水位異常
4	S17	PBF	圧力					○	台風15号による水位異常
5	S31	PBF	横打		○	○			
6	S32	PBF	圧力		○	○			
7	S33	PBF	圧力	採用					
8	S39	PBF	圧力					○	台風15号による水位異常
9	S40	PBF	画像			○			
10	S44	PBF	画像					○	台風15号による水位異常
11	F02	PBF	圧力		○		○		
12	F04	PBF	画像		○	○			
13	F05	PBF	圧力		○				
14	F06	PBF	横打	採用					
15	F10	PBF	画像		○	○			
16	F11	PBF	圧力		○				
17	F15	PBF	横打		○	○			
18	F24	PBF	横打			○			
19	F25	PBF	圧力		○				
20	F43	PBF	圧力	採用					

次に、資表 3-5 にて抽出されたブロックを対象に、流量計による浸入率を算定し、浸入率が 0.003 以上となったブロックを評価対象ブロックとして選定する。

資表 3-6 に、手順②の浸入水が認められるブロックの選定結果を示す。選定の結果、S01（画像）、S33（圧力）、F43（圧力）を評価対象ブロックとして選定する。

資表 3-6 評価対象ブロックの選定

No.	ブロック	流量計	水位計	流量計浸入率	評価対象 (浸入率 0.003 以上)
1	S01	PBF	画像	0.012	採用
2	S02	PBF	横打	0.001	
3	S33	PBF	圧力	0.038	採用
4	F06	PBF	横打	-0.001	
5	F43	PBF	圧力	0.037	採用

4) 評価対象ブロックにおける誤差要因の確認

① マニング諸元と台帳諸元の乖離に起因する誤差要因の確認方法

資表 3-2 に示したように、各誤差要因は流量計流量と水位計流量の関係を確認することで把握が可能である。一定比率を乗じた水位計流量が流量計流量に整合することの確認手順を以下 (a) ~ (d) に示す。

なお、浸入水量の算定に当たっては降雨時におけるピーク流量をとらえることが求められるため、ここでは浸入率算定降雨日を確認対象日とする。

(a) 10 分ごとに流量計流量と水位計流量の合計値を算定する (10 分流量値)

(b) 手順(a)で求めた流量計流量と水位計流量の 10 分流量値の差の絶対値を算定する

(c) 手順(b)で求めた差分値の 1 日 (0 時~24 時) の合計値を求め、これを流量計流量の日流量で除することにより、流量差分割合を算出する。ここで、流量差分割合の算定式を式 (3.2) に示す。

$$\text{流量差分割合} = \frac{\sum |\text{流量計流量} - \text{水位計流量}|}{\text{流量計日流量}} \times 100 \quad \text{…式 (3.2)}$$

※ Σ は 1 日 (0 時~24 時) で取得

(d) 手順(a)にて算定した水位計における 10 分流量値に定数を乗じて手順(a)~(c)を繰り返し、流量差分割合が最小かつ 20%以下となったときの定数を一定比率として採用する。

② マニング諸元と台帳諸元の乖離に起因する誤差要因の確認結果

各ブロックがマニング諸元に起因する誤差要因を有しているかを把握するため、水位計流量に一定比率を乗じることで流量計流量と水位計流量が整合するかを確認した。

資表 3-7 に、評価対象ブロックの台帳勾配及び粗度係数を、資表 3-8 に、流量計流量と水位計流量の関係の確認結果を、資図 3-2 に流量計流量と水位計流量、一定比率を乗じた水位計流量のチャートを示す。なお、粗度係数は「下水道施設計画・設計指針と解説¹⁾」に示される値を使用した。

これらより、以下のことがいえる。

- いずれのブロックでも水位計流量に一定比率を乗じることで、水位計流量は流量計流量に整合し、その比率もほぼ一定であることから、S01・S33・F43 ブロックの誤差の要因はマニング式に用いる定数 (管きょ勾配・粗度係数) によるものと判断される
- 資表 3-8 に示した比率は、同一地点であっても比率に変動が生じているが、管内のヌル等の微妙な差によって生じた変動と考えられる。

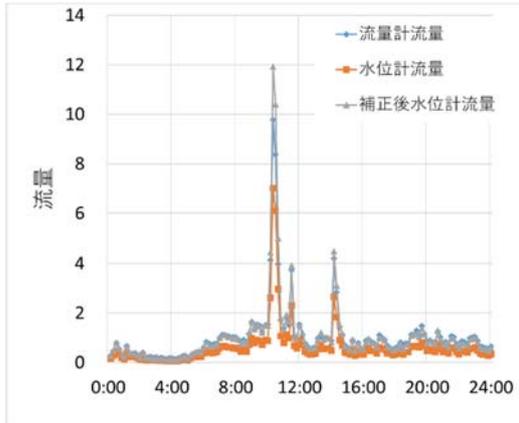
資表 3-7 台帳勾配と粗度係数

ブロック	台帳勾配 (%)	管種	使用粗度係数
S01	10.3	HP	0.013
S33	7.6	HP	0.013
F43	5.0	TP	0.013

資表 3-8 流量計流量と水位計流量の関係の確認結果

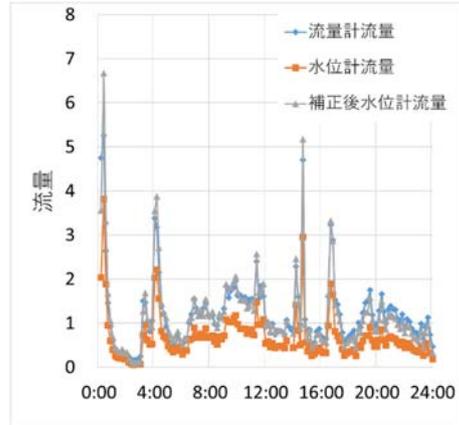
ブロック	流量計流量と水位計流量の関係 (比率)	流量差分割合
S01	水位計流量に 1.8 倍程度(1.65~2.0)を乗じること で流量計流量に整合	11% (8~13%)
S33	水位計流量に 1.6 倍程度(1.4~1.8)を乗じること で流量計流量に整合	12% (9~15%)
F43	水位計流量に 1.2 倍程度(1.15~1.25)を乗じること で流量計流量に整合	10% (8~15%)

2019/8/14 の流量チャート



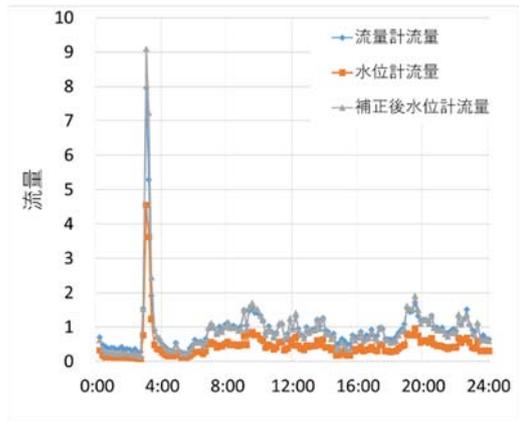
水位計流量 1.7 倍で流量差分割合最小 (8%)

2019/8/20 の流量チャート



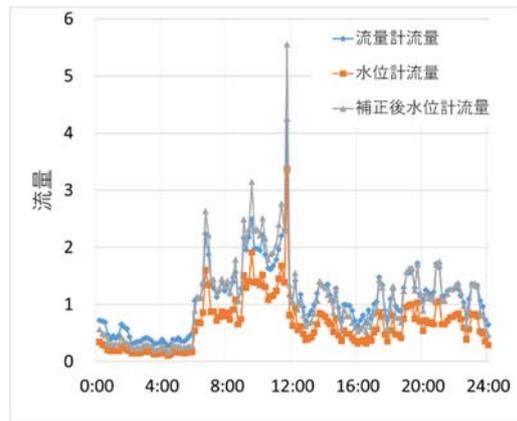
水位計流量 1.75 倍で流量差分割合最小 (12%)

2019/8/25 の流量チャート



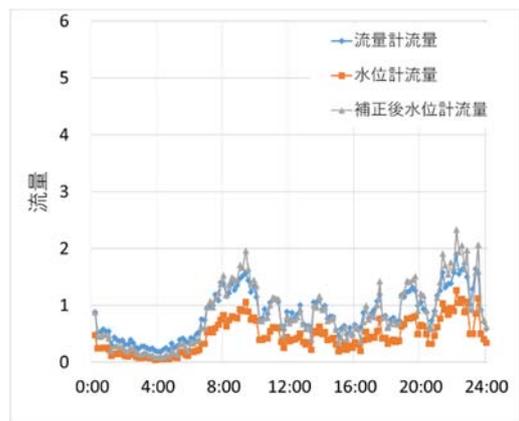
水位計流量 2.0 倍で流量差分割合最小 (10%)

2019/9/16 の流量チャート



水位計流量 1.65 倍で流量差分割合最小 (13%)

2019/9/22 の流量チャート



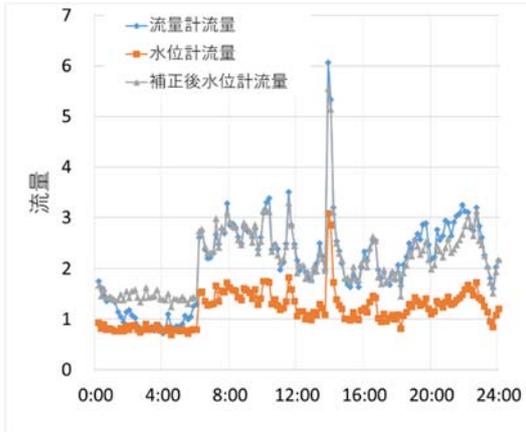
水位計流量 1.85 倍で流量差分割合最小 (13%)

- ✓ 水位計流量に 1.8 倍程度(1.65~2.0)を乗じることによって流量計流量に整合した。
- ✓ 流量差分割合の平均は 11% (8~13%) となった。

※グラフ縦軸 (流量) の単位 : m³/10min

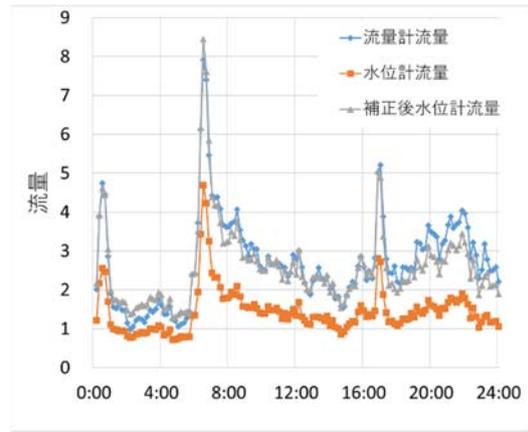
資図 3-2(1) 流量計流量と水位計流量のチャート (S01)

2019/8/14 の流量チャート



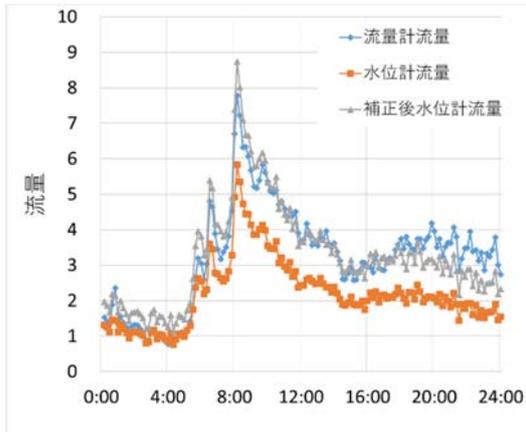
水位計流量 1.8 倍で流量差分割合最小(10%)

2019/8/20 の流量チャート



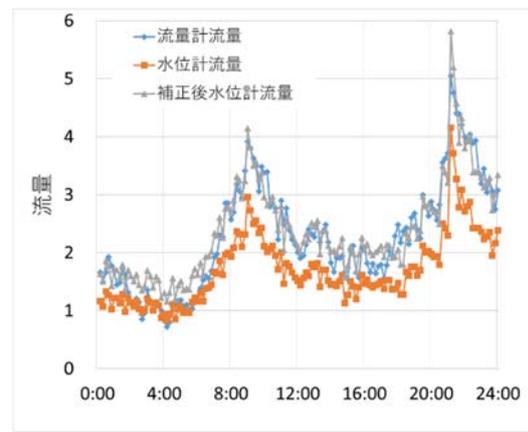
水位計流量 1.8 倍で流量差分割合最小(9%)

2019/9/16 の流量チャート



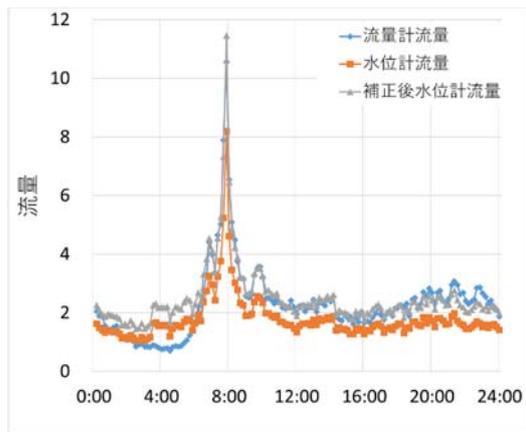
水位計流量 1.5 倍で流量差分割合最小(13%)

2019/9/22 の流量チャート



水位計流量 1.4 倍で流量差分割合最小(10%)

2019/10/4 の流量チャート



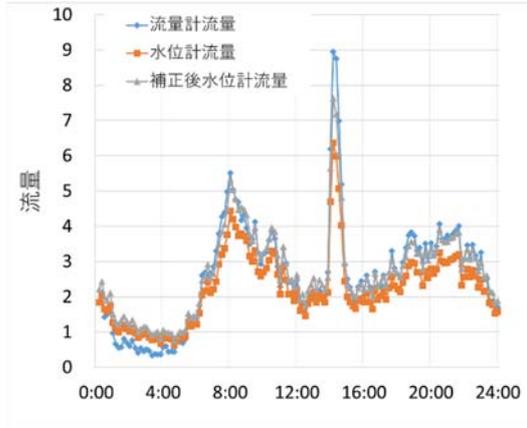
水位計流量 1.4 倍で流量差分割合最小(15%)

- ✓ 水位計流量に 1.6 倍程度(1.4~1.8)を乗じることによって流量計流量に整合した。
- ✓ 流量差分割合の平均は 12% (9~15%) となった。

※グラフ縦軸 (流量) の単位 : m³/10min

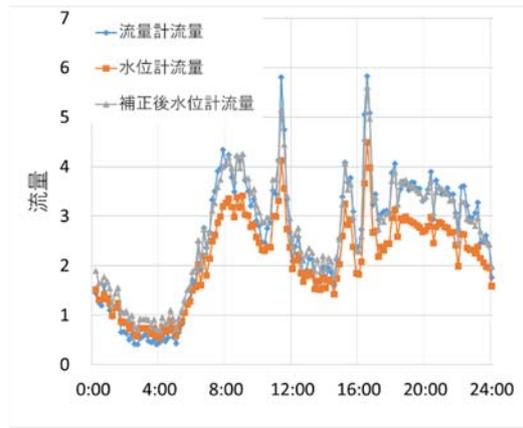
資図 3-2(2) 流量計流量と水位計流量のチャート (S33)

2019/8/13 の流量チャート



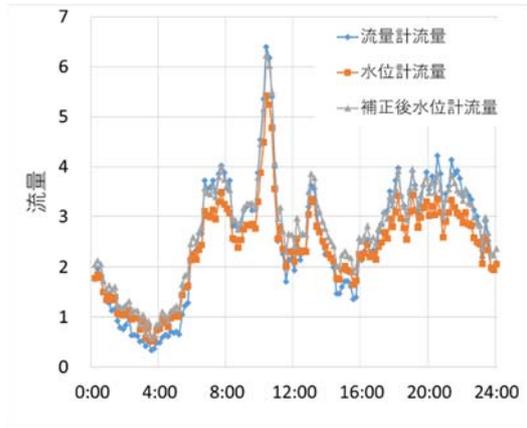
水位計流量 1.2 倍で流量差分割合最小(10%)

2019/8/15 の流量チャート



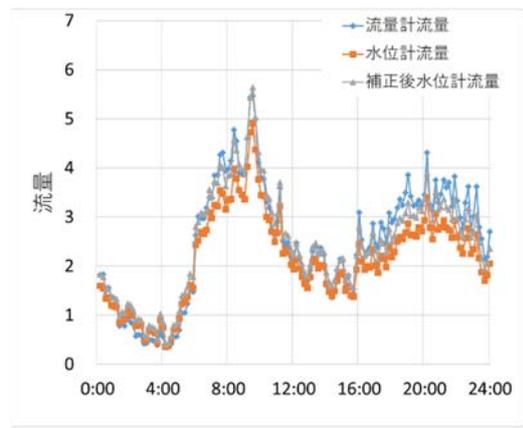
水位計流量 1.25 倍で流量差分割合最小(8%)

2019/8/28 の流量チャート



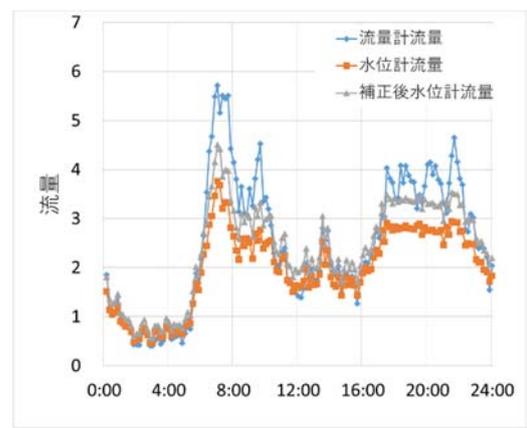
水位計流量 1.15 倍で流量差分割合最小(10%)

2019/8/30 の流量チャート



水位計流量 1.15 倍で流量差分割合最小(8%)

2019/10/4 の流量チャート



水位計流量 1.2 倍で流量差分割合最小(15%)

- ✓ 水位計流量に 1.2 倍程度(1.15~1.25)を乗じることによって流量計流量に整合した。
- ✓ 流量差分割合の平均は 10% (8~15%) となった。

※グラフ縦軸 (流量) の単位 : $m^3/10min$

資図 3-2(3) 流量計流量と水位計流量のチャート (F43)

③ 台帳勾配の乖離に起因する誤差要因の確認

流量計流量と水位計流量間の誤差の主要因が、マニング諸元のうち管きょ勾配によるものかを確認するため、実測勾配をマニング式に適用し、流量計流量・水位計流量間の比率が1に近づくかを確認する。これが1に近づけば、主に管きょ勾配のズレによって流量計流量と水位計流量が乖離しているという証左になる。

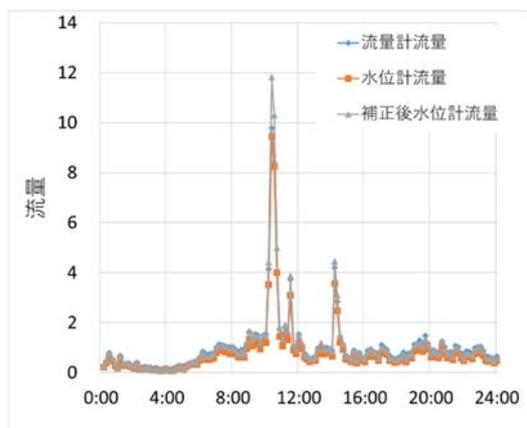
資表 3-9 に、流量計流量と水位計流量（実測勾配）の関係の確認結果を示す。また資図 3-3 に、流量計流量と実測勾配における水位計流量、一定比率を乗じた実測勾配における水位計流量のチャートを示す。これらより以下のことがいえる。

- 実測勾配を用いた水位計流量では流量計流量と水位計流量の関係（比率）は台帳勾配時よりも1に近づきその比率もほぼ一定となったことから、S01・S33・F43ブロックにおける流量計流量と水位計流量の誤差の主要因は、台帳勾配と現地勾配のズレと考えられる。
- 資表 3-9 に示した比率は、同一地点であっても比率に変動が生じているが、管内のヌル等の微妙な差によって生じた変動と考えられる。

資表 3-9 流量計流量と水位計流量（実測勾配）の比較結果

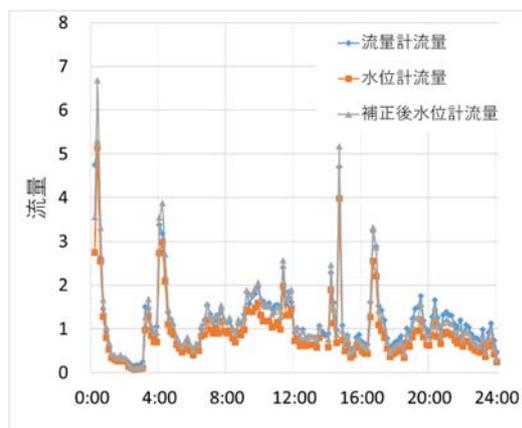
ブロック	台帳勾配 (%)	実測勾配における算定		
		勾配 (‰)	流量計流量と水位計流量の関係	平均流量差分割合
S01	10.3	18.7	水位計流量に 1.3 倍程度(1.25~1.5)を乗じることで流量計流量に整合	11% (8~13%)
S33	7.6	16.1	水位計流量に 1.1 倍程度(0.95~1.25)を乗じることで流量計流量に整合	11% (9~15%)
F43	5.0	6.3	水位計流量に 1.1 倍程度(1.1~1.15)を乗じることで流量計流量に整合	10% (8~15%)

2019/8/14 の流量チャート



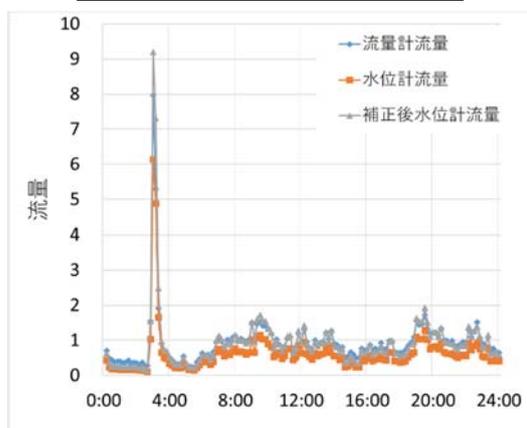
水位計流量 1.25 倍で流量差分割合最小(8%)

2019/8/20 の流量チャート



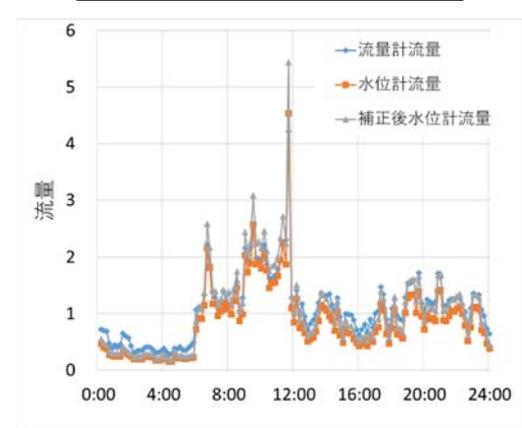
水位計流量 1.3 倍で流量差分割合最小(12%)

S01 2019/8/25 の流量チャート



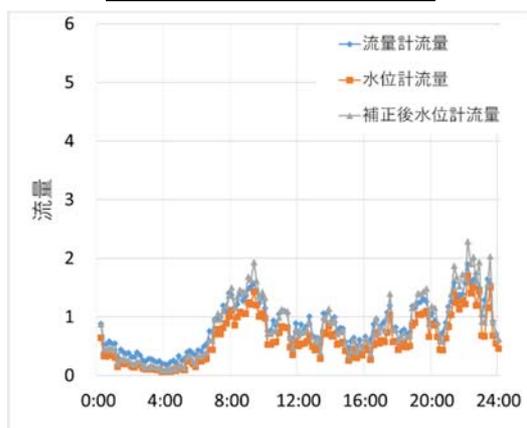
水位計流量 1.5 倍で流量差分割合最小(9%)

S01 2019/9/16 の流量チャート



水位計流量 1.2 倍で流量差分割合最小(13%)

2019/9/22 の流量チャート



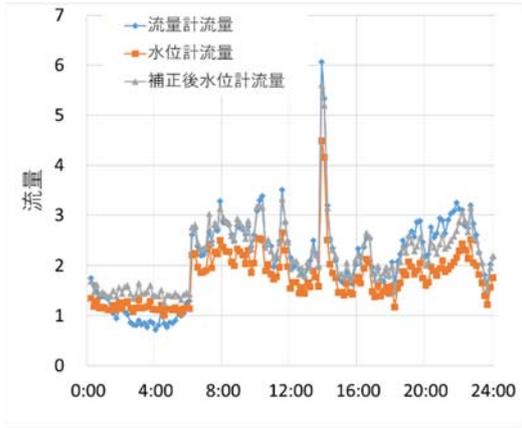
水位計流量 1.35 倍で流量差分割合最小(13%)

- ✓ 水位計流量に 1.3 倍程度(1.2~1.5)を乗じることで流量計流量に整合した。
- ✓ 流量差分割合の平均は 11% (8~13%) となった。

※グラフ縦軸 (流量) の単位 : $m^3/10min$

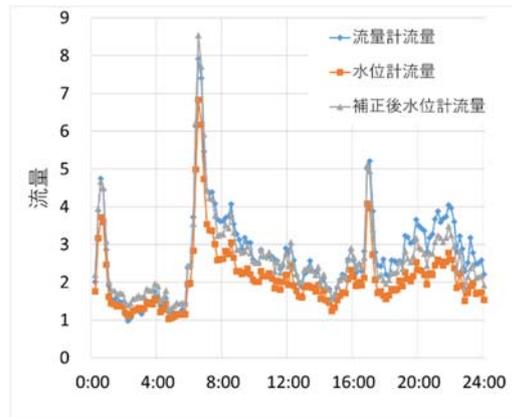
資図 3-3(1) 流量計流量と水位計流量 (実測勾配) のチャート (S01)

2019/8/14 の流量チャート



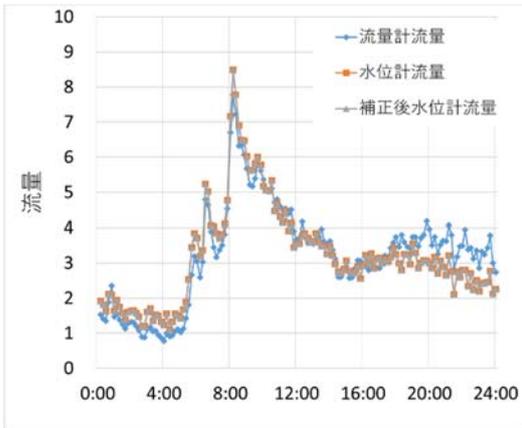
水位計流量 1.25 倍で流量差分割合最小(10%)

2019/8/20 の流量チャート



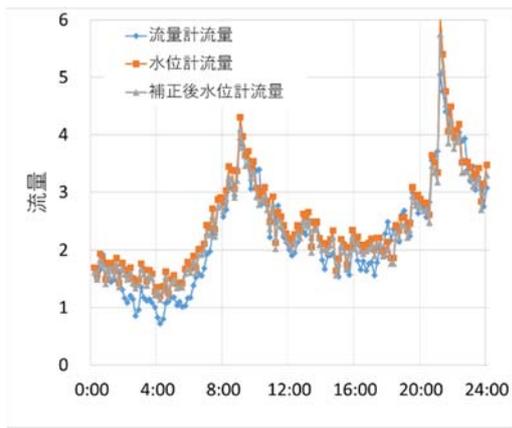
水位計流量 1.25 倍で流量差分割合最小(9%)

2019/9/16 の流量チャート



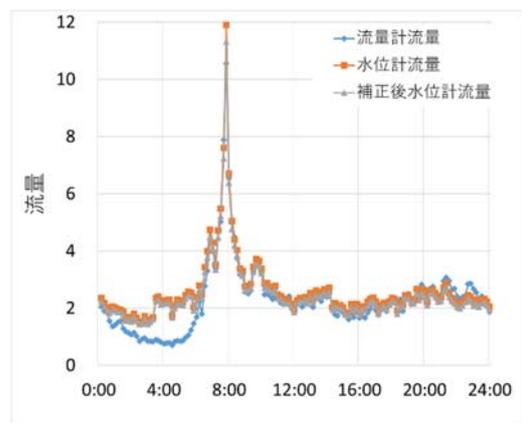
水位計流量 1.0 倍で流量差分割合最小(13%)

2019/9/22 の流量チャート



水位計流量 0.95 倍で流量差分割合最小(10%)

2019/10/4 の流量チャート



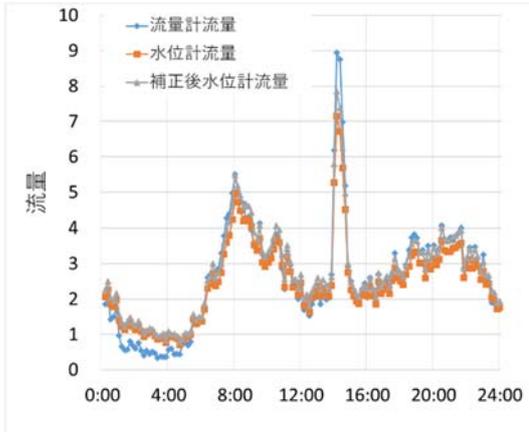
水位計流量 0.95 倍で流量差分割合最小(15%)

- ✓ 水位計流量に 1.1 倍程度(0.95~1.25)を乗じることで流量計流量に整合した。
- ✓ 流量差分割合の平均は 12% (9~15%) となった。

※グラフ縦軸 (流量) の単位 : $\text{m}^3/10\text{min}$

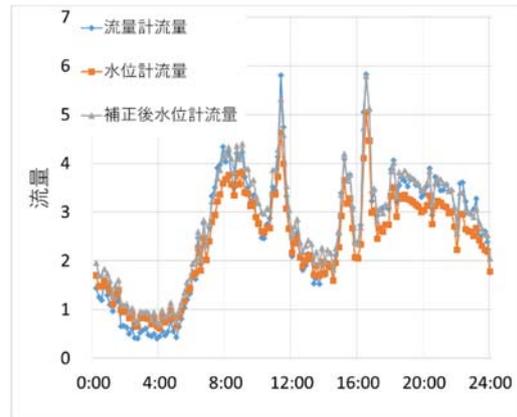
資図 3-3(2) 流量計流量と水位計流量 (実測勾配) のチャート (S33)

2019/8/13 の流量チャート



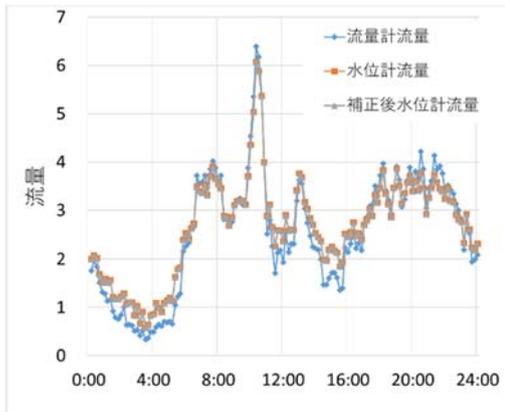
水位計流量 1.1 倍で流量差分割合最小(10%)

2019/8/15 の流量チャート



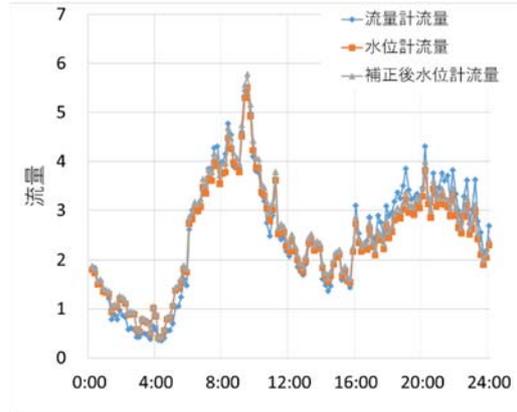
水位計流量 1.15 倍で流量差分割合最小(9%)

2019/8/28 の流量チャート



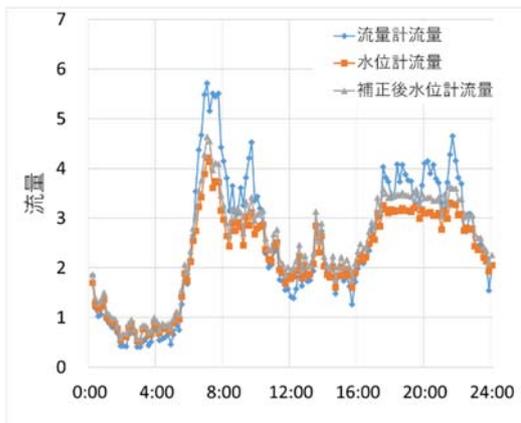
水位計流量 1.0 倍で流量差分割合最小(10%)

2019/8/30 の流量チャート



水位計流量 1.05 倍で流量差分割合最小(8%)

2019/10/4 の流量チャート



水位計流量 1.1 倍で流量差分割合最小(15%)

- ✓ 水位計流量に 1.1 倍程度(1.0~1.15)を乗じることによって流量計流量に整合した。
- ✓ 流量差分割合の平均は 10% (8~15%) となった。

※グラフ縦軸 (流量) の単位 : $m^3/10min$

資図 3-3(3) 流量計流量と水位計流量 (実測勾配) のチャート (F43)

④ 妥当性評価に用いる管きょ勾配

前項③に示したように、S01・S33・F43ブロックでは流量計流量と水位計流量との間に一定の乖離がみられるが、この乖離は管きょ勾配に起因するものと判断されるため、浸入率の算定・比較においては、大きな問題はないと考えられる。

ここで、本技術では浸入水量（流量）算定に台帳勾配を用いることから、管きょ台帳に示された管きょ勾配を用いて浸入率・浸入水量試算値の評価を行う。

(3) 浸入率の算出・評価

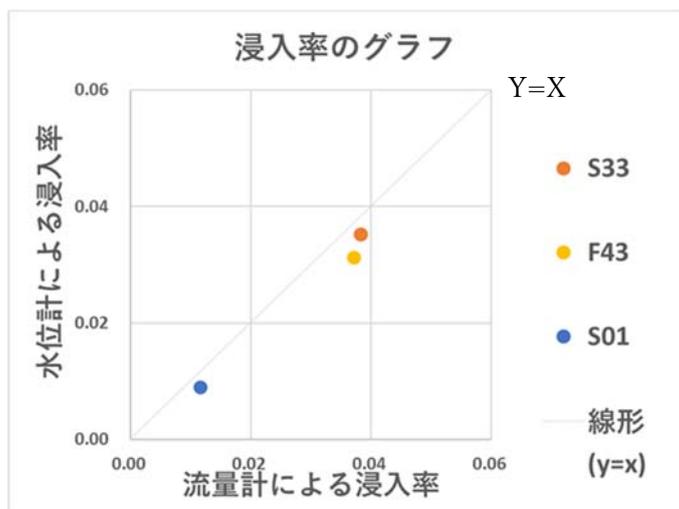
流量計（フリューム）と水位計による浸入率算定結果に大きな乖離がないかを評価するため、流量計と水位計より算定した浸入率の差が目標値以下であることを確認する。

目標値：流量計浸入率 × 0.1 + 0.003

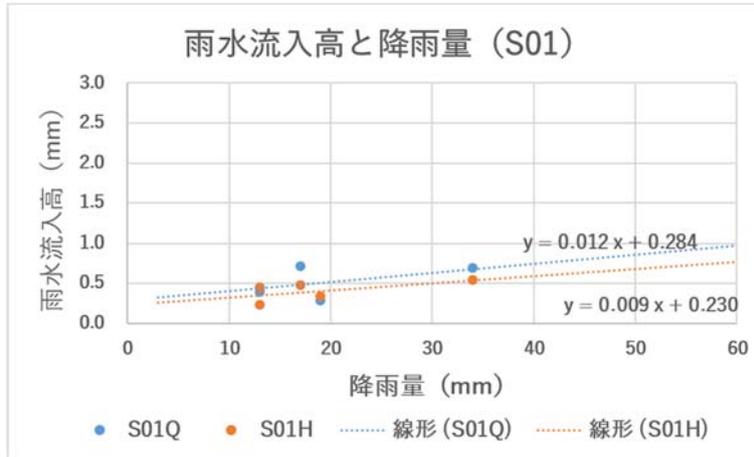
資表 3-10 に、浸入率の評価結果を示す。また、資図 3-4 に、各ブロックの浸入率の分布図を、資図 3-5 に、雨水流入高と降雨量の分布図を示す。流量計による浸入率と水位計による浸入率の差は、いずれのブロックでも目標値以下となったことを確認した。

資表 3-10 浸入率の評価結果

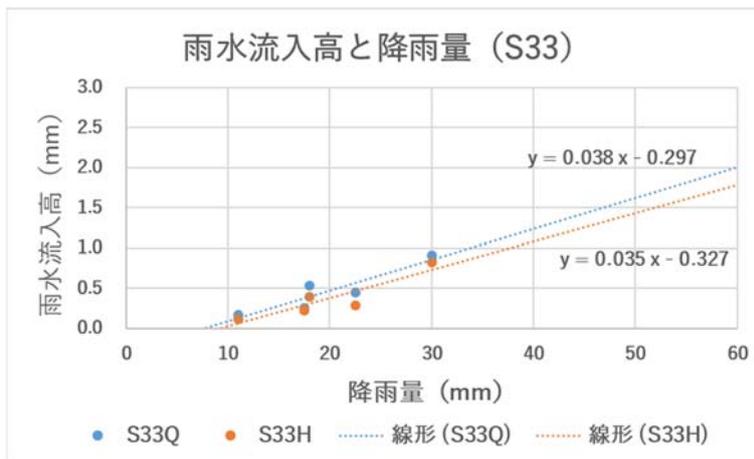
ブロック	流量計浸入率 ①	水位計浸入率 ②	差分 ③ = ① - ②	差分目標 ④ = ③ ÷ ①	評価 ③ ≤ ④
S01	0.012	0.009	0.003	0.004	○
S33	0.038	0.035	0.003	0.006	○
F43	0.037	0.031	0.006	0.006	○



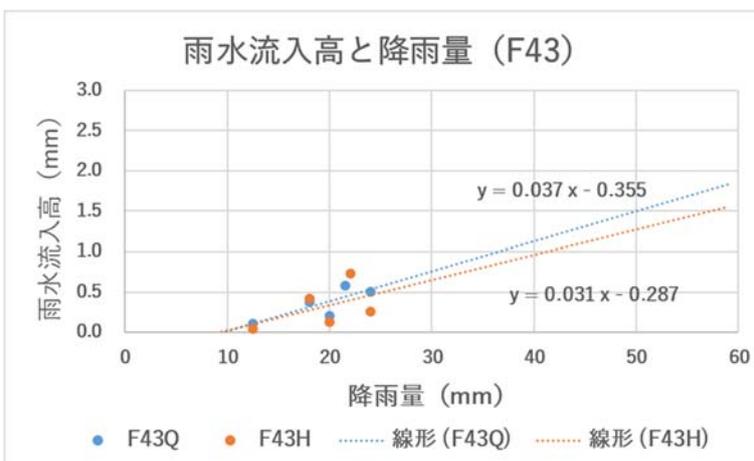
資図 3-4 浸入率の分布図



資図 3-5(1) 雨水流入高のグラフ (S01)



資図 3-5(2) 雨水流入高のグラフ (S33)



資図 3-5(3) 雨水流入高のグラフ (F43)

(4) 浸入水量試算値の算出・評価

1) 浸入水量の算出

浸入水量試算値は、式 3.3、式 3.4 に基づき算出する。

$$\text{雨水流入高試算値} = \text{浸入率} \times \text{降雨量} + y \text{切片} \quad \dots \text{式 (3.3)}$$

$$\text{浸入水量試算値} = \text{雨水流入高試算値} \times \text{面積} \times 10 \quad \dots \text{式 (3.4)}$$

※各項の単位は、雨水流入高試算値[mm]、降雨量[mm]、浸入水量試算値[m3]、面積[ha]である。

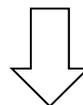
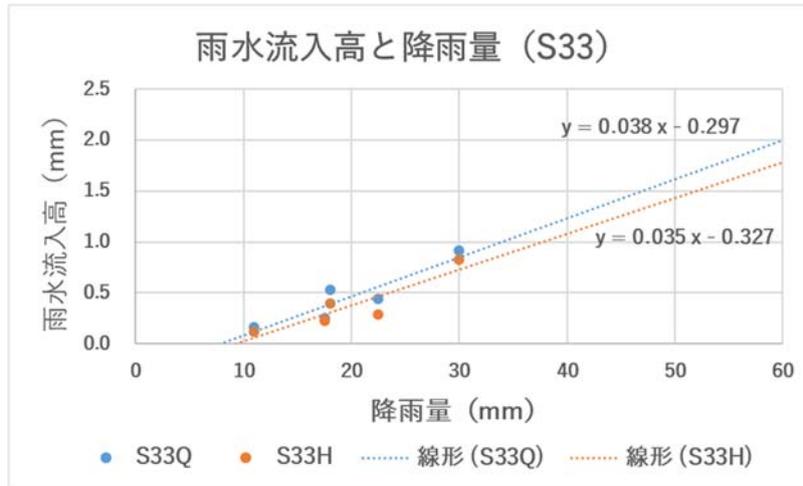
※y切片は、雨水流入高と降雨量の分布の回帰直線のy切片をさす。

※降雨量は、10mm から 60mm の範囲で流量計による試算値と水位計による試算値の差が最も大きくなる値を採用する。なお、下限値の 10mm は本技術が標準とする最低の降雨量から、60mm は実証都市における過去 5 年間の降雨量（降雨量の少ない順に累積比率をとり、より多くの降雨が採用できる累積比率 97%値を採用）より設定した。

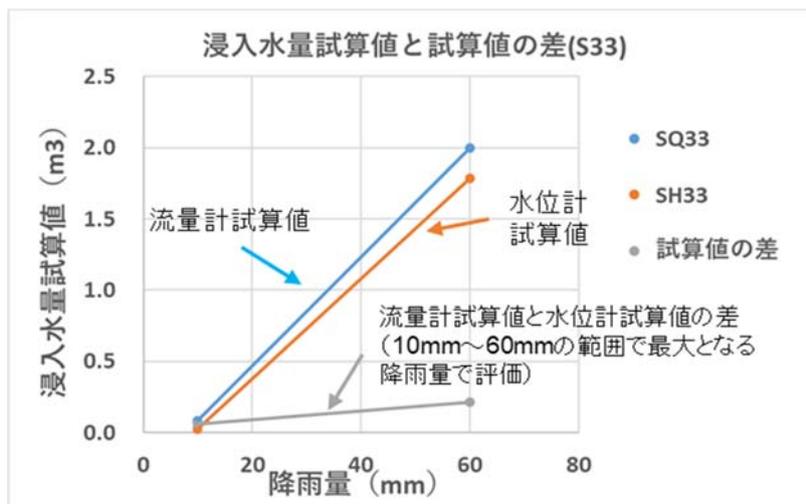
2) 浸入水量試算値の評価方法

式 3.3、式 3.4 により浸入率から浸入水量を試算し、“量”に基づく評価を実施する。降雨量 10mm から 60mm の範囲で流量計による試算値と水位計による試算値の差が最大となる降雨量で差の割合（|流量計と水位計の浸入水水量試算値|÷流量計による浸入水量試算値）を確認する。

資図 3-6 に、浸入水量試算値の評価を行う降雨量の算定イメージを示す。



雨水流入高試算値に面積を乗じ、
浸入水量を試算



資図 3-6 浸入水量試算のイメージ

3) 浸入水量試算値の評価結果

資表 3-11 に、流量計及び水位計による浸入水量試算値を示す。また資図 3-7 に、流量計及び水位計による浸入水量試算値の分布図を示す。

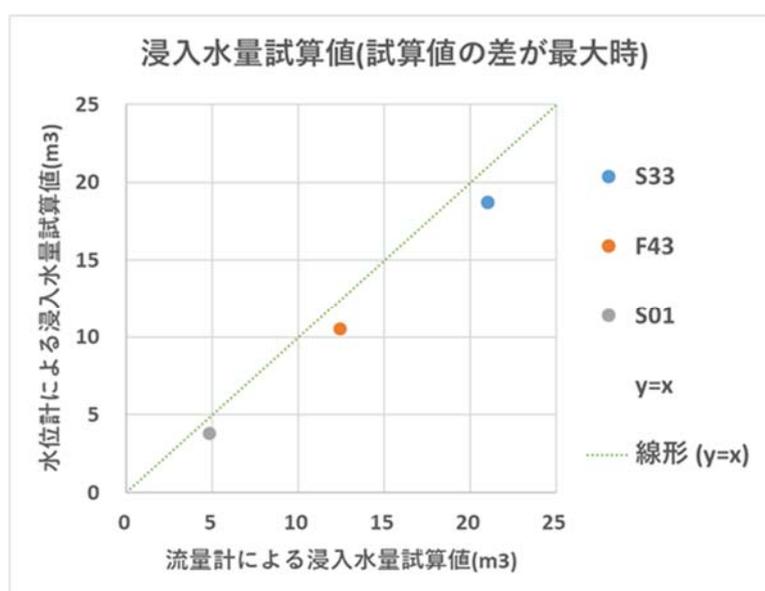
S01・S33・F43 ブロックの浸入水量試算値は平均で 16%、最大でも約 20% (11~21%) の差分割合となった。また、差分割合は浸入水量試算値が高いほど低くなっており、浸入水量が多いブロックではより高精度な (流量計に近い) 試算が可能と考えられる。

なお、浸入水量試算値は、雨水流入高の分布の“平均”となる回帰直線の傾きと y 切片をもとに算出したものである。そのため、個々の降雨の雨水流入高に若干のバラつきがあっ

でも概ね一致する回帰直線が得られれば、流量計と水位計で求めた浸入水量試算値も同じ比率で値を得られる。

資表 3-11 浸入水量試算値

ブロック	面積 (ha)	評価降 雨量 (mm)	流量計浸入水量 試算値 (m ³)	水位計浸入水量 試算値 (m ³)	差分 (m ³)	差分 割合
S01	4.93	60	4.810	3.818	0.992	21%
S33	10.49	60	20.976	18.706	2.268	11%
F43	6.65	60	12.411	10.550	1.861	15%



資図 3-7 浸入水量試算値の分布図

(5) 水位計によるブロックの絞り込み技術の妥当性評価

前項(3)及び(4)に示すように、流量計と水位計それぞれの浸入率・浸入水量試算結果は概ね一致する結果が得られた。よって、水位計を用いた雨天時浸入水発生ブロックの絞り込み調査方法は妥当と判断される(ただし、資図 3-2 に示すように、本技術はマニング換算流量と流量計にて測定される流量が同等となることを保証するものではない点に留意する)。

なお、今回の評価対象ブロックでは台帳勾配と実測勾配の乖離が認められたが(資表 3-12)、水位計によるブロック絞り込み技術では浸入率及び浸入水量試算値を用いるため、現地勾配と台帳勾配が大きく逸脱しない箇所であれば、管きょ勾配に一定の差を有して

も水位計流量と流量計流量の浸入率は近い値になると考えられる（本実証研究においては、機器設置前に技術者による現地確認を行い、管きょ勾配が下水道管きょ台帳と現場の実態が著しく異なると判断された箇所は水位計設置箇所から除外している）。

資表 3-12 台帳勾配と実測勾配

ブロック	台帳勾配 (‰)	実測勾配 (‰)
S01	10.3	18.7
S33	7.6	16.1
F43	5.0	6.3

3.1.2 絞り込み AI による解析結果の妥当性

(1) 評価方法

絞り込み AI を活用した雨天時浸入水評価に当たっては、従来までの技術者による作業(従来手法)による優先度順位と比較して大きな乖離がないことが求められる。ここでは以下に示す手法・基準を用いて絞り込み AI にて算定された浸入率・浸入水量試算値を評価する。

- ① 以下の条件を満たすブロックを選定し、いずれのグループでも選定されたブロックが従来手法と絞り込み AI で 90%以上一致することを確認する
 - (a) 浸入率が「浸入を最小限度とする措置を講ぜられた場合の浸入率 (0.003)」以上となったブロック
 - (b) 浸入水量試算値^{※1}の順位をもとに浸入水量試算値の累積比率を求め、必要な対策目標量^{※2}を確保できるブロック
- ② 従来手法と絞り込み AI による浸入率の差が従来手法浸入率 $\pm 10\% \pm 0.003$ (複合同順)以内に収まることを確認する^{※3}

※1 浸入水量試算値の算定に用いる降雨量は、計画降雨(さいたま市 55.5mm/h、藤沢市 50mm)をもとに設定(さいたま市 55.5mm、藤沢市 50mm)。なお、浸入水量試算値がマイナスとなった場合は 0 とした

※2 雨天時浸入水対策ガイドライン案(令和 2 年 1 月)【参考資料 1】に示される雨天時浸入水対策計画の策定例をもとに設定(現状浸入率(実証フィールド全体を 1 つのブロックと仮定したときの浸入率)を「浸入を最小限度にする措置を講ぜられた場合の浸入率(0.003)」にするために必要な削減量を対策目標量とする)。なお、本技術は浸入水が多いブロックを絞り込むための技術であるため、浸入率が 0.003 以上となったブロックを対象に対策目標量を算定する。

※3 本技術は、浸入水が多いブロックを絞り込むための技術であることから、従来手法により求めた浸入率が 0.003 以下となるブロックは評価対象から除外する

(2) 絞り込み AI を活用したブロック絞り込み結果

1) 水位計の設置

ブロックの絞り込みを行うため、さいたま市荒川左岸南部流域処理区の一部(計約 1,575ha)の 50 ブロック、及び藤沢市大庭地区(約 700ha)の 50 ブロックを対象に、水位計を設置した。

資表 3-13 に、設置した水位計の一覧を示す。

資表 3-13 対象ブロック一覧（面積及び水位計の種類）

さいたま市水位計一覧				藤沢市水位計一覧			
No.	面積 (ha)	種類	変更日	No.	面積 (ha)	種類	変更日
S01	4.93	画像		F01	17.03	圧力	
S02	2.75	横打		F02	13.49	圧力	
S03	2.49	横打		F03	3.89	画像	
S04	8.49	圧力		F04	13.03	画像→横打	12月5日
S05	2.42	横打		F05	18.93	圧力	
S06	3.38	画像		F06	6.95	横打	
S07	21.95	圧力		F07	7.09	横打	
S08	7.34	横打		F08	3.14	横打	
S09	3.93	画像		F09	4.30	横打	
S10	12.29	横打		F10	5.47	画像→横打	9月13日
S11	15.3	圧力		F11	7.86	圧力	
S12	2.33	横打		F12	2.77	圧力	
S13	4.43	横打		F13	6.12	画像	
S14	24.66	圧力		F14	3.55	圧力	
S15	8.55	横打		F15	2.60	横打	
S16	6.84	画像		F16	18.05	圧力	
S17	9.04	圧力		F17	5.66	圧力	
S18	2.95	横打		F18	2.28	画像	
S19	6.51	圧力		F19	4.78	横打	
S20	10.92	画像→横打	12月6日	F20	3.86	画像	
S21	8.9	画像		F21	10.92	圧力	
S22	32.52	圧力		F22	8.72	圧力	
S23	31.66	圧力		F23	2.34	横打	
S24	2.84	画像		F24	21.26	横打	
S25	24.8	圧力		F25	17.55	圧力	
S26	14.67	横打		F26	3.49	画像	
S27	13.77	圧力		F27	2.62	横打	
S28	8.65	圧力		F28	3.64	横打	
S29	2.92	画像		F29	1.77	圧力	
S30	2.41	画像		F30	2.58	画像	
S31	14.95	横打		F31	2.22	画像	
S32	31.2	圧力		F32	13.00	横打	
S33	10.49	圧力		F33	4.44	横打	
S34	7.08	画像→横打	12月6日	F34	6.67	画像	
S35	10.58	圧力		F35	8.06	画像	
S36	2.6	画像		F36	3.34	圧力	
S37	1.54	画像→横打	9月13日	F37	5.36	圧力	
S38	2.68	圧力		F38	3.16	画像	
S39	3.12	圧力		F39	5.27	横打	
S40	3.08	画像		F40	4.82	横打	
S41	5.44	圧力		F41	14.24	画像	
S42	5.14	横打		F42	13.37	圧力	
S43	3.57	圧力		F43	6.65	圧力	
S44	2.56	画像		F44	3.62	画像→横打	9月12日
S45	7.42	圧力		F45	4.54	横打	
S46	2.03	横打		F46	15.05	圧力	
S47	3.74	横打		F47	5.09	圧力	
S48	4.33	圧力		F48	11.69	圧力	
S49	1.85	横打		F49	36.86	圧力	
S50	1.02	画像→横打	9月13日	F50	11.87	画像	

※日付はいずれも 2019 年

2) 解析条件

絞り込み AI による浸入率及び浸入水量試算値の算定は、**資表 3-14** に示す解析条件のもと行った。

資表 3-14 絞り込み AI における解析条件

	さいたま市	藤沢市
解析対象日※1	2019/8/10～2019/12/15	2019/8/9～2019/12/15
検討対象降雨	10mm 以上	
晴天日の定義	当日は無降雨（0mm/日）であるとともに、前日 2mm/日以下、前々日 15mm/日以下、3 日前 30mm/日以下を満足する日	
算定日の区分	<ul style="list-style-type: none"> ・休日：土・日・祝、お盆期間 ・平日：休日以外 	
浸入水量の試算に用いる降雨量	さいたま市：55.5mm、藤沢市：50mm	
入力データ	<ul style="list-style-type: none"> ・流量※2 ・降雨量 ・ブロック面積 	

※1 豪雨時、雨天時浸入水が多いブロックでは、異常な高水位により水位計の測定範囲以上の水位や欠測（機器不良）が生じ、ブロック間の比較が困難な場合がある。そのため、降雨量が非常に多い降雨日（9/8～9/11（台風 15 号）、10/11～10/31（台風 19 号）、11/22 降雨（さいたま市約 90mm/降雨、藤沢市約 70mm/降雨）は解析対象から除外した。台風 19 号は台風通過後、高水位の状態が続いたブロックが数多くあり、ブロック間の比較が困難であったことから、高水位の状態が完全に解消された 10/31 までを除外した。なお、水位計のオーバーフローや欠測による水位異常が観測されたブロックは、ブロック単位で当該日を除外した。

※2 水位を基にしたマニング換算流量を使用

また、水位計設置ブロックのうち、晴天時における不安定な水位変化（排水ポンプ、滞水、豪雨・台風等の影響）や計測不良（機器の不具合・水没による故障、測定範囲以上の水位の発生）により、浸入率の算定に必要な降雨数を確保できなかったブロック（さいたま市 23 ブロック、藤沢市 13 ブロック）では適切な浸入率の評価ができないおそれがあることから、今回は検証対象から除外した。

3) 絞り込み AI を活用したブロック絞り込みの結果

資表 3-15 に、絞り込み AI による浸入率算定結果を示す。また**資表 3-16** に、浸入水量試算値の算定結果を示す。

資表 3-15(1) さいたま市 浸入率

ブロック	面積(ha)	従来手法		絞り込みAI	
		浸入率順位	浸入率	浸入率順位	浸入率
S36	2.60	1	0.142	1	0.154
S04	8.49	2	0.070	2	0.077
S48	4.33	3	0.065	4	0.063
S32	31.20	4	0.063	3	0.070
S28	8.65	5	0.058	7	0.053
S47	3.74	6	0.053	6	0.053
S31	14.95	7	0.048	10	0.042
S37	1.54	8	0.047	5	0.053
S43	3.57	9	0.047	8	0.046
S06	3.38	10	0.039	9	0.044
S39	3.12	11	0.037	13	0.037
S29	2.92	12	0.034	11	0.040
S30	2.41	13	0.033	12	0.038
S35	10.58	14	0.026	14	0.028
S33	10.49	15	0.022	15	0.027
S40	3.08	16	0.022	16	0.025
S19	6.51	17	0.021	20	0.017
S16	6.84	18	0.020	18	0.019
S34	7.08	19	0.020	17	0.022
S07	21.95	20	0.016	19	0.018
S38	2.68	21	0.013	21	0.017
S05	2.42	22	0.007	24	0.004
S08	7.34	23	0.006	23	0.006
S01	4.93	24	0.006	22	0.006
S20	10.92	25	0.002	25	0.001
S09	3.93	26	0.001	26	-0.001
S02	2.75	27	-0.016	27	-0.020

※算定根拠は、資料編3.5参照

資表 3-15(2) 藤沢市 浸入率

ブロック	面積 (ha)	従来手法		絞り込みAI	
		浸入率順位	浸入率	浸入率順位	浸入率
F25	17.55	1	0.119	1	0.125
F47	5.09	2	0.098	4	0.098
F26	3.49	3	0.096	2	0.101
F40	4.82	4	0.094	3	0.098
F45	4.54	5	0.088	6	0.076
F27	2.62	6	0.086	5	0.079
F37	5.36	7	0.063	7	0.065
F36	3.34	8	0.047	8	0.054
F35	8.06	9	0.045	10	0.043
F28	3.64	10	0.041	9	0.043
F13	6.12	11	0.039	11	0.034
F34	6.67	12	0.032	12	0.033
F23	2.34	13	0.030	15	0.026
F43	6.65	14	0.029	13	0.028
F17	5.66	15	0.023	17	0.018
F39	5.27	16	0.022	16	0.023
F29	1.77	17	0.021	14	0.026
F20	3.86	18	0.021	18	0.016
F48	11.69	19	0.017	19	0.014
F42	13.37	20	0.014	20	0.013
F18	2.28	21	0.013	24	0.009
F11	7.86	22	0.013	23	0.011
F12	2.77	23	0.012	22	0.012
F21	10.92	24	0.012	27	0.008
F33	4.44	25	0.012	21	0.013
F30	2.58	26	0.009	25	0.009
F02	13.49	27	0.009	26	0.008
F05	18.93	28	0.007	28	0.007
F14	3.55	29	0.005	30	0.004
F44	3.62	30	0.005	29	0.005
F06	6.95	31	0.002	31	0.002
F07	7.09	32	0.001	32	0.002
F04	13.03	33	0.001	33	0.001
F22	8.72	34	0.000	34	-0.001
F15	2.60	35	0.000	36	-0.003
F41	14.24	36	-0.001	35	-0.001
F32	13.00	37	-0.007	37	-0.004

※算定根拠は、資料編3.5参照

資表 3-16(1) 浸入水量試算値算定結果（さいたま市）

ブロック	面積(ha)	従来手法			絞り込みAI		
		順位	浸入水量 試算値(m3)	浸入水量 累積比率	順位	浸入水量 試算値(m3)	浸入水量 累積比率
S32	31.20	1	997.0	28%	1	1086.4	30%
S31	14.95	2	490.7	42%	2	345.0	40%
S04	8.49	3	277.3	49%	3	297.7	48%
S28	8.65	4	241.1	56%	4	225.0	55%
S07	21.95	5	178.9	61%	5	188.8	60%
S36	2.60	6	166.9	66%	6	177.9	65%
S48	4.33	7	143.8	70%	9	140.4	69%
S35	10.58	8	140.3	74%	7	146.5	73%
S33	10.49	9	124.1	77%	8	141.8	77%
S47	3.74	10	90.9	80%	10	90.6	79%
S43	3.57	11	89.4	82%	11	89.3	82%
S16	6.84	12	84.9	85%	12	82.6	84%
S39	3.12	13	80.3	87%	13	79.2	86%
S19	6.51	14	80.1	89%	14	70.9	88%
S34	7.08	15	66.3	91%	15	70.3	90%
S06	3.38	16	64.5	93%	16	70.0	92%
S29	2.92	17	50.9	94%	17	57.5	94%
S30	2.41	18	38.0	95%	18	43.6	95%
S40	3.08	19	34.5	96%	20	36.9	96%
S37	1.54	20	34.2	97%	19	38.0	97%
S01	4.93	21	30.0	98%	22	31.1	98%
S38	2.68	22	28.7	99%	21	31.8	99%
S08	7.34	23	23.5	99%	23	23.5	99%
S05	2.42	24	20.7	100%	24	19.3	100%

※算定根拠は、資料編3.5参照

資表 3-16(2) 浸入水量試算値算定結果（藤沢市）

ブロック	面積(ha)	従来手法			絞り込みAI		
		順位	浸入水量 試算値(m3)	浸入水量 累積比率	順位	浸入水量 試算値(m3)	浸入水量 累積比率
F25	17.55	1	909.4	31%	1	962.1	33%
F45	4.54	2	171.2	37%	4	154.6	39%
F47	5.09	3	167.2	43%	2	167.9	45%
F40	4.82	4	160.6	48%	3	164.6	50%
F37	5.36	5	141.4	53%	5	146.0	55%
F35	8.06	6	124.4	58%	7	121.5	60%
F26	3.49	7	116.0	62%	6	122.0	64%
F13	6.12	8	98.1	65%	10	82.4	67%
F48	11.69	9	94.7	68%	9	82.6	69%
F43	6.65	10	83.7	71%	8	83.3	72%
F27	2.62	11	77.9	74%	12	72.0	75%
F34	6.67	12	73.9	76%	11	77.3	78%
F42	13.37	13	68.3	79%	15	63.3	80%
F21	10.92	14	67.6	81%	18	48.1	81%
F05	18.93	15	60.8	83%	13	66.5	84%
F28	3.64	16	58.9	85%	16	61.2	86%
F02	13.49	17	56.5	87%	17	52.5	88%
F36	3.34	18	55.8	89%	14	64.7	90%
F17	5.66	19	55.1	91%	20	43.9	91%
F11	7.86	20	48.7	92%	21	40.3	93%
F39	5.27	21	44.0	94%	19	44.9	94%
F20	3.86	22	29.9	95%	23	25.1	95%
F23	2.34	23	28.7	96%	24	24.6	96%
F29	1.77	24	23.4	97%	22	27.8	97%
F33	4.44	25	22.0	98%	25	22.4	98%
F12	2.77	26	17.5	98%	26	16.1	98%
F18	2.28	27	17.0	99%	27	13.3	99%
F44	3.62	28	12.5	99%	28	12.7	99%
F14	3.55	29	11.8	100%	30	8.2	100%
F30	2.58	30	11.5	100%	29	12.1	100%

※算定根拠は、資料編3.5参照

(3) 絞り込み AI による解析結果の妥当性評価

1) 浸入率による評価

浸入率を算定し、浸入を最小限度とする措置が講ぜられた場合の浸入率（0.003）以上となったブロックを評価する。資表 3-17 に、グループによる絞り込みの評価（浸入率）を示す。また資表 3-18 に、各都市の浸入率評価対象グループの整理を示す。

資表 3-17 に示すように、各都市とも目標である一致度 90%以上となることを確認した。

資表 3-17 グループによる絞り込みの評価（浸入率）

都市名	従来手法で抽出	従来手法で抽出されたブロックのうち絞り込み AI でも抽出	一致度
さいたま市	24	24	100%
藤沢市	30	30	100%

資表 3-18(1) 各都市の浸入率評価対象グループの整理（さいたま市）

ブロック	面積(ha)	従来手法		絞り込みAI	
		浸入率順位	浸入率	浸入率順位	浸入率
S36	2.60	1	0.142	1	0.154
S04	8.49	2	0.070	2	0.077
S48	4.33	3	0.065	4	0.063
S32	31.20	4	0.063	3	0.070
S28	8.65	5	0.058	7	0.053
S47	3.74	6	0.053	6	0.053
S31	14.95	7	0.048	10	0.042
S37	1.54	8	0.047	5	0.053
S43	3.57	9	0.047	8	0.046
S06	3.38	10	0.039	9	0.044
S39	3.12	11	0.037	13	0.037
S29	2.92	12	0.034	11	0.040
S30	2.41	13	0.033	12	0.038
S35	10.58	14	0.026	14	0.028
S33	10.49	15	0.022	15	0.027
S40	3.08	16	0.022	16	0.025
S19	6.51	17	0.021	20	0.017
S16	6.84	18	0.020	18	0.019
S34	7.08	19	0.020	17	0.022
S07	21.95	20	0.016	19	0.018
S38	2.68	21	0.013	21	0.017
S05	2.42	22	0.007	24	0.004
S08	7.34	23	0.006	23	0.006
S01	4.93	24	0.006	22	0.006
S20	10.92	25	0.002	25	0.001
S09	3.93	26	0.001	26	-0.001
S02	2.75	27	-0.016	27	-0.020

※赤点線部：評価対象グループ

資表 3-18(2) 各都市の浸入率評価対象グループの整理（藤沢市）

ブロック	面積(ha)	従来手法		絞り込みAI	
		浸入率順位	浸入率	浸入率順位	浸入率
F25	17.55	1	0.119	1	0.125
F47	5.09	2	0.098	4	0.098
F26	3.49	3	0.096	2	0.101
F40	4.82	4	0.094	3	0.098
F45	4.54	5	0.088	6	0.076
F27	2.62	6	0.086	5	0.079
F37	5.36	7	0.063	7	0.065
F36	3.34	8	0.047	8	0.054
F35	8.06	9	0.045	10	0.043
F28	3.64	10	0.041	9	0.043
F13	6.12	11	0.039	11	0.034
F34	6.67	12	0.032	12	0.033
F23	2.34	13	0.030	15	0.026
F43	6.65	14	0.029	13	0.028
F17	5.66	15	0.023	17	0.018
F39	5.27	16	0.022	16	0.023
F29	1.77	17	0.021	14	0.026
F20	3.86	18	0.021	18	0.016
F48	11.69	19	0.017	19	0.014
F42	13.37	20	0.014	20	0.013
F18	2.28	21	0.013	24	0.009
F11	7.86	22	0.013	23	0.011
F12	2.77	23	0.012	22	0.012
F21	10.92	24	0.012	27	0.008
F33	4.44	25	0.012	21	0.013
F30	2.58	26	0.009	25	0.009
F02	13.49	27	0.009	26	0.008
F05	18.93	28	0.007	28	0.007
F14	3.55	29	0.005	30	0.004
F44	3.62	30	0.005	29	0.005
F06	6.95	31	0.002	31	0.002
F07	7.09	32	0.001	32	0.002
F04	13.03	33	0.001	33	0.001
F22	8.72	34	0.000	34	-0.001
F15	2.60	35	0.000	36	-0.003
F41	14.24	36	-0.001	35	-0.001
F32	13.00	37	-0.007	37	-0.004

※赤点線部：評価対象グループ

2) 浸入水量試算値による評価

浸入水量試算値を算定し対策目標量を確保できるブロックを評価する。

① 対策目標量

資表 3-19 に、各都市の対策目標量を示す。

資表 3-19 各都市の対策目標量

都市名	現状浸入率 ①	目標浸入率 ②	対策目標量 ③ = {1 - (②/①)} *100
さいたま市	0.025	0.003	88%
藤沢市	0.044	0.003	93%

② 浸入水量試算値による評価

資表 3-20 に、浸入水量試算値の評価結果を示す。また資表 3-21 に、各都市の浸入水量試算値算定結果を示す。

資表 3-20 に示すように、各都市ともに目標である一致度 90%以上となることを確認した。

資表 3-20 浸入水量試算値による評価結果

都市名	従来手法で抽出	従来手法で抽出されたブロックのうち絞り込み AI でも抽出	一致度
さいたま市	14	14	100%
藤沢市	21	21	100%

資表 3-21(1) 各都市の浸入水量試算値算定結果（さいたま市）

ブロック	面積 (ha)	従来手法			絞り込みAI		
		順位	浸入水量 試算値 (m3)	浸入水量 累積比率	順位	浸入水量 試算値 (m3)	浸入水量 累積比率
S32	31.20	1	997.0	28%	1	1086.4	30%
S31	14.95	2	490.7	42%	2	345.0	40%
S04	8.49	3	277.3	49%	3	297.7	48%
S28	8.65	4	241.1	56%	4	225.0	55%
S07	21.95	5	178.9	61%	5	188.8	60%
S36	2.60	6	166.9	66%	6	177.9	65%
S48	4.33	7	143.8	70%	9	140.4	69%
S35	10.58	8	140.3	74%	7	146.5	73%
S33	10.49	9	124.1	77%	8	141.8	77%
S47	3.74	10	90.9	80%	10	90.6	79%
S43	3.57	11	89.4	82%	11	89.3	82%
S16	6.84	12	84.9	85%	12	82.6	84%
S39	3.12	13	80.3	87%	13	79.2	86%
S19	6.51	14	80.1	89%	14	70.9	88%
S34	7.08	15	66.3	91%	15	70.3	90%
S06	3.38	16	64.5	93%	16	70.0	92%
S29	2.92	17	50.9	94%	17	57.5	94%
S30	2.41	18	38.0	95%	18	43.6	95%
S40	3.08	19	34.5	96%	20	36.9	96%
S37	1.54	20	34.2	97%	19	38.0	97%
S01	4.93	21	30.0	98%	22	31.1	98%
S38	2.68	22	28.7	99%	21	31.8	99%
S08	7.34	23	23.5	99%	23	23.5	99%
S05	2.42	24	20.7	100%	24	19.3	100%

※赤点線部：評価対象グループ

資表 3-21 (2) 各都市の浸入水量試算値算定結果（藤沢市）

ブロック	面積 (ha)	従来手法			絞り込みAI		
		順位	浸入水量 試算値 (m3)	浸入水量 累積比率	順位	浸入水量 試算値 (m3)	浸入水量 累積比率
F25	17.55	1	909.4	31%	1	962.1	33%
F45	4.54	2	171.2	37%	4	154.6	39%
F47	5.09	3	167.2	43%	2	167.9	45%
F40	4.82	4	160.6	48%	3	164.6	50%
F37	5.36	5	141.4	53%	5	146.0	55%
F35	8.06	6	124.4	58%	7	121.5	60%
F26	3.49	7	116.0	62%	6	122.0	64%
F13	6.12	8	98.1	65%	10	82.4	67%
F48	11.69	9	94.7	68%	9	82.6	69%
F43	6.65	10	83.7	71%	8	83.3	72%
F27	2.62	11	77.9	74%	12	72.0	75%
F34	6.67	12	73.9	76%	11	77.3	78%
F42	13.37	13	68.3	79%	15	63.3	80%
F21	10.92	14	67.6	81%	18	48.1	81%
F05	18.93	15	60.8	83%	13	66.5	84%
F28	3.64	16	58.9	85%	16	61.2	86%
F02	13.49	17	56.5	87%	17	52.5	88%
F36	3.34	18	55.8	89%	14	64.7	90%
F17	5.66	19	55.1	91%	20	43.9	91%
F11	7.86	20	48.7	92%	21	40.3	93%
F39	5.27	21	44.0	94%	19	44.9	94%
F20	3.86	22	29.9	95%	23	25.1	95%
F23	2.34	23	28.7	96%	24	24.6	96%
F29	1.77	24	23.4	97%	22	27.8	97%
F33	4.44	25	22.0	98%	25	22.4	98%
F12	2.77	26	17.5	98%	26	16.1	98%
F18	2.28	27	17.0	99%	27	13.3	99%
F44	3.62	28	12.5	99%	28	12.7	99%
F14	3.55	29	11.8	100%	30	8.2	100%
F30	2.58	30	11.5	100%	29	12.1	100%

※赤点線部：評価対象グループ

3) 従来手法と絞り込み AI による浸入率の差の評価

資表 3-22 に、従来手法と絞り込み AI による浸入率の差の算定結果を示す。また資図 3-8 に、資表 3-22 をグラフにしたものを示す。

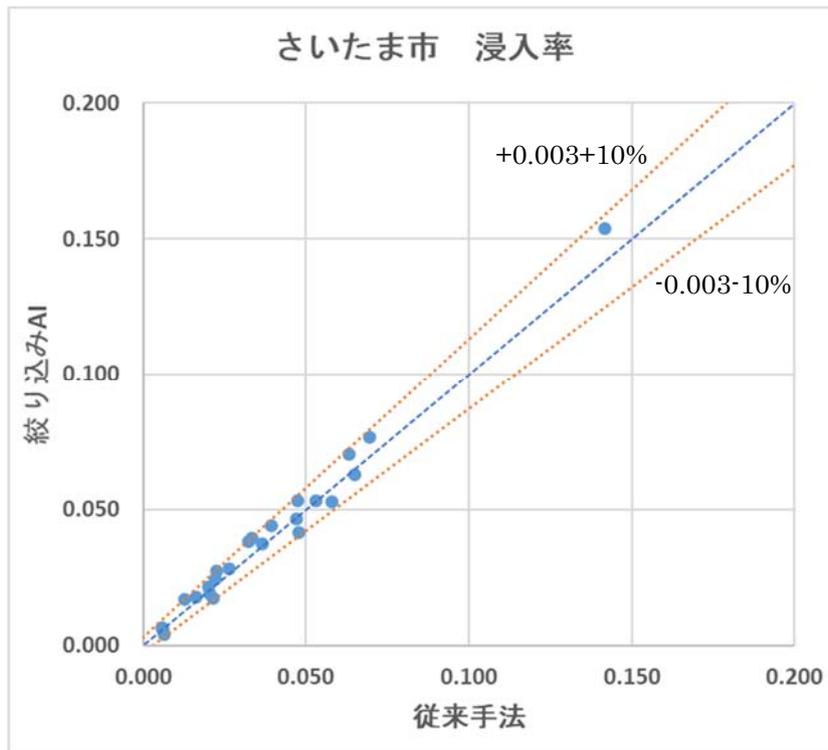
資表 3-22 及び資図 3-8 に示すように、各ブロックで目標を達成したことを確認した。

資表 3-22(1) 浸入率差分算定結果（さいたま市）

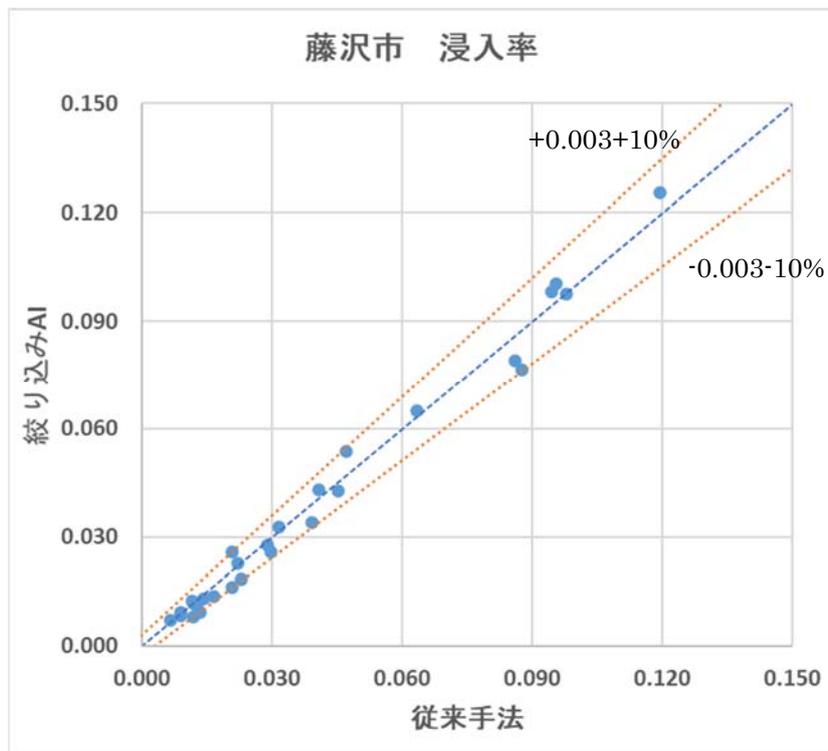
ブロック	面積 (ha)	従来手法		絞り込みAI		浸入率差分	目標値	目標 達成
		浸入率順位	浸入率	浸入率順位	浸入率			
S36	2.60	1	0.142	1	0.154	0.012	0.017	○
S04	8.49	2	0.070	2	0.077	0.007	0.010	○
S48	4.33	3	0.065	4	0.063	0.002	0.009	○
S32	31.20	4	0.063	3	0.070	0.007	0.009	○
S28	8.65	5	0.058	7	0.053	0.005	0.009	○
S47	3.74	6	0.053	6	0.053	0.000	0.008	○
S31	14.95	7	0.048	10	0.042	0.006	0.008	○
S37	1.54	8	0.047	5	0.053	0.006	0.008	○
S43	3.57	9	0.047	8	0.046	0.001	0.008	○
S06	3.38	10	0.039	9	0.044	0.005	0.007	○
S39	3.12	11	0.037	13	0.037	0.001	0.007	○
S29	2.92	12	0.034	11	0.040	0.006	0.006	○
S30	2.41	13	0.033	12	0.038	0.006	0.006	○
S35	10.58	14	0.026	14	0.028	0.002	0.006	○
S33	10.49	15	0.022	15	0.027	0.005	0.005	○
S40	3.08	16	0.022	16	0.025	0.002	0.005	○
S19	6.51	17	0.021	20	0.017	0.004	0.005	○
S16	6.84	18	0.020	18	0.019	0.001	0.005	○
S34	7.08	19	0.020	17	0.022	0.002	0.005	○
S07	21.95	20	0.016	19	0.018	0.001	0.005	○
S38	2.68	21	0.013	21	0.017	0.004	0.004	○
S05	2.42	22	0.007	24	0.004	0.003	0.004	○
S08	7.34	23	0.006	23	0.006	0.000	0.004	○
S01	4.93	24	0.006	22	0.006	0.001	0.004	○
S20	10.92	25	0.002	25	0.001	0.001	-	-
S09	3.93	26	0.001	26	-0.001	0.002	-	-
S02	2.75	27	-0.016	27	-0.020	0.005	-	-

資表 3-22(2) 浸入率差分算定結果（藤沢市）

ブロック	面積 (ha)	従来手法		絞り込みAI		浸入率差分	目標値	目標達成
		浸入率順位	浸入率	浸入率順位	浸入率			
F25	17.55	1	0.119	1	0.125	0.006	0.015	○
F47	5.09	2	0.098	4	0.098	0.000	0.013	○
F26	3.49	3	0.096	2	0.101	0.005	0.013	○
F40	4.82	4	0.094	3	0.098	0.004	0.012	○
F45	4.54	5	0.088	6	0.076	0.011	0.012	○
F27	2.62	6	0.086	5	0.079	0.007	0.012	○
F37	5.36	7	0.063	7	0.065	0.001	0.009	○
F36	3.34	8	0.047	8	0.054	0.007	0.008	○
F35	8.06	9	0.045	10	0.043	0.003	0.008	○
F28	3.64	10	0.041	9	0.043	0.002	0.007	○
F13	6.12	11	0.039	11	0.034	0.005	0.007	○
F34	6.67	12	0.032	12	0.033	0.001	0.006	○
F23	2.34	13	0.030	15	0.026	0.004	0.006	○
F43	6.65	14	0.029	13	0.028	0.001	0.006	○
F17	5.66	15	0.023	17	0.018	0.005	0.005	○
F39	5.27	16	0.022	16	0.023	0.001	0.005	○
F29	1.77	17	0.021	14	0.026	0.005	0.005	○
F20	3.86	18	0.021	18	0.016	0.004	0.005	○
F48	11.69	19	0.017	19	0.014	0.003	0.005	○
F42	13.37	20	0.014	20	0.013	0.001	0.004	○
F18	2.28	21	0.013	24	0.009	0.004	0.004	○
F11	7.86	22	0.013	23	0.011	0.002	0.004	○
F12	2.77	23	0.012	22	0.012	0.000	0.004	○
F21	10.92	24	0.012	27	0.008	0.004	0.004	○
F33	4.44	25	0.012	21	0.013	0.001	0.004	○
F30	2.58	26	0.009	25	0.009	0.000	0.004	○
F02	13.49	27	0.009	26	0.008	0.001	0.004	○
F05	18.93	28	0.007	28	0.007	0.001	0.004	○
F14	3.55	29	0.005	30	0.004	0.002	0.004	○
F44	3.62	30	0.005	29	0.005	0.000	0.004	○
F06	6.95	31	0.002	31	0.002	0.000	-	-
F07	7.09	32	0.001	32	0.002	0.001	-	-
F04	13.03	33	0.001	33	0.001	0.000	-	-
F22	8.72	34	0.000	34	-0.001	0.002	-	-
F15	2.60	35	0.000	36	-0.003	0.003	-	-
F41	14.24	36	-0.001	35	-0.001	0.001	-	-
F32	13.00	37	-0.007	37	-0.004	0.003	-	-



資図 3-8(1) 従来手法と絞り込み AI による浸入率（さいたま市）



資図 3-8(2) 従来手法と絞り込み AI による浸入率（藤沢市）

4) 妥当性の確認結果

以下に示すように、絞り込み AI による優先度順位評価と従来手法による優先度順位評価に差異がなかったことから、絞り込み AI によるスクリーニングが妥当であることを確認した。

- さいたま市・藤沢市ともに速やかな対応が求められる上位グループ（浸入率 0.003、対策目標量を確保するために必要なブロック）のブロック抽出では、さいたま市・藤沢市ともに一致した。
- 従来手法と絞り込み AI における浸入率の差の評価において、対象とする全ブロックで目標を達成した。

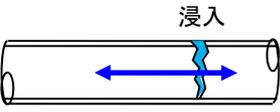
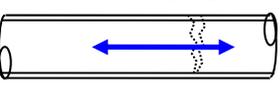
3.1.3 浸入水検出 AI による解析結果の妥当性

(1) 評価方法

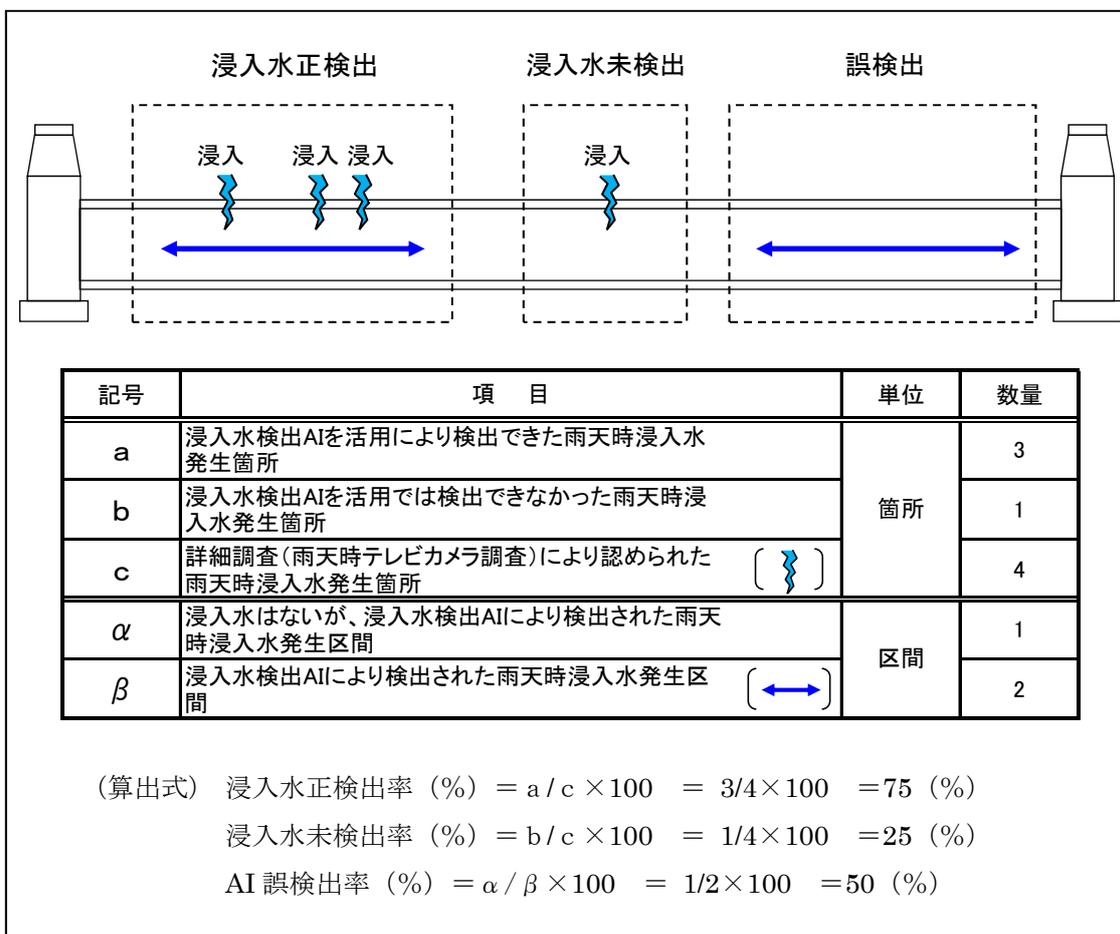
浸入水検出 AI にて検出された雨天時浸入水検出箇所に対し、雨天時テレビカメラ調査結果との照合を行い、浸入水正検出率とともに、浸入水未検出率、AI 誤検出率を算出する。ここで、浸入水正検出率の目標は 70%以上とする。

資表 3-23 に、浸入水正検出、浸入水未検出、AI 誤検出の考え方を示す。

資表 3-23 浸入水正検出、浸入水未検出、誤検出の考え方

分類	状況	解説
浸入水正検出		<p>詳細調査により認められた雨天時浸入水発生箇所が、浸入水検出 AI にて検出できた場合。</p> <p>浸入水正検出率 (%)</p> $= \frac{\text{AI 検出できた雨天時浸入水発生箇所}}{\text{詳細調査により確認された雨天時浸入水発生箇所}} \times 100$
浸入水未検出		<p>詳細調査により認められた雨天時浸入水発生箇所が、浸入水検出 AI では検出できなかった場合。</p> <p>浸入水未検出率 (%)</p> $= \frac{\text{AI 検出できなかった雨天時浸入水発生箇所}}{\text{詳細調査により確認された雨天時浸入水発生箇所}} \times 100$
AI 誤検出		<p>浸入水検出 AI が検出した区間内に、雨天時浸入水発生箇所が認められない場合。</p> <p>AI 誤検出率 (%)</p> $= \frac{\text{浸入水がないにも拘わらず AI 検出された雨天時浸入水発生区間}}{\text{AI により検出された雨天時浸入水発生区間}} \times 100$

【浸入水正検出率・浸入水未検出率・誤検出率の算出例】



(2) 浸入水検出 AI による雨天時浸入水の検出結果

1) 光ファイバー温度分布計測システムの設置

雨天時浸入水発生箇所を検出するため、実証フィールド(さいたま市:S31-2ブロック及びS32-2ブロック、藤沢市:F25ブロック、F37ブロック)に光ファイバー温度分布計測システムを設置した。

なお、実証フィールド及び光ファイバー温度分布計測システムの詳細は資料編2.3.1を参照する。

2) 解析条件

資表3-24に、学習に用いた降雨と判定に用いた降雨を示す。また資表3-25に、採用した晴天日の一覧を示す。

なお、実証研究では最大1時間降雨量4.0mm/以上かつ総降雨量10.0mm以上となった降雨を含む日を解析対象として採用した(降雨が複数日にまたがる場合には、原則、最大1時間降雨量が最も多い日を判定日として採用した)。

資表 3-24(1) 学習に用いた降雨と判定に用いた降雨（さいたま市・藤沢市）

日付	学習				検証(AI 判定)			
	S31-2	S32-2	F25	F37	S31-2	S32-2	F25	F37
11/11	○	○	○	○	×	×	×	×
11/22	×	×	×	×	○	○	○	○
11/23	○	○	○	○	×	×	×	×
12/2	降雨なし	降雨なし	○	○	降雨なし	降雨なし	×	×
12/22	○	○	降雨なし	降雨なし	×	×	降雨なし	降雨なし
12/23	×	×	降雨なし	降雨なし	○	○	降雨なし	降雨なし
1/8	降雨なし	降雨なし	○	○	降雨なし	降雨なし	×	×
1/15	降雨なし	降雨なし	×	×	降雨なし	降雨なし	○	○
1/28	×	×	×	×	○	○	○	○
1/29	○	○	○	○	×	×	×	×
2/16	降雨なし	降雨なし	○	○	降雨なし	降雨なし	×	×

※○：学習(検証)に用いた降雨 ×：学習(検証)に用いていない降雨

資表 3-24(2) 学習と判定に用いた降雨（応用研究）

日付	学習	検証(AI 判定)
	応用研究	応用研究
9/10	○	×
9/26	○	×
9/29	○	×
10/20	○	×
11/9	○	×

※いずれも 2018 年

資表 3-25(1) 採用した晴天日の一覧（さいたま市・藤沢市）

降雨日 (2019-2020)	S31-2	S32-2	F25	F37
	晴天日	晴天日	晴天日	晴天日
11/11	11/10	11/10	11/10	11/10
11/22	11/21	11/21	11/21	11/21
11/23	11/21	11/21	11/21	11/21
12/2	/	/	12/1	12/1
12/22	12/21	12/21	/	/
12/23	12/21	12/21	/	/
1/8	/	/	1/7	1/7
1/15	/	/	1/14	1/14
1/28	1/26	1/26	1/25	1/25
1/29	1/26	1/26	1/25	1/25
2/16	/	/	2/15	2/15

資表 3-25(2) 採用した晴天日の一覧（静岡市）

降雨日 (2018)	晴天日
9/10	9/17
9/26	9/24
9/29	9/28
10/20	10/21
11/09	11/8

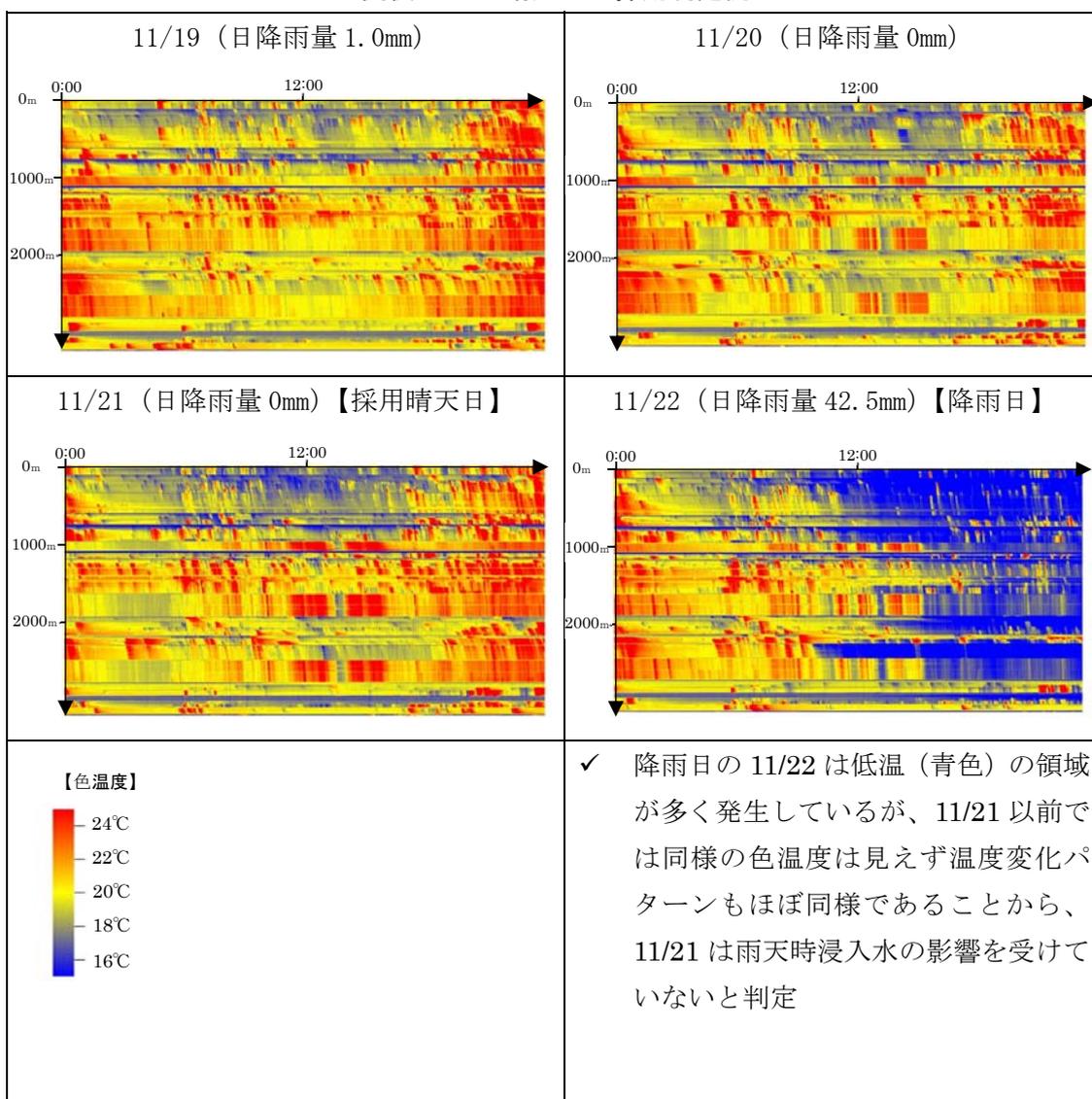
【参考】雨天時浸入水の検出に用いる晴天日

雨天時浸入水の検出に用いる晴天日は、可能な限り降雨日近傍で、無降雨かつ雨天時浸入水による温度低下の影響が概ね消失している日を採用する。

実証研究では、降雨日以前の無降雨日を晴天日として採用したが、その際には複数の晴天日の温度コンター図を比較し、雨天時浸入水による温度低下が生じていないこと（＝無降雨日間では同様の温度変化パターンが発生していること）を確認している。

資表 3-26 に S31-2 の降雨日（11/22）に対する晴天日の採用判定例を示す

資表 3-26 晴天日の採用判定例



※温度コンター図の縦軸はケーブル距離（m）、横軸は時間を表す。

3) 浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出結果

資表 3-27 に、技術者による確認後の浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出結果一覧を示す。

資表 3-27(1) 浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出結果（技術者による確認後）(S31-2)

ブロック名	調査対象 路線	管きよ延長 (m)	浸入水検出AI結果				備考
			検出区間数 (区間)	AI検出地点 (上流人孔からの 距離) (m)	AI検出区間 (検出地点±5m) (m)		
S31	1-3	42.8	3	9 16 23	4 ~ 14 11 ~ 21 18 ~ 28		
	2-3	20.75	1	12	7 ~ 17		
	5-6	31.8	2	8 22	3 ~ 13 17 ~ 27		
	6-7	28.92	2	15 27	10 ~ 20 22 ~ 29	下流7-11の上流3mまで	
	7-11	30.05	1	9	4 ~ 14		
	8-9	44.16	2	7 34	2 ~ 12 29 ~ 39		
	9-11	43	1	8	3 ~ 13		
	16-17	22.3	1	3	0 ~ 8		
	19-20	49.36	2	22 28	17 ~ 27 23 ~ 33		
	24-25	27.02	2	3 23	0 ~ 8 18 ~ 27	下流25-26の上流1mまで	
	25-26	28.23	2	5 20	0 ~ 10 15 ~ 25		
	30-31	48.65	2	20 26	15 ~ 25 21 ~ 31		
	31-32	41.48	1	14	9 ~ 19		
	34-36	31.66	1	7	2 ~ 12		
	35-36	31.75	1	8	3 ~ 13		
	37-38	46.05	1	20	15 ~ 25		
		小計		25			

資表 3-27(2) 浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出結果（技術者による確認後）（S32-2）

ブロック名	調査対象 路線	管きよ延長 (m)	浸入水検出AI結果				備考	
			検出区間数 (区間)	AI検出地点 (上流入孔からの 距離) (m)	AI検出区間 (検出地点±5m) (m)			
S32	1-2	49.96	1	41	36	～	46	
	2-4	50.1	1	24	19	～	29	
	3-4	26.11	2	5	0	～	10	
				20	15	～	25	
	8-21	19.86	1	12	7	～	17	
	9-10	33.35	2	5	0	～	10	
				27	22	～	32	
	14-15	32.61	2	11	6	～	16	
				25	20	～	30	
	15-16	28.5	1	1	0	～	6	上流14-15の下流4mまで
	23-24	18.45	2	3	0	～	8	上流22-23の下流2mまで
				14	9	～	18	下流24-26の上流1mまで
	25-26	26.74	2	3	0	～	8	
				21	16	～	26	
	35-37	19.82	1	8	3	～	13	
	36-37	16.85	1	3	0	～	8	
	37-38	33.79	2	25	20	～	30	
				31	26	～	34	下流38-39の上流2mまで
	41-42	34.63	4	7	2	～	12	
				13	8	～	18	
19				14	～	24		
30				25	～	35		
42-43	30.08	2	1	0	～	6	上流41-42の下流4mまで	
			21	16	～	26		
45-46	30.12	2	6	1	～	11		
			18	13	～	23		
51-52	44.55	3	5	0	～	10		
			11	6	～	16		
			25	20	～	30		
52-54	40.1	1	8	3	～	13		
53-54	12.4	1	5	0	～	10		
54-55	28.7	1	12	7	～	17		
60-61	55.5	1	13	8	～	18		
小計			33					

資表 3-27(3) 浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出結果（技術者による確認後）（F25）

ブロック名	調査対象 路線	管きよ延長 (m)	浸入水検出AI結果			備考
			検出区間数 (区間)	AI検出地点 (上流人孔からの 距離) (m)	AI検出区間 (検出地点±5m) (m)	
F25	1-2	22.51	2	3	0 ~ 8 9 4 ~ 14	
	2-3	24.4	1	3	0 ~ 8	上流1-2の下流2mまで
	8-9	20.96	1	11	6 ~ 16	
	10-11	20.93	1	17	12 ~ 21	下流11-12の上流1mまで
	11-12	19.97	1	11	6 ~ 16	
	23-24	24.04	2	10	5 ~ 15 17 12 ~ 22	
	25-26	24.2	1	17	12 ~ 22	
	29-30	23.92	2	10	5 ~ 15 17 12 ~ 22	
	30-31	23.9	2	6	1 ~ 11 19 14 ~ 24	
	44-45	24.01	2	5	0 ~ 10 18 13 ~ 23	
	46-47	24	1	1	0 ~ 6	上流45-46の下流4mまで
	47-48	24.04	2	2	0 ~ 7 12 7 ~ 17	上流46-47の下流3mまで
	71-72	22.05	1	16	11 ~ 21	
	86-87	20.89	2	8	3 ~ 13 17 12 ~ 21	下流87-88の上流1mまで
	91-92	19.95	1	8	3 ~ 13	
	102-103	9.93	1	7	2 ~ 10	下流103-104の上流2mまで
106-107	24.18	1	9	4 ~ 14		
	小計		24			

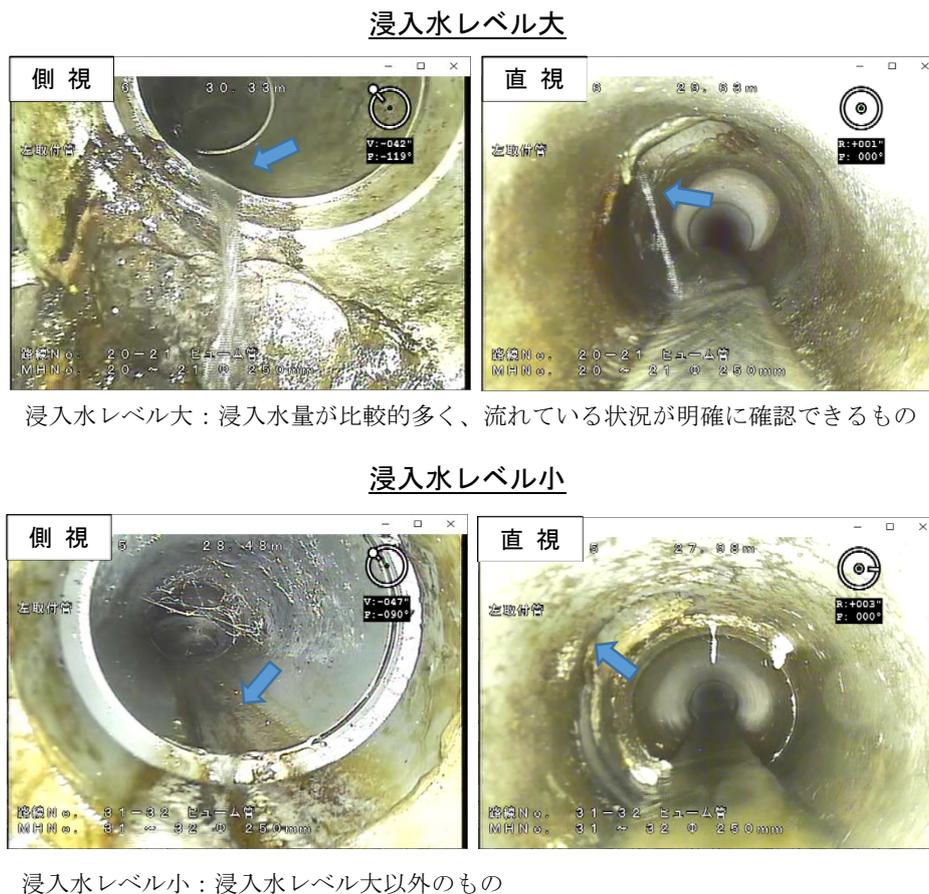
資表 3-27(4) 浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出結果（技術者による確認後）（F37）

ブロック名	調査対象 路線	管きよ延長 (m)	浸入水検出AI結果			備考
			検出区間数 (区間)	AI検出地点 (上流人孔からの 距離) (m)	AI検出区間 (検出地点±5m) (m)	
F37	13-14	22.91	1	12	7 ~ 17	
	14-15	22.92	1	13	8 ~ 18	
	18-23	22.94	2	3	0 ~ 8 14 9 ~ 19	上流16-18の下流2mまで
	21-22	19.88	1	4	0 ~ 9	上流20-21の下流1mまで
	42-43	23.9	1	12	7 ~ 17	
	49-50	13.78	1	9	4 ~ 14	
	51-52	19.97	1	18	13 ~ 20	下流52-53の上流3mまで
	58-59	23.79	1	11	6 ~ 16	
	62-81	23.09	1	9	4 ~ 14	
	65-66	22.38	1	7	2 ~ 12	
	71-75	12.95	1	3	0 ~ 8	上流70-71の下流2mまで
	73-74	19.93	1	11	6 ~ 16	
	小計		13			

4) 雨天時テレビカメラ調査結果との照合

実証研究では、浸入水検出 AI による解析結果の妥当性を評価するため、別途、雨天時におけるテレビカメラ調査を実施し、各ブロックにおける雨天時浸入水の発生状況（浸入箇所、浸入水レベル）を把握している。ここで、浸入水レベルとは、自治体（さいたま市・藤沢市）の視点・意見を踏まえ共同研究体にて設定したものである。

資図 3-9 に、浸入水レベルの状況（例）を示す。



資図 3-9 浸入水レベルの状況（例）

浸入水検出 AI の検出率は、雨天時テレビカメラ調査結果と浸入水検出 AI による雨天時浸入水検出結果とを照らし合わせることで算出する。なお、藤沢市の F37 ブロック 65-66 路線 (22.38m) は、研究期間内に家屋の建替えにより雨天時浸入水の状況が変化し、浸入水検出 AI による解析結果と雨天時テレビカメラ調査結果との比較が困難となったため、当該路線は妥当性の評価対象から除外する。

資表 3-28 に、AI 浸入水正検出率の算定結果（技術者による確認後）を示す。

資表 3-28(1) AI 浸入水正検出率の算定結果（技術者による確認後）（さいたま市）

ブロック名	路線名	管きよ延長 (m)	雨天時テレビカメラ調査結果			②浸入水検出AI (AIにより検出できた箇所)			備考
			浸入水レベル 大（箇所）	浸入水レベル 小（箇所）	計	浸入水レベル 大（箇所）	浸入水レベル 小（箇所）	計	
S31-2	1-3	42.80	3	3	6	3	2	5	
	2-3	20.75	0	1	1	0	1	1	
	5-6	31.80	1	2	3	1	2	3	
	6-7	28.92	2	1	3	2	1	3	
	8-9	44.16	2	2	4	1	2	3	
	9-11	43.00	2	2	4	2	0	2	
	16-17	22.30	0	3	3	0	2	2	
	19-20	49.36	2	3	5	2	1	3	
	20-21	37.81	1	0	1	0	0	0	
	24-25	27.02	1	1	2	1	0	1	
	25-26	28.23	4	3	7	4	2	6	
	30-31	48.65	2	6	8	2	0	2	
	31-32	41.48	2	2	4	1	1	2	
	34-36	31.66	1	2	3	1	0	1	
37-38	46.05	0	1	1	0	1	1		
小計	543.99	23	32	55	20	15	35		
S32-2	1-2	49.96	0	1	1	0	1	1	
	3-4	26.11	0	1	1	0	1	1	
	9-10	33.35	0	2	2	0	2	2	
	14-15	32.61	0	3	3	0	2	2	
	23-24	18.45	0	2	2	0	2	2	上流23人孔付近は滞水
	25-26	26.74	1	3	4	1	2	3	ほぼ全線にわたり滞水
	36-37	16.85	1	1	2	1	1	2	
	37-38	33.79	6	3	9	4	1	5	
	41-42	34.63	2	3	5	2	3	5	
	42-43	30.08	1	2	3	1	2	3	
	44-45	27.80	0	2	2	0	0	0	
	45-46	30.12	1	2	3	1	2	3	
	51-52	44.55	1	0	1	1	0	1	
	52-54	40.10	1	0	1	0	0	0	
	53-54	12.40	1	1	2	1	1	2	
	54-55	28.70	2	3	5	2	2	4	
60-61	55.50	1	1	2	1	1	2		
小計	541.74	18	30	48	15	23	38		
計			41	62	103	35	38	73	
浸入水正 検出率 (%)	①全ての雨天時浸入水を 対象		71%						
	②浸入水レベル大のみを 対象		85%						

資表 3-28(2) AI 浸入水正検出率の算定結果（技術者による確認後）（藤沢市）

ブロック名	路線名	管きよ延長 (m)	雨天時テレビカメラ調査結果			②浸入水検出AI (AIにより検出できた箇所)			備考
			浸入水レベル 大(箇所)	浸入水レベル 小(箇所)	計	浸入水レベル 大(箇所)	浸入水レベル 小(箇所)	計	
F25	1-2	22.51	1	1	2	1	1	2	
	2-3	24.40	1	1	2	0	1	1	
	7-8	20.89	0	1	1	0	0	0	
	8-9	20.96	1	0	1	1	0	1	
	10-11	20.93	1	0	1	1	0	1	
	11-12	19.97	2	0	2	2	0	2	
	14-15	20.04	0	1	1	0	0	0	
	23-24	24.04	3	0	3	3	0	3	
	25-26	24.20	1	3	4	1	3	4	
	29-30	23.92	1	0	1	1	0	1	
	30-31	23.90	1	1	2	1	1	2	
	36-37	20.14	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし
	44-45	24.01	2	8	10	2	6	8	
	45-46	23.94	1	2	3	1	1	2	
	46-47	24.00	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし
	47-48	24.04	1	7	8	1	7	8	
	50-51	21.05	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし
	71-72	22.05	1	0	1	1	0	1	
	82-83	20.02	0	1	1	0	0	0	
	85-86	20.89	0	1	1	0	0	0	
86-87	20.89	0	2	2	0	2	2		
88-89	20.91	0	2	2	0	0	0		
91-92	19.95	1	0	1	1	0	1		
99-100	19.88	0	1	1	0	0	0		
102-103	9.93	1	0	1	1	0	1		
103-104	10.05	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし	
106-107	24.18	1	0	1	1	0	1		
小計	571.69	20	32	52	19	22	41		
F37	12-13	22.96	0	1	1	0	0	0	
	13-14	22.91	0	1	1	0	1	1	
	14-15	22.92							未調査
	18-23	22.94	2	1	3	2	1	3	
	20-21	19.88	0	0	0	0	0	0	
	21-22	19.88	0	0	0	0	0	0	
	22-23	20.98	0	0	0	0	0	0	
	27-28	22.94							未調査
	34-35	17.95							未調査
	35-36	17.92							未調査
	42-43	23.90	1	0	1	1	0	1	
	49-50	13.78							未調査
	50-53	13.99							未調査
	51-52	19.97							未調査
	52-53	19.95							未調査
	55-56	25.78							未調査
	62-81	23.09							未調査
	63-64	20.65	2	1	3	0	0	0	
	65-66	22.38	0	0	0	※	※	※	雨天時浸入水なし
	71-75	12.95	1	0	1	1	0	1	
72-73	18.50							未調査	
73-74	19.93							未調査	
82-83	18.78							未調査	
84-85	23.84	0	0	0	0	0	0	雨天時浸入水なし	
85-88	23.90	0	1	1	0	0	0	マンホール蓋からの浸入	
小計	512.67	6	5	11	4	2	6		
計		26	37	63	23	24	47		
浸入水正 検出率 (%)	①全ての雨天時浸入水を 対象			75%					
	②浸入水レベル大のみを 対象			88%					

※雨天時テレビカメラ調査は実施したものの、家屋の建替えにより雨天時浸入水の状況が変化したため、評価より除外する

(3) 浸入水検出 AI による解析結果の妥当性評価

資表 3-29～資表 3-31 に、浸入水検出 AI の浸入水検出率（正検出率、未検出率、誤検出率）を示す。

資表 3-29 に示すように、AI 浸入水正検出率は、2 都市計及び各都市の評価において、目標とする浸入水正検出率 70%を達成したことを確認した。

資表 3-29 浸入水検出 AI の浸入水正検出率（技術者による確認後）

	AI浸入水正検出率			
	①全ての浸入水を対象		②浸入水レベル大のみを対象	
	a	c	a	c
さいたま市	73	103	35	41
	71%		85%	
藤沢市	47	63	23	26
	75%		88%	
計	120	166	58	67
	72%		87%	

a : 浸入水検出AIにより検出できた雨天時浸入水発生箇所

c : 詳細調査（雨天時テレビカメラ調査）により認められた全ての雨天時浸入水発生箇所

資表 3-30 浸入水検出 AI の浸入水未検出率（技術者による確認後）

	AI浸入水未検出率			
	①全ての浸入水を対象		②浸入水レベル大のみを対象	
	b	c	b	c
さいたま市	30	103	6	41
	29%		15%	
藤沢市	16	63	3	26
	25%		12%	
計	46	166	9	67
	28%		13%	

b : 浸入水検出AIでは検出できなかった雨天時浸入水発生箇所

c : 詳細調査（雨天時テレビカメラ調査）により認められた全ての雨天時浸入水発生箇所

資表 3-31 浸入水検出 AI の浸入水誤検出率（技術者による確認後）

	AI誤検出率			
	①全ての浸入水を対象		②浸入水レベル大のみを対象	
	a	β	a	β
さいたま市	11	58	28	58
	19%		48%	
藤沢市	3	31	12	31
	10%		39%	
計	14	89	40	89
	16%		45%	

a : 浸入水がないにも拘わらずAI検出された雨天時浸入水発生区間

β : 浸入水検出AIにより検出された全ての雨天時浸入水発生区間

※②のaは、「浸入水レベル小」を検出しても誤検出として整理している

3.2 効率性及び事業性の評価結果

効率性及び事業性は、本技術を導入する範囲や調査ブロックの状況等によって、その評価が異なる。そのため実証研究では、条件が異なる複数の実証フィールド（2都市、4調査ブロック）を対象に、本技術の効率性、事業性を従来技術と比較することで確認した。

実証研究を通じて選出された4調査ブロック（S31-2、S32-2、F25、F37）の特徴を以下に示す。

① さいたま市

ラインスクリーニング調査区域に選出された S31-2 ブロックは供用後 30～40 年程度、S32-2 ブロックは供用後 40～50 年程度が経過しているブロックであり、両ブロックともに、下水管きよはほぼヒューム管が布設されている。

② 藤沢市

ラインスクリーニング調査区域に選出された F25、F37 ブロックは、供用後 40 年以上が経過しているブロックである。また、両ブロックともに、下水管きよはほぼ陶管が布設されている。

資表 3-32 に、各調査ブロックの特性等を整理する。なお、藤沢市の F37 ブロックの一部路線（22.38m）は、研究期間内に家屋の建替えにより雨天時浸入水の状況が変化したため、当該路線は効率性及び事業性の評価対象から除外し、同ブロックの管きよ延長は 1,737m→1,715m として取り扱う。

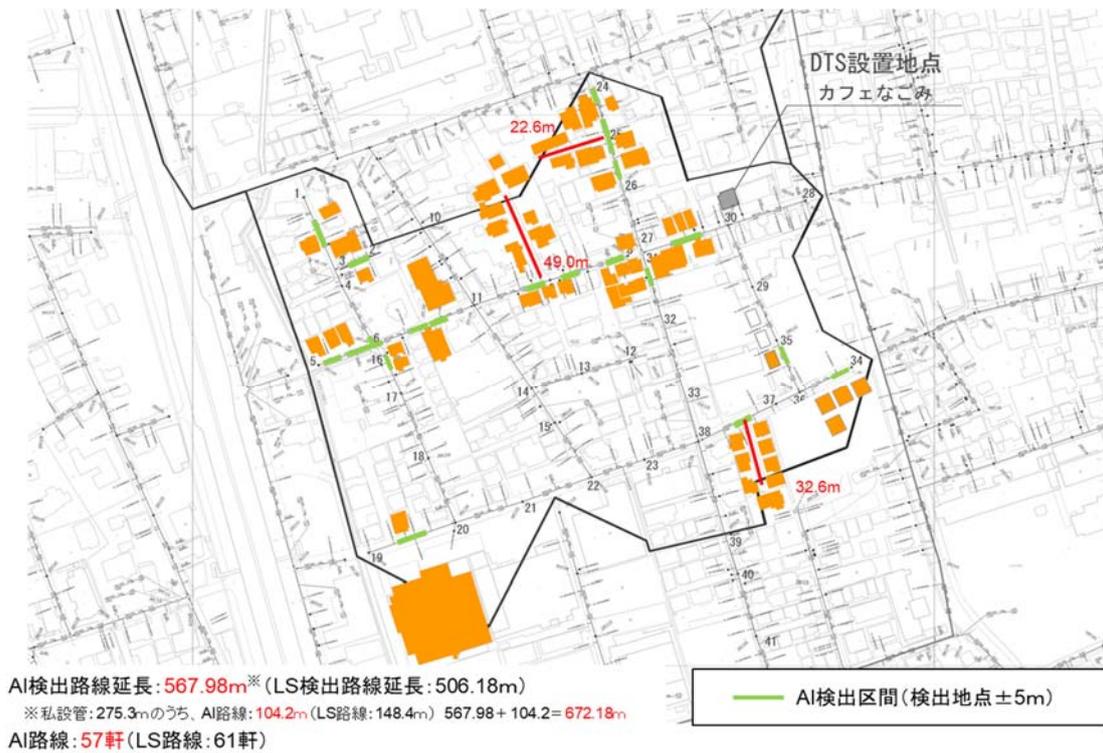
資表 3-32 各調査ブロックの特性等の整理

ブロック	調査ブロックの状況					本技術（ラインスクリーニングと浸入水検出AIによる絞り込み）により絞り込まれた詳細調査範囲				雨天時浸入水調査に用いた光ファイバケーブル延長（m）	
	面積（ha）	管きよ延長（m）		家屋数（戸）		調査路線延長（m）		調査家屋数（戸）		1ha当たり延長	
			管きよ密度（m/ha）		家屋密度（戸/ha）		管きよ延長に対する比率		家屋数に対する比率		
①	②	②/①	③	③/①	④	④/②	⑤	⑤/③	⑥	⑥/①	
S31-2	6.54	1,390	213	203	31	568	41%	57	28%	1,750	268
S32-2	8.24	1,764	214	201	24	716	41%	63	31%	2,200	267
F25	8.30	2,597	313	298	36	429	17%	54	18%	2,930	353
F37	5.36	1,715	320	105	20	281	16%	28	27%	2,270	424

※F37ブロックは、65-66路線（22.38m）を評価対象から除外し、管きよ延長を1,737→1,715mとして取り扱う。

原因把握のための詳細調査は、従来技術では調査ブロック内の全管きよ・家屋を対象に実施する一方、本技術では、ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み結果をもとに絞り込まれた詳細調査範囲を対象として実施する。そこで、効率性及び事業性は、フィールド実証を通じて得られた各調査ブロックの詳細調査範囲を踏まえて評価する。

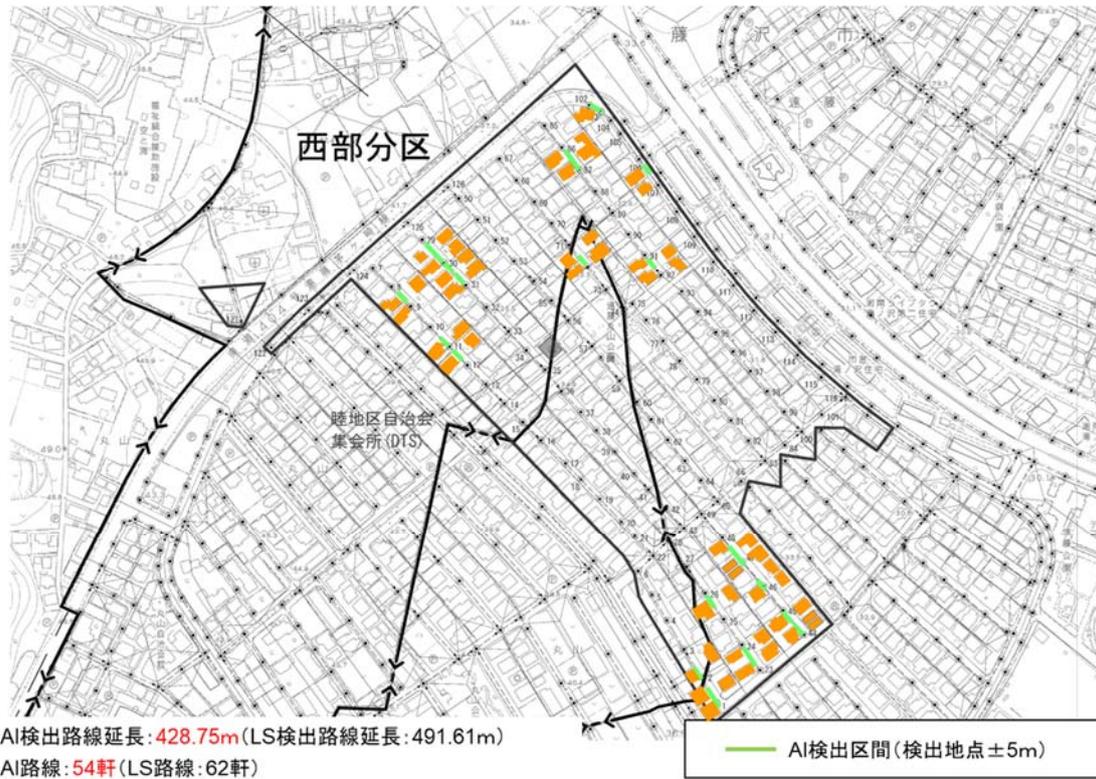
資図 3-10 に、本技術により絞り込まれた各調査ブロックの詳細調査範囲を示す。



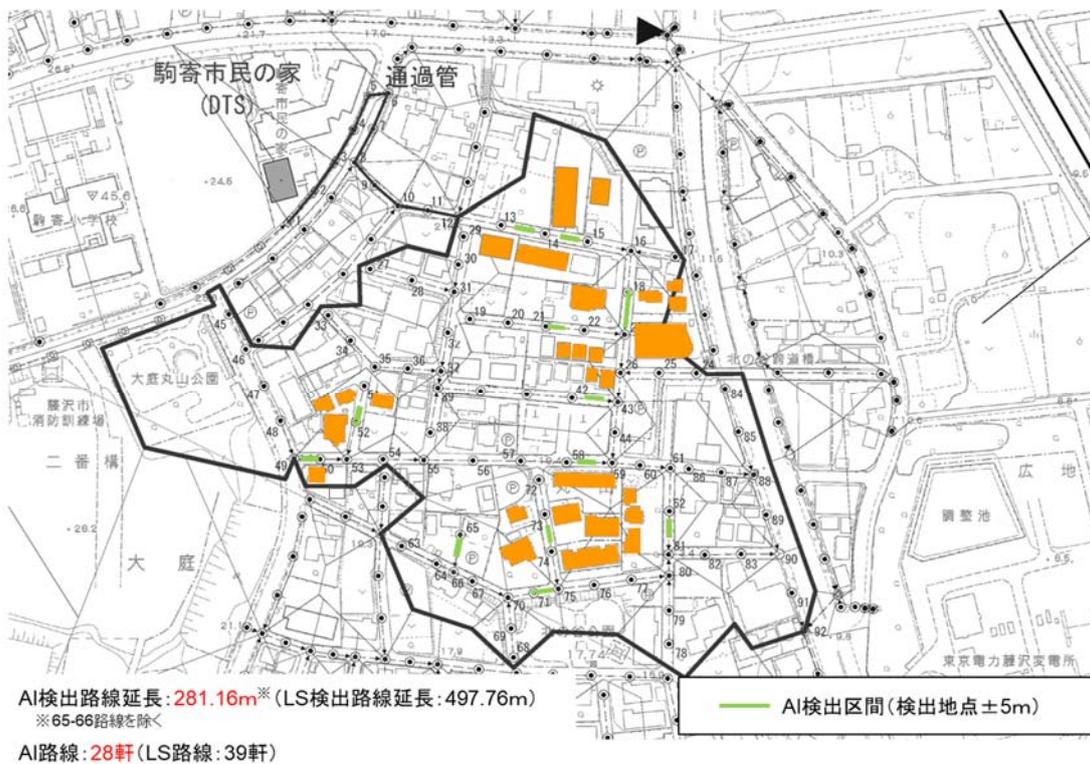
資図 3-10(1) 絞り込まれた詳細調査範囲 (S31-2 ブロック)



資図 3-10(2) 絞り込まれた詳細調査範囲 (S32-2 ブロック)



資図 3-10(3) 絞り込まれた詳細調査範囲 (F25 ブロック)



資図 3-10(4) 絞り込まれた詳細調査範囲 (F37 ブロック)

なお、本実証研究の評価結果を導入検討の参考とする場合は、**資表 3-33** に示す項目・内容が同等であるかを確認する必要がある。

資表 3-33 実証研究結果を導入検討の参考とする場合に確認する項目・内容

項目	内容	備考
① 詳細調査	<ul style="list-style-type: none"> ・本管テレビカメラ調査 ・管きょ洗浄工 ・音響・染色・目視調査（宅内） ・本管送煙調査 	資表 3-34 資表 3-37
② 調査ブロックの特性	管きょ密度	資表 3-32
	家屋密度	資表 3-32

3.2.1 効率性

効率性の評価に当たっては、従来技術と比較して本技術を導入することで削減される作業日数からその削減率を算出する（式（3.5）を参照）。また削減率は、調査作業に要する作業日数と、データ解析に要する作業日数をそれぞれ算出することで整理する。

$$\text{削減率（\%）} = 1 - \frac{\text{本技術を用いた場合の作業日数}}{\text{従来技術を用いた場合の作業日数}} \times 100 \quad \dots \text{式（3.5）}$$

（1）調査に要する作業日数

以下に、実証研究で得られた実績をもとに、従来技術との比較（作業日数、削減率）の算定結果を示す。なお、調査期間は2ヶ月で試算している。

1）さいたま市

資表 3-34 に調査に要する作業日数の算定条件、資表 3-35 に従来技術と本技術の調査に要する作業日数、資表 3-36 に調査に要する作業日数の削減率を示す。

資表 3-34 調査に要する作業日数の算定条件（さいたま市）

		従来技術	本技術
中ブロックへの絞り込み 調査期間 2か月		PBフリューム等による流量調査 ・対象流域 1,575ha ・流量計 50基	圧力チップ等による水位調査 ・対象流域 1,575ha ・水位計 50基
小ブロックへの絞り込み 調査期間 2か月		PBフリューム等による流量調査 ・対象流域 63.80ha（12ブロック） ・流量計 12基	圧力チップ等による水位調査 ・対象流域 63.80ha（12ブロック） ・水位計 12基
詳細調査範囲 の絞り込み 調査期間 2か月	S31-2	なし	光ファイバー温度分布計測システムによる調査 ・対象流域 6.54ha ・調査延長 1,390m（213m/ha） ・DTS 1基
	S32-2	なし	光ファイバー温度分布計測システムによる調査 ・対象流域 8.24ha ・調査延長 1,764m（214m/ha） ・DTS 1基
詳細調査	S31-2	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 6.54ha（ブロック全体） ・本管TVカメラ 1,390m（213m/ha） ・管渠洗浄工 1,390m（213m/ha） ・音響・染色調査 203戸（31戸/ha） ・本管送煙調査1,665m [*] （255m/ha）	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 6.54ha（ブロックの一部） ・本管TVカメラ 568m（ブロック内の41%） ・管渠洗浄工 568m（ブロック内の41%） ・音響・染色調査57戸（ブロック内の28%） ・本管送煙調査672m [*] （ブロック内の40%）
	S32-2	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 8.24ha（ブロック全体） ・本管TVカメラ 1,764m（214m/ha） ・管渠洗浄工 1,764m（214m/ha） ・音響・染色調査 201戸（24戸/ha） ・本管送煙調査1,764m（214m/ha）	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 8.24ha（ブロックの一部） ・本管TVカメラ 716m（ブロック内の41%） ・管渠洗浄工 716m（ブロック内の41%） ・音響・染色調査 63戸（ブロック内の31%） ・本管送煙調査 716m（ブロック内の41%）

※従来技術275m、今回技術104mの私設下水管を含む。

資表 3-35 従来技術と本技術の調査に要する作業日数（さいたま市）

		従来技術					本技術				
中ブロックへの 絞り込み	項目	単位	数量	標準作業量 (箇所/日)	作業時間 (日)	水位計測工	項目	単位	数量	標準作業量 (箇所/日)	作業時間 (日)
		設置	箇所	50	4			12.5	設置	箇所	50
	撤去	箇所	50	10	5.0		撤去	箇所	50	20	2.5
	巡回点検	箇所	50	10	15.0		巡回点検	箇所	50	20	7.5
	報告書作成	箇所	100	1	100.0		報告書作成	箇所	100	5	20.0
	※巡回点検は3回、報告書作成は1カ月毎						※巡回点検は3回、報告書作成は1カ月毎				
合計					132.5	合計				35.0	

小ブロックへの 絞り込み	項目	単位	数量	標準作業量 (箇所/日)	作業時間 (日)	水位計測工	項目	単位	数量	標準作業量 (箇所/日)	作業時間 (日)
		設置	箇所	12	4			3.0	設置	箇所	12
	撤去	箇所	12	10	1.2		撤去	箇所	12	20	0.6
	巡回点検	箇所	12	10	3.6		巡回点検	箇所	12	20	1.8
	報告書作成	箇所	24	1	24.0		報告書作成	箇所	24	5	4.8
	※巡回点検は3回、報告書作成は1カ月毎						※巡回点検は3回、報告書作成は1カ月毎				
合計					31.8	合計				8.4	

詳細調査範囲 の絞り込み (S31-2)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	温度調査工(光ファイバー)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)
		設置	m	1,390	470			3.0	設置	m	1,390
	撤去	m	1,390	2,600	1.5		撤去	m	1,390	2,600	1.5
	巡回点検	m	1,390	2,600	1.5		巡回点検	m	1,390	2,600	1.5
	報告書作成	箇所	1	2	0.5		報告書作成	箇所	1	2	0.5
	撤去	箇所	1	10	0.1		撤去	箇所	1	10	0.1
合計					0.0	合計				6.0	

※光ファイバー巡回点検は3回、DTSの点検は光ファイバーに含める

詳細調査 (S31-2)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	誤接合調査	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)		
		誤接合調査	戸	203	12			16.9	誤接合調査	戸	57	12	4.8
	送煙(本管)	m	1,665	500	3.3		送煙(本管)	m	672	500	1.9		
	本管TVカメラ調査	小中口径	m	1,390	300	4.6		本管TVカメラ調査	小中口径	m	568	300	1.9
	管清掃	m	1,390	555	2.5		管清掃	m	568	555	1.0		
	報告書作成	戸	203	15	13.5		報告書作成	戸	57	15	3.8		
	送煙(本管)	m	1,665	200	8.3		送煙(本管)	m	672	200	3.4		
	本管カメラ	m	1,390	600	2.3		本管カメラ	m	568	600	0.9		
合計					51.5	合計				17.1			

詳細調査範囲 の絞り込み (S32-2)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	温度調査工(光ファイバー)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)
		設置	m	1,764	470			3.8	設置	m	1,764
	撤去	m	1,764	2,600	2.1		撤去	m	1,764	2,600	2.1
	巡回点検	m	1,764	2,600	2.1		巡回点検	m	1,764	2,600	2.1
	報告書作成	箇所	1	2	0.5		報告書作成	箇所	1	2	0.5
	撤去	箇所	1	10	0.1		撤去	箇所	1	10	0.1
合計					0.0	合計				7.7	

※光ファイバー巡回点検は3回、DTSの点検は光ファイバーに含める

詳細調査 (S32-2)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	誤接合調査	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)		
		誤接合調査	戸	201	12			16.8	誤接合調査	戸	63	12	5.3
	送煙(本管)	m	1,764	500	3.5		送煙(本管)	m	716	500	1.4		
	本管TVカメラ調査	小中口径	m	1,764	300	5.9		本管TVカメラ調査	小中口径	m	716	300	2.4
	管清掃	m	1,764	555	3.2		管清掃	m	716	555	1.3		
	報告書作成	戸	201	15	13.4		報告書作成	戸	63	15	4.2		
	送煙(本管)	m	1,764	200	8.8		送煙(本管)	m	716	200	3.6		
	本管カメラ	m	1,764	600	2.9		本管カメラ	m	716	600	1.2		
合計					54.4	合計				19.4			

資表 3-36 調査に要する作業日数の削減率（さいたま市）

項目	作業日数（日）			削減率 （%）	
	従来技術①	本技術②	差（②-①）		
中ブロックへの絞り込み	132.5	35.0	▲ 97.5	74%	
小ブロックへの絞り込み	31.8	8.4	▲ 23.4	74%	
小計	164.3	43.4	▲ 120.9	74%	
S31-2	詳細調査範囲の絞り込み	6.0	6.0		
	詳細調査	51.5	17.1	▲ 34.4	67%
	計	51.5	23.1	▲ 28.4	55%
S32-2	詳細調査範囲の絞り込み	7.7	7.7		
	詳細調査	54.4	19.4	▲ 35.1	64%
	計	54.4	27.1	▲ 27.4	50%
小計	105.9	50.2	▲ 55.8	53%	
合計	270.2	93.6	▲ 176.7	65%	

2) 藤沢市

資表 3-37 に調査に要する作業日数の算定条件、資表 3-38 に従来技術と本技術の調査に要する作業日数、資表 3-39 に調査に要する作業日数の削減率を示す。

資表 3-37 調査に要する作業日数の算定条件（藤沢市）

		従来技術	本技術
中ブロックへの絞り込み 調査期間 2か月		PBフリューム等による流量調査 ・対象流域 700ha ・流量計 50基	圧力チップ等による水位調査 ・対象流域 700ha ・水位計 50基
小ブロックへの絞り込み 調査期間 2か月		PBフリューム等による流量調査 ・対象流域 53.97ha (14ブロック) ・流量計 14基	PBフリューム等による流量調査 ・対象流域 53.97ha (14ブロック) ・流量計機器数 14基
詳細調査範囲 の絞り込み 調査期間 2か月	F25	なし	光ファイバー温度分布計測システムによる調査 ・対象流域 8.30ha ・調査延長 2,597m (313m/ha) ・DTS 1基
	F37	なし	光ファイバー温度分布計測システムによる調査 ・対象流域 5.36ha (1ブロック) ・調査延長 1,715m (320m/ha) ・DTS 1基
詳細調査	F25	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 8.30ha (ブロック全体) ・本管TVカメラ 2,597m (313m/ha) ・管渠洗浄工 2,597m (313m/ha) ・音響・染色調査 298戸 (36戸/ha) ・本管送煙調査2,597m (313m/ha)	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 8.30ha (ブロックの一部) ・本管TVカメラ 429m (ブロック内の17%) ・管渠洗浄工 429m (ブロック内の17%) ・音響・染色調査 54戸 (ブロック内の18%) ・本管送煙調査 429m (ブロック内の17%)
	F37	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 5.36ha (ブロック全体) ・本管TVカメラ 1,715m (320m/ha) ・管渠洗浄工 1,715m (320m/ha) ・音響・染色調査 105戸 (20戸/ha) ・本管送煙調査1,715m (320m/ha)	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 5.36ha (ブロックの一部) ・本管TVカメラ 281m (ブロック内の16%) ・管渠洗浄工 281m (ブロック内の16%) ・音響・染色調査 28戸 (ブロック内の27%) ・本管送煙調査 281m (ブロック内の16%)

資表 3-38 従来技術と本技術の調査に要する作業日数（藤沢市）

		従来技術					本技術				
中ブロックへの 絞り込み	項目	単位	数量	標準作業量 (箇所/日)	作業時間 (日)	水位計測工	単位	数量	標準作業量 (箇所/日)	作業時間 (日)	
		流量計測工 (PBフリーウム)	設置	箇所	50		4	12.5	設置	箇所	50
		撤去	箇所	50	10	5.0	撤去	箇所	50	20	2.5
		巡回点検	箇所	50	10	15.0	巡回点検	箇所	50	20	7.5
		報告書作成	箇所	100	1	100.0	報告書作成	箇所	100	5	20.0
		※巡回点検は3回、報告書作成は1カ月毎					※巡回点検は3回、報告書作成は1カ月毎				
合計					132.5	合計				35.0	
小ブロックへの 絞り込み	項目	単位	数量	標準作業量 (箇所/日)	作業時間 (日)	水位計測工	単位	数量	標準作業量 (箇所/日)	作業時間 (日)	
		流量計測工 (PBフリーウム)	設置	箇所	14		4	3.5	設置	箇所	14
		撤去	箇所	14	10	1.4	撤去	箇所	14	20	0.7
		巡回点検	箇所	14	10	4.2	巡回点検	箇所	14	20	2.1
		報告書作成	箇所	28	1	28.0	報告書作成	箇所	28	5	5.6
		※巡回点検は3回、報告書作成は1カ月毎					※巡回点検は3回、報告書作成は1カ月毎				
合計					37.1	合計				9.8	
詳細調査範囲 の絞り込み (F25)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	温度調査工(光ファイバー)	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	
							設置	m	2,597	470	5.5
						撤去	m	2,597	1,500	1.7	
						巡回点検	m	2,597	2,600	3.0	
						温度調査工(DTS)	設置	箇所	1	2	0.5
							撤去	箇所	1	10	0.1
合計					0.0	合計				10.8	
※光ファイバー巡回点検は3回、DTSの点検は光ファイバーに含める											
詳細調査 (F25)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	誤接合調査	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	
							誤接合(宅内)	戸	54	12	4.5
						送煙(本管)	m	429	500	0.9	
						本管TVカメラ調査	小中口径	m	429	180	2.4
							管清掃	m	429	555	0.8
						報告書作成	誤接合(宅内)	戸	54	15	3.6
							送煙(本管)	m	429	200	2.1
							本管カメラ	m	429	360	1.2
合計					89.2	合計				15.4	
詳細調査範囲 の絞り込み (F37)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	温度調査工(光ファイバー)	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	
							設置	m	1,715	470	3.6
						撤去	m	1,715	1,500	1.1	
						巡回点検	m	1,715	2,600	2.1	
						温度調査工(DTS)	設置	箇所	1	2	0.5
							撤去	箇所	1	10	0.1
合計					0.0	合計				7.4	
※光ファイバー巡回点検は3回、DTSの点検は光ファイバーに含める											
詳細調査 (F37)	項目	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	誤接合調査	単位	数量	標準作業量	作業時間 (日)	
							誤接合(宅内)	戸	28	12	2.3
						送煙(本管)	m	281	500	0.6	
						本管TVカメラ調査	小中口径	m	281	180	1.6
							管清掃	m	281	555	0.5
						報告書作成	誤接合(宅内)	戸	28	15	1.9
							送煙(本管)	m	281	200	1.4
							本管カメラ	m	281	360	0.8
合計					45.2	合計				9.1	

資表 3-39 調査に要する作業日数の削減率（藤沢市）

項目	作業日数（日）			削減率 （%）
	従来技術①	本技術②	差（②-①）	
中ブロックへの絞り込み	132.5	35.0	▲ 97.5	74%
小ブロックへの絞り込み	37.1	9.8	▲ 27.3	74%
小計	169.6	44.8	▲ 124.8	74%
F25	詳細調査範囲の絞り込み		10.8	
	詳細調査	89.2	15.4	▲ 73.8
	計	89.2	26.2	▲ 63.0
F37	詳細調査範囲の絞り込み		7.4	
	詳細調査	45.2	9.1	▲ 36.1
	計	45.2	16.5	▲ 28.7
小計	134.4	42.7	▲ 91.8	68%
合計	304.0	87.5	▲ 216.6	71%

(2) データ解析等に要する作業日数

1) 算定条件

資表 3-40 に、データ解析等に要する作業日数の算定条件を示す。

なお、雨天時浸入水発生箇所を検出作業において、調査路線延長に応じて作業日数が変動する項目については、距離補正を実施している。

資表 3-40 データ解析等に要する作業日数の算定条件

分類	内訳	項目	内容
調査方針策定	基本作業の確認及び基礎調査	比較範囲	資料収集、課題整理等の作業
		検討ブロック	さいたま市：1,575ha 藤沢市：700ha
水位計と絞り込み AI による絞り込み	中ブロックへの絞り込み	比較範囲	データ整理*から優先度判定まで ※データ整理には、水位計等に記録されたローデータの抽出・加工は含めない
		検討期間	2ヶ月
		検討ブロック	50ブロック（水位計(流量計)50箇所）
	小ブロックへの絞り込み	比較範囲	データ整理*から優先度判定まで ※データ整理には、水位計等に記録されたローデータの抽出・加工は含めない
		検討期間	2ヶ月
		検討ブロック	さいたま市：12ブロック 藤沢市：14ブロック
ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み	比較範囲	データ整理*から浸入水発生箇所の検出まで ※データ整理には、DTS 等に記録されたローデータの抽出・加工は含めない	
	検討期間	5降雨	
	検討ブロック	① S31-2ブロック：1,390m ② S32-2ブロック：1,764m ③ F25ブロック：2,597m ④ F37ブロック：1,715m	
提出図書の作成	比較範囲	報告書、図面、その他の関係図書の作成	
	検討ブロック	さいたま市：1,575ha 藤沢市：700ha	

※延長 2,000m 以上のブロックは、距離補正として、事前準備の標準作業日数を 1.85 日+0.94 日/ブロックとする。

2) 算出結果

資表 3-41 に、データ解析等に要する作業日数と削減率を示す。ここで、詳細調査範囲の絞り込みの評価には、雨天時浸入水の AI 検出結果に対する技術者による確認作業日数（0.4 日）を含めている。

資表 3-41 (1) データ解析等に要する作業日数と削減率（さいたま市）

項目		作業日数（日）			削減率（%）	
		従来技術①	本技術②	差（②－①）		
調査方針策定	基本作業確認	5.3	5.3	0.0	0%	
	基礎調査	26.3	26.3	0.0	0%	
	小計	31.6	31.6	0.0	0%	
中ブロックへの絞り込み	事前準備	1.4	3.3	1.9	▲ 136%	
	分析/AI解析	21.9	0.6	▲ 21.3	97%	
	評価	10.0	1.6	▲ 8.4	84%	
	小計	33.3	5.5	▲ 27.8	83%	
小ブロックへの絞り込み	事前準備	0.7	3.3	2.6	▲ 371%	
	分析/AI解析	5.3	0.6	▲ 4.7	89%	
	評価	2.9	0.9	▲ 2.0	69%	
	小計	8.9	4.8	▲ 4.1	46%	
S31-2	詳細調査範囲の絞り込み	事前準備		2.3	2.3	
		分析/AI解析		0.3	0.3	
		評価		0.8	0.8	
		小計		3.4	3.4	
S32-2	詳細調査範囲の絞り込み	事前準備		2.3	2.3	
		分析/AI解析		0.3	0.3	
		評価		0.8	0.8	
		小計		3.4	3.4	
提出図書の作成	提出図書作成	10.5	10.5	0.0	0%	
	小計	10.5	10.5	0.0	0%	
合計		84.3	59.2	▲ 25.1	30%	

資表 3-41 (2) データ解析等に要する作業日数と削減率（藤沢市）

項目		作業日数（日）			削減率（%）	
		従来技術①	本技術②	差（②-①）		
調査方針策定	基本作業確認	2.3	2.3	0.0	0%	
	基礎調査	11.7	11.7	0.0	0%	
	小計	14.0	14.0	0.0	0%	
中ブロックへの絞り込み	事前準備	1.4	3.3	1.9	▲ 136%	
	分析/AI解析	21.9	0.6	▲ 21.3	97%	
	評価	10.0	1.6	▲ 8.4	84%	
	小計	33.3	5.5	▲ 27.8	83%	
小ブロックへの絞り込み	事前準備	0.7	3.3	2.6	▲ 371%	
	分析/AI解析	6.1	0.6	▲ 5.5	90%	
	評価	3.3	0.9	▲ 2.4	73%	
	小計	10.1	4.8	▲ 5.3	52%	
F25	詳細調査範囲の絞り込み	事前準備		2.8	2.8	
		分析/AI解析		0.3	0.3	
		評価		0.8	0.8	
		小計		3.9	3.9	
F37	詳細調査範囲の絞り込み	事前準備		2.3	2.3	
		分析/AI解析		0.3	0.3	
		評価		0.8	0.8	
		小計		3.4	3.4	
提出図書の作成	提出図書作成	4.7	4.7	0.0	0%	
	小計	4.7	4.7	0.0	0%	
合計		62.1	36.3	▲ 25.8	42%	

（3）本技術に係る作業日数の削減率

前項（1）及び（2）における作業日数の算出結果をもとに、本技術に係る作業日数の削減率を整理し、資表 3-42 に示す。

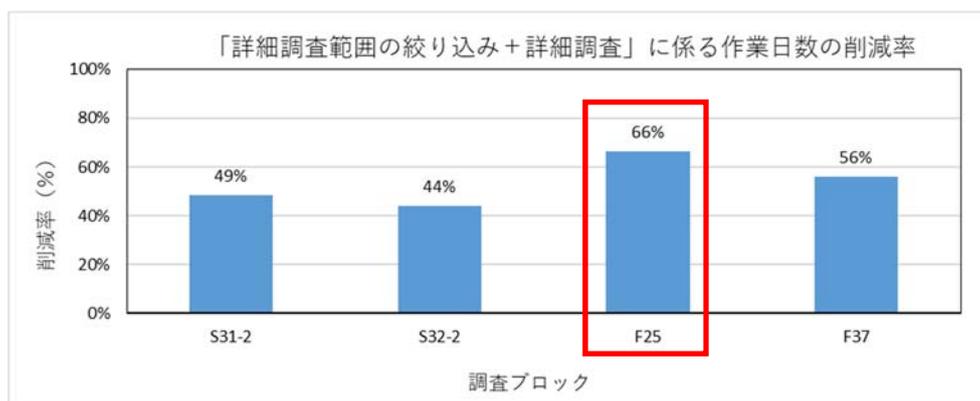
本技術に係る作業日数の削減率は、都市別では 57～66%、2 都市計で 62%となった。

資表 3-42 本技術に係る作業日数の削減率（効率性の評価結果）

都市	分類	項目	作業日数（日）			削減率（%）	
			従来技術①	本技術②	差（②-①）		
さいたま市	調査方針策定	調査方針策定	31.6	31.6	0.0	0%	
		小計	31.6	31.6	0.0	0%	
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	165.8	40.5	▲ 125.3	76%	
		小ブロックへの絞り込み	40.7	13.2	▲ 27.5	68%	
		小計	206.5	53.7	▲ 152.8	74%	
	詳細調査範囲の絞り込み + 詳細調査	S31-2	詳細調査範囲の絞り込み	/	9.4	9.4	/
			詳細調査	51.5	17.1	▲ 34.4	67%
			計	51.5	26.5	▲ 25.0	49%
		S32-2	詳細調査範囲の絞り込み	/	11.1	11.1	/
			詳細調査	54.4	19.4	▲ 35.1	64%
			計	54.4	30.5	▲ 24.0	44%
	小計	105.9	57.0	▲ 49.0	46%		
	提出図書の作成	提出図書の作成	10.5	10.5	0.0	0%	
		小計	10.5	10.5	0.0	0%	
合計			354.5	152.8	▲ 201.8	57%	
藤沢市	調査方針策定	調査方針策定	14.0	14.0	0.0	0%	
		小計	14.0	14.0	0.0	0%	
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	165.8	40.5	▲ 125.3	76%	
		小ブロックへの絞り込み	47.2	14.6	▲ 32.6	69%	
		小計	213.0	55.1	▲ 157.9	74%	
	詳細調査範囲の絞り込み + 詳細調査	F25	詳細調査範囲の絞り込み	/	14.7	14.7	/
			詳細調査	89.2	15.4	▲ 73.8	83%
			計	89.2	30.1	▲ 59.1	66%
		F37	詳細調査範囲の絞り込み	/	10.8	10.8	/
			詳細調査	45.2	9.1	▲ 36.1	80%
			計	45.2	19.9	▲ 25.3	56%
	小計	134.4	50.0	▲ 84.5	63%		
	提出図書の作成	提出図書の作成	4.7	4.7	0.0	0%	
		小計	4.7	4.7	0.0	0%	
合計			366.1	123.8	▲ 242.4	66%	
2都市計	調査方針策定	調査方針策定	45.6	45.6	0.0	0%	
		小計	45.6	45.6	0.0	0%	
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	331.6	81.0	▲ 250.6	76%	
		小ブロックへの絞り込み	87.9	27.8	▲ 60.1	68%	
		小計	419.5	108.8	▲ 310.7	74%	
	詳細調査範囲の絞り込み + 詳細調査	詳細調査範囲の絞り込み	/	46.0	46.0	/	
		詳細調査	240.4	60.9	▲ 179.4	75%	
		小計	240.4	106.9	▲ 133.4	56%	
	提出図書の作成	提出図書の作成	15.2	15.2	0.0	0%	
		小計	15.2	15.2	0.0	0%	
合計			720.7	276.5	▲ 444.1	62%	

ここで、効率性の評価結果について、以下に整理する。

- ① 資表 3-42 によると、「ブロック絞り込み」に係る削減率はさいたま市、藤沢市ともに 74%と、2 都市間に差は生じなかった。しかし、「詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査」に係る削減率は 44~66%と、4 つの調査ブロック (S31-2、S32-2、F25、F37) の間で差が認められ、F25 ブロックが最も高い削減率を示した (資図 3-11)。



資図 3-11 詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査に係る作業日数の削減率

- ② 「詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査」に係る削減率について、各調査ブロックの状況 (資表 3-43) を見ると、F25 ブロックは他の調査ブロックと比べて管きょ延長、家屋数ともに多く、また単管長の短い管きょ (0.75m) が布設されている。

資表 3-43 作業日数の削減率と各調査ブロックの状況等

ブロック	作業日数の削減率	調査ブロックの状況			本技術 (ライノスクリーニングと浸入水検出AI による絞り込み) により絞り込まれた詳細調査範囲			
	「詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査」の削減率 (資表3-42より)	管きょ延長 (m)	家屋数 (戸)	単管長 (m)	調査路線延長 (m)		調査家屋数 (戸)	
						管きょ延長に対する比率		家屋数に対する比率
ランク順	①	②	③	④	④/①	⑤	⑤/②	
F25	66%	2,597	298	0.75	429	17%	54	18%
F37	56%	1,715	105	0.75	281	16%	28	27%
S31-2	49%	1,390	203	2.0	568	41%	57	28%
S32-2	44%	1,764	201	2.0	716	41%	63	31%

以下に、作業日数の削減率に関する考察を示す。

- ① 資表 3-42 の「ブロック絞り込み」について、2 都市間の削減率に大きな差が生じなかった理由としては、2 都市とも小口径管 (さいたま市: ϕ 200~450、藤沢市: ϕ 200~300) を対象とした設置作業であり、人孔内における作業環境や水位計の設置作業

に要する時間の違いが少なかったことや、機器の複数設置による作業時間の平衡化が働いたものと推察される。

② 資表 3-42 の「詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査」について、4つの調査ブロック間で削減率が異なった理由としては、資表 3-43 より以下が推察される。

- ・ F25 ブロックは他の 3 ブロックと比べて管きょ延長、家屋数ともに多く、詳細調査を実施すれば最も作業日数を要するブロックである。そのため詳細調査範囲の絞り込みを行えば、その削減効果が発現しやすいと考えられる。
- ・ F25 ブロックは単管長の短い管きょ (0.75m) が布設されており、詳細調査のひとつである管内テレビカメラ調査では、管接手部の確認箇所が多いために日進量は低下し、必要な作業時間は増加するものと考えられる。そのため、詳細調査範囲の絞り込みを行えば、その削減効果が発現しやすいと考えられる。
- ・ 本技術 (ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み) により絞り込まれた詳細調査範囲をみると、F25 ブロックは管きょ延長に対する比率、家屋数に対する比率ともに 20%未満であり、他のブロックに比べて雨天時浸入水の発生箇所が少なく、詳細調査範囲の絞り込みによる作業日数の削減効果が高いブロックである。

③ 上記②より、ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みによる効率性は、下記の条件に該当するブロックにおいてその効果が高まるものと考えられる。

- a) 管きょ延長が長く、家屋数が多いブロック
- b) 単管長の短い管きょが多いブロック
- c) 雨天時浸入水の発生している路線割合が小さなブロック

3.2.2 事業性

事業性の評価に当たっては、従来技術と比較して本技術を導入することで削減される費用からその削減率を算出する（式（3.2）を参照）。なお、調査業務と分析・評価業務では経費等の考え方が異なることから、「調査業務」と「分析・評価業務」に分けて積算する。

$$\text{削減率 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{本技術の実施に要する費用}}{\text{従来技術の実施に要する費用}} \right) \times 100 \cdots \text{式 (3.6)}$$

（1）調査に要する費用

以下に、実証研究で得られた実績をもとに、従来技術との比較（費用、削減率）の算定結果を示す。なお、調査期間は2ヶ月で試算している。

1) さいたま市

資表 3-44 に調査に要する費用の算定条件、資表 3-45 に従来技術と本技術の調査に要する費用、資表 3-46 に調査に要する費用の削減率を示す。

資表 3-44 調査に要する費用の算定条件（さいたま市）（資表 3-34 再掲）

		従来技術	本技術
中ブロックへの絞り込み 調査期間 2か月		PBフルーム等による流量調査 ・対象流域 1,575ha ・流量計 50基	圧力チップ等による水位調査 ・対象流域 1,575ha ・水位計 50基
小ブロックへの絞り込み 調査期間 2か月		PBフルーム等による流量調査 ・対象流域 63.80ha (12ブロック) ・流量計 12基	圧力チップ等による水位調査 ・対象流域 63.80ha (12ブロック) ・水位計 12基
詳細調査範囲 の絞り込み 調査期間 2か月	S31-2	なし	光ファイバー温度分布計測システムによる調査 ・対象流域 6.54ha ・調査延長 1,390m (213m/ha) ・DTS 1基
	S32-2	なし	光ファイバー温度分布計測システムによる調査 ・対象流域 8.24ha ・調査延長 1,764m (214m/ha) ・DTS 1基
詳細調査	S31-2	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 6.54ha (ブロック全体) ・本管TVカメラ 1,390m (213m/ha) ・管渠洗浄工 1,390m (213m/ha) ・音響・染色調査 203戸 (31戸/ha) ・本管送煙調査1,665m* (255m/ha)	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 6.54ha (ブロックの一部) ・本管TVカメラ 568m (ブロック内の41%) ・管渠洗浄工 568m (ブロック内の41%) ・音響・染色調査57戸 (ブロック内の28%) ・本管送煙調査672m* (ブロック内の40%)
	S32-2	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 8.24ha (ブロック全体) ・本管TVカメラ 1,764m (214m/ha) ・管渠洗浄工 1,764m (214m/ha) ・音響・染色調査 201戸 (24戸/ha) ・本管送煙調査1,764m (214m/ha)	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 8.24ha (ブロックの一部) ・本管TVカメラ 716m (ブロック内の41%) ・管渠洗浄工 716m (ブロック内の41%) ・音響・染色調査 63戸 (ブロック内の31%) ・本管送煙調査 716m (ブロック内の41%)

※従来技術275m、今回技術104mの私設下水管を含む。

資表 3-45(1) 従来技術と本技術の調査に要する費用（さいたま市）（1/3）

	従来技術					本技術							
	【現場調査工】	PBフリューム等による流量調査(2か月間) ・流量計(PBフリューム等) 50箇所				【現場調査工】	圧力チップ等による水位調査(2か月間) ・水位計(圧力チップ等) 50箇所						
中ブロックへの 絞り込み		単位	数量	単価	金額		単位	数量	単価	金額			
	流量計測工 (PBフリューム)	設置	箇所	50	24,046	1,202,300	水位計測工	設置	箇所	50	9,892	494,600	
		撤去	箇所	50	9,618	480,900			撤去	箇所	50	4,946	247,300
		巡回点検	箇所・月	100	18,588	1,858,800			巡回点検	箇所・月	100	9,577	957,700
		機器損料	箇所・月	100	348,900	34,890,000			機器損料	箇所・月	100	28,920	2,892,000
	現場調査工計					38,432,000	現場調査工計				4,591,600		
	【報告書作成工】						【報告書作成工】						
	流量計測工 (PBフリューム)		箇所・月	100	126,099	12,609,900	水位計測工 (圧力チップ)		箇所・月	100	26,201	2,620,100	
	報告書作成工					12,609,900	報告書作成工				2,620,100		
	交通誘導員	人・日	76	21,900	1,664,400	交通誘導員	人・日	36	21,900	788,400			
直接作業費計					40,096,400	直接作業費計				5,380,000			
共通仮設費			7.33%		2,937,742	共通仮設費			11.47%	617,029			
純作業費					55,644,042	純作業費				8,617,129			
現場管理費			37.22%		20,711,102	現場管理費			45.86%	3,951,777			
作業原価計					76,355,144	作業原価計				12,568,906			
一般管理費等			16.22%		12,387,190	一般管理費等			20.52%	2,579,711			
作業価格計					88,742,334	作業価格計				15,148,617			
小ブロックへの 絞り込み	【現場調査工】	PBフリューム等による流量調査(2か月間) ・流量計(PBフリューム等) 12箇所				【現場調査工】	圧力チップ等による水位調査(2か月間) ・水位計(圧力チップ等) 12箇所						
		単位	数量	単価	金額		単位	数量	単価	金額			
	流量計測工 (PBフリューム)	設置	箇所	12	24,046	288,552	水位計測工	設置	箇所	12	9,892	118,704	
		撤去	箇所	12	9,618	115,416			撤去	箇所	12	4,946	59,352
		巡回点検	箇所・月	24	18,588	446,112			巡回点検	箇所・月	24	9,577	229,848
		機器損料	箇所・月	24	348,900	8,373,600			機器損料	箇所・月	24	28,920	694,080
	現場調査工計					9,223,680	現場調査工計				1,101,984		
	【報告書作成工】						【報告書作成工】						
	流量計測工 (PBフリューム)		箇所・月	24	126,099	3,026,376	水位計測工 (圧力チップ)		箇所・月	24	26,201	628,824	
	報告書作成工					3,026,376	報告書作成工				628,824		
交通誘導員	人・日	26	21,900	569,400	交通誘導員	人・日	14	21,900	306,600				
直接作業費計					9,793,080	直接作業費計				1,408,584			
共通仮設費			10.03%		982,667	共通仮設費			15.47%	217,846			
純作業費					13,802,123	純作業費				2,255,254			
現場管理費			43.50%		6,004,583	現場管理費			53.28%	1,201,627			
作業原価計					19,806,705	作業原価計				3,456,882			
一般管理費等			19.44%		3,850,472	一般管理費等			23.60%	815,899			
作業価格計					23,657,177	作業価格計				4,272,780			
詳細調査範囲 の絞り込み (S31-2)	【現場調査工】	なし				【現場調査工】	光ファイバー温度分布計測システムによる調査(2か月間) ・調査延長 1,390m						
		単位	数量	単価	金額		単位	数量	単価	金額			
	温度調査工(光ファイバー)	設置	箇所	1390	301	418,390	温度調査工(DTS)	設置	箇所	1	47,887	47,887	
		撤去	箇所	1390	94	130,660			撤去	箇所	1	9,577	9,577
		巡回点検	箇所・月	4170	37	154,290			巡回点検	箇所・月	2	12,495	24,990
		機器損料	箇所・月	2	660,000	1,320,000			機器損料	箇所・月	2	660,000	1,320,000
	現場調査工計					0	現場調査工計				2,105,794		
	【報告書作成工】					【報告書作成工】							
	温度調査工(光ファイバー)		m/月	2780	134	372,520	報告書作成工				589,781		
	温度調査工(DTS)		箇所	1	217,261	217,261	報告書作成工				589,781		
報告書作成工						報告書作成工				589,781			
交通誘導員					光ファイバー消耗品	m	1743	316	550,788				
直接作業費計					交通誘導員	人・日	26	21,900	569,400				
共通仮設費					直接作業費計				3,225,982				
純作業費					共通仮設費			12.86%	414,706				
現場管理費					純作業費				4,230,469				
作業原価計					現場管理費			49.66%	2,100,838				
一般管理費等					作業原価計				6,331,307				
作業価格計				0	一般管理費等			22.16%	1,402,980				
					作業価格計				7,734,287				

資表 3-45(2) 従来技術と本技術の調査に要する費用（さいたま市）(2/3)

		従来技術					本技術														
詳細調査 (S31-2)	【現場調査工】	①顔接合調査(音響調査) 203戸 ②顔接合調査(染色調査) 203戸 ③顔接合調査(本管送煙調査) 1,665m ④視覚調査(小中口径TVカメラ) 1,390m ※送煙調査延長には、私設下水管275mを含んでいる					【現場調査工】					①顔接合調査(音響調査) 57戸 ②顔接合調査(染色調査) 57戸 ③顔接合調査(本管送煙調査) 672m ④視覚調査(小中口径TVカメラ) 568m ※送煙調査延長には、私設下水管104mを含んでいる									
			単位	数量	単価	金額			単位	数量	単価	金額			単位	数量	単価	金額			
		顔接合調査	戸	203	4,857	985,971			戸	57	4,857	276,849			戸	57	4,857	276,849			
		顔接合調査	戸	203	4,857	985,971			戸	57	4,857	276,849			戸	57	4,857	276,849			
		送煙(本管)	m	1665	537	894,105			m	672	537	360,864			m	672	537	360,864			
		送煙(宅内)	戸	0	8,733	0			戸	0	8,733	0			戸	0	8,733	0			
		本管TVカメラ調査	小中口径	m	1390	848	1,178,720			小中口径	m	568	848	481,664			小中口径	m	568	848	481,664
		管渠洗浄工	800未満	箇所	1390	352	489,280			800未満	箇所	568	352	199,936			800未満	箇所	568	352	199,936
		現場調査工計					4,534,047						1,596,162					1,596,162			
		【報告書作成工】																			
		顔接合調査	戸	203	4,410	895,230			戸	57	4,410	251,370			戸	57	4,410	251,370			
		顔接合調査	戸	203	4,410	895,230			戸	57	4,410	251,370			戸	57	4,410	251,370			
		送煙(本管)	m	1665	655	1,090,575			m	672	655	440,160			m	672	655	440,160			
		送煙(宅内)	戸	0	0	0			戸	0	0	0			戸	0	0	0			
		本管TVカメラ調査	小中口径	m	1390	227	315,530			小中口径	m	568	227	128,936			小中口径	m	568	227	128,936
	報告書作成工					3,196,565						1,071,836					1,071,836				
	交通誘導員	人・日	29	21,900	635,100			人・日	12	21,900	262,800			人・日	12	21,900	262,800				
	直接作業費計				5,169,147						1,858,962						1,858,962				
	共通仮設費		11.57%		598,158				14.54%		270,245						270,245				
	純作業費				8,963,870						3,201,043						3,201,043				
	現場管理費		45.66%		4,092,684				51.23%		1,640,009						1,640,009				
	作業原価計				13,056,554						4,841,052						4,841,052				
	一般管理費等		20.43%		2,667,949				22.80%		1,103,724						1,103,724				
	作業価格計				15,724,504						5,944,775						5,944,775				
詳細調査範囲 の絞り込み (S32-2)	【現場調査工】	なし						【現場調査工】	光ファイバー温度分布計測システムによる調査(2か月間) 調査延長 1,764m												
			単位	数量	単価	金額			単位	数量	単価	金額			単位	数量	単価	金額			
									設置	箇所	1764	301	530,964			設置	箇所	1764	301	530,964	
									撤去	箇所	1764	94	165,816			撤去	箇所	1764	94	165,816	
									巡回点検	箇所・月	5292	37	195,804			巡回点検	箇所・月	5292	37	195,804	
									設置	箇所	1	47,887	47,887			設置	箇所	1	47,887	47,887	
									撤去	箇所	1	9,577	9,577			撤去	箇所	1	9,577	9,577	
									巡回点検	箇所・月	2	12,495	24,990			巡回点検	箇所・月	2	12,495	24,990	
									機器損料		2	660,000	1,320,000			機器損料		2	660,000	1,320,000	
		現場調査工計							現場調査工計				2,295,038			現場調査工計			2,295,038		
		【報告書作成工】							【報告書作成工】												
									温度調査工(光ファイバー)	m/月	3528	134	472,752			温度調査工(光ファイバー)	m/月	3528	134	472,752	
									温度調査工(DTS)	箇所	1	217,261	217,261			温度調査工(DTS)	箇所	1	217,261	217,261	
		報告書作成工							報告書作成工				690,013			報告書作成工			690,013		
		交通誘導員							光ファイバー消耗品	m	2195	316	693,620			光ファイバー消耗品	m	2195	316	693,620	
	直接作業費計							交通誘導員	人・日	29	21,900	635,100			交通誘導員	人・日	29	21,900	635,100		
	共通仮設費							直接作業費計				3,623,758			直接作業費計			3,623,758			
	純作業費							共通仮設費		12.53%		453,912			共通仮設費		12.53%	453,912			
	現場管理費							純作業費				4,767,683			純作業費			4,767,683			
	作業原価計							現場管理費		49.00%		2,336,155			現場管理費		49.00%	2,336,155			
	一般管理費等							作業原価計				7,103,838			作業原価計			7,103,838			
	作業価格計				0			一般管理費等		21.88%		1,554,669			一般管理費等		21.88%	1,554,669			
	作業価格計							作業価格計				8,658,508			作業価格計			8,658,508			

資表 3-45(3) 従来技術と本技術の調査に要する費用（さいたま市）(3/3)

	従来技術						本技術									
	項目	単位	数量	単価	金額		項目	単位	数量	単価	金額					
詳細調査 (S32-2)	【現場調査】	①誤接合調査(音響調査) 201戸 ②誤接合調査(染色調査) 201戸 ③誤接合調査(本管送煙調査) 1764m ④視覚調査(小中口径TVカメラ) 1764m					【現場調査】					①誤接合調査(音響調査) 63戸 ②誤接合調査(染色調査) 63戸 ③誤接合調査(本管送煙調査) 716m ④視覚調査(小中口径TVカメラ) 716m				
	誤接合調査	戸	201	4,857	978,257		誤接合調査	戸	63	4,857	305,991					
		戸	201	4,857	978,257			戸	63	4,857	305,991					
		m	1764	537	947,268			m	716	537	384,492					
		戸	0	8,733	0			戸	0	8,733	0					
	本管TVカメラ調査	小中口径	m	1764	848	1,495,872	本管TVカメラ調査	小中口径	m	716	848	607,168				
	管渠洗浄工	800未満	箇所	1764	352	620,928	管渠洗浄工	800未満	箇所	716	352	252,032				
	現場調査工計					5,016,582	現場調査工計					1,855,674				
	【報告書作成工】						【報告書作成工】									
	誤接合調査	戸	201	4,410	886,410		誤接合調査	戸	63	4,410	277,830					
		戸	201	4,410	886,410			戸	63	4,410	277,830					
		m	1764	655	1,155,420			m	716	655	468,980					
		戸	0	0	0			戸	0	0	0					
	本管TVカメラ調査	小中口径	m	1764	227	400,428	本管TVカメラ調査	小中口径	m	716	227	162,532				
	報告書作成工					3,328,668	報告書作成工					1,187,172				
	交通誘導員	人・日	34	21,900	744,600		交通誘導員	人・日	15	21,900	328,500					
	直接作業費計				5,761,182		直接作業費計				2,184,174					
	共通仮設費		11.30%		650,732		共通仮設費		14.02%		306,904					
	純作業費				9,740,582		純作業費				3,677,650					
	現場管理費		45.23%		4,406,149		現場管理費		50.44%		1,855,154					
作業原価計				14,146,731		作業原価計				5,532,805						
一般管理費等		20.24%		2,863,666		一般管理費等		22.48%		1,243,820						
作業価格計				17,010,398		作業価格計				6,776,624						

資表 3-46 調査に要する作業日数の削減率（さいたま市）

項目	費用(千円)			削減率(%)	費用(千円)		
	従来技術①	本技術②	差(②-①)		差(②-①)	削減率(%)	
中ブロックへの絞り込み	88,743	15,149	▲ 73,594	83%	▲ 92,979	83%	
小ブロックへの絞り込み	23,658	4,273	▲ 19,385	82%			
小計	112,401	19,422	▲ 92,979	83%			
S31-2	詳細調査範囲の絞り込み		7,735	7,735	▲ 2,045	13%	
	詳細調査	15,725	5,945	▲ 9,780			62%
	計	15,725	13,680	▲ 2,045			13%
S32-2	詳細調査範囲の絞り込み		8,659	8,659	▲ 1,575	9%	
	詳細調査	17,011	6,777	▲ 10,234			60%
	計	17,011	15,436	▲ 1,575			9%
小計	32,736	29,116	▲ 3,620	11%			
合計	145,137	48,538	▲ 96,599	67%			

2) 藤沢市

資表 3-47 に調査に要する費用の算定条件、資表 3-48 に従来技術と本技術の調査に要する費用、資表 3-49 に調査に要する費用の削減率を示す。

資表 3-47 調査に要する費用の算定条件（藤沢市）（資表 3-37 再掲）

		従来技術	本技術
中ブロックへの絞り込み 調査期間 2か月		PBフリューム等による流量調査 ・対象流域 700ha ・流量計 50基	圧力チップ等による水位調査 ・対象流域 700ha ・水位計 50基
小ブロックへの絞り込み 調査期間 2か月		PBフリューム等による流量調査 ・対象流域 53.97ha（14ブロック） ・流量計 14基	PBフリューム等による流量調査 ・対象流域 53.97ha（14ブロック） ・流量計機器数 14基
詳細調査範囲 の絞り込み 調査期間 2か月	F25	なし	光ファイバー温度分布計測システムによる調査 ・対象流域 8.30ha ・調査延長 2,597m（313m/ha） ・DTS 1基
	F37	なし	光ファイバー温度分布計測システムによる調査 ・対象流域 5.36ha（1ブロック） ・調査延長 1,715m（320m/ha） ・DTS 1基
詳細調査	F25	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 8.30ha（ブロック全体） ・本管TVカメラ 2,597m（313m/ha） ・管渠洗浄工 2,597m（313m/ha） ・音響・染色調査 298戸（36戸/ha） ・本管送煙調査2,597m（313m/ha）	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 8.30ha（ブロックの一部） ・本管TVカメラ 429m（ブロック内の17%） ・管渠洗浄工 429m（ブロック内の17%） ・音響・染色調査 54戸（ブロック内の18%） ・本管送煙調査 429m（ブロック内の17%）
	F37	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 5.36ha（ブロック全体） ・本管TVカメラ 1,715m（320m/ha） ・管渠洗浄工 1,715m（320m/ha） ・音響・染色調査 105戸（20戸/ha） ・本管送煙調査1,715m（320m/ha）	雨天時浸入水の原因把握調査 ・対象流域 5.36ha（ブロックの一部） ・本管TVカメラ 281m（ブロック内の16%） ・管渠洗浄工 281m（ブロック内の16%） ・音響・染色調査 28戸（ブロック内の27%） ・本管送煙調査 281m（ブロック内の16%）

資表 3-48(1) 従来技術と本技術の調査に要する費用（藤沢市）(1/3)

	従来技術					本技術						
	【現場調査工】	PBフリューム等による流量調査(2か月間) ・流量計(PBフリューム等) 50箇所				【現場調査工】	圧力チップ等による水位調査(2か月間) ・水位計(圧力チップ等) 50箇所					
中ブロックへの 絞り込み		単位	数量	単価	金額		単位	数量	単価	金額		
		設置	箇所	50	24,046	1,202,300	設置	箇所	50	9,892	494,600	
		撤去	箇所	50	9,618	480,900	撤去	箇所	50	4,946	247,300	
		巡回点検	箇所・月	100	18,588	1,858,800	巡回点検	箇所・月	100	9,577	957,700	
		機器損料	箇所・月	100	348,900	34,890,000	機器損料	箇所・月	100	28,920	2,892,000	
		現場調査工計				38,432,000	現場調査工計				4,591,600	
		【報告書作成工】					【報告書作成工】					
		流量計測工 (PBフリューム)	箇所・月	100	126,099	12,609,900	水位計測工 (圧力チップ)	箇所・月	100	26,201	2,620,100	
		報告書作成工				12,609,900	報告書作成工				2,620,100	
		交通誘導員	人・日	76	23,200	1,763,200	交通誘導員	人・日	36	23,200	835,200	
	直接作業費計				40,195,200	直接作業費計				5,426,800		
	共通仮設費		5.86%		2,354,691	共通仮設費		9.16%		496,956		
	純作業費				55,159,791	純作業費				8,543,856		
	現場管理費		34.15%		18,838,372	現場管理費		42.08%		3,595,093		
	作業原価計				73,998,163	作業原価計				12,138,950		
	一般管理費等		16.30%		12,060,132	一般管理費等		20.61%		2,501,538		
	作業価格計				86,058,295	作業価格計				14,640,487		
小ブロックへの 絞り込み	【現場調査工】	PBフリューム等による流量調査(2か月間) ・流量計(PBフリューム等) 14箇所				【現場調査工】	圧力チップ等による水位調査(2か月間) ・水位計(圧力チップ等) 14箇所					
		単位	数量	単価	金額		単位	数量	単価	金額		
		設置	箇所	14	24,046	336,644	設置	箇所	14	9,892	138,488	
		撤去	箇所	14	9,618	134,652	撤去	箇所	14	4,946	69,244	
		巡回点検	箇所・月	28	18,588	520,464	巡回点検	箇所・月	28	9,577	268,156	
		機器損料	箇所・月	28	348,900	9,769,200	機器損料	箇所・月	28	28,920	809,760	
		現場調査工計				10,760,960	現場調査工計				1,285,648	
		【報告書作成工】					【報告書作成工】					
		流量計測工 (PBフリューム)	箇所・月	28	126,099	3,530,772	水位計測工 (圧力チップ)	箇所・月	28	26,201	733,628	
		報告書作成工				3,530,772	報告書作成工				733,628	
	交通誘導員	人・日	28	23,200	649,600	交通誘導員	人・日	14	23,200	324,800		
	直接作業費計				11,410,580	直接作業費計				1,610,448		
	共通仮設費		7.76%		885,264	共通仮設費		12.01%		193,387		
	純作業費				15,826,596	純作業費				2,537,463		
	現場管理費		39.27%		6,215,619	現場管理費		48.20%		1,223,083		
	作業原価計				22,042,215	作業原価計				3,760,546		
	一般管理費等		19.19%		4,228,862	一般管理費等		23.40%		880,021		
	作業価格計				26,271,077	作業価格計				4,640,567		
詳細調査範囲 の絞り込み (F25)	【現場調査工】	なし	単位	数量	単価	金額	【現場調査工】	光ファイバー温度分布計測システムによる調査(2か月間) ・調査延長 2,597m				
								単位	数量	単価	金額	
							温度調査工(光ファイバー)	設置	箇所	2597	301	781,697
								撤去	箇所	2597	94	244,118
								巡回点検	箇所・月	7791	37	288,267
							温度調査工(DTS)	設置	箇所	1	47,887	47,887
								撤去	箇所	1	9,577	9,577
								巡回点検	箇所・月	2	12,495	24,990
								機器損料	箇所・月	2	660,000	1,320,000
											0	
						現場調査工計					2,716,536	
	【報告書作成工】					【報告書作成工】						
						温度調査工(光ファイバー)	m/月	5194	134	695,996		
						温度調査工(DTS)	箇所	1	217,261	217,261		
	報告書作成工					報告書作成工					913,257	
	交通誘導員					光ファイバー消耗品	m	2923	316	923,668		
	直接作業費計					交通誘導員	人・日	34	23,200	788,800		
	共通仮設費					直接作業費計					4,429,004	
	純作業費					共通仮設費		9.58%			424,391	
	現場管理費					純作業費					5,766,652	
	作業原価計					現場管理費		43.97%			2,535,623	
	一般管理費等					作業原価計					8,302,275	
	作業価格計					一般管理費等		21.51%			1,786,089	
						作業価格計					10,088,364	

資表 3-48 (2) 従来技術と本技術の調査に要する費用 (藤沢市) (2/3)

		従来技術					本技術						
詳細調査 (F25)	【現場調査工】	①接続合調査(音響調査) 298戸 ②接続合調査(染色調査) 298戸 ③接続合調査(本管送煙調査) 2,597m ④視覚調査(小中口径TVカメラ) 2,597m					【現場調査工】 ①接続合調査(音響調査) 54戸 ②接続合調査(染色調査) 54戸 ③接続合調査(本管送煙調査) 429m ④視覚調査(小中口径TVカメラ) 429m						
			単位	数量	単価	金額		単位	数量	単価	金額		
	接続合調査	接続(音響)	戸	298	4,857	1,447,386	接続合調査	接続(音響)	戸	54	4,857	262,278	
		接続(染色)	戸	298	4,857	1,447,386		接続(染色)	戸	54	4,857	262,278	
		送煙(本管)	m	2597	537	1,394,589		送煙(本管)	m	429	537	230,373	
		送煙(宅内)	戸	0	8,733	0		送煙(宅内)	戸	0	8,733	0	
	本管TVカメラ調査	小中口径	m	2597	1,414	3,672,158	本管TVカメラ調査	小中口径	m	429	1,414	606,606	
	管渠洗浄工	800未満	箇所	2597	352	914,144	管渠洗浄工	800未満	箇所	429	352	151,008	
	現場調査工計					8,875,663	現場調査工計				1,512,543		
	【報告書作成工】						【報告書作成工】						
	接続合調査	接続(音響)	戸	298	4,410	1,314,180	接続合調査	接続(音響)	戸	54	4,410	238,140	
		接続(染色)	戸	298	4,410	1,314,180		接続(染色)	戸	54	4,410	238,140	
		送煙(本管)	m	2597	655	1,701,035		送煙(本管)	m	429	655	280,995	
		送煙(宅内)	戸	0	0	0		送煙(宅内)	戸	0	0	0	
	本管TVカメラ調査	小中口径	m	2597	227	589,519	本管TVカメラ調査	小中口径	m	429	227	97,383	
報告書作成工					4,918,914	報告書作成工				854,658			
交通誘導員		人・日	67	23,200	1,554,400	交通誘導員		人・日	13	23,200	301,600		
直接作業費計					10,430,063	直接作業費計				1,814,143			
共通仮設費			7.92%		825,578	共通仮設費			11.69%		212,135		
純作業費					16,174,555	純作業費					2,880,936		
現場管理費			39.18%		6,336,834	現場管理費			47.52%		1,369,053		
作業原価計					22,511,389	作業原価計					4,249,989		
一般管理費等			19.14%		4,307,570	一般管理費等			23.11%		982,160		
作業価格計					26,818,959	作業価格計					5,232,149		
詳細調査範囲 の絞り込み (F37)	【現場調査工】	なし					【現場調査工】	光ファイバー温度分布計測システムによる調査(2か月間) 調査延長 1,715m					
			単位	数量	単価	金額		単位	数量	単価	金額		
		温度調査工(光ファイバー)	設置	箇所	1715	301	516,215		撤去	箇所	1715	94	161,210
			巡回点検	箇所・月	5145	37	190,365		設置	箇所	1	47,887	47,887
			撤去	箇所	1	9,577	9,577		巡回点検	箇所・月	2	12,495	24,990
		温度調査工(DTS)	撤去	箇所	1	9,577	9,577		機器損料	箇所	2	660,000	1,320,000
						0						0	
	現場調査工計						現場調査工計					2,270,244	
	【報告書作成工】						【報告書作成工】						
		温度調査工(光ファイバー)		m/月	3430	134	459,620						
		温度調査工(DTS)		箇所	1	217,261	217,261						
	報告書作成工						報告書作成工					676,881	
	交通誘導員						光ファイバー消耗品		m	2264	316	715,424	
	直接作業費計						交通誘導員		人・日	30	23,200	696,000	
	共通仮設費						直接作業費計					3,681,668	
純作業費						共通仮設費			9.99%		367,630		
現場管理費						純作業費					4,726,179		
作業原価計						現場管理費			44.96%		2,124,911		
一般管理費等						作業原価計					6,851,090		
作業価格計					0	一般管理費等			21.97%		1,505,273		
						作業価格計					8,356,364		

資表 3-48 (3) 従来技術と本技術の調査に要する費用（藤沢市）(3/3)

	従来技術						本技術						
	【現場調査】						【現場調査】						
詳細調査 (F37)	①接続合調査(音響調査) 105戸 ②接続合調査(染色調査) 105戸 ③接続合調査(本管送煙調査) 1,715m ④視覚調査(小中口径TVカメラ) 1,715m						①接続合調査(音響調査) 28戸 ②接続合調査(染色調査) 28戸 ③接続合調査(本管送煙調査) 281m ④視覚調査(小中口径TVカメラ) 281m						
		単位	数量	単価	金額			単位	数量	単価	金額		
	接続合調査	接続(音響)	戸	105	4,857	509,985		接続合調査	接続(音響)	戸	28	4,857	135,996
		接続(染色)	戸	105	4,857	509,985			接続(染色)	戸	28	4,857	135,996
		送煙(本管)	m	1715	537	920,955			送煙(本管)	m	281	537	150,897
		送煙(宅内)	戸	0	8,733	0			送煙(宅内)	戸	0	8,733	0
	本管TVカメラ調査	小中口径	m	1715	1,414	2,425,010		本管TVカメラ調査	小中口径	m	281	1,414	397,334
	管渠洗浄工	800未満	箇所	1715	352	603,680		管渠洗浄工	800未満	箇所	281	352	98,912
	現場調査工計					4,969,615	現場調査工計					919,135	
	【報告書作成工】						【報告書作成工】						
	接続合調査	接続(音響)	戸	105	4,410	463,050		接続合調査	接続(音響)	戸	28	4,410	123,480
		接続(染色)	戸	105	4,410	463,050			接続(染色)	戸	28	4,410	123,480
		送煙(本管)	m	1715	655	1,123,325			送煙(本管)	m	281	655	184,055
		送煙(宅内)	戸	0	0	0			送煙(宅内)	戸	0	0	0
	本管TVカメラ調査	小中口径	m	1715	227	389,305		本管TVカメラ調査	小中口径	m	281	227	63,787
	報告書作成工					2,438,730		報告書作成工				494,802	
	交通誘導員		人・日	44	23,200	1,020,800		交通誘導員		人・日	10	23,200	232,000
	直接作業費計					5,990,415		直接作業費計				1,151,135	
	共通仮設費			8.96%		536,608		共通仮設費			12.94%	148,984	
	純作業費					8,965,753		純作業費				1,794,921	
現場管理費			41.85%		3,752,327		現場管理費			50.10%	899,344		
作業原備計					12,718,080		作業原備計				2,694,265		
一般管理費等			20.50%		2,606,750		一般管理費等			24.20%	651,915		
作業価格計					15,324,830		作業価格計				3,346,180		

資表 3-49 調査に要する費用の削減率（藤沢市）

項目	費用(千円)			削減率 (%)	費用(千円)		削減率 (%)
	従来技術①	本技術②	差(②-①)		差(②-①)		
中ブロックへの絞り込み	86,059	14,641	▲ 71,418	83%	▲ 93,049	83%	
小ブロックへの絞り込み	26,272	4,641	▲ 21,631	82%			
小計	112,331	19,282	▲ 93,049	83%			
F25	詳細調査範囲の絞り込み		10,089	10,089	▲ 11,497	43%	
	詳細調査	26,819	5,233	▲ 21,586			80%
	計	26,819	15,322	▲ 11,497			43%
F37	詳細調査範囲の絞り込み		8,357	8,357	▲ 3,621	24%	
	詳細調査	15,325	3,347	▲ 11,978			78%
	計	15,325	11,704	▲ 3,621			24%
小計	42,144	27,026	▲ 15,118	36%			
合計	154,475	46,308	▲ 108,167	70%			

(2) データ解析等に要する費用

1) さいたま市

資表 3-50 に、データ解析等に要する費用の算出条件を示す。また、資表 3-51 に従来技術のデータ解析等に要する費用、資表 3-52 に本技術のデータ解析等に要する費用、資表 3-53 にデータ解析等に要する費用と削減率を示す。

なお、雨天時浸入水発生箇所を検出作業において、調査路線延長に応じて作業日数が変動する項目については、距離補正を実施している。

資表 3-50 データ解析等に要する費用の算出条件（さいたま市）

分類	内訳	項目	内容
調査方針策定	基本作業の確認	比較範囲	基本事項の確認（対象流域：1,575ha）
	基礎調査	比較範囲	既存計画・施設、維持管理状況の整理（対象流域：1,575ha）
ブロックの絞り込み	中ブロックへの絞り込み	比較範囲	データ整理※から優先度判定まで ※データ整理には、水位計等に記録されたローデータの抽出・加工は含めない
		検討期間	2ヶ月
		検討ブロック	50ブロック（水位計(流量計)50箇所）
	小ブロックへの絞り込み	比較範囲	データ整理※から優先度判定まで ※データ整理には、水位計等に記録されたローデータの抽出・加工は含めない
		検討期間	2ヶ月
		検討ブロック	12ブロック
ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による詳細調査範囲の絞り込み	比較範囲	データ整理※から浸入水発生箇所の検出まで ※データ整理には、DTS 等に記録されたローデータの抽出・加工は含めない	
	検討期間	5降雨	
	検討ブロック	① S31-2 ブロック：1,390m ② S32-2 ブロック：1,764m	
提出図書の作成	比較範囲	報告書、図面、その他の関係図書の作成	

※延長 2,000m 以上のブロックは、距離補正として、事前準備の標準作業日数を 1.85 日+0.94 日/ブロックとする。

資表 3-51 従来技術のデータ解析等に要する費用（さいたま市）

作業項目		作業人員(人)						数量	単位	補正值	費用 (千円)
		技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員				
調査方針 策定	1.基本作業の確認		0.65	1.30	0.65			1575	ha	2.489	5,912
	2.基礎調査										
	2-1.資料収集・整理		1.30	2.60	3.25	3.25	1.30	1575	ha	2.489	
	2-2.現地調査		0.65	1.30	1.30	0.65		1575	ha	2.489	
	2-3.課題整理		0.65	1.30	1.30			1575	ha	2.489	
	2-4.まとめと照査	0.65	0.65					1575	ha	2.489	
中ブロック 絞り込み	3.雨天時浸入水の原因把握		0.65	1.30	0.65						5,930
	3-1.調査手順の検討		0.65	1.30	0.65			1575	ha	2.489	
	3-2.浸入水発生領域絞り込み調査										
	3-2-1.流量計設置個所の検討(机上整理)			3.00	3.00	2.00		50	箇所	1.000	
	3-2-2.絞り込み調査(別途計上)										
	3-2-3.流量計設置箇所の評価			6.00	3.00			50	箇所	1.000	
	3-3.絞り込み調査結果の分析・評価		1.30	3.50	5.00	5.00		50	箇所	2.000	
3-4.まとめと照査	0.65	0.65	0.65				1575	ha	2.489		
小ブロック 絞り込み	3.雨天時浸入水の原因把握		0.65	1.30	0.65						1,810
	3-1.調査手順の検討		0.65	1.30	0.65			64	ha	0.428	
	3-2.浸入水発生領域絞り込み調査										
	3-2-1.水位計設置個所の検討(机上整理)			3.00	3.00	2.00		12	箇所	0.340	
	3-2-2.絞り込み調査(別途計上)										
	3-2-3.水位計設置箇所の評価			6.00	3.00			12	箇所	0.340	
	3-3.絞り込み調査結果の分析・評価		1.30	3.50	5.00	5.00		12	箇所	0.700	
3-4.まとめと照査	0.65	0.65	0.65				64	ha	0.428		
提出図書 作成	4.提出図書の作成	0.65	1.95	2.60	1.95	1.95	0.65	1575	ha	2.489	2,582
人件費単価(円)		64,800	55,300	48,700	40,600	32,700	27,900				

資表 3-52 本技術のデータ解析等に要する費用（さいたま市）

作業項目	作業人員(人)						数量	単位	補正值	費用 (千円)	
	技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員					
調査方針 策定	1.基本作業の確認		0.65	1.30	0.65			1575	ha	2.489	5,912
	2.基礎調査										
	2-1.資料収集・整理		1.30	2.60	3.25	3.25	1.30	1575	ha	2.489	
	2-2.現地調査		0.65	1.30	1.30	0.65		1575	ha	2.489	
	2-3.課題整理		0.65	1.30	1.30			1575	ha	2.489	
	2-4.まとめと照査	0.65	0.65					1575	ha	2.489	
中ブロック 絞り込み	3.雨天時浸入水の原因把握		0.65	1.30	0.65						5,818
	3-1.調査手順の検討		0.65	1.30	0.65			1575	ha	2.489	
	3-2.浸入水発生領域絞り込み調査										
	3-2-1水位計設置個所の検討(机上整理)			3.00	3.00	2.00		50	箇所	1.000	
	3-2-2絞り込み調査(別途計上)										
	3-2-3水位計設置箇所の評価			6.00	3.00			50	箇所	1.000	
	3-3絞り込みAI解析										
	3-3-1測定データの確認・整理			1.00	2.00	3.00		50	箇所	1.000	
	3-3-2絞り込みAIデータ解析		0.50	1.50	0.50			50	箇所	1.000	
	3-4.絞り込み調査結果の分析・評価		1.50	3.50	1.00	0.50		1575	ha	2.489	
	3-5まとめと照査	0.65	0.65	0.65				1575	ha	2.489	
小ブロック 絞り込み	3.雨天時浸入水の原因把握		0.65	1.30	0.65						1,776
	3-1.調査手順の検討		0.65	1.30	0.65			64	ha	0.428	
	3-2.浸入水発生領域絞り込み調査										
	3-2-1水位計設置個所の検討(机上整理)			3.00	3.00	2.00		12	箇所	0.340	
	3-2-2絞り込み調査(別途計上)										
	3-2-3水位計設置箇所の評価			6.00	3.00			12	箇所	0.340	
	3-3絞り込みAI解析										
	3-3-1測定データの確認・整理			1.00	2.00	3.00		12	箇所	0.750	
	3-3-2絞り込みAIデータ解析		0.50	1.50	0.50			12	箇所	0.750	
	3-4.絞り込み調査結果の分析・評価		1.50	3.50	1.00	0.50		64	ha	0.428	
	3-5まとめと照査	0.65	0.65	0.65				64	ha	0.428	
詳細調査 範囲の 絞り込み (S31-2)	4-1ラインスクリーニング										1,689
	4-1-1事前準備			4.00	2.00			1	地区	1.000	
	4-1-2ラインスクリーニング(別途計上)										
	4-2浸入水発生箇所検出AI解析										
	4-2-1測定データの整形・取り込み		1.30	1.80	1.20			1390	m	1.000	
	4-2-2教師データ作成(必要に応じて計上)			1.00	1.50					0.000	
	4-2-3AIによる学習(必要に応じて計上)		0.65	1.50	1.30					0.000	
	4-2-4AIデータ解析		0.50	0.65				1390	m	1.000	
	4-3ラインスクリーニング結果の分析・評価		1.00	3.00	1.00	1.00		1390	m	0.625	
	4-4まとめと照査	0.65	0.65	0.65				1390	m	0.700	
詳細調査 範囲の 絞り込み (S32-2)	4-1ラインスクリーニング										1,880
	4-1-1事前準備			4.00	2.00			1	地区	1.000	
	4-1-2ラインスクリーニング(別途計上)										
	4-2浸入水発生箇所検出AI解析										
	4-2-1測定データの整形・取り込み		1.30	1.80	1.20			1764	m	1.000	
	4-2-2教師データ作成(必要に応じて計上)			1.00	1.50					0.000	
	4-2-3AIによる学習(必要に応じて計上)		0.65	1.50	1.30					0.000	
	4-2-4AIデータ解析		0.50	0.65				1764	m	1.000	
	4-3ラインスクリーニング結果の分析・評価		1.00	3.00	1.00	1.00		1764	m	0.750	
	4-4まとめと照査	0.65	0.65	0.65				1764	m	0.800	
提出図書 作成	5.提出図書の作成	0.65	1.95	2.60	1.95	1.95	0.65	1575	ha	2.489	2,582
人件費単価(円)		64,800	55,300	48,700	40,600	32,700	27,900				

資表 3-53 データ解析等に要する費用と削減率（さいたま市）

項目	費用（千円）			削減率 （%）	費用（千円）	
	従来技術①	本技術②	差（②-①）		差（②-①）	削減率 （%）
調査方針策定	5,912	5,912	0	0%		
小計	5,912	5,912	0	0%		
中ブロックへの絞り込み	5,930	5,818	▲ 112	2%	▲ 146	2%
小ブロックへの絞り込み	1,810	1,776	▲ 34	2%		
小計	7,740	7,594	▲ 146	2%		
S31-2	詳細調査範囲の絞り込み		1,689	1,689		1,689
	計	0	1,689	1,689		
S32-2	詳細調査範囲の絞り込み		1,880	1,880		1,880
	計	0	1,880	1,880		
小計	0	3,569	3,569			
提出図書の作成	2,582	2,582	0	0%		
小計	2,582	2,582	0	0%		
合計	16,234	19,657	3,423	-21%		

2) 藤沢市

資表 3-54 に、データ解析等に要する費用の算出条件を示す。また、資表 3-55 に従来技術のデータ解析等に要する費用、資表 3-56 に本技術のデータ解析等に要する費用、資表 3-57 にデータ解析等に要する費用と削減率を示す。

なお、雨天時浸入水発生箇所を検出作業において、調査路線延長に応じて作業日数が変動する項目については、距離補正を実施している。

資表 3-54 データ解析等に要する費用の算出条件（藤沢市）

分類	内訳	項目	内容
調査方針策定	基本作業の確認	比較範囲	基本事項の確認（対象流域：700ha）
	基礎調査	比較範囲	既存計画・施設、維持管理状況の整理（対象流域：700ha）
ブロックの絞り込み	中ブロックへの絞り込み	比較範囲	データ整理※から優先度判定まで ※データ整理には、水位計等に記録されたローデータの抽出・加工は含めない
		検討期間	2ヶ月
		検討ブロック	50ブロック（水位計(流量計)50箇所）
	小ブロックへの絞り込み	比較範囲	データ整理※から優先度判定まで ※データ整理には、水位計等に記録されたローデータの抽出・加工は含めない
		検討期間	2ヶ月
		検討ブロック	14ブロック
ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による詳細調査範囲の絞り込み	比較範囲	データ整理※から浸入水発生箇所の検出まで ※データ整理には、DTS 等に記録されたローデータの抽出・加工は含めない	
	検討期間	5降雨	
	検討ブロック	① F25 ブロック：2,597m ② F37 ブロック：1,715m	
提出図書の作成		比較範囲	報告書、図面、その他の関係図書の作成

※延長 2,000m 以上のブロックは、距離補正として、事前準備の標準作業日数を 1.85 日+0.94 日/ブロックとする。

資表 3-55 従来技術のデータ解析等に要する費用（藤沢市）

作業項目		作業人員(人)						数量	単位	補正值	費用 (千円)
		技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員				
調査方針 策定	1.基本作業の確認		0.65	1.30	0.65			700	ha	1.594	3,785
	2.基礎調査										
	2-1.資料収集・整理		1.30	2.60	3.25	3.25	1.30	700	ha	1.594	
	2-2.現地調査		0.65	1.30	1.30	0.65		700	ha	1.594	
	2-3.課題整理		0.65	1.30	1.30			700	ha	1.594	
	2-4.まとめと照査	0.65	0.65					700	ha	1.594	
中ブロック 絞り込み	3.雨天時浸入水の原因把握		0.65	1.30	0.65						5,431
	3-1.調査手順の検討		0.65	1.30	0.65			700	ha	1.594	
	3-2.浸入水発生領域絞り込み調査										
	3-2-1.流量計設置個所の検討(机上整理)			3.00	3.00	2.00		50	箇所	1.000	
	3-2-2.絞り込み調査(別途計上)										
	3-2-3.流量計設置箇所の評価			6.00	3.00			50	箇所	1.000	
	3-3.絞り込み調査結果の分析・評価		1.30	3.50	5.00	5.00		50	箇所	2.000	
3-4.まとめと照査	0.65	0.65	0.65				700	ha	1.594		
小ブロック 絞り込み	3.雨天時浸入水の原因把握		0.65	1.30	0.65						1,683
	3-1.調査手順の検討		0.65	1.30	0.65			54	ha	0.389	
	3-2.浸入水発生領域絞り込み調査										
	3-2-1.水位計設置個所の検討(机上整理)			3.00	3.00	2.00		12	箇所	0.340	
	3-2-2.絞り込み調査(別途計上)										
	3-2-3.水位計設置箇所の評価			6.00	3.00			12	箇所	0.340	
	3-3.絞り込み調査結果の分析・評価		1.30	3.50	5.00	5.00		12	箇所	0.700	
3-4.まとめと照査	0.65	0.65	0.65				64	ha	0.428		
提出図書 作成	4.提出図書の作成	0.65	1.95	2.60	1.95	1.95	0.65	700	ha	1.594	1,653
人件費単価(円)		64,800	55,300	48,700	40,600	32,700	27,900				

資表 3-56 本技術のデータ解析等に要する費用（藤沢市）

作業項目	作業人員(人)						数量	単位	補正值	費用 (千円)	
	技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員					
調査方針 策定	1.基本作業の確認		0.65	1.30	0.65			700	ha	1,594	3,785
	2.基礎調査										
	2-1.資料収集・整理		1.30	2.60	3.25	3.25	1.30	700	ha	1,594	
	2-2.現地調査		0.65	1.30	1.30	0.65		700	ha	1,594	
	2-3.課題整理		0.65	1.30	1.30			700	ha	1,594	
	2-4.まとめと照査	0.65	0.65					700	ha	1,594	
中ブロック 絞り込み	3.雨天時浸入水の原因把握		0.65	1.30	0.65						4,659
	3-1.調査手順の検討		0.65	1.30	0.65			700	ha	1,594	
	3-2.浸入水発生領域絞り込み調査										
	3-2-1水位計設置個所の検討(机上整理)			3.00	3.00	2.00		50	箇所	1,000	
	3-2-2絞り込み調査(別途計上)										
	3-2-3水位計設置箇所の評価			6.00	3.00			50	箇所	1,000	
	3-3絞り込みAI解析										
	3-3-1測定データの確認・整理			1.00	2.00	3.00		50	箇所	1,000	
	3-3-2絞り込みAIデータ解析		0.50	1.50	0.50			50	箇所	1,000	
	3-4.絞り込み調査結果の分析・評価		1.50	3.50	1.00	0.50		700	ha	1,594	
	3-5まとめと照査	0.65	0.65	0.65				700	ha	1,594	
小ブロック 絞り込み	3.雨天時浸入水の原因把握		0.65	1.30	0.65						1,726
	3-1.調査手順の検討		0.65	1.30	0.65			54	ha	0,389	
	3-2.浸入水発生領域絞り込み調査										
	3-2-1水位計設置個所の検討(机上整理)			3.00	3.00	2.00		14	箇所	0,340	
	3-2-2絞り込み調査(別途計上)										
	3-2-3水位計設置箇所の評価			6.00	3.00			14	箇所	0,340	
	3-3絞り込みAI解析										
	3-3-1測定データの確認・整理			1.00	2.00	3.00		14	箇所	0,750	
	3-3-2絞り込みAIデータ解析		0.50	1.50	0.50			14	箇所	0,750	
	3-4.絞り込み調査結果の分析・評価		1.50	3.50	1.00	0.50		54	ha	0,389	
	3-5まとめと照査	0.65	0.65	0.65				54	ha	0,389	
詳細調査 範囲の 絞り込み (F25)	4-1ラインスクリーニング										2,265
	4-1-1事前準備			4.00	2.00			1	地区	1,000	
	4-1-2ラインスクリーニング(別途計上)										
	4-2浸入水発生箇所検出AI解析										
	4-2-1測定データの整形・取り込み		1.30	1.80	1.20			2597	m	1,000	
	4-2-2教師データ作成(必要に応じて計上)			1.00	1.50					0,000	
	4-2-3AIによる学習(必要に応じて計上)		0.65	1.50	1.30					0,000	
	4-2-4AIデータ解析		0.50	0.65				2597	m	1,000	
	4-3ラインスクリーニング結果の分析・評価		1.00	3.00	1.00	1.00		2597	m	1,000	
	4-4まとめと照査	0.65	0.65	0.65				2597	m	1,000	
詳細調査 範囲の 絞り込み (F37)	4-1ラインスクリーニング										1,880
	4-1-1事前準備			4.00	2.00			1	地区	1,000	
	4-1-2ラインスクリーニング(別途計上)										
	4-2浸入水発生箇所検出AI解析										
	4-2-1測定データの整形・取り込み		1.30	1.80	1.20			1715	m	1,000	
	4-2-2教師データ作成(必要に応じて計上)			1.00	1.50					0,000	
	4-2-3AIによる学習(必要に応じて計上)		0.65	1.50	1.30					0,000	
	4-2-4AIデータ解析		0.50	0.65				1715	m	1,000	
	4-3ラインスクリーニング結果の分析・評価		1.00	3.00	1.00	1.00		1715	m	0,750	
	4-4まとめと照査	0.65	0.65	0.65				1715	m	0,800	
提出図書 作成	5.提出図書の作成	0.65	1.95	2.60	1.95	1.95	0.65	700	ha	1,594	1,653
人件費単価(円)		64,800	55,300	48,700	40,600	32,700	27,900				

資表 3-57 データ解析等に要する費用と削減率（藤沢市）

項目	費用（千円）			削減率（%）	費用（千円）	削減率（%）
	従来技術①	本技術②	差（②-①）		差（②-①）	
調査方針策定	3,785	3,785	0	0%		
小計	3,785	3,785	0	0%		
中ブロックへの絞り込み	5,431	4,659	▲ 772	14%	▲ 729	10%
小ブロックへの絞り込み	1,683	1,726	43	-3%		
小計	7,114	6,385	▲ 729	10%		
F25	詳細調査範囲の絞り込み		2,265	2,265		2,265
	計	0	2,265	2,265		
F37	詳細調査範囲の絞り込み		1,880	1,880		1,880
	計	0	1,880	1,880		
小計	0	4,145	4,145			
提出図書の作成	1,653	1,653	0	0%		
小計	1,653	1,653	0	0%		
合計	12,552	15,968	3,416	-27%		

（３）本技術に係る費用の削減率

前項（１）及び（２）における費用の算出結果をもとに本技術に係る費用の削減率を整理し、資表 3-58 に示す。

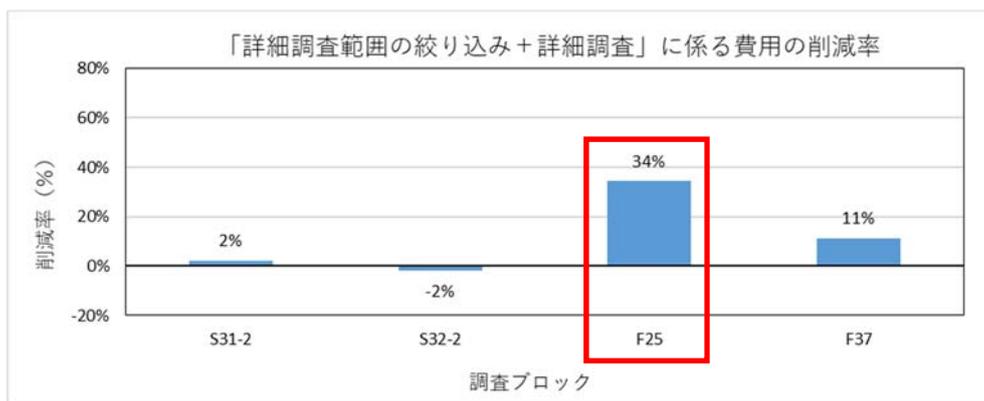
本技術に係る費用の削減率は、都市別では 58～63%、2 都市計で 60%となった。

資表 3-58 本技術に係る費用の削減率（事業性の評価結果）

都市	分類	項目	費用（千円）			削減率（%）	費用（千円） 差（②-①）	削減率（%）	
			従来技術①	本技術②	差（②-①）				
さいたま市	調査方針策定	調査方針策定	5,912	5,912	0	0%			
		小計	5,912	5,912	0	0%			
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	94,673	20,967	▲ 73,706	78%	▲ 93,125	78%	
		小ブロックへの絞り込み	25,468	6,049	▲ 19,419	76%			
		小計	120,141	27,016	▲ 93,125	78%			
	詳細調査範囲の 絞り込み + 詳細調査	S31-2	詳細調査範囲の絞り込み		9,424	9,424		▲ 356	2%
			詳細調査	15,725	5,945	▲ 9,780	62%		
			計	15,725	15,369	▲ 356	2%		
		S32-2	詳細調査範囲の絞り込み		10,539	10,539		305	-2%
			詳細調査	17,011	6,777	▲ 10,234	60%		
			計	17,011	17,316	305	-2%		
	小計	32,736	32,685	▲ 51	0%				
	提出図書の作成	提出図書の作成	2,582	2,582	0	0%			
		小計	2,582	2,582	0	0%			
合計			161,371	68,195	▲ 93,176	58%			
藤沢市	調査方針策定	調査方針策定	3,785	3,785	0	0%			
		小計	3,785	3,785	0	0%			
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	91,490	19,300	▲ 72,190	79%	▲ 93,778	79%	
		小ブロックへの絞り込み	27,955	6,367	▲ 21,588	77%			
		小計	119,445	25,667	▲ 93,778	79%			
	詳細調査範囲の 絞り込み + 詳細調査	F25	詳細調査範囲の絞り込み		12,354	12,354		▲ 9,232	34%
			詳細調査	26,819	5,233	▲ 21,586	80%		
			計	26,819	17,587	▲ 9,232	34%		
		F37	詳細調査範囲の絞り込み		10,237	10,237		▲ 1,741	11%
			詳細調査	15,325	3,347	▲ 11,978	78%		
			計	15,325	13,584	▲ 1,741	11%		
	小計	42,144	31,171	▲ 10,973	26%				
	提出図書の作成	提出図書の作成	1,653	1,653	0	0%			
		小計	1,653	1,653	0	0%			
合計			167,027	62,276	▲ 104,751	63%			
2都市計	調査方針策定	調査方針策定	9,697	9,697	0	0%			
		小計	9,697	9,697	0	0%			
	ブロック絞り込み	中ブロックへの絞り込み	186,163	40,267	▲ 145,896	78%	▲ 186,903	78%	
		小ブロックへの絞り込み	53,423	12,416	▲ 41,007	77%			
		小計	239,586	52,683	▲ 186,903	78%			
	詳細調査範囲の 絞り込み + 詳細調査	詳細調査範囲の絞り込み		42,554	42,554		▲ 11,024	15%	
		詳細調査	74,880	21,302	▲ 53,578	72%			
		小計	74,880	63,856	▲ 11,024	15%			
	提出図書の作成	提出図書の作成	4,235	4,235	0	0%			
		小計	4,235	4,235	0	0%			
合計			328,398	130,471	▲ 197,927	60%			

ここで、事業性の評価結果について、以下に整理する。

- ① 資表 3-58 によると、「ブロック絞り込み」に係る削減率は、さいたま市 78%、藤沢市 79%と、2 都市間に殆ど差は生じなかった。しかし、「詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査」に係る削減率は-2~34%と、4 つの調査ブロック (S31-2、S32-2、F25、F37) の間で差が認められ、F25 ブロックが最も高い削減率を示した (資図 3-12)。



資図 3-12 詳細調査範囲の絞り込みと詳細調査に係る費用の削減率

- ② 「詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査」に係る削減率について、各調査ブロックの状況 (資表 3-59) を見ると、F25 ブロックは他の調査ブロックと比べて管きょ延長、家屋数ともに多く、また単管長の短い管きょ (0.75m) が布設されている。

資表 3-59 費用の削減率と各調査ブロックの状況等

ブロック	費用の削減率	調査ブロックの状況			本技術 (ライスクリーニングと浸入水検出AI による絞り込み) により絞り込まれた詳細調査範囲			
	「詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査」の削減率 (資表3-58より)	管きょ延長 (m)	家屋数 (戸)	単管長 (m)	調査路線延長 (m)		調査家屋数 (戸)	
						管きょ延長に対する比率		家屋数に対する比率
ランク順	①	②	③	④	④/①	⑤	⑤/②	
F25	34%	2,597	298	0.75	429	17%	54	18%
F37	11%	1,715	105	0.75	281	16%	28	27%
S31-2	2%	1,390	203	2.0	568	41%	57	28%
S32-2	-2%	1,764	201	2.0	716	41%	63	31%

以下に、費用の削減率に関する考察を示す。

- ① 資表 3-58 の「ブロック絞り込み」について、2 都市間の削減率に差が殆ど生じなかった理由としては、2 都市とも小口径管 (さいたま市: ϕ 200~450、藤沢市: ϕ 200~300) を対象とした設置作業であり、人孔内における作業環境や水位計の設置作業に

要する時間の違いが少なかったことや、機器の複数設置による作業時間の平衡化が働いたものと推察される。

② 資表 3-58 の「詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査」について、4つの調査ブロック間で削減率が異なった理由としては、資表 3-59 より以下が推察される。

- ・ F25 ブロックは他の 3 ブロックと比べて管きょ延長、家屋数ともに多く、詳細調査を実施すれば最も調査費用を要するブロックである。そのため、詳細調査範囲の絞り込みを行えば、その削減効果が発現しやすいと考えられる。
- ・ F25 ブロックは単管長の短い管きょ (0.75m) が布設されており、詳細調査のひとつである管内テレビカメラ調査では、管接手部の確認箇所が多いために日進量は低下し、必要な費用は増加するものと考えられる。そのため、詳細調査範囲の絞り込みを行えば、その削減効果が発現しやすいと考えられる。
- ・ 本技術 (ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み) により絞り込まれた詳細調査範囲をみると、F25 ブロックは管きょ延長に対する比率、家屋数に対する比率ともに 20%未満であり、他のブロックに比べて雨天時浸入水の発生箇所が少なく、詳細調査範囲の絞り込みによる費用の削減効果が高いブロックである。

③ 上記②より、ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みによる事業性は、下記の条件に該当するブロックにおいてその効果が高まるものと考えられる。

- a) 管きょ延長が長く、家屋数が多いブロック
- b) 単管長の短い管きょが多いブロック
- c) 雨天時浸入水の発生している路線割合が小さなブロック

3.3 調査・分析の試算例及び作業時間・費用の傾向分析

本技術は、既存の技術資料（積算資料等）では、導入検討時等の費用試算や業務発注時の資料作成作業等を進めることが困難であるため、本節では費用等算出根拠資料を整理する。

本技術を実施するには、①雨天時浸入水調査業務、及び②雨天時浸入水分析・評価業務の2つの業務が必要となっている。また本技術は、「水位計と絞り込み AI による絞り込み技術」により対策優先度の高いブロックを絞り込み、「ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術」により優先ブロック内の雨天時浸入水発生箇所をスパン単位以下で検出し、詳細調査範囲を絞り込むことにより調査に要する期間や費用を縮減するものである。そのため、ブロック絞り込みから原因把握のための詳細調査までの調査全体を対象範囲として資料整理を行う。

① 調査業務

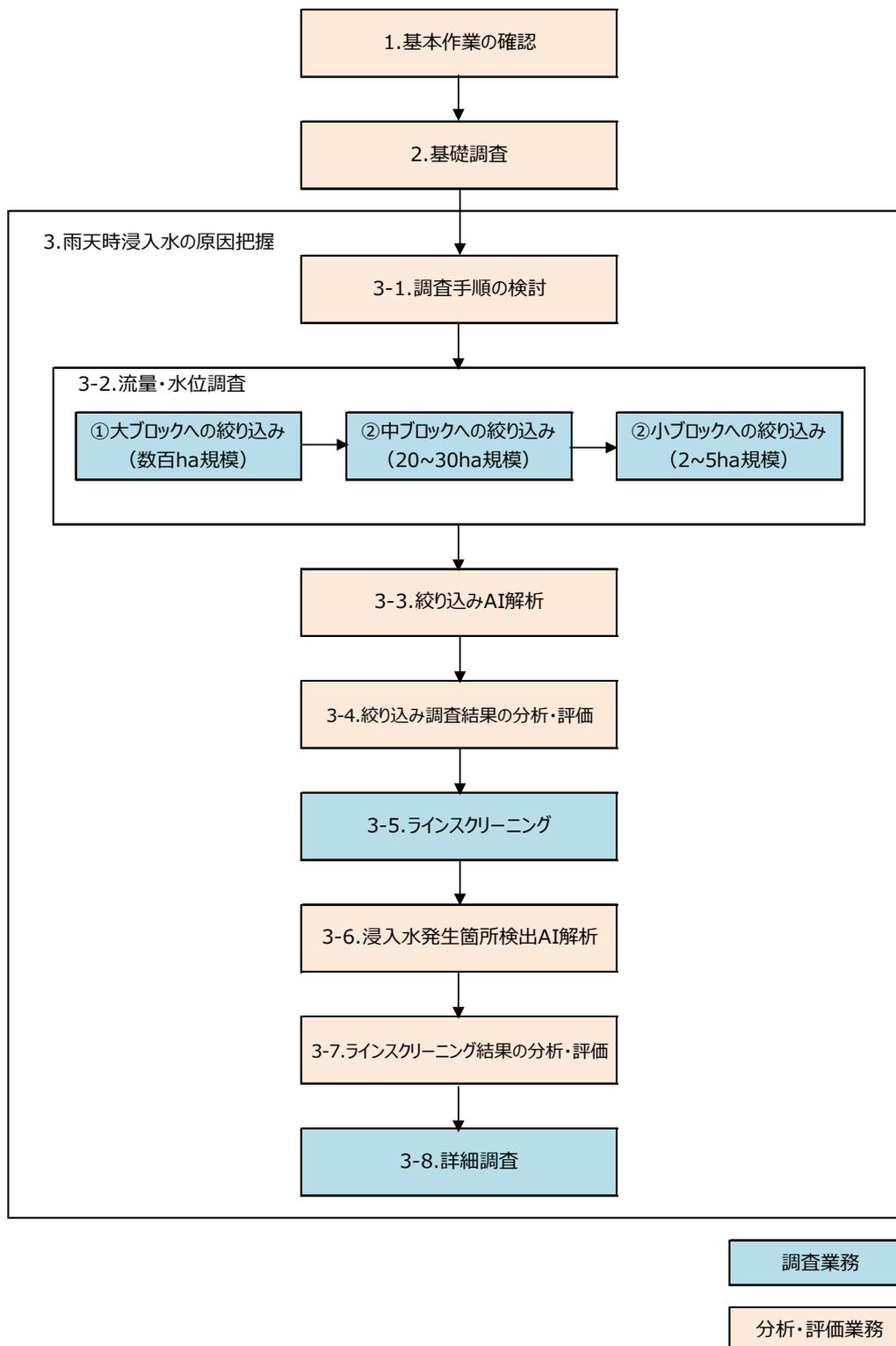
調査業務については、（公社）日本下水道管路管理業協会が発刊している「下水道管路管理積算資料³⁾」を参考に算出する。また、この資料に記載されていない工種等については、今回の実証研究で得られた知見をもとに設定を行う。

② 分析・評価業務

分析・評価業務については、（公財）日本下水道新技術機構が発刊している「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⁴⁾」を参考に算出する。なお、記載がない工種等については、今回の実証研究で得られた知見をもとに設定を行う。

3.3.1 業務フロー

資図 3-13 に、業務フローを示す。



資図 3-13 業務フロー

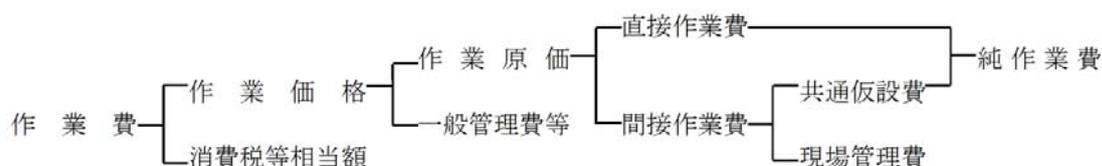
3.3.2 積算の考え方

3.3.2.1 雨天時浸入水調査業務

雨天時浸入水調査業務の概要及び費用等について以下に整理する。

(1) 作業費の構成と内容

各作業に共通的な作業費を資図 3-14 に示す。このうち、直接作業費の内訳は、作業工種によって異なる。



資図 3-14 作業費の構成

1) 作業費

作業費とは、作業価格と消費税等相当額の和で、作業の実施に当たり、通常、企業が必要と考えられるすべての費用である。

2) 作業価格

作業価格とは、作業原価と一般管理費等の和で、消費税等相当額を含まない費用である。

3) 作業原価

作業原価とは、直接作業費と間接作業費の和で、作業現場における経理で処理されると考えられるすべての費用を総称したものである。

4) 直接作業費

直接作業費とは、作業価格のうち間接作業費を除いた費用であり、作業を行うために直接必要となる作業費・仮設費等で、明確に把握できる作業に掛かる費用とする。この費用は工種によって異なり、それぞれの区分毎に材料費、労務費及び直接経費の 3 要素について積算する。

5) 間接作業費

間接作業費とは、共通仮設費と現場管理費に区分され、作業の出来高に直接関係せず、各工種別の作業に際して、共通的に使用されるものすべての費用で、工種毎に投入量を個別に把握することが困難な共通的费用である。したがって、この費用は、工種毎に求める直接作業費とは異なり、一つの作業全体を一括にとらえて積算する。

6) 一般管理費等

一般管理費等とは、作業実施にあたる企業の本店や支店における継続運営に必要な経費である。

7) 消費税等相当額

消費税等相当額とは、設計書の作業価格に消費税等の税率を乗じて計上する費用である。

(2) 労務費

労務費は、作業実施に必要な労務の費用であり、次により算出する。

$$\begin{aligned} \text{労務費} &= \text{所要人員} \times \text{労務単価} \\ &= (\text{設計作業量} \times \text{その作業の歩掛り}) \times (\text{基本額} + \text{割増し賃金}) \end{aligned}$$

労務単価は、各職種の労働者に支払われる賃金であって、直接作業に従事した時間の労務費の基本給をいい、基本給は「公共工事設計労務単価」、「設計業務委託等技術者単価」等を使用する。

公共工事設計労務単価は、国土交通省及び農林水産省が、公共事業労務費調査に基づき、公共工事に従事する労働者の職種毎の県別賃金を定めたものである。

設計業務委託等技術者単価は、調査設計業務等技術者給与等実態調査に基づき、国土交通省が発注する公共工事の設計業務委託等の積算に用いるための技術者単価である。

なお、「下水道管路管理積算資料³⁾」では、公共工事設計労務単価、設計業務委託等技術者単価に記載されていない管路管理独自の職種（清掃技師、調査技師等）を使用している。この労務単価については、**資表 3-60** に示す暫定適用職種の単価を使用する。

資表 3-60 管路管理の職種と暫定適用職種

管路管理の職種	暫定適用職種	備 考
管理主任技師	技 師 (A)	設計業務委託等技術者単価
管理技師	測量主任技師	〃
調査技師	測量技師	〃
調査助手	測量技師補	〃
調査作業員	普通作業員	公共工事設計労務単価
清掃技師	土木一般世話役	〃
清掃作業員	特殊作業員	〃
補修技師	トンネル世話役	〃
監視人	特殊作業員	〃

(3) 共通仮設費

1) 率分基本式

率分基本式 = 対象額 (P) × (共通仮設費率 (Kr) × 0.5 × 補正係数)

$$Kr = A \cdot P^b \dots \dots \dots \text{式 (3-6)}$$

ただし、Kr：共通仮設費率 (%)

P：対象額 (円)

(対象額=直接作業費+支給品費+事業損失防止施設費)

なお、調査における報告書作成工の費用は、対象額 (P) に含まない。

A、b：変数値

注) Kr×0.5の端数処理後に補正係数を乗じて、小数点以下第3位を四捨五入して第2位とする。

2) 作業地域を考慮した補正

資表 3-61 の適用条件に該当する場合、共通仮設費に次表の補正係数を乗じる。

資表 3-61 共通仮設費率の地域補正

適用条件		補正係数	適用優先
作業地域区分	対象		
大都市	札幌市、仙台市、さいたま市、川口市、草加市、千葉市、市川市、船橋市、習志野市、浦安市、東京特別区、八王子市、横浜市、川崎市、相模原市、新潟市、静岡市、名古屋市、京都市、大阪市、堺市、神戸市、尼崎市、西宮市、芦屋市、広島市、北九州市、福岡市の市街地部が作業箇所に含まれる場合。	1.5	1
一般交通影響あり(1)	2車線以上(片側1車線以上)かつ交通量(上下合計)が5,000台/日以上以上の車道において、車線変更を促す規制を行う場合。ただし、常時全面通行止めの場合は対象外とする。	1.3	2
一般交通影響あり(2)	一般交通影響あり(1)以外の車線において、車線変更を促す規制を伴う場合(常時全面通行止めの場合を含む)。	1.2	3
市街地(DID補正)	市街地部が作業箇所に含まれる場合。	1.2	4
山間僻地及び離島	人事院規則における特勤手当を支給するために指定した地区、及びこれに準ずる地区の場合。	1.3	5

注1) 市街地とは、作業地域が人口集中地区(DID地区)及びこれに準ずる地区をいう。なお、DID地区とは、総務省統計局国勢調査による地域別人口密度が4,000人/以上でその全体が5,000人以上となっている地区をいう。なおDID地区は、総務省統計局ホームページの国勢調査人口集中地区境界図⁵⁾から都道府県単位の市区町村境界図上で閲覧することができる。

注2) 複数の適用条件に該当する場合は、適用優先順に従い決定するものとする。

(4) 現場管理費

1) 現場管理費の算定式

現場管理費の算定式は、以下のとおりである。

$$\text{現場管理費} = \text{対象純作業費} \times \{ (\text{現場管理費率 (Jo)} \times \text{補正係数}) + \text{補正值} \}$$

$$J_o = A \cdot N_p^b \dots \dots \dots \text{式 (3-7)}$$

ただし、 J_o ：現場管理費率（％）

N_p ：純作業費（円）

A, b ：変数値（ A ：228.2、 b ：-0.1119）

注） J_o の値は、小数点以下第3位を四捨五入して2位止めとする。

注）補正係数を乗じる場合は、現場管理費率（ J_o ）の端数処理後に補正係数を乗じて、小数点以下第3位を四捨五入して第2位とする。

2) 作業地域を考慮した補正

資表 3-62 の適用条件に該当する場合、現場管理費に次表の補正係数を乗じる。

資表 3-62 現場管理費率の地域補正

適用条件		補正係数	適用優先
作業地域区分	対象		
大都市	札幌市、仙台市、さいたま市、川口市、草加市、千葉市、市川市、船橋市、習志野市、浦安市、東京特別区、八王子市、横浜市、川崎市、相模原市、新潟市、静岡市、名古屋市、京都市、大阪市、堺市、神戸市、尼崎市、西宮市、芦屋市、広島市、北九州市、福岡市の市街地部が作業箇所に含まれる場合。	1.2	1
一般交通影響あり(1)	2車線以上（片側1車線以上）かつ交通量（上下合計）が5,000台/日以上以上の車道において、車線変更を促す規制を行う場合。ただし、常時全面通行止めの場合は対象外とする。	1.1	2
一般交通影響あり(2)	一般交通影響あり（1）以外の車線において、車線変更を促す規制を伴う場合（常時全面通行止めの場合を含む）。	1.1	3
市街地（DID補正）	市街地部が作業箇所に含まれる場合。	1.1	4
山間僻地及び離島	人事院規則における特地勤務手当を支給するために指定した地区、及びこれに準ずる地区の場合。	1	5

注 1) 市街地とは、作業地域が人口集中地区（DID 地区）及びこれに準ずる地区をいう。なお、DID 地区とは、総務省統計局国勢調査による地域別人口密度が 4,000 人/以上でその全体が 5,000 人以上となっている地区をいう。なお DID 地区は、総務省統計局ホームページの国勢調査人口集中地区境界図⁵⁾ から都道府県単位の市区町村境界図上で閲覧することができる。

注 2) 複数の適用条件に該当する場合は、適用優先によるが、共通仮設費で決定した作業地域区分と同じものを適用すること。

(5) 一般管理費等の計算

一般管理費等の算定式は、以下のとおりである。

$$\text{一般管理費等} = \text{作業原価} (C_p) \times \text{一般管理費等率} (G_p)$$

$$G_p = -5.48972 \times \log C_p + 59.4977 \dots \dots \dots \text{式 (3-8)}$$

ただし、 G_p ：一般管理費等率（％）

C_p ：作業原価（円）

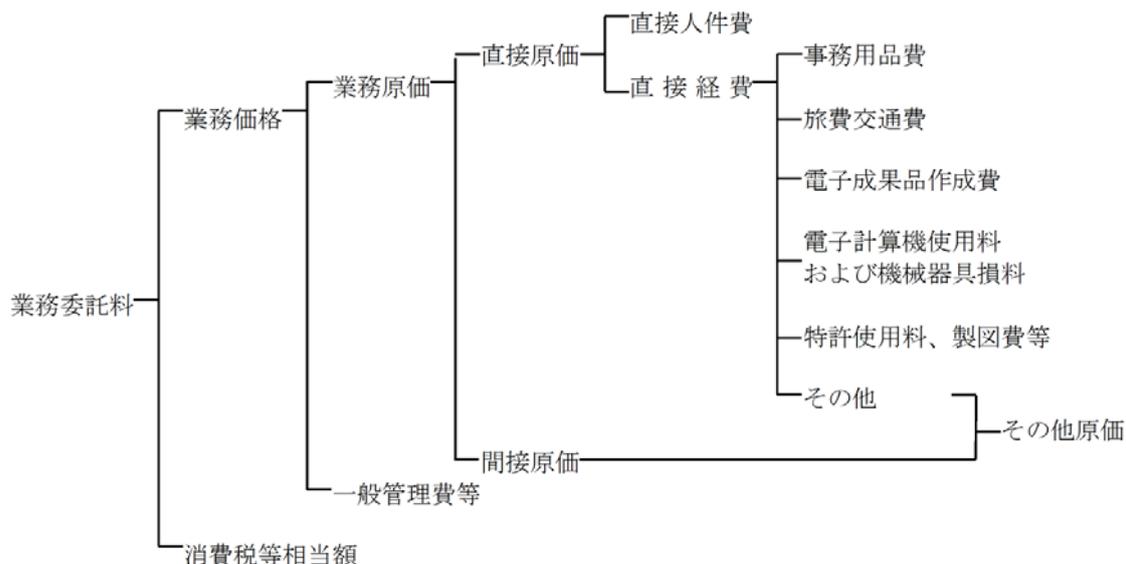
注） G_p の値は、小数点以下第3位を四捨五入して第2位とする。

3.3.2.2 雨天時浸入水分析・評価業務

雨天時浸入水分析・評価業務の概要及び費用等について以下に整理する。

(1) 業務委託料構成費目の内容

業務委託料の構成は、資図 3-15 に示すとおりである。



(注)測量業務や流量・水位・雨量等の実測調査等は別途計上とする。

資図 3-15 業務委託料の構成

1) 直接原価

① 直接人件費

直接人件費は業務処理に従事する技術者の人件費とする。

② 直接経費

直接経費は、業務処理に必要な経費のうち次の a～d までに掲げるものとする。

- a 旅費交通費
- b 電子成果品作成費
- c 電子計算機使用料及び機械器具損料
- d 特許使用料、製図費等

これ以外の経費については、その他原価として計上する。

2) その他原価

その他原価は、間接原価及び直接経費（積上げ計上するものを除く）からなる。なお、特殊な技術計算、図面作成等の専門業に外注する場合に必要な経費、業務実績の登録等に要する費用を含む。

3) 一般管理費等

業務を処理する建設コンサルタント等における経費等のうち直接原価、間接原価以外の経費。一般管理費等は一般管理費及び付加利益よりなる。

① 一般管理費

一般管理費は、建設コンサルタント等の当該業務担当部署以外の経費であって、役員報酬、従業員給与手当、退職金、法定福利費、福利厚生費、事務用品費、通信交通費、動力用水光熱費、広告宣伝費、交際費、寄付金、地代家賃、減価償却費、租税公課、保険料、雑費等を含む。

② 付加利益

付加利益は、当該業務を実施する建設コンサルタント等を、継続的に運営するのに要する費用であって、法人税、地方税、株主配当金、役員賞与金、内部保留金、支払利息及び割引料、支払保証料その他の営業外費用等を含む。

4) 消費税等相当額

消費税等相当額は、消費税等相当額分を積算する。

(2) 業務委託料の積算

業務委託料は、次の方式により積算する。

$$\begin{aligned} \text{業務委託料} &= (\text{業務価格}) + (\text{消費税等相当額}) \\ &= [\{ (\text{直接人件費}) + (\text{直接経費}) + (\text{その他原価}) \} + (\text{一般管理費等})] \times \{ 1 + (\text{消費税等率}) \} \end{aligned}$$

1) 直接人件費

設計業務等に従事する技術者の人件費とする。なお、名称及びその基準日額は別途定める。

2) 直接経費

直接経費は、前頁に示した各項目について、必要額を積算するものとし、旅費交通費については、各所管の「旅費取扱規則」及び「日額旅費支給規則」等に準じて積算するものとする。

それ以外に必要な額については、その他原価として計上する。

3) その他原価

その他原価は次式により算定した額の範囲内とする。

$$\text{その他原価} = (\text{直接人件費}) \times \alpha / (1 - \alpha)$$

ただし、 α は業務原価（直接経費の積上計上分を除く）に占めるその他原価の割合であり、35%とする。

4) 一般管理費等

一般管理費等は次式により算定した額の範囲内とする。

$$\text{一般管理費等} = (\text{業務原価}) \times \beta / (1 - \beta)$$

ただし、 β は業務価格に占める一般管理費等の割合であり、35%とする。

5) 消費税等相当額

消費税等相当額は、消費税法及び地方税法に基づき、設計業務等に課せられる消費税等の額とする。

$$\text{消費税等相当額} = \{ \{ (\text{直接人件費}) + (\text{直接経費}) + (\text{その他原価}) \} + (\text{一般管理費等}) \} \times (\text{消費税等率})$$

【参考資料】電子成果品作成費

「土木設計業務等の電子納品要領（案）」に基づく電子成果品の作成費用は、次の計算式により算出するものとする。ただし、電子成果品の内容等が、上記の納品要領と異なる場合など、これによりがたい場合は、別途考慮する。

$$\text{電子成果品作成費（千円）} = 5.1X^{0.38}$$

ただし、 X ：直接人件費（千円）

- (注) 1. 上式の電子成果品作成費の算出に当たっては、直接人件費を千円単位（小数点以下切り捨て）で代入する。
2. 算出された電子成果品作成費（千円）は、千円未満を切り捨てる（小数点以下切り捨て）ものとする。
3. 電子成果品作成費の上下限については、上限：250千円、下限20千円とする。

(3) 積算資料

資表 3-63 に、AI を活用した分析・評価業務の標準歩掛を示す。

資表 3-63(1) AI を活用した分析・評価業務の標準歩掛 (1/3)

1. 基本作業の確認(基準面積 300ha)

単位:人

作業項目	作業人員						
	主任技術者	技師長	主任技師	技師(A)	技師(B)	技師(C)	技術員
1.基本作業の確認			0.65	1.30	0.65		

2. 基礎調査(基準面積 300ha)

単位:人

作業項目	作業人員						
	主任技術者	技師長	主任技師	技師(A)	技師(B)	技師(C)	技術員
2-1.資料収集・整理			1.30	2.60	3.25	3.25	1.30
2-2.現地調査			0.65	1.30	1.30	0.65	
2-3.課題整理			0.65	1.30	1.30		
2-4.まとめと照査		0.65	0.65				
小計		0.65	3.25	5.20	5.85	3.90	1.30

3. 雨天時浸入水の原因把握

3A. 浸入水発生区域の絞り込み(基準面積 300ha、基準箇所数 50箇所)

単位:人

作業項目	作業人員						
	主任技術者	技師長	主任技師	技師(A)	技師(B)	技師(C)	技術員
3-1.調査手順の検討			0.65	1.30	0.65		
3-2.浸入水発生領域絞り込み調査							
3-2-1水位計設置個所の検討(机上整理)				3.00	3.00	2.00	
3-2-2絞り込み調査(別途計上)							
3-2-3水位計設置箇所の評価				6.00	3.00		
3-3絞り込みAI解析							
3-3-1測定データの確認・整理				1.00	2.00	3.00	
3-3-2絞り込みAIデータ解析			0.50	1.50	0.50		
3-4絞り込み調査結果の分析・評価			1.50	3.50	1.00	0.50	
3-10まとめと照査		0.65	0.65	0.65			
小計		0.65	3.30	16.95	10.15	5.50	

(注1) 対象区域の絞り込み(大~小ブロック)単位で検討箇所分計上する。

(注2) 基準面積 300ha、基準箇所数 50箇所

資表 3-63(2) AI を活用した分析・評価業務の標準歩掛 (2/3)

3B. ラインスクリーニング(基準延長2,000m 設置箇所1箇所)

単位:人

作業項目	作業人員						
	主任 技術者	技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員
3-5ラインスクリーニング							
3-5-1事前準備※①				4.00	2.00		
3-5-2ラインスクリーニング(別途計上)※							
3-6浸入水発生箇所検出AI解析							
3-6-1測定データの整形・取り込み※②			1.30	1.80	1.20		
3-6-2教師データ作成(必要に応じて計上)※				1.00	1.50		
3-6-3AIによる学習(必要に応じて計上)※			0.65	1.50	1.30		
3-6-4AIデータ解析※③			0.50	0.65			
3-7ラインスクリーニング結果の分析・評価※④			1.00	3.00	1.00	1.00	
3-10まとめと照査		0.65	0.65	0.65			
小 計		0.65	4.10	12.60	7.00	1.00	

※今回追加項目

①～④ :補正係数(別表参照)

(注1) 対象降雨は5降雨程度。これを超える場合には、作業人工の追加が必要。

3C 浸入水の原因把握(基準面積 2～5ha)

単位:人

作業項目	作業人員						
	主任 技術者	技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員
3-8.詳細調査(別途計上)							
3-9.浸入水の原因把握			1.30	1.95	1.95	1.30	0.65
3-10まとめと照査		0.65	0.65	0.65			
小 計		0.65	1.95	2.60	1.95	1.30	0.65

(注1) 対象区域が複数箇所の場合は、箇所数分計上する。

(注2) 2～5haに絞り込むことを前提とした歩掛であり、それ以外の面積の場合は別途考慮する。

4. 提出図書の作成(基準面積 300ha)

単位:人

作業項目	作業人員						
	主任 技術者	技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員
4.提出図書の作成		0.65	1.95	2.60	1.95	1.95	0.65

資表 3-63(3) AI を活用した分析・評価業務の標準歩掛 (3/3)

5. 計画協議

単位:人/業務

作業項目	作業人員						
	主任 技術者	技師長	主任 技師	技師 (A)	技師 (B)	技師 (C)	技術員
5.計画協議		1.30	1.95	2.60	2.60		

3 B. ラインスクリーニング補正係数

調査対象路線延長	①	②	③	④
～1000mまで	1.0	0.6	0.500	0.6
1000m ～ 1500m	1.0	0.8	0.625	0.7
1500m ～ 2000m	1.0	1.0	0.750	0.8
2000m ～ 2500m	1.5	1.2	0.875	0.9
2500m ～ 3000m	1.5	1.4	1.000	1.0
3000m ～ 3600m	1.5	1.6	1.125	1.1

3.3.3 作業時間及び費用の傾向分析

本項では、本技術による雨天時浸入水調査に係る作業時間と費用について、実証研究フィールドのさいたま市、藤沢市の試算結果を基に、従来技術との比較や、雨天時浸入水の発生割合の違いによる傾向分析を行った。

3.3.3.1 作業時間の傾向分析

調査に要する作業時間は、その調査内容により対象項目が異なる。そこで、作業時間の傾向分析に当たっては、本技術及び従来技術を実施する際に必要な作業時間として、**資表 3-64** に示す算定項目及び内容を対象とした。

なお、ラインスクリーニングは、調査ブロック単位で DTS の設置が必要になるため、別途、DTS の設置と撤去に要する作業時間を計上する。

資表 3-64 作業時間の算定項目及び内容

分類	算定項目	内 容
調査	a) 流量計	・PB フリュームの設置・撤去・巡回点検・報告書作成に要する時間
	b) 水位計	・水位計の設置・撤去・巡回点検・報告書作成に要する時間
	c) ラインスクリーニング	・光ファイバーケーブルの設置・撤去・巡回点検に要する時間 ・管きょ延長 2,000m 未満と 2,000m 以上の 2 つに分類
	d) 本管詳細調査（テレビカメラ調査＋送煙調査）	・テレビカメラ＋管内清掃＋送煙調査と報告書作成に要する時間 ・テレビカメラ調査は、単管長 2m 以上と 2m 未満の 2 つに分類
	e) 宅内詳細調査（誤接合調査）	・宅内排水設備の染色、音響、目視調査と報告書作成に要する時間
データ解析等	f) 調査方針策定	・基本作業の確認と基礎調査に要する時間
	g) ブロック絞り込みの解析	・データ整理から優先度判定までに要する時間
	h) ラインスクリーニングの解析	・データ整理から浸入水発生箇所を検出までに要する時間
	i) 提出図書の作成	・報告書、図面、その他の関係図書作成に要する時間

(1) 算定条件

以下に、作業時間を算定するための条件を示す。

【算定条件】

- ① 調査対象管路延長は、3,600m以下の範囲とする。
- ② DTS の設置・撤去・巡回点検に要する時間は、別途計上する。
- ③ 本管の詳細調査は、テレビカメラ調査（管径 250mm 以下、管内清掃（土砂率 5%）を含む）及び送煙調査とする。
- ④ 宅内誤接合調査の対象戸数は 300 戸以下の範囲とする。また調査内容は、宅内排水設備を対象とした染色、音響、目視調査とする。
- ⑤ 水位計、ラインスクリーニングによる絞り込み調査期間は各 2 ヶ月間とし、巡回点検は 2 週間に 1 回とする。
- ⑥ 解析に要する時間には、処理待ちの時間は含まない。

(2) 作業時間の算定結果と回帰式

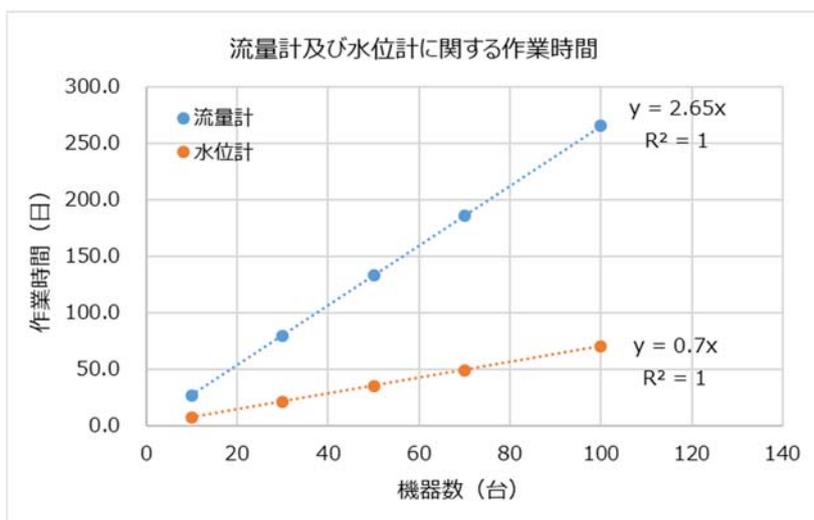
資表 3-64 に示す作業時間の算定項目及び内容、並びに上記（1）の算定条件に従い、実証研究を行った 2 都市における作業時間を試算のうえグラフ化し、回帰式を表示した。

1) 流量計及び水位計に関する作業時間

資表 3-65 に、ブロック絞り込みに用いる流量計及び水位計に関する作業時間の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-16 に示す。

資表 3-65 流量計及び水位計に関する作業時間の試算結果

		標準作業量 (箇所/日)	機器数					単位
			10	30	50	70	100	
流量計	設置	4	2.5	7.5	12.5	17.5	25.0	日
	撤去	10	1.0	3.0	5.0	7.0	10.0	日
	巡回点検	10	3.0	9.0	15.0	21.0	30.0	日
	報告書作成	0.5	20.0	60.0	100.0	140.0	200.0	日
	合計		26.5	79.5	132.5	185.5	265.0	日
水位計	設置	10	1.0	3.0	5.0	7.0	10.0	日
	撤去	20	0.5	1.5	2.5	3.5	5.0	日
	巡回点検	20	1.5	4.5	7.5	10.5	15.0	日
	報告書作成	2.5	4.0	12.0	20.0	28.0	40.0	日
	合計		7.0	21.0	35.0	49.0	70.0	日



資図 3-16 流量計及び水位計に関する作業時間の回帰式

2) ラインスクリーニング及び本管詳細調査に関する作業時間

資表 3-66 に、ラインスクリーニングに関する作業時間の試算結果を示す。また資表 3-67 に、本管詳細調査に関する作業時間の試算結果を示す。

これらの試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-17 に示す。

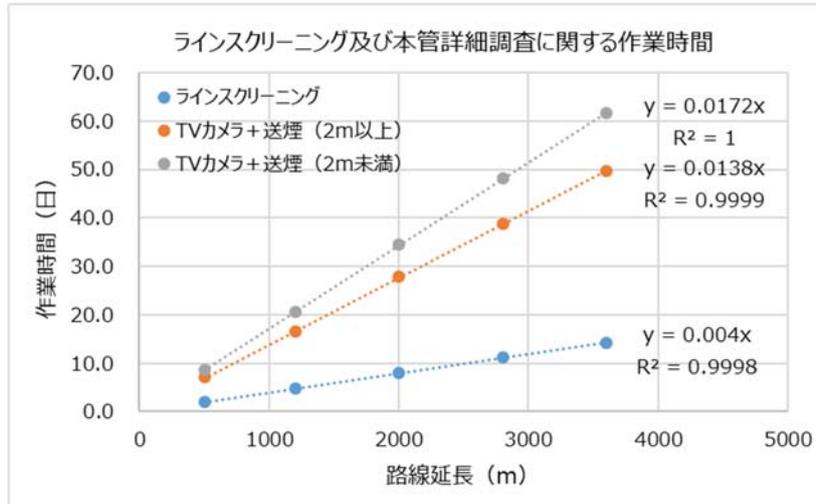
資表 3-66 ラインスクリーニングに関する作業時間の試算結果

	標準作業量	単位	管路延長					単位	
			500	1200	2000	2800	3600		
ラインスクリーニング	設置	470	m/日	1.1	2.6	4.3	6.0	7.7	日
	撤去	1500	m/日	0.3	0.8	1.3	1.9	2.4	日
	巡回点検	2600	m/日	0.6	1.5	2.4	3.3	4.2	日
	合計			2.0	4.9	8.0	11.2	14.3	日

※別途、DTS1基当たり、設置0.5日、撤去0.1日 合計0.6日を計上する。

資表 3-67 本管詳細調査に関する作業時間の試算結果

	標準作業量	単位	管路延長					単位
			500	1200	2000	2800	3600	
TVカメラ調査 (単管長2m以上)	300	m/日	1.7	4.0	6.7	9.4	12.0	日
TVカメラ調査 (単管長2m未満)	180	m/日	2.8	6.7	11.2	15.6	20.0	日
管内清掃	555	m/日	1.0	2.2	3.7	5.1	6.5	日
本管送煙調査	500	m/日	1.0	2.4	4.0	5.6	7.2	日
TVカメラ・報告書作成 (単管長2m以上)	600	m/日	0.9	2.0	3.4	4.7	6.0	日
TVカメラ・報告書作成 (単管長2m未満)	360	m/日	1.4	3.4	5.6	7.8	10.0	日
本管送煙・報告書作成	200	m/日	2.5	6.0	10.0	14.0	18.0	日
TVカメラ+送煙調査	単管長2m以上		7.1	16.6	27.8	38.8	49.7	日
	単管長2m未満		8.7	20.7	34.5	48.1	61.7	日



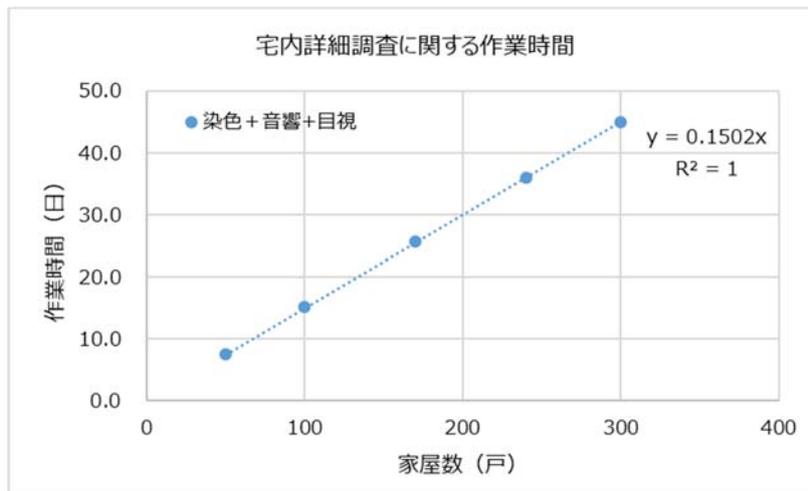
資図 3-17 ラインスクリーニング及び本管詳細調査に関する作業時間の回帰式

3) 宅内詳細調査に関する作業時間

資表 3-68 に、ラインスクリーニングに関する作業時間の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-18 に示す。

資表 3-68 宅内詳細調査に関する作業時間の試算結果

	標準作業量 (戸/日)	家屋数					単位	
		50	100	170	240	300		
宅内 詳細調査	音響・染色・目視	12	4.2	8.4	14.2	20.0	25.0	日
	報告書作成	15	3.4	6.7	11.4	16.0	20.0	日
	合計		7.6	15.1	25.6	36.0	45.0	日



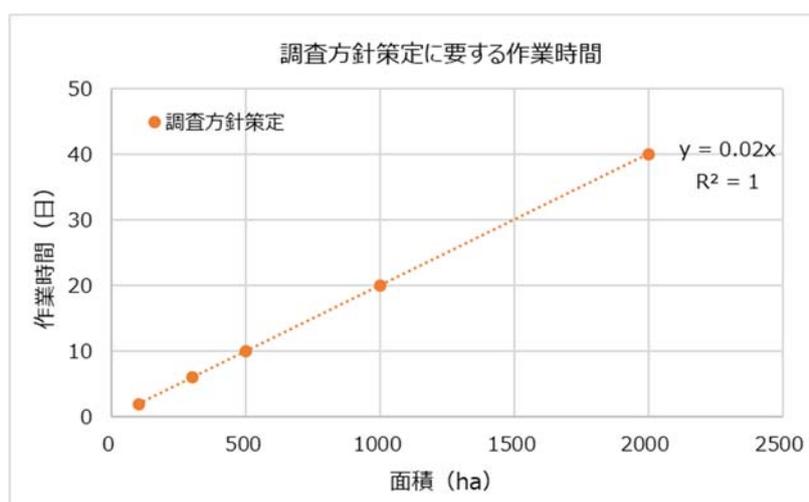
資図 3-18 宅内詳細調査に関する作業時間の回帰式

4) 調査方針策定に要する作業時間

資表 3-69 に、調査方針策定に要する作業時間の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-19 に示す。

資表 3-69 調査方針策定に要する作業時間の試算結果

	標準作業量	単位	面積					単位	
			100	300	500	1000	2000		ha
調査方針策定	基本作業の確認	300	ha/日	0.3	1.0	1.7	3.3	6.7	日
	基礎調査	60	ha/日	1.7	5.0	8.3	16.7	33.3	日
	合計			2.0	6.0	10.0	20.0	40.0	日



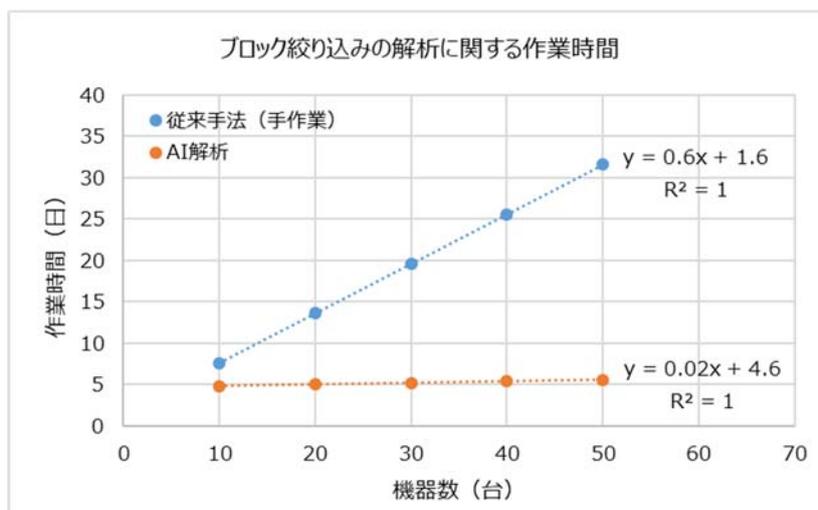
資図 3-19 調査方針策定に要する作業時間の回帰式

5) ブロック絞り込みの解析に関する作業時間

資表 3-70 に、ブロック絞り込みの解析に関する作業時間の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-20 に示す。

資表 3-70 ブロック絞り込みの解析に関する作業時間の試算結果

	標準作業量	機器数					単位
	(箇所/日)	10	20	30	40	50	基
従来手法 (手作業)	0.6	7.6	13.6	19.6	25.6	31.6	日
	+ 固定時間として1.6日						
AI解析	0.02	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	日
	+ 固定時間として4.6日						



資図 3-20 ブロック絞り込みの解析に関する作業時間の回帰式

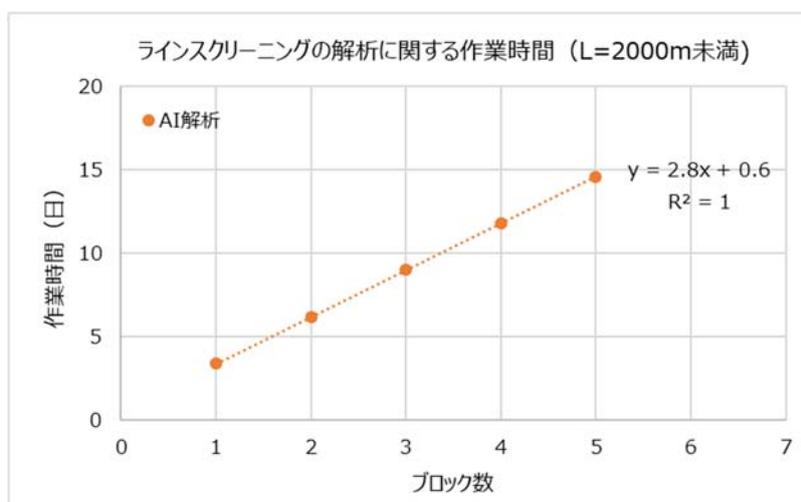
6) ラインスクリーニングの解析に関する作業時間

① 管きょ延長 L=2,000m 未満

資表 3-71 に、ラインスクリーニングの解析に関する作業時間の試算結果（管きょ延長 L=2,000m 未満）を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-21 に示す。

資表 3-71 ラインスクリーニングの解析に関する作業時間の試算結果（L=2,000m 未満）

	標準作業量	ブロック数					単位
	(箇所/日)	1	2	3	4	5	基
AI解析	2.8	3.4	6.2	9.0	11.8	14.6	日
	+ 固定時間として0.6日						



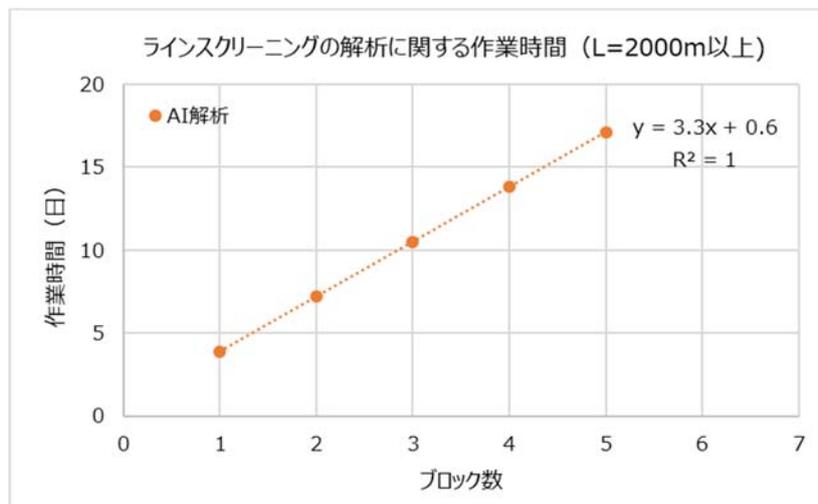
資図 3-21 ラインスクリーニングの解析に関する作業時間の回帰式（L=2,000m 未満）

② 管きょ延長 L=2,000m 以上

資表 3-72 に、ラインスクリーニングの解析に関する作業時間の試算結果（管きょ延長 L=2,000m 以上）を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-22 に示す。

資表 3-72 ラインスクリーニングの解析に関する作業時間の試算結果（L=2,000m 以上）

	標準作業量	ブロック数					単位
	(箇所/日)	1	2	3	4	5	基
AI解析	3.3	3.9	7.2	10.5	13.8	17.1	日
	+ 固定時間として0.6日						



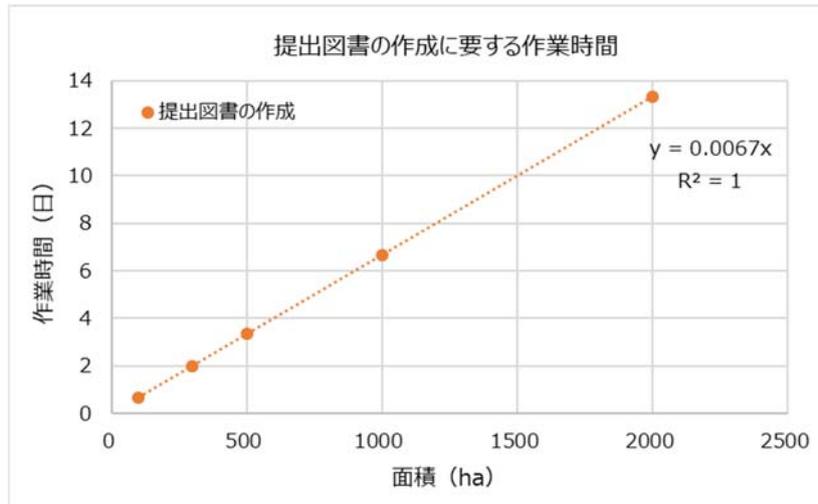
資図 3-22 ラインスクリーニングの解析に関する作業時間の回帰式（L=2,000m 以上）

7) 提出図書の作成に要する作業時間

資表 3-73 に、提出図書の作成に要する作業時間の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-23 に示す。

資表 3-73 提出図書の作成に要する作業時間の試算結果

	標準作業量	単位	面積					
			100	300	500	1000	2000	ha
提出図書の作成	150	ha/日	0.7	2.0	3.3	6.7	13.3	日



資図 3-23 提出図書の作成に要する作業時間の回帰式

(3) 各算定項目の作業時間の回帰式

資表 3-74 に、(2) にて作成した各算定項目の作業時間の回帰式を整理する。

資表 3-74 各算定項目の作業時間の回帰式一覧

分類	項目	Xの値	Xの単位	回帰式	
調査	流量計	機器数	台	$Y = 2.65X$	
	水位計	機器数	台	$Y = 0.70X$	
	ラインスクリーニング※	管路延長	m	$Y = 0.004X$	
	詳細調査 (TVカメラ+送煙)	単管長2m以上	管路延長	m	$Y = 0.0138X$
		単管長2m未満	管路延長	m	$Y = 0.0172X$
詳細調査 (宅内誤接：染色+音響+目視)	家屋数	戸	$Y = 0.1502X$		
データ解析等	調査方針策定	面積	ha	$Y = 0.02X$	
	ブロック絞り込みの解析	従来手法	機器数	台	$Y = 0.6X + 1.6$
		AI解析	機器数	台	$Y = 0.02X + 4.6$
	ラインスクリーニングの解析	調査延長2000m未満	ブロック数	ブロック	$Y = 2.8X + 0.6$
		調査延長2000m以上	ブロック数	ブロック	$Y = 3.3X + 0.6$
提出図書の作成	面積	ha	$Y = 0.0067X$		

※別途、DTS 1基当り 設置0.5日 撤去0.1日 合計0.6日を計上する。

(4) 積上げによる試算値との比較

資表 3-75 に、実証研究を実施した 2 都市における作業時間の積上げと回帰式による試算値の比較を示す。比較の結果、両者はほぼ同等の試算結果になることを確認した。

資表 3-75(1) 作業時間の積上げと回帰式による試算値の比較（さいたま市）

	回帰式による試算（日） ①			削減率	積上げによる試算（日） ②			削減率	差分（日） ①-②			削減率 差分
	従来技術	本技術	差分		従来技術	本技術	差分		従来技術	本技術	差分	
調査方針策定	31.5	31.5	0.0	0%	31.6	31.6	0.0	0%	-0.1	-0.1	0.0	0%
小計	31.5	31.5	0.0	0%	31.6	31.6	0.0	0%	-0.1	-0.1	0.0	0%
中ブロック絞り込み	164.1	40.6	▲ 123.5	75%	165.8	40.5	▲ 125.3	76%	-1.7	0.1	1.8	-1%
小ブロック絞り込み	40.6	13.2	▲ 27.4	67%	40.7	13.2	▲ 27.5	68%	-0.1	0.0	0.1	-1%
小計	204.7	53.8	▲ 150.9	74%	206.5	53.7	▲ 152.8	74%	-1.8	0.1	1.9	0%
S31-2	詳細調査範囲絞り込み	9.6	9.6		9.4	9.4			0.0	0.2	0.2	0%
	詳細調査（本管）	23.0	9.3	▲ 13.7	60%	51.5	17.1	▲ 34.4	67%			
	詳細調査（宅内）	30.5	8.6	▲ 21.9	72%							
小計	53.5	27.5	▲ 26.0	49%	51.5	26.5	▲ 25.0	49%	2.0	1.0	▲ 1.0	0%
S32-2	詳細調査範囲絞り込み	11.1	11.1		11.1	11.1			0.0	0.0	0.0	0%
	詳細調査（本管）	24.3	9.9	▲ 14.4	59%	54.4	19.4	▲ 35.0	64%			
	詳細調査（宅内）	30.2	9.5	▲ 20.7	69%							
小計	54.5	30.5	▲ 24.0	44%	54.4	30.5	▲ 23.9	44%	0.1	0.0	▲ 0.1	0%
提出図書を作成	10.6	10.6	0.0	0%	10.5	10.5	0.0	0%	0.1	0.1	0.0	0%
小計	10.6	10.6	0.0	0%	10.5	10.5	0.0	0%	0.1	0.1	0.0	0%
合計	354.8	153.9	▲ 200.9	57%	354.5	152.8	▲ 201.8	57%	0.3	1.1	0.9	0%

資表 3-75(2) 作業時間の積上げと回帰式による試算値の比較（藤沢市）

	回帰式による試算（日） ①			削減率	積上げによる試算（日） ②			削減率	差分（日） ①-②			削減率 差分
	従来技術	本技術	差分		従来技術	本技術	差分		従来技術	本技術	差分	
調査方針策定	14.0	14.0	0.0	0%	14.0	14.0	0.0	0%	0.0	0.0	0.0	0%
小計	14.0	14.0	0.0	0%	14.0	14.0	0.0	0%	0.0	0.0	0.0	0%
中ブロック絞り込み	164.1	40.6	▲ 123.5	75%	165.8	40.5	▲ 125.3	76%	-1.7	0.1	1.8	-1%
小ブロック絞り込み	47.1	14.7	▲ 32.4	69%	47.2	14.6	▲ 32.6	69%	-0.1	0.1	0.2	0%
小計	211.2	55.3	▲ 155.9	74%	213.0	55.1	▲ 157.9	74%	-1.8	0.2	2.0	0%
F25	詳細調査範囲絞り込み	14.9	14.9		14.7	14.7			0.0	0.2	0.2	0%
	詳細調査（本管）	44.7	7.4	▲ 37.3	83%	89.2	15.4	▲ 73.8	83%			
	詳細調査（宅内）	44.8	8.1	▲ 36.7	82%							
小計	89.5	30.4	▲ 59.1	66%	89.2	30.1	▲ 59.1	66%	0.3	0.3	0.0	0%
F37	詳細調査範囲絞り込み	10.9	10.9		10.8	10.8			0.0	0.1	0.1	0%
	詳細調査（本管）	29.5	4.8	▲ 24.7	84%	45.2	9.1	▲ 36.1	80%			
	詳細調査（宅内）	15.8	4.2	▲ 11.6	73%							
小計	45.3	19.9	▲ 25.4	56%	45.2	19.9	▲ 25.3	56%	0.1	0.0	▲ 0.1	0%
提出図書を作成	4.7	4.7	0.0	0%	4.7	4.7	0.0	0%	0.0	0.0	0.0	0%
小計	4.7	4.7	0.0	0%	4.7	4.7	0.0	0%	0.0	0.0	0.0	0%
合計	364.7	124.3	▲ 240.4	66%	366.1	123.8	▲ 242.4	66%	-1.4	0.5	2.0	0%

(5) 傾向分析

本技術は、「水位計と絞り込み AI による絞り込み技術」により優先ブロックを絞り込み、「ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術」により優先ブロック内の詳細調査範囲を絞り込むことで、調査に要する作業時間を縮減するものである。しかし、絞り込まれた優先ブロックにおける雨天時浸入水の発生割合が高いと、必要な詳細調査範囲が大きくなり、これら詳細調査に要する作業時間の削減効果が低下する。

そこで、実証研究を実施した 2 都市を例に、優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間を (3) で整理した回帰式を用いて算出・グラフ化し、従来技術と本技術の比

較を行った。

なお、比較にあたっては、1) 調査全体、及び2) 詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査における2種類について実施した。以下に、算定・比較結果を示す。

1) 調査全体

調査全体を対象とした比較では、優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合とは関係なく、2都市ともに本技術の作業時間の方が短くなる結果となった。

資表 3-76 及び資図 3-24 に、雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較（さいたま市_調査全体）を示す。また、資表 3-77 及び資図 3-25 に、雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較（藤沢市_調査全体）を示す。

① さいたま市

資表 3-76 雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較（さいたま市_調査全体）

	単位	優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合									
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
従来技術	日	354.8	354.8	354.8	354.8	354.8	354.8	354.8	354.8	354.8	354.8
本技術	日	127.3	138.2	149.0	159.8	170.6	181.4	192.1	203.1	213.8	224.6

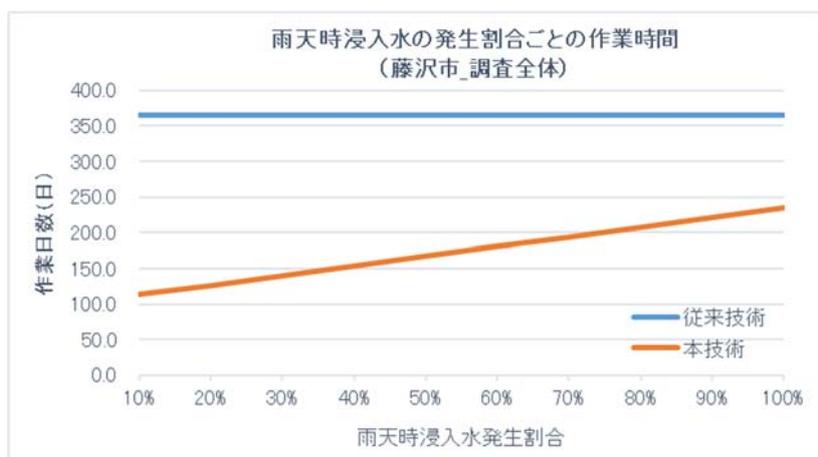


資図 3-24 雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較（さいたま市_調査全体）

② 藤沢市

資表 3-77 雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較（藤沢市_調査全体）

	単位	優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合									
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
従来技術	日	364.7	364.7	364.7	364.7	364.7	364.7	364.7	364.7	364.7	364.7
本技術	日	113.3	126.8	140.1	153.7	167.1	180.7	194.0	207.5	221.0	234.6



資図 3-25 雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較 (藤沢市_調査全体)

2) 詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査

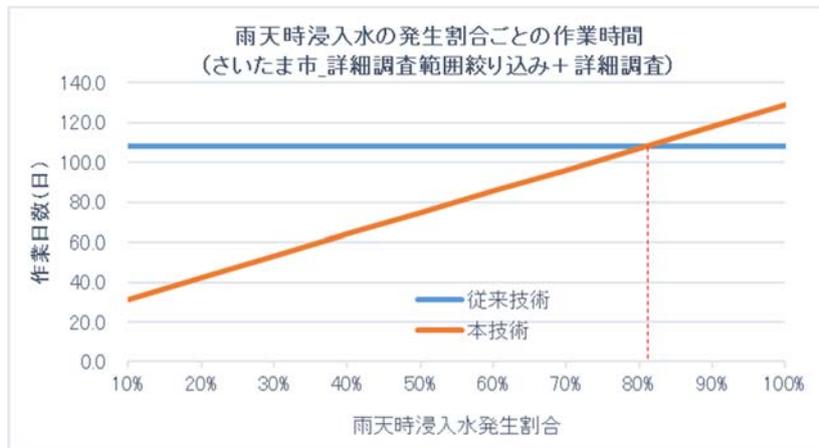
詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査を対象とした比較では、2都市ともに優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合が80%を超えると、従来技術(ブロック全体の詳細調査)に要する日数よりも、本技術(ラインスクリーニング+ブロック80%範囲の詳細調査)に要する作業時間の方が長くなる傾向にあった。

資表 3-78 及び資図 3-26 に、雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間比較(さいたま市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)を示す。また、資表 3-79 及び資図 3-27 に、雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間比較(藤沢市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)を示す。

① さいたま市

資表 3-78 雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較
(さいたま市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)

	単位	優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合									
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
従来技術	日	108.0	108.0	108.0	108.0	108.0	108.0	108.0	108.0	108.0	108.0
本技術	日	31.4	42.3	53.1	63.9	74.7	85.5	96.2	107.2	117.9	128.7

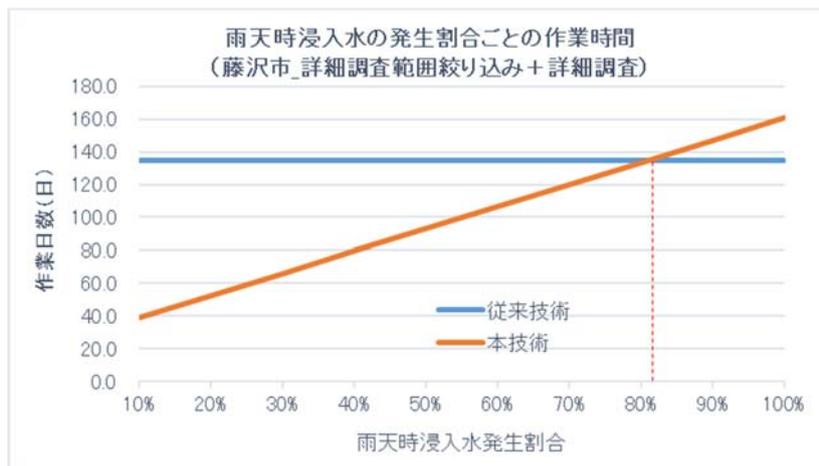


資図 3-26 雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較 (さいたま市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)

② 藤沢市

資表 3-79 雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較 (藤沢市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)

	単位	優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合									
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
従来技術	日	134.8	134.8	134.8	134.8	134.8	134.8	134.8	134.8	134.8	134.8
本技術	日	39.3	52.8	66.1	79.7	93.1	106.7	120.0	133.5	147.0	160.6



資図 3-27 雨天時浸入水の発生割合ごとの作業時間の比較 (藤沢市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)

3.3.3.2 費用の傾向分析

調査やデータ解析に要する費用は、調査の種類や分析・評価業務により経費率や対象項目が異なる。そこで、費用の傾向分析に当たっては、本技術及び従来技術を実施する際に必要な費用として、**資表 3-80** に示す算定項目及び内容を対象とした。

なお、ラインスクリーニングは、調査ブロック単位で DTS の設置が必要になるが、経費率の計算を一緒に算出するため、費用は一体的に計上するものとした。

資表 3-80 費用の策定項目及び内容

策定項目	内 容
a) 調査方針策定	・基本作業の確認 ・基礎調査
b) 流量計	・PB フリュームによる調査費、報告書作成 ・解析費
c) 水位計	・水位計による調査費、報告書作成 ・解析費
d) ラインスクリーニング	・DTS、光ファイバーケーブルによる調査費 ・解析費
e) 本管詳細調査（テレビカメラ調査＋送煙調査）	・テレビカメラ＋管内清掃＋送煙調査に要する費用 ・テレビカメラ調査は、単管長 2m 以上と 2m 未満の 2 つに分類
f) 宅内詳細調査（誤接合調査）	・宅内排水設備の染色、音響、目視調査に要する費用
g) 図書作成作業	・報告書の策定

(1) 算定条件

以下に、調査費用を算定するための条件を示す。

【算定条件】

- ① 調査対象管路延長は、3,600m以下の範囲とする。
- ② 本管の詳細調査は、テレビカメラ調査（管径 250mm 以下、管内清掃（土砂率 5%）を含む）及び送煙調査とする。
- ③ ラインスクリーニング及び本管詳細調査には、浸入水原因把握作業を別途計上する。
- ④ 宅内誤接合調査の対象戸数は 300 戸以下の範囲とする。また調査内容は、宅内排水設備を対象とした染色、音響、目視調査とする。
- ⑤ 水位計、ラインスクリーニングによる絞り込み調査期間は各 2 ヶ月間とし、巡回点検は 2 週間に 1 回とする。
- ⑥ 道路上の作業については、交通誘導員の費用を計上する。

- ⑦ 技術者単価等は、令和3（2020）年度の単価を用いる。
- ⑧ 調査業務については、作業地域区分により共通仮設費率と現場管理費率が異なるため、さいたま市は「大都市」、藤沢市は「市街地（DID補正）」を適用する（資表3-81を参照）。

資表 3-81 2都市の作業地域区分

適用条件		共通仮設費率 の補正係数	現場管理費率 の補正係数	備考
作業地域区分	対象			
大都市	札幌市、仙台市、さいたま市、川口市、草加市、千葉市、市川市、船橋市、習志野市、浦安市、東京特別区、八王子市、横浜市、川崎市、相模原市、新潟市、静岡市、名古屋市、京都市、大阪市、堺市、神戸市、尼崎市、西宮市、芦屋市、広島市、北九州市、福岡市の市街地部が作業箇所に含まれる場合。	1.5	1.2	さいたま市に適用
一般交通影響あり(1)	2車線以上（片側1車線以上）かつ交通量（上下合計）が5,000台/日以上以上の車道において、車線変更を促す規制を行う場合。ただし、常時全面通行止めの場合は対象外とする。	1.3	1.1	
一般交通影響あり(2)	一般交通影響あり（1）以外の車線において、車線変更を促す規制を伴う場合（常時全面通行止めの場合を含む）。	1.2	1.1	
市街地（DID補正）	市街地部が作業箇所に含まれる場合。	1.2	1.1	藤沢市に適用
山間僻地及び離島	人事院規則における特勤手当を支給するために指定した地区、及びこれに準ずる地区の場合。	1.3	1.0	

注）市街地とは、作業地域が人口集中地区（DID地区）及びこれに準ずる地区をいう。ここでDID地区とは、総務省統計局国勢調査による地域別人口密度が4,000人/以上でその全体が5,000人以上となっている地区をいう。なおDID地区は、総務省統計局ホームページの国勢調査人口集中地区境界図⁵⁾から都道府県単位の市区町村境界図上で閲覧することができる。

（2）費用の算定結果と回帰式

資表3-80に示す費用の策定項目及び内容、並びに上記（1）の算定条件に従い、実証研究を行った2都市における費用を試算のうえグラフ化し、回帰式を表示した。

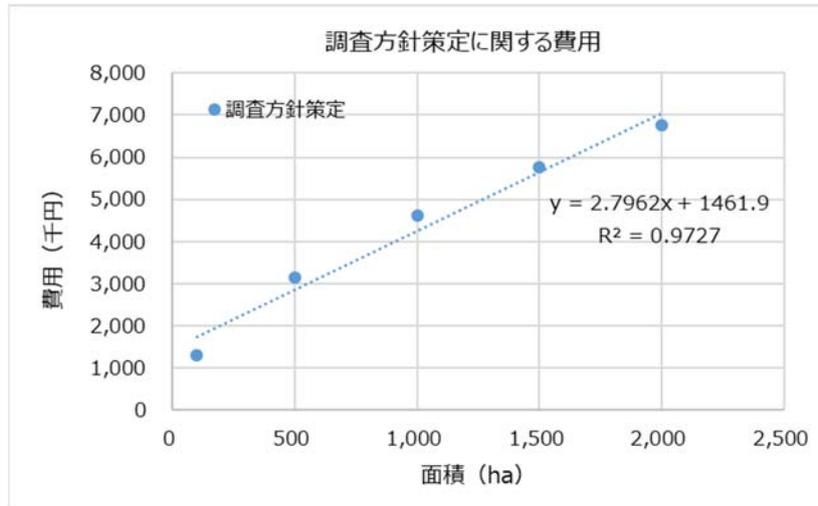
1) さいたま市（作業地域区分：大都市）

① 調査方針策定

資表3-82に、調査方針策定に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図3-28に示す。

資表 3-82 調査方針策定に関する費用の試算結果（さいたま市）

	面積					単位
	100	500	1,000	1,500	2,000	ha
調査方針策定	1,300	3,150	4,610	5,760	6,750	千円



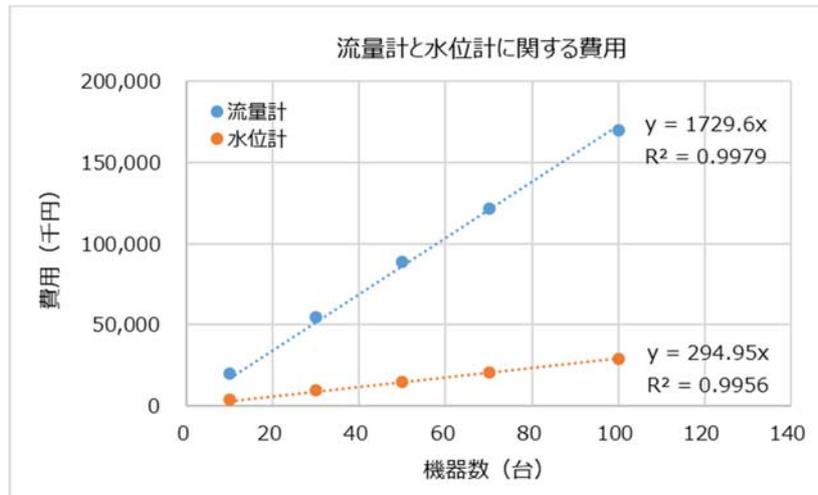
資図 3-28 調査方針策定に関する費用の回帰式（さいたま市）

② 流量調査と水位調査

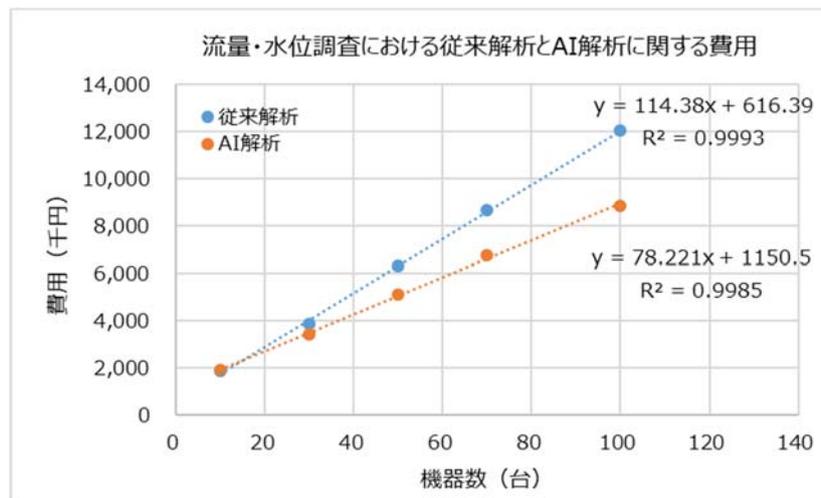
資表 3-83 に、流量調査（流量計、従来解析）及び水位調査（水位計、AI 解析）に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-29、資図 3-30 に示す。

資表 3-83 流量調査及び水位調査に関する費用の試算結果（さいたま市）

		機器数					単位
		10	30	50	70	100	箇所
流量調査	流量計	19,750	54,990	88,750	121,720	170,200	千円
	従来解析	1,880	3,880	6,320	8,680	12,060	千円
	計	21,630	58,870	95,070	130,400	182,260	千円
水位調査	水位計	3,630	9,610	15,150	20,870	28,840	千円
	AI解析	1,930	3,400	5,110	6,780	8,870	千円
	計	5,560	13,010	20,260	27,650	37,710	千円



資図 3-29 流量計と水位計に関する費用の回帰式 (さいたま市)



資図 3-30 従来解析と AI 解析に関する費用の回帰式 (さいたま市)

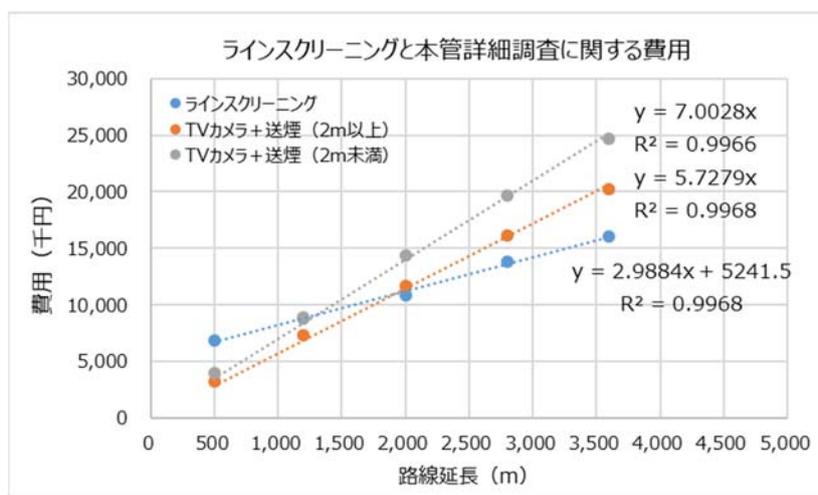
③ ラインスクリーニングと本管詳細調査

資表 3-84 に、ラインスクリーニングと本管詳細調査 (単管長 2m 以上、2m 未満) に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-31 に示す。

資表 3-84 ラインスクリーニングと本管詳細調査に関する費用の試算結果（さいたま市）

		路線長					単位
		500	1,200	2,000	2,800	3,600	m
ラインスクリーニング	調査費	5,470	7,090	9,000	11,330	13,380	千円
	解析費	1,420	1,700	1,880	2,470	2,650	千円
	計	6,890	8,790	10,880	13,800	16,030	千円
本管詳細調査 TVカメラ+送煙 (単管長2m以上)	調査費 (洗浄含む)	3,290	7,290	11,720	16,110	20,220	千円
	計	3,290	7,290	11,720	16,110	20,220	千円
本管詳細調査 TVカメラ+送煙 (単管長2m未満)	調査費 (洗浄含む)	4,000	8,950	14,390	19,640	24,720	千円
	計	4,000	8,950	14,390	19,640	24,720	千円

※浸入水原因把握作業は、別途、1地区当り990千円を計上する



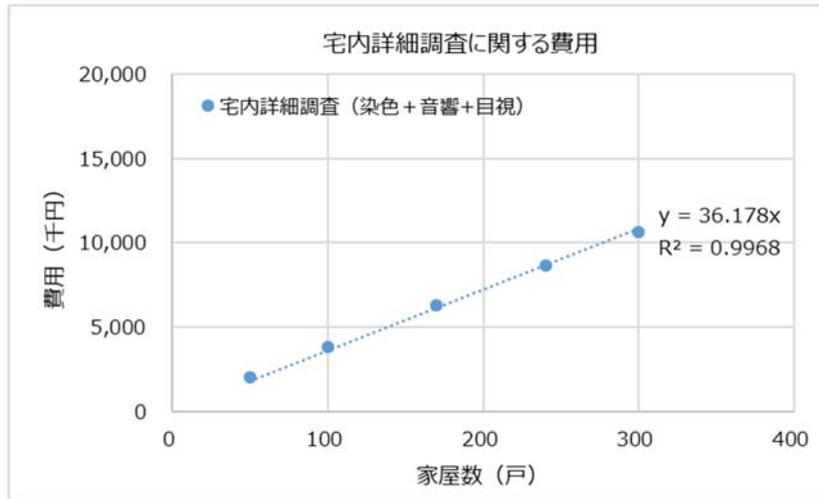
資図 3-31 ラインスクリーニングと本管詳細調査に関する費用の回帰式（さいたま市）

④ 宅内詳細調査

資表 3-85 に、宅内詳細調査に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-32 に示す。

資表 3-85 宅内詳細調査に関する費用の試算結果（さいたま市）

	家屋数					単位
	50	100	170	240	300	戸
宅内詳細調査 (染色+音響+目視)	2,030	3,850	6,290	8,670	10,670	千円



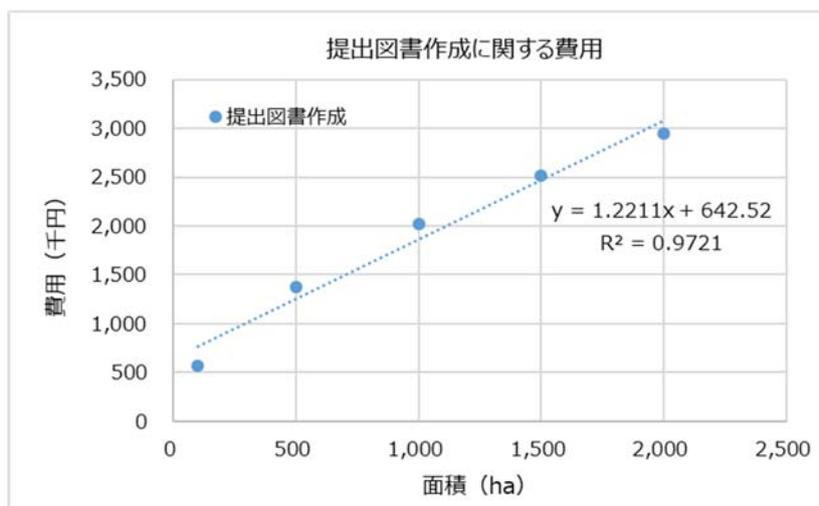
資図 3-32 宅内詳細調査に関する費用の回帰式 (さいたま市)

⑤ 提出図書の作成

資表 3-86 に、提出図書の作成に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-33 に示す。

資表 3-86 提出図書の作成に関する費用の試算結果 (さいたま市)

	面積					単位
	100	500	1,000	1,500	2,000	ha
提出図書作成	570	1,380	2,020	2,520	2,950	千円



資図 3-33 提出図書の作成に関する費用の回帰式 (さいたま市)

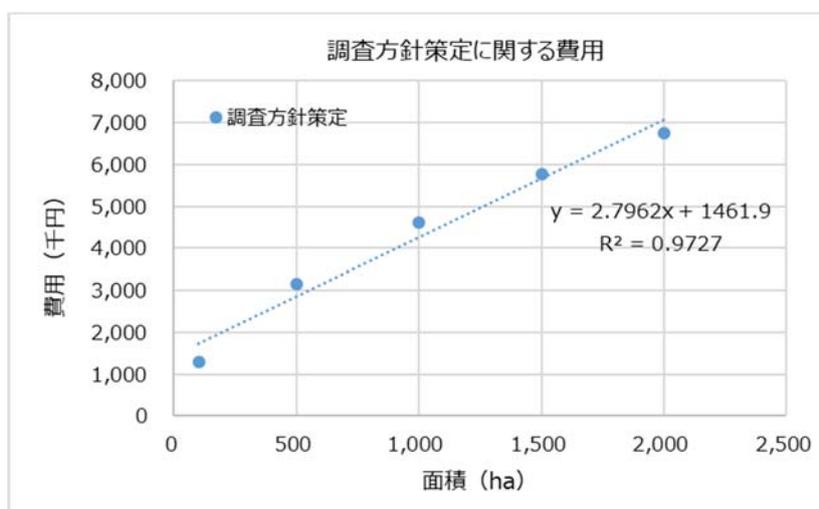
2) 藤沢市（作業地域区分：市街地（DID 補正））

① 調査方針策定

資表 3-87 に、調査方針策定に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-34 に示す。

資表 3-87 調査方針策定に関する費用の試算結果（藤沢市）

	面積					単位
	100	500	1,000	1,500	2,000	ha
調査方針策定	1,300	3,150	4,610	5,760	6,750	千円



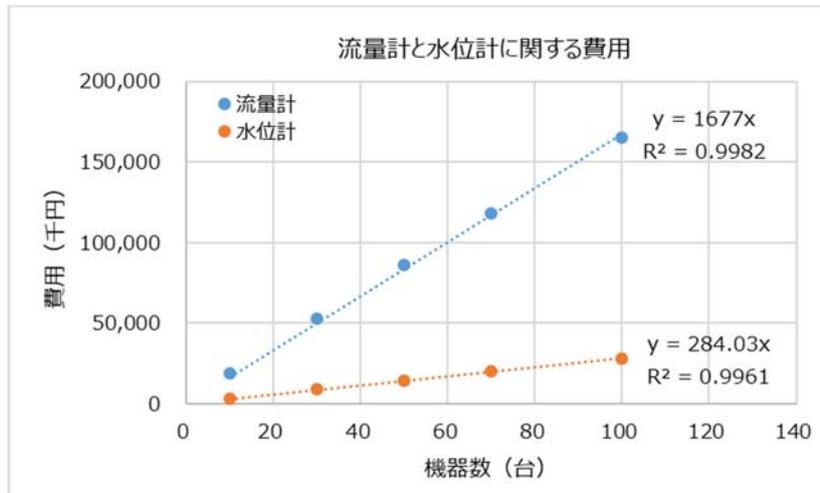
資図 3-34 調査方針策定に関する費用の回帰式（藤沢市）

② 流量調査と水位調査

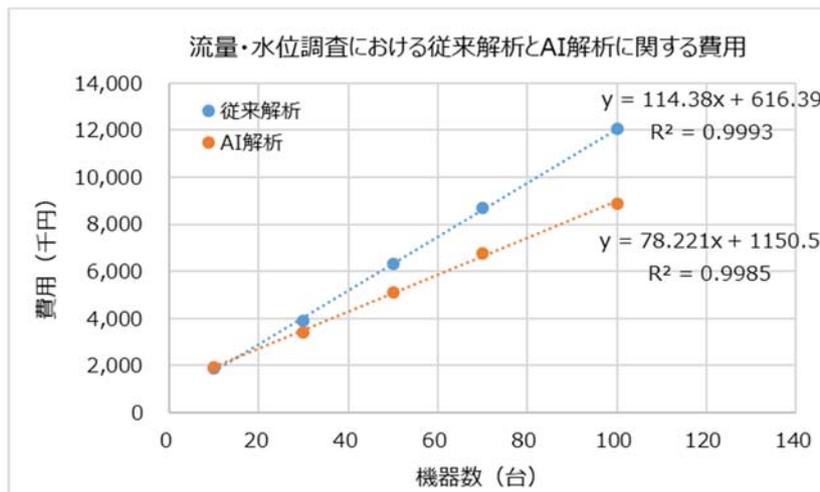
資表 3-88 に、流量調査（流量計、従来解析）及び水位調査（水位計、AI 解析）に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-35、資図 3-36 に示す。

資表 3-88 流量調査及び水位調査に関する費用の試算結果（藤沢市）

		機器数					単位
		10	30	50	70	100	箇所
流量調査	流量計	18,980	53,120	85,910	117,980	165,190	千円
	従来解析	1,880	3,880	6,320	8,680	12,060	千円
	計	20,860	57,000	92,230	126,660	177,250	千円
水位調査	水位計	3,460	9,210	14,560	20,090	27,810	千円
	AI解析	1,930	3,400	5,110	6,780	8,870	千円
	計	5,390	12,610	19,670	26,870	36,680	千円



資図 3-35 流量計と水位計に関する費用の回帰式 (藤沢市)



資図 3-36 従来解析と AI 解析に関する費用の回帰式 (藤沢市)

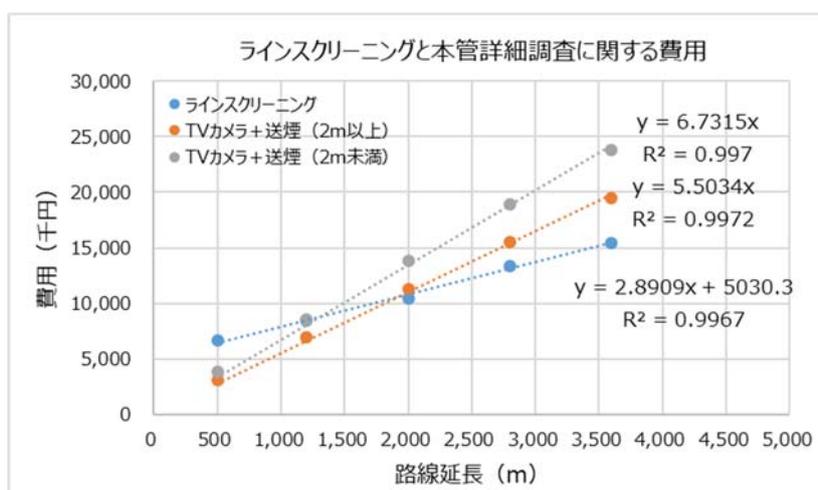
③ ラインスクリーニングと本管詳細調査

資表 3-89 に、ラインスクリーニングと本管詳細調査 (単管長 2m 以上、2m 未満) に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-37 に示す。

資表 3-89 ラインスクリーニングと本管詳細調査に関する費用の試算結果（藤沢市）

		路線長					単位
		500	1,200	2,000	2,800	3,600	m
ラインスクリーニング	調査費	5,210	6,760	8,600	10,840	12,820	千円
	解析費	1,420	1,700	1,880	2,470	2,650	千円
	計	6,630	8,460	10,480	13,310	15,470	千円
TVカメラ+送煙 洗浄含む 単管長2m以上	調査費	3,130	6,980	11,240	15,480	19,450	千円
	計	3,130	6,980	11,240	15,480	19,450	千円
TVカメラ+送煙 洗浄含む 単管長2m未満	調査費	3,810	8,570	13,810	18,880	23,790	千円
	計	3,810	8,570	13,810	18,880	23,790	千円

※浸入水原因把握作業は、別途 1地区当り990千円を計上する



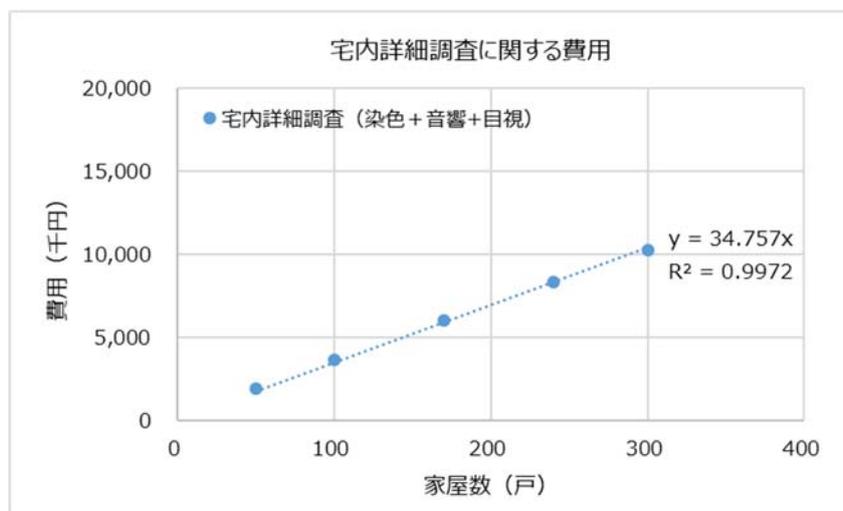
資図 3-37 ラインスクリーニングと本管詳細調査に関する費用の回帰式（藤沢市）

④ 宅内詳細調査

資表 3-90 に、宅内詳細調査に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-38 に示す。

資表 3-90 宅内詳細調査に関する費用の試算結果（藤沢市）

	家屋数					単位
	50	100	170	240	300	戸
宅内詳細調査（染色+音響+目視）	1,940	3,680	6,040	8,330	10,260	千円



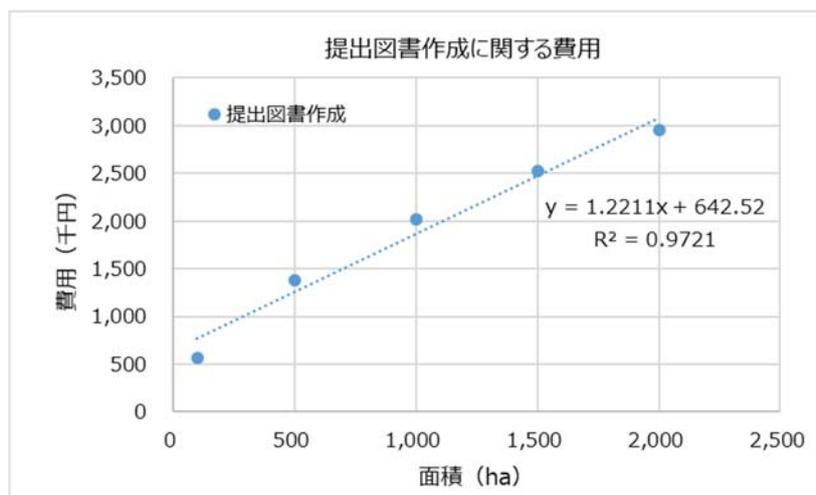
資図 3-38 宅内詳細調査に関する費用の回帰式 (藤沢市)

⑤ 提出図書の作成

資表 3-91 に、提出図書の作成に関する費用の試算結果を示す。また、これら試算結果をグラフ化し、回帰式を表示したものを資図 3-39 に示す。

資表 3-91 提出図書の作成に関する費用の試算結果 (藤沢市)

	面積					単位
	100	500	1,000	1,500	2,000	ha
提出図書作成	570	1,380	2,020	2,520	2,950	千円



資図 3-39 提出図書の作成に関する費用の回帰式 (藤沢市)

(3) 各算定項目の費用の回帰式

資表 3-92 に、(2) にて作成した各都市・各算定項目の費用の回帰式を整理する。

資表 3-92 各都市・各算定項目の費用の回帰式一覧

補正区分	項目		Xの値	Xの単位	回帰式
さいたま市 (大都市)	調査方針策定		面積	ha	$Y = 2.7962X + 1461.9$
	流量調査	流量計	機器数	台	$Y = 1729.6X$
		従来解析	機器数	台	$Y = 114.38X + 616.39$
	水位調査	水位計	機器数	台	$Y = 294.95X$
		AI解析	機器数	台	$Y = 78.221X + 1150.5$
	ラインスクリーニング	調査+解析	管路延長	m	$Y = 2.9884X + 5241.5$
	詳細調査 (TVカメラ+送煙)	単管長2m以上	管路延長	m	$Y = 5.7279X$
		単管長2m未満	管路延長	m	$Y = 7.0028X$
	宅内詳細調査	染色+音響+目視	家屋数	戸	$Y = 36.178X$
提出図書の作成		面積	ha	$Y = 1.2211X + 642.52$	
藤沢市 市街地 (DID地区)	調査方針策定		面積	ha	$Y = 2.7962X + 1461.9$
	流量調査	流量計	機器数	台	$Y = 1677X$
		従来解析	機器数	台	$Y = 114.38X + 616.39$
	水位調査	水位計	機器数	台	$Y = 284.03X$
		AI解析	機器数	台	$Y = 78.221X + 1150.5$
	ラインスクリーニング	調査+解析	管路延長	m	$Y = 2.8909X + 5030.3$
	詳細調査 (TVカメラ+送煙)	単管長2m以上	管路延長	m	$Y = 5.5034X$
		単管長2m未満	管路延長	m	$Y = 6.7315X$
	宅内詳細調査	染色+音響+目視	家屋数	戸	$Y = 34.757X$
提出図書の作成		面積	ha	$Y = 1.2211X + 642.52$	

(4) 積上げによる試算値との比較

資表 3-93 に、2 都市における費用の積上げと回帰式による試算値の比較を示す。実証研究を実施した 2 都市について比較したところ、金額や削減率の差分は概ね 3%以内であり、ほぼ同等の試算結果になることを確認した。

資表 3-93(1) 費用の積上げと回帰式による試算値の比較 (さいたま市)

	回帰式による試算金額 (千円)				削減率	積上げによる試算金額 (千円)				削減率	差分 (千円)			削減率 差分
	①			②			(①-②)							
	従来技術	本技術	差分		従来技術	本技術	差分		従来技術	本技術	差分			
調査方針策定	5,870	5,870	0	0%	5,912	5,912	0	0%	▲ 42	▲ 42	0	0		
小計	5,870	5,870	0	0%	5,912	5,912	0	0%	▲ 42	▲ 42	0	0%		
中ブロック絞り込み	86,480	14,750	▲ 71,730	83%	94,673	20,967	▲ 73,706	78%	▲ 1,853	▲ 1,157	696			
解析	6,340	5,060	▲ 1,280	20%										
小ブロック絞り込み	20,760	3,540	▲ 17,220	83%	25,468	6,049	▲ 19,419	76%	▲ 2,718	▲ 419	2,299			
解析	1,990	2,090	100	-5%										
小計	115,570	25,440	▲ 90,130	78%	120,141	27,016	▲ 93,125	78%	▲ 4,571	▲ 1,576	2,995	0%		
S31-2	詳細調査範囲絞り込み		9,400	9,400			9,424	9,424		0	▲ 24	▲ 24		
	詳細調査 (本管)	9,540	3,850	▲ 5,690	60%									
	詳細調査 (宅内)	7,340	2,060	▲ 5,280	72%	15,725	5,945	▲ 9,780	62%	1,155	▲ 35	▲ 1,190		
	小計	16,880	15,310	▲ 1,570	9%	15,725	15,369	▲ 356	2%	1,155	▲ 59	▲ 1,214	7%	
S32-2	詳細調査範囲絞り込み		10,510	10,510			10,539	10,539		0	▲ 29	▲ 29		
	詳細調査 (本管)	10,100	5,580	▲ 4,520	45%									
	詳細調査 (宅内)	7,210	2,230	▲ 4,980	69%	17,011	6,777	▲ 10,234	60%	299	1,033	734		
	小計	17,310	18,320	1,010	-6%	17,011	17,316	305	-2%	299	1,004	705	-4%	
提出図書の策定	2,570	2,570	0	0%	2,582	2,582	0	0%	▲ 12	▲ 12	0	0		
小計	2,570	2,570	0	0%	2,582	2,582	0	0%	▲ 12	▲ 12	0	0%		
合計	158,200	67,510	▲ 90,690	57%	161,371	68,195	▲ 93,176	58%	▲ 3,171	▲ 685	2,486	0%		
								②合計値に対する比率	-2.0%	-1.0%	-2.7%			

資表 3-93(2) 費用の積上げと回帰式による試算値の比較 (藤沢市)

	回帰式による試算金額 (千円)				削減率	積上げによる試算金額 (千円)				削減率	差分 (千円)			削減率 差分
	①			②			(①-②)							
	従来技術	本技術	差分		従来技術	本技術	差分		従来技術	本技術	差分			
調査方針策定	3,420	3,420	0	0%	3,785	3,785	0	0%	▲ 365	▲ 365	0	0		
小計	3,420	3,420	0	0%	3,785	3,785	0	0%	▲ 365	▲ 365	0	0%		
中ブロック絞り込み	83,850	14,200	▲ 69,650	83%	91,490	19,300	▲ 72,190	79%	▲ 1,300	▲ 40	1,260			
解析	6,340	5,060	▲ 1,280	20%										
小ブロック絞り込み	23,480	3,980	▲ 19,500	83%	27,955	6,367	▲ 21,588	77%	▲ 2,255	▲ 137	2,118			
解析	2,220	2,250	30	-1%										
小計	115,890	25,490	▲ 90,400	78%	119,445	25,667	▲ 93,778	79%	▲ 3,555	▲ 177	3,378	-1%		
F25	詳細調査範囲絞り込み		12,540	12,540			12,354	12,354		0	186	186		
	詳細調査 (本管)	17,480	2,890	▲ 14,590	83%									
	詳細調査 (宅内)	10,360	1,880	▲ 8,480	82%	26,819	5,233	▲ 21,586	80%	1,021	▲ 463	▲ 1,484		
	小計	27,840	17,310	▲ 10,530	38%	26,819	17,587	▲ 9,232	34%	1,021	▲ 277	▲ 1,298	3%	
F37	詳細調査範囲絞り込み		9,990	9,990			10,237	10,237		0	▲ 247	▲ 247		
	詳細調査 (本管)	11,540	1,890	▲ 9,650	84%									
	詳細調査 (宅内)	3,650	970	▲ 2,680	73%	15,325	3,347	▲ 11,978	78%	▲ 135	▲ 487	▲ 352		
	小計	15,190	12,850	▲ 2,340	15%	15,325	13,584	▲ 1,741	11%	▲ 135	▲ 734	▲ 599	4%	
提出図書の策定	1,500	1,500	0	0%	1,653	1,653	0	0%	▲ 153	▲ 153	0	0		
小計	1,500	1,500	0	0%	1,653	1,653	0	0%	▲ 153	▲ 153	0	0%		
合計	163,840	60,570	▲ 103,270	63%	167,027	62,276	▲ 104,751	63%	▲ 3,187	▲ 1,706	1,481	0%		
								②合計値に対する比率	-1.9%	-2.7%	-1.4%			

(5) 傾向分析

本技術は、「水位計と絞り込み AI による絞り込み技術」により優先ブロックを絞り込み、「ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込み技術」により優先ブロック内の詳細調査範囲を絞り込むことで、調査に要する費用を削減するものである。しかし、絞り込まれた優先ブロックにおける雨天時浸入水の発生割合が高いと、必要な詳細調査範囲が大きくなり、これら詳細調査に要する費用の削減効果が低下する。

そこで、実証研究を実施した2都市を例に、優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合ごとの費用を(3)で整理した回帰式を用いて算出・グラフ化し、従来技術と本技術の比較を行った。

なお、比較にあたっては、1) 調査全体、及び2) 詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査における2種類について実施した。以下に、算定・比較結果を示す。

1) 調査全体

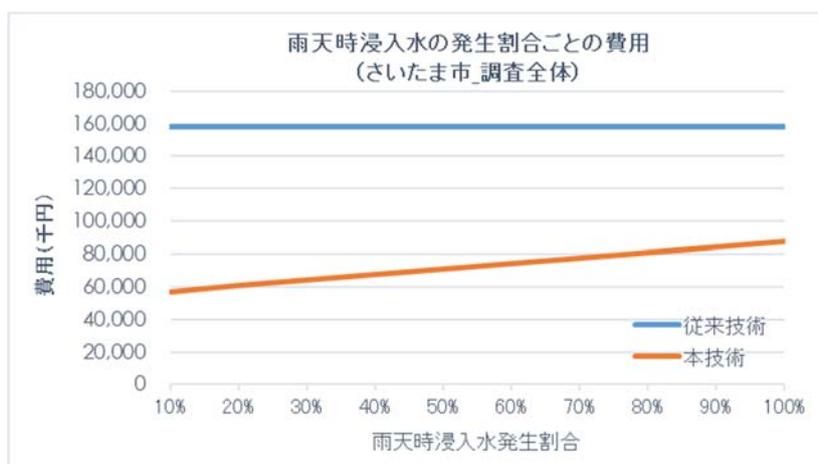
調査全体を対象とした比較では、優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合とは関係なく、2都市ともに本技術の費用の方が小さくなる結果となった。

資表 3-94 及び資図 3-40 に、雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較(さいたま市_調査全体)を示す。また、資表 3-95 及び資図 3-41 に、雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較(藤沢市_調査全体)を示す。

① さいたま市

資表 3-94 雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較(さいたま市_調査全体)

	単位	優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合										
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
従来技術	千円	158,190	158,190	158,190	158,190	158,190	158,190	158,190	158,190	158,190	158,190	158,190
本技術	千円	57,200	60,630	64,050	67,480	70,910	74,330	77,760	81,190	84,600	88,030	

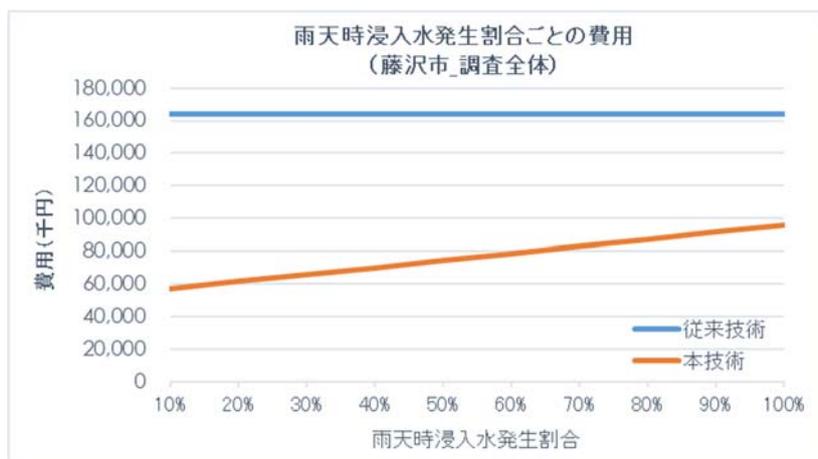


資図 3-40 雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較(さいたま市_調査全体)

② 藤沢市

資表 3-95 雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較(藤沢市_調査全体)

	単位	優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合										
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
従来技術	千円	163,840	163,840	163,840	163,840	163,840	163,840	163,840	163,840	163,840	163,840	163,840
本技術	千円	57,240	61,550	65,840	70,150	74,450	78,760	83,060	87,380	91,660	95,970	



資図 3-41 雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較 (藤沢市_調査全体)

2) 詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査

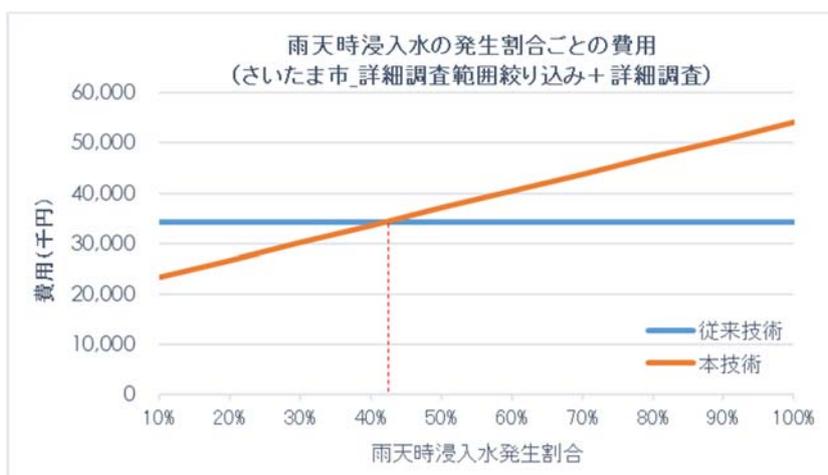
詳細調査範囲の絞り込み+詳細調査を対象とした比較では、2都市ともに優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合が40%を超えると、従来技術(ブロック全体の詳細調査)に要する費用よりも、本技術(ラインスクリーニング+ブロック40%範囲の詳細調査)に要する費用の方が大きくなる傾向にあった。

資表 3-96 及び資図 3-42 に、雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較(さいたま市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)を示す。また、資表 3-97 及び資図 3-43 に、雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較(藤沢市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)を示す。

① さいたま市

資表 3-96 雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較
(さいたま市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)

	単位	優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合									
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
従来技術	千円	34,190	34,190	34,190	34,190	34,190	34,190	34,190	34,190	34,190	34,190
本技術	千円	23,330	26,760	30,180	33,610	37,040	40,460	43,890	47,320	50,730	54,160

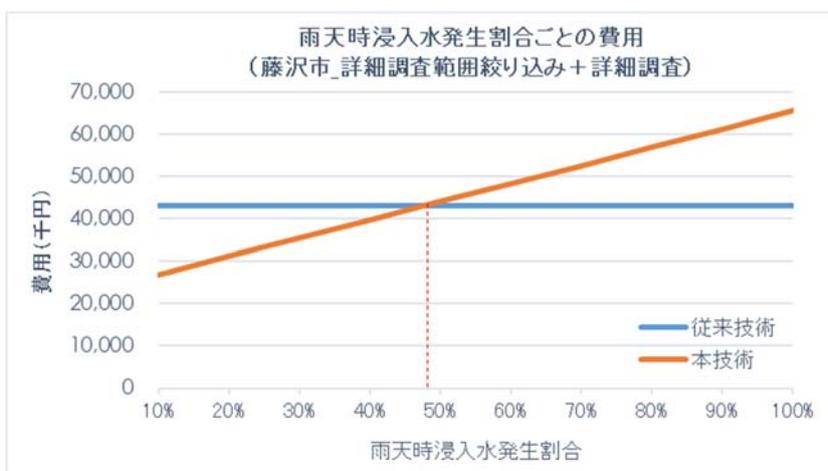


資図 3-42 雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較
(さいたま市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)

② 藤沢市

資表 3-97 雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較
(藤沢市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)

	単位	優先ブロック内の雨天時浸入水の発生割合										
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
従来技術	千円	43,030	43,030	43,030	43,030	43,030	43,030	43,030	43,030	43,030	43,030	43,030
本技術	千円	26,830	31,140	35,430	39,740	44,040	48,350	52,650	56,970	61,250	65,560	



資図 3-43 雨天時浸入水の発生割合ごとの費用の比較
(藤沢市_詳細調査範囲絞り込み+詳細調査)

3.4 本技術適用にあたっての全体スケジュール案

本技術の適用にあたっては、適切な時期に雨天時調査を行う必要があること、先行調査の結果を判断した上で次工程の調査に進む必要があること、さらに測定機器等の設置に際しては十分な事前調整期間を勘案して進める必要がある。そのため、発注作業や次年度の予算確保時期との調整等も考慮して、適切な作業スケジュールを策定する。

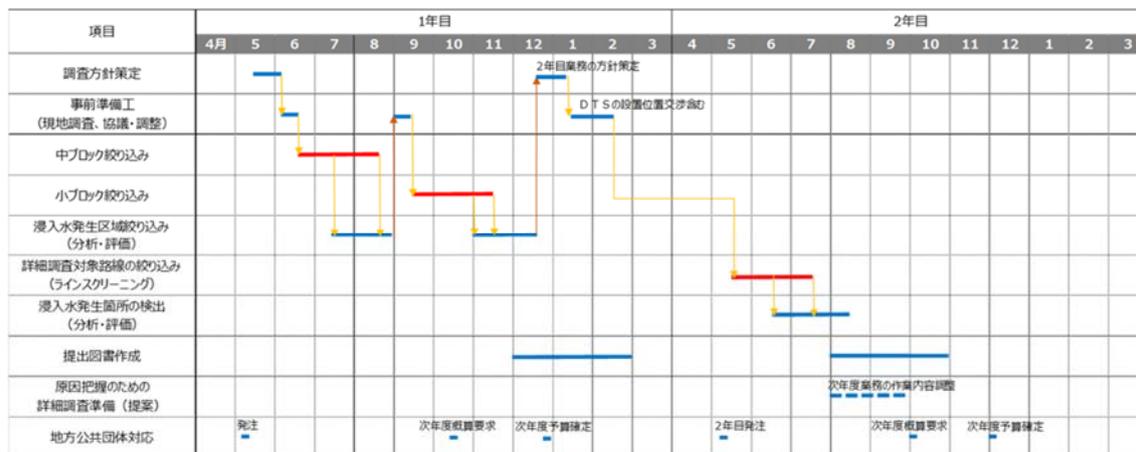
ここでは、主要な事例として、水位計による絞り込みと、ラインスクリーニングの両方を実施するケースとすでに雨天時浸入水が多いブロックの絞り込みまで完了しており、後段のラインスクリーニングのみを実施する場合の2ケースが考えられることから、これらの一般的なスケジュール（案）を示す。

資図 3-44 に、ブロック絞り込みからラインスクリーニングまでの一連の業務を実施する場合における全体スケジュール（案）を示す。

（調査内容）

- ① 水位計によるブロックの絞り込み調査（1次調査） 水位計 50 箇所
- ② 水位計によるブロックの絞り込み調査（2次調査） 水位計 10 箇所
- ③ ラインスクリーニング 調査対象路線延長 3.6 km

資図 3-44 本技術の全体スケジュール（案）



また、絞り込み作業まで完了しており、ラインスクリーニングからの業務を実施する場合のスケジュール表を、資図 3-45 に示す。

（調査内容）

- ① ラインスクリーニング 調査対象路線延長 3.6 km

資図 3-45 本技術の全体スケジュール（案）

項目	1年目（ラインスクリーニングのみ実施）											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
調査方針策定			■									
事前準備工 （現地調査、協議・調整）				■	■	■						
詳細調査対象路線の絞り込み （ラインスクリーニング）							■	■	■			
浸入水発生箇所の検出 （分析・評価）								■	■	■		
提出図書作成									■	■	■	■
原因把握のための 詳細調査準備（提案）								■	■	■	■	
地方公共団体対応		■					■		■			

全体スケジュールを検討する際には、下記の点に留意する。

- ① 調査数量が多い場合には、準備作業に多くの時間を要するため、適切な期間の確保と適切な現場確認作業を実施する。
- ② 雨天時調査については、多降雨期に実施することが望ましい。
- ③ 2ヵ年業務となる場合には、債務負担行為での実施を検討し、年度明けすぐに調査に入れるよう、準備・調整期間を冬期に完了させることが有効である。

3.5 浸透率・浸透水量試算値算定根拠一覧

資表 3-98、資表 3-99 に、浸透率・浸透水量試算値の算定根拠を示す。

資表 3-98(1) 浸透率と浸透水量 (さいたま市)

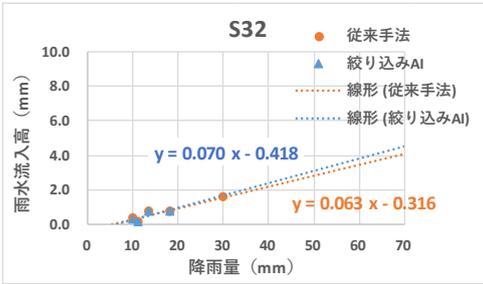
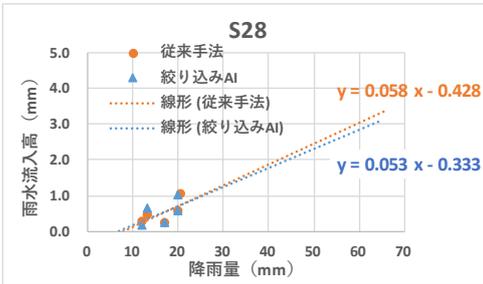
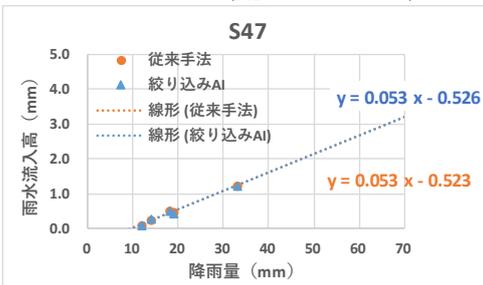
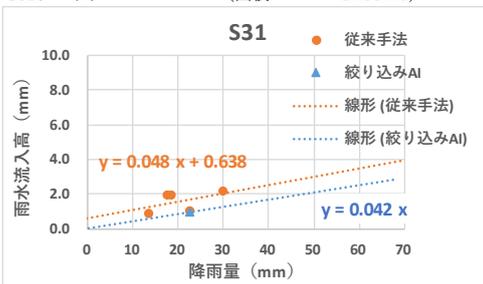
試算降雨量 55.5mm

S36ブロック (面積: 2.60 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	11.0	0.26	11.0	0.06
	22.5	0.60	22.5	0.65
	30.0	3.61	30.0	3.74
	17.5	0.54	17.5	0.41
	13.5	0.95	13.5	0.95
	10.0	0.16	10.0	0.11
	・ 浸透率: 0.142 (1位)		・ 浸透率: 0.154 (1位)	
	・ 浸透水量試算値: 166.9 (m3)		・ 浸透水量試算値: 177.9 (m3)	
	17.0	0.43	17.0	0.41
	10.5	0.42	12.0	0.37
	37.5	2.12	35.5	2.05
	15.0	0.38	15.0	0.40
	20.0	0.63	20.0	0.62
	浸透率: 0.070 (2位)		・ 浸透率: 0.077 (2位)	
	・ 浸透水量試算値: 277.3 (m3)		・ 浸透水量試算値: 297.7 (m3)	
	18.0	0.70	18.0	0.62
	33.0	1.77	33.0	1.77
	19.0	1.38	19.0	1.31
	12.0	0.30	12.0	0.38
	14.0	0.69	14.0	0.71
	・ 浸透率: 0.065 (3位)		・ 浸透率: 0.063 (4位)	
	・ 浸透水量試算値: 143.8 (m3)		・ 浸透水量試算値: 140.4 (m3)	

※浸透水量試算値 (m³) = (浸透率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-98(2) 浸入率と浸入水量 (さいたま市)

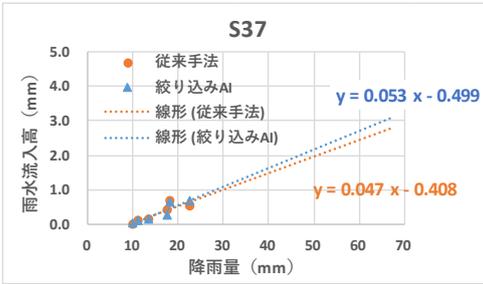
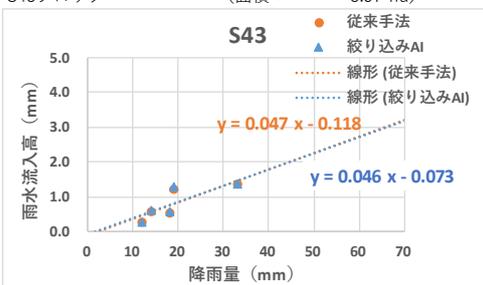
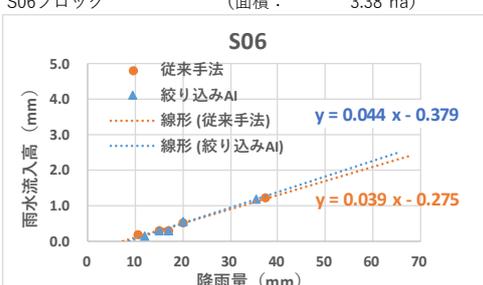
試算降雨量 55.5mm

S32ブロック (面積: 31.20 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	11.0	0.19	11.0	0.15
	18.0	0.75	18.0	0.77
	13.5	0.75	13.5	0.77
	10.0	0.37	10.0	0.32
	30.0	1.58		
・浸入率: 0.063 (4位)		浸入率: 0.070 (3位)		
・浸入水量試算値: 997.0 (m3)		・浸入水量試算値: 1086.4 (m3)		
	12.0	0.28	12.0	0.16
	20.5	1.05	20.0	1.03
	13.0	0.46	13.0	0.64
	20.0	0.59	20.0	0.57
	17.0	0.25	17.0	0.26
・浸入率: 0.058 (5位)		・浸入率: 0.053 (7位)		
・浸入水量試算値: 241.1 (m3)		・浸入水量試算値: 225 (m3)		
	18.0	0.50	18.0	0.50
	33.0	1.23	33.0	1.23
	19.0	0.45	19.0	0.42
	12.0	0.08	12.0	0.08
	14.0	0.24	14.0	0.25
・浸入率: 0.053 (6位)		・浸入率: 0.053 (6位)		
・浸入水量試算値: 90.9 (m3)		・浸入水量試算値: 90.6 (m3)		
	22.5	1.05	22.5	0.94
	30.0	2.17		
	18.5	1.98		
	17.5	1.97		
	13.5	0.88		
・浸入率: 0.048 (7位)		・浸入率: 0.042 (10位)		
・浸入水量試算値: 490.7 (m3)		・浸入水量試算値: 345.0 (m3)		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-98(3) 浸透率と浸透水量 (さいたま市)

試算降雨量 55.5mm

S37ブロック (面積: 1.54 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	11.0	0.14	11.0	0.11
	22.5	0.54	22.5	0.69
	18.0	0.68	18.0	0.65
	17.5	0.42	17.5	0.29
	13.5	0.15	13.5	0.15
	10.0	0.02	10.0	0.06
・浸透率: 0.047 (8位)		・浸透率: 0.053 (5位)		
・浸透水量試算値: 34.2 (m3)		・浸透水量試算値: 38.0 (m3)		
	18.0	0.54	18.0	0.58
	33.0	1.35	33.0	1.35
	19.0	1.21	19.0	1.28
	12.0	0.27	12.0	0.27
	14.0	0.57	14.0	0.61
・浸透率: 0.047 (9位)		・浸透率: 0.046 (8位)		
・浸透水量試算値: 89.4 (m3)		・浸透水量試算値: 89.3 (m3)		
	17.0	0.30	17.0	0.31
	10.5	0.20	12.0	0.15
	37.5	1.22	35.5	1.18
	15.0	0.31	15.0	0.31
	20.0	0.53	20.0	0.55
・浸透率: 0.039 (10位)		・浸透率: 0.044 (9位)		
・浸透水量試算値: 64.5 (m3)		・浸透水量試算値: 70.0 (m3)		
	11.0	0.97	11.0	0.91
	22.5	0.84	22.5	0.84
	30.0	1.82	30.0	1.83
	18.0	1.44	18.0	1.41
	17.5	1.19	17.5	0.76
	13.5	1.38	13.5	1.50
	10.0	0.67	10.0	0.64
・浸透率: 0.037 (11位)		・浸透率: 0.037 (13位)		
・浸透水量試算値: 80.3 (m3)		・浸透水量試算値: 79.2 (m3)		

※浸透水量試算値 (m³) = (浸透率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-98(4) 浸透率と浸透水量 (さいたま市)

試算降雨量 55.5mm

S29ブロック (面積: 2.92 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	11.0	0.32	11.0	0.34
	22.5	0.47	22.5	0.42
	30.0	0.99	30.0	1.13
	18.0	0.59	18.0	0.59
	17.5	0.34	17.5	0.33
・浸透率: 0.034 (12位)		浸透率: 0.040 (11位)		
・浸透水量試算値: 50.9 (m3)		・浸透水量試算値: 57.5 (m3)		
	11.0	0.19	11.0	0.17
	22.5	0.44	22.5	0.46
	30.0	0.82	30.0	0.92
	18.0	0.43	18.0	0.45
	17.5	0.19	17.5	0.24
	13.5	0.14	13.5	0.14
	10.0	0.16	10.0	0.14
	・浸透率: 0.033 (13位)		・浸透率: 0.038 (12位)	
・浸透水量試算値: 38.0 (m3)		・浸透水量試算値: 43.6 (m3)		
	11.0	0.09	11.0	0.07
	22.5	0.38	22.5	0.45
	30.0	0.65	30.0	0.66
	18.0	0.48	18.0	0.48
	17.5	0.29	17.5	0.18
	13.5	0.27	13.5	0.29
	10.0	0.10	10.0	0.11
・浸透率: 0.026 (14位)		・浸透率: 0.028 (14位)		
・浸透水量試算値: 140.3 (m3)		・浸透水量試算値: 146.5 (m3)		
	11.0	0.15	11.0	0.08
	22.5	0.19	22.5	0.22
	30.0	0.78	30.0	0.82
	18.0	0.34	18.0	0.36
	17.5	0.19	17.5	0.12
	13.5	0.48	13.5	0.48
	10.0	0.18	10.0	0.13
・浸透率: 0.022 (15位)		・浸透率: 0.027 (15位)		
・浸透水量試算値: 124.1 (m3)		・浸透水量試算値: 141.8 (m3)		

※浸透水量試算値 (m³) = (浸透率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-98(5) 浸水率と浸水量 (さいたま市)

試算降雨量 55.5mm

S40ブロック (面積: 3.08 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	11.0	0.05	11.0	0.07
	22.5	0.12	22.5	0.17
	30.0	0.68	30.0	0.71
	17.5	0.34	17.5	0.16
	13.5	0.34	13.5	0.41
	10.0	0.12	10.0	0.06
・浸水率: 0.022 (16位)		・浸水率: 0.025 (16位)		
・浸水量試算値: 34.5 (m3)		・浸水量試算値: 36.9 (m3)		
	17.0	0.37	17.0	0.36
	10.5	0.21	12.0	0.24
	37.5	0.86	35.5	0.75
	15.0	0.55	15.0	0.60
	20.0	0.37	20.0	0.42
・浸水率: 0.021 (17位)		・浸水率: 0.017 (20位)		
・浸水量試算値: 80.1 (m3)		・浸水量試算値: 70.9 (m3)		
	17.0	0.35	17.0	0.38
	10.5	0.20	12.0	0.24
	37.5	0.85	35.5	0.79
	15.0	0.62	15.0	0.62
	20.0	0.58	20.5	0.62
浸水率: 0.020 (18位)		・浸水率: 0.019 (18位)		
・浸水量試算値: 84.9 (m3)		・浸水量試算値: 82.6 (m3)		
	11.0	0.06	11.0	0.06
	22.5	0.19	22.5	0.20
	30.0	0.47	30.0	0.49
	18.0	0.17	18.0	0.17
	17.5	0.21	17.5	0.17
浸水率: 0.020 (19位)		・浸水率: 0.022 (17位)		
・浸水量試算値: 66.3 (m3)		・浸水量試算値: 70.3 (m3)		

※浸水量試算値 (m³) = (浸水率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-98(6) 浸入率と浸入水量 (さいたま市)

試算降雨量 55.5mm

S07ブロック (面積: 21.95 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	17.0	0.13	17.0	0.14
	10.5	0.11	12.0	0.12
	45.5	0.66	43.5	0.65
	15.0	0.15	15.0	0.14
	20.0	0.25	20.0	0.25
	・浸入率: 0.016 (20位)		・浸入率: 0.018 (19位)	
	・浸入水量試算値: 178.9 (m3)		・浸入水量試算値: 188.8 (m3)	
	11.0	0.06	11.0	0.02
	22.5	0.70	22.5	0.48
	30.0	0.70	30.0	0.83
	18.0	0.44	18.0	0.47
	17.5	0.59	17.5	0.46
	13.5	1.08	13.5	1.07
	10.0	0.54	10.0	0.48
		・浸入率: 0.013 (21位)		・浸入率: 0.017 (21位)
	・浸入水量試算値: 28.7 (m3)		・浸入水量試算値: 31.8 (m3)	
	17.0	0.54	17.0	0.54
	10.5	0.47	12.0	0.47
	37.5	0.71	35.5	0.69
	15.0	0.70	15.0	0.87
	20.0	0.69	20.0	0.70
	・浸入率: 0.007 (22位)		・浸入率: 0.004 (24位)	
	・浸入水量試算値: 20.7 (m3)		・浸入水量試算値: 19.3 (m3)	
	17.0	0.12	17.0	0.11
	10.5	0.05	12.0	0.04
	37.5	0.21	35.5	0.19
	15.0	0.06	15.0	0.06
	20.0	0.08	20.0	0.08
	・浸入率: 0.006 (23位)		・浸入率: 0.006 (23位)	
	・浸入水量試算値: 23.5 (m3)		・浸入水量試算値: 23.5 (m3)	

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-98(7) 浸透率と浸透水量（さいたま市）

試算降雨量 55.5mm

S01ブロック (面積: 4.93 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	17.0	0.54	17.0	0.54
	34.0	0.49	32.0	0.49
	13.0	0.24	13.0	0.24
	13.0	0.46	13.0	0.46
	19.0	0.27	19.0	0.27
	・浸透率: 0.006 (24位)		・浸透率: 0.006 (22位)	
	・浸透水量試算値: 30.0 (m ³)		・浸透水量試算値: 31.1 (m ³)	
	17.0	0.10	17.0	0.13
	10.5	0.03	12.0	0.03
	37.5	0.27	35.5	0.27
	15.0	0.67	15.0	0.64
	20.0	0.22	20.5	0.25
	・浸透率: 0.002 (25位)		・浸透率: 0.001 (25位)	
	・浸透水量試算値: 算定対象外		・浸透水量試算値: 算定対象外	
	17.0	0.10	17.0	0.15
	10.5	0.07	12.0	0.10
	37.5	0.14	35.5	0.14
	15.0	0.23	15.0	0.23
	20.0	0.12	20.0	0.15
	・浸透率: 0.001 (26位)		浸透率: -0.001 (26位)	
	・浸透水量試算値: 算定対象外		・浸透水量試算値: 算定対象外	
	17.0	0.13	17.0	0.14
	34.0	0.16	32.0	0.15
	13.0	0.06	13.0	0.07
	13.0	1.03	13.0	1.11
	19.0	0.20	19.0	0.13
	・浸透率: -0.016 (27位)		・浸透率: -0.020 (27位)	
	・浸透水量試算値: 算定対象外		・浸透水量試算値: 算定対象外	

※浸透水量試算値 (m³) = (浸透率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-99(1) 浸入率と浸入水量 (藤沢市)

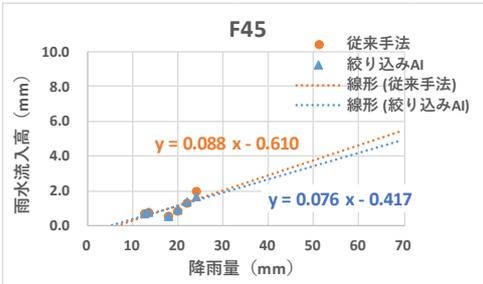
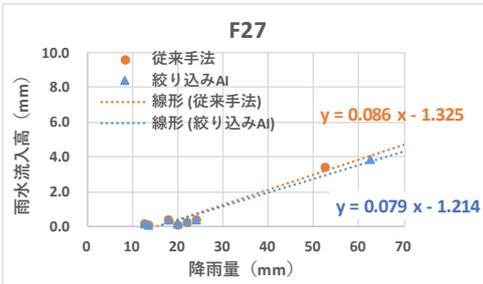
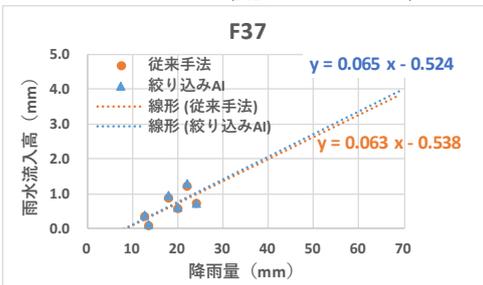
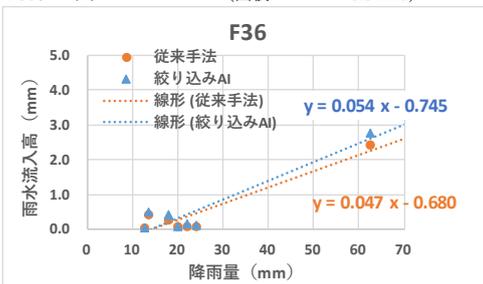
試算降雨量 50mm

F25ブロック (面積: 17.55 ha)	従来手法		絞り込みAI		
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	
	25.0	2.65	25.0	2.73	
	17.0	0.60	17.5	0.63	
	14.5	0.49	13.0	1.94	
	13.0	1.46	14.5	0.33	
	53.5	5.54			
	・ 浸入率: 0.119 (1位)		・ 浸入率: 0.125 (1位)		
	・ 浸入水量試算値: 909.4 (m3)		・ 浸入水量試算値: 962.1 (m3)		
	12.5	0.12	12.5	0.15	
	24.0	0.15	24.0	0.20	
	22.0	0.25	22.0	0.30	
	18.0	0.27	18.0	0.30	
	20.0	0.02	13.5	0.06	
	13.5	0.06	20.0	0.02	
	62.5	4.73	62.5	4.73	
		・ 浸入率: 0.098 (2位)		・ 浸入率: 0.098 (4位)	
		・ 浸入水量試算値: 167.2 (m3)		・ 浸入水量試算値: 167.9 (m3)	
	12.5	0.15	12.5	0.17	
	24.0	0.46	24.0	0.52	
	22.0	0.39	22.0	0.33	
	18.0	0.26	18.0	0.23	
	20.0	0.16	13.5	0.18	
	13.5	0.21	20.0	0.26	
	62.5	4.69	62.5	4.93	
	・ 浸入率: 0.096 (3位)		・ 浸入率: 0.101 (2位)		
	・ 浸入水量試算値: 116.0 (m3)		・ 浸入水量試算値: 122.0 (m3)		
	12.5	0.14	12.5	0.15	
	24.0	0.54	24.0	0.47	
	22.0	0.35	22.0	0.34	
	18.0	0.33	18.0	0.28	
	20.0	0.17	13.5	0.25	
	13.5	0.36	20.0	0.16	
	62.5	4.69	62.5	4.83	
	・ 浸入率: 0.094 (4位)		・ 浸入率: 0.098 (3位)		
	・ 浸入水量試算値: 160.6 (m3)		・ 浸入水量試算値: 164.6 (m3)		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-99(2) 浸入率と浸入水量 (藤沢市)

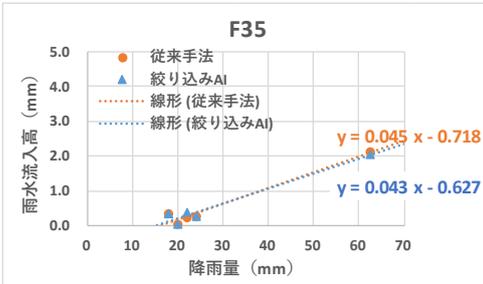
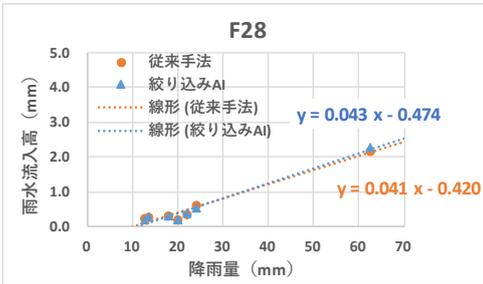
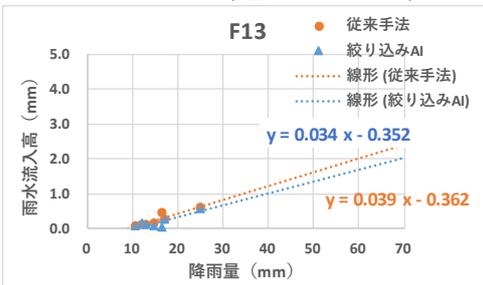
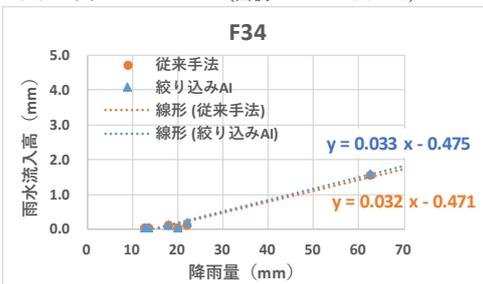
試算降雨量 50mm

F45ブロック (面積: 4.54 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	12.5	0.68	12.5	0.69
	24.0	1.95	24.0	1.66
	22.0	1.30	22.0	1.36
	18.0	0.49	18.0	0.51
	20.0	0.80	13.5	0.76
	13.5	0.77	20.0	0.94
・浸入率: 0.088 (5位)		・浸入率: 0.076 (6位)		
・浸入水量試算値: 171.2 (m3)		・浸入水量試算値: 154.6 (m3)		
	12.5	0.15	12.5	0.14
	24.0	0.40	24.0	0.36
	22.0	0.23	22.0	0.27
	18.0	0.34	18.0	0.34
	20.0	0.10	13.5	0.07
	13.5	0.07	20.0	0.11
	52.5	3.40	62.5	3.88
・浸入率: 0.086 (6位)		・浸入率: 0.079 (5位)		
・浸入水量試算値: 77.9 (m3)		・浸入水量試算値: 72 (m3)		
	12.5	0.34	12.5	0.36
	24.0	0.70	24.0	0.72
	22.0	1.20	22.0	1.28
	18.0	0.89	18.0	0.93
	20.0	0.57	13.5	0.10
	13.5	0.07	20.0	0.61
・浸入率: 0.063 (7位)		・浸入率: 0.065 (7位)		
・浸入水量試算値: 141.4 (m3)		・浸入水量試算値: 146.0 (m3)		
	12.5	0.04	12.5	0.05
	24.0	0.06	24.0	0.12
	22.0	0.08	22.0	0.14
	18.0	0.28	18.0	0.41
	20.0	0.07	13.5	0.47
	13.5	0.42	20.0	0.08
	62.5	2.41	62.5	2.77
・浸入率: 0.047 (8位)		・浸入率: 0.054 (8位)		
・浸入水量試算値: 55.8 (m3)		・浸入水量試算値: 64.7 (m3)		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-99(3) 浸入率と浸入水量 (藤沢市)

試算降雨量 50mm

F35ブロック (面積: 8.06 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	24.0	0.28	24.0	0.28
	22.0	0.23	22.0	0.39
	18.0	0.35	18.0	0.35
	20.0	0.05	20.0	0.04
	62.5	2.13	62.5	2.06
・浸入率: 0.045 (9位)		・浸入率: 0.043 (10位)		
・浸入水量試算値: 124.4 (m3)		・浸入水量試算値: 121.5 (m3)		
	12.5	0.21	12.5	0.20
	24.0	0.62	24.0	0.53
	22.0	0.36	22.0	0.36
	18.0	0.31	18.0	0.31
	20.0	0.17	13.5	0.26
	13.5	0.25	20.0	0.17
62.5	2.17	62.5	2.28	
・浸入率: 0.041 (10位)		・浸入率: 0.043 (9位)		
・浸入水量試算値: 58.9 (m3)		・浸入水量試算値: 61.2 (m3)		
	12.0	0.12	10.5	0.07
	25.0	0.61	12.0	0.13
	17.0	0.24	25.0	0.57
	14.5	0.15	17.0	0.25
	13.0	0.11	13.0	0.10
	10.5	0.06	14.5	0.09
16.5	0.44	16.5	0.02	
・浸入率: 0.039 (11位)		・浸入率: 0.034 (11位)		
・浸入水量試算値: 98.1 (m3)		・浸入水量試算値: 82.4 (m3)		
	12.5	0.03	12.5	0.03
	22.0	0.11	22.0	0.18
	18.0	0.12	18.0	0.13
	20.0	0.03	13.5	0.03
	13.5	0.04	20.0	0.03
	62.5	1.54	62.5	1.60
・浸入率: 0.032 (12位)		・浸入率: 0.033 (12位)		
・浸入水量試算値: 73.9 (m3)		・浸入水量試算値: 77.3 (m3)		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-99(4) 浸入率と浸入水量 (藤沢市)

試算降雨量 50mm

F23ブロック (面積: 2.34 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	12.0	0.17	10.5	0.12
	25.0	0.56	12.0	0.16
	17.0	0.19	25.0	0.54
	14.5	0.13	17.0	0.04
	13.0	0.12	13.0	0.12
	10.5	0.13	14.5	0.14
	16.5	0.13	16.5	0.00
・浸入率: 0.03 (13位)		・浸入率: 0.026 (15位)		
・浸入水量試算値: 28.7 (m3)		・浸入水量試算値: 24.6 (m3)		
	12.5	0.06	12.5	0.12
	24.0	0.25	24.0	0.32
	22.0	0.70	22.0	0.67
	18.0	0.40	18.0	0.38
	20.0	0.13	13.5	0.48
	13.5	0.48	20.0	0.22
	62.5	1.66	62.5	1.64
・浸入率: 0.029 (14位)		・浸入率: 0.028 (13位)		
・浸入水量試算値: 83.7 (m3)		・浸入水量試算値: 83.3 (m3)		
	12.0	0.13	10.5	0.09
	25.0	0.44	12.0	0.12
	17.0	0.14	25.0	0.38
	14.5	0.11	17.0	0.15
	13.0	0.11	13.0	0.13
	10.5	0.11	14.5	0.11
	16.5	0.23	16.5	0.02
・浸入率: 0.023 (15位)		・浸入率: 0.018 (17位)		
・浸入水量試算値: 55.1 (m3)		・浸入水量試算値: 43.9 (m3)		
	24.0	0.21	24.0	0.19
	22.0	0.19	22.0	0.21
	18.0	0.16	18.0	0.16
	20.0	0.14	13.5	0.07
	13.5	0.07	20.0	0.14
	62.5	1.13	62.5	1.15
・浸入率: 0.022 (16位)		・浸入率: 0.023 (16位)		
・浸入水量試算値: 44.0 (m3)		・浸入水量試算値: 44.9 (m3)		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-99(5) 浸入率と浸入水量（藤沢市）

試算降雨量 50mm

F29ブロック (面積: 1.77 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	12.5	0.02	12.5	0.11
	22.0	0.34	22.0	0.32
	18.0	0.24	18.0	0.19
	20.0	0.33	13.5	2.41
	13.5	2.09	20.0	0.38
	62.5	1.73	62.5	2.08
・浸入率: 0.021 (17位)		・浸入率: 0.026 (14位)		
・浸入水量試算値: 23.4 (m3)		・浸入水量試算値: 27.8 (m3)		
	12.0	0.06	10.5	0.08
	25.0	0.14	12.0	0.05
	17.0	0.07	25.0	0.13
	14.5	0.04	17.0	0.09
	13.0	0.06	13.0	0.05
	43.5	0.51	14.5	0.08
	53.5	0.98	53.5	0.75
・浸入率: 0.021 (18位)		・浸入率: 0.016 (18位)		
・浸入水量試算値: 29.9 (m3)		・浸入水量試算値: 25.1 (m3)		
	12.5	0.09	12.5	0.06
	24.0	0.44	24.0	0.33
	22.0	0.33	22.0	0.36
	18.0	0.45	18.0	0.49
	20.0	0.09	13.5	0.29
	13.5	0.29	20.0	0.09
・浸入率: 0.017 (19位)		・浸入率: 0.014 (19位)		
・浸入水量試算値: 94.7 (m3)		・浸入水量試算値: 82.6 (m3)		
	12.5	0.02	12.5	0.02
	24.0	0.10	24.0	0.09
	22.0	0.08	22.0	0.09
	18.0	0.06	18.0	0.06
	20.0	0.03	13.5	0.05
	13.5	0.04	20.0	0.04
	62.5	0.71	62.5	0.65
・浸入率: 0.014 (20位)		・浸入率: 0.013 (20位)		
・浸入水量試算値: 68.3 (m3)		・浸入水量試算値: 63.3 (m3)		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率×降雨量 (50mm) + y 切片) ×面積 (ha) ×10

資表 3-99(6) 浸入率と浸入水量 (藤沢市)

試算降雨量

50mm

F18ブロック (面積: 2.28 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	12.0	0.12	10.5	0.16
	25.0	0.47	12.0	0.13
	17.0	0.29	25.0	0.43
	14.5	0.12	17.0	0.28
	13.0	0.75	13.0	0.74
	10.5	0.15	14.5	0.08
	16.5	0.12	16.5	0.01
	・浸入率: 0.013 (21位)		・浸入率: 0.009 (24位)	
・浸入水量試算値: 17.0 (m3)		・浸入水量試算値: 13.3 (m3)		
	12.0	0.06	10.5	0.05
	25.0	0.19	12.0	0.06
	17.0	0.28	25.0	0.21
	14.5	0.09	17.0	0.28
	13.0	0.15	13.0	0.11
	10.5	0.04	14.5	0.14
	16.5	0.45	16.5	0.05
	・浸入率: 0.013 (22位)		・浸入率: 0.011 (23位)	
・浸入水量試算値: 48.7 (m3)		・浸入水量試算値: 40.3 (m3)		
	12.0	0.04	10.5	0.07
	25.0	0.11	12.0	0.05
	17.5	0.72	25.0	0.12
	14.5	0.10	17.5	0.75
	13.0	0.20	13.0	0.12
	10.5	0.05	14.5	0.10
	16.5	0.32	16.5	0.05
	・浸入率: 0.012 (23位)		・浸入率: 0.012 (22位)	
・浸入水量試算値: 17.5 (m3)		・浸入水量試算値: 16.1 (m3)		
	12.0	0.10	10.5	0.12
	25.0	0.19	12.0	0.11
	17.0	0.38	25.0	0.18
	14.5	0.15	17.0	0.42
	13.0	0.07	13.0	0.06
	10.5	0.10	14.5	0.20
	16.5	0.46	16.5	0.08
	・浸入率: 0.012 (24位)		・浸入率: 0.008 (27位)	
・浸入水量試算値: 67.6 (m3)		・浸入水量試算値: 48.1 (m3)		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率×降雨量 (50mm) + y 切片) ×面積 (ha) ×10

資表 3-99(7) 浸入率と浸入水量 (藤沢市)

試算降雨量 50mm

F33ブロック (面積: 4.44 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	12.5	0.16	12.5	0.10
	24.0	0.18	24.0	0.16
	22.0	0.12	22.0	0.12
	18.0	0.08	18.0	0.07
	20.0	0.07	13.5	0.09
	13.5	0.12	20.0	0.07
	62.5	0.67	62.5	0.68
・浸入率: 0.012 (25位)		・浸入率: 0.013 (21位)		
・浸入水量試算値: 22.0 (m3)		・浸入水量試算値: 22.4 (m3)		
	12.5	0.09	12.5	0.07
	24.0	0.26	24.0	0.37
	22.0	0.19	22.0	0.20
	18.0	0.10	18.0	0.11
	20.0	0.21	13.5	0.11
	13.5	0.12	20.0	0.21
	62.5	0.55	62.5	0.56
・浸入率: 0.009 (26位)		・浸入率: 0.009 (25位)		
・浸入水量試算値: 11.5 (m3)		・浸入水量試算値: 12.1 (m3)		
	12.0	0.07	10.5	0.11
	25.0	0.20	12.0	0.08
	17.0	0.06	25.0	0.23
	14.5	0.16	17.0	0.07
	13.0	0.06	13.0	0.06
	10.5	0.06	14.5	0.16
			16.5	0.02
・浸入率: 0.009 (27位)		・浸入率: 0.008 (26位)		
・浸入水量試算値: 56.5 (m3)		・浸入水量試算値: 52.5 (m3)		
	12.0	0.11	10.5	0.04
	17.0	0.11	12.0	0.11
	14.5	0.07	17.0	0.12
	13.0	0.10	13.0	0.13
	53.5	0.34	14.5	0.06
	10.5	0.03		
・浸入率: 0.007 (28位)		・浸入率: 0.007 (28位)		
・浸入水量試算値: 60.8 (m3)		・浸入水量試算値: 66.5 (m3)		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率×降雨量 (50mm) + y 切片) ×面積 (ha) ×10

資表 3-99(8) 浸入率と浸入水量 (藤沢市)

試算降雨量 50mm

F14ブロック (面積: 3.55 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	12.0		10.5	0.01
	25.0	0.01	12.0	0.00
	17.5	0.34	25.0	0.01
	14.5	0.04	17.5	0.35
	13.0	0.15	13.0	0.13
	10.5	0.00	14.5	0.07
	16.5	0.51	16.5	0.16
・浸入率: 0.005 (29位)		・浸入率: 0.004 (30位)		
・浸入水量試算値: 11.8 (m ³)		・浸入水量試算値: 8.2 (m ³)		
	22.0	0.46	22.0	0.34
	18.0	0.07	18.0	0.14
	20.0	0.09	13.5	0.15
	13.5	0.12	20.0	0.11
	62.5	0.39	62.5	0.41
・浸入率: 0.005 (30位)		・浸入率: 0.005 (29位)		
・浸入水量試算値: 12.5 (m ³)		・浸入水量試算値: 12.7 (m ³)		
	12.0	0.04	10.5	0.05
	25.0	0.08	12.0	0.04
	17.0	0.05	25.0	0.08
	10.5	0.04	17.0	0.05
	14.5	0.04	13.0	0.06
	13.0	0.06	14.5	0.05
	53.5	0.14	53.5	0.14
			16.5	0.00
・浸入率: 0.002 (31位)		・浸入率: 0.002 (31位)		
・浸入水量試算値: 算定対象外		・浸入水量試算値: 算定対象外		
	12.0	0.01	10.5	0.03
	25.0	0.06	12.0	0.02
	17.0	0.03	25.0	0.08
	14.5	0.03	17.0	0.03
	13.0	0.04	13.0	0.08
	53.5	0.08	14.5	0.04
	10.5	0.09	53.5	0.10
			16.5	0.00
・浸入率: 0.001 (32位)		・浸入率: 0.002 (32位)		
・浸入水量試算値: 算定対象外		・浸入水量試算値: 算定対象外		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

資表 3-99(9) 浸入率と浸入水量（藤沢市）

試算降雨量

50mm

F04ブロック (面積: 13.03 ha)	従来手法		絞り込みAI		
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	
	12.0	0.01	10.5	0.01	
	25.0	0.02	12.0	0.01	
	13.0	0.00	25.0	0.02	
	10.5	0.01	13.0	0.00	
	16.5	0.09	16.5	0.00	
	・浸入率: 0.001 (33位)		・浸入率: 0.001 (33位)		
	・浸入水量試算値: 算定対象外		・浸入水量試算値: 算定対象外		
	12.0	0.11	10.5	0.07	
	25.0	0.09	12.0	0.11	
	17.0	0.08	25.0	0.10	
	14.5	0.05	17.0	0.08	
	13.0	0.06	13.0	0.06	
	53.5	0.11	14.5	0.04	
	10.5	0.06	53.5	0.02	
	16.5	0.26	16.5	0.03	
		浸入率: 0.000 (34位)		浸入率: -0.001 (34位)	
		・浸入水量試算値: 算定対象外		・浸入水量試算値: 算定対象外	
	12.0	0.06	10.5	0.09	
	25.0	0.17	12.0	0.03	
	17.0	0.01	25.0	0.12	
	14.5	0.21	17.0	0.01	
	13.0	0.35	13.0	0.32	
	10.5	0.07	14.5	0.17	
	16.5	0.02	16.5	0.00	
	浸入率: 0.000 (35位)		浸入率: -0.003 (36位)		
	・浸入水量試算値: 算定対象外		・浸入水量試算値: 算定対象外		
	12.5	0.05	24.0	0.30	
	24.0	0.16	18.0	0.32	
	22.0	0.37	13.5	0.26	
	18.0	0.28	20.0	0.04	
	20.0	0.05			
	13.5	0.42			
	浸入率: -0.001 (36位)		浸入率: -0.001 (35位)		
	・浸入水量試算値: 算定対象外		・浸入水量試算値: 算定対象外		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率×降雨量 (50mm) + y 切片) ×面積 (ha) ×10

資表 3-99 (10) 浸入率と浸入水量 (藤沢市)

試算降雨量 50mm

F32ブロック (面積: 13.00 ha)	従来手法		絞り込みAI	
	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)	降雨量 (mm)	雨水流入高 (mm)
	12.5	0.07	12.5	0.09
	24.0	0.11	24.0	0.15
	22.0	0.21	22.0	0.20
	18.0	0.22	18.0	0.21
	20.0	0.06	13.5	0.33
	13.5	0.37	20.0	0.06
浸入率: -0.007 (37位)		浸入率: -0.004 (37位)		
・浸入水量試算値: 算定対象外		・浸入水量試算値: 算定対象外		

※浸入水量試算値 (m³) = (浸入率 × 降雨量 (50mm) + y 切片) × 面積 (ha) × 10

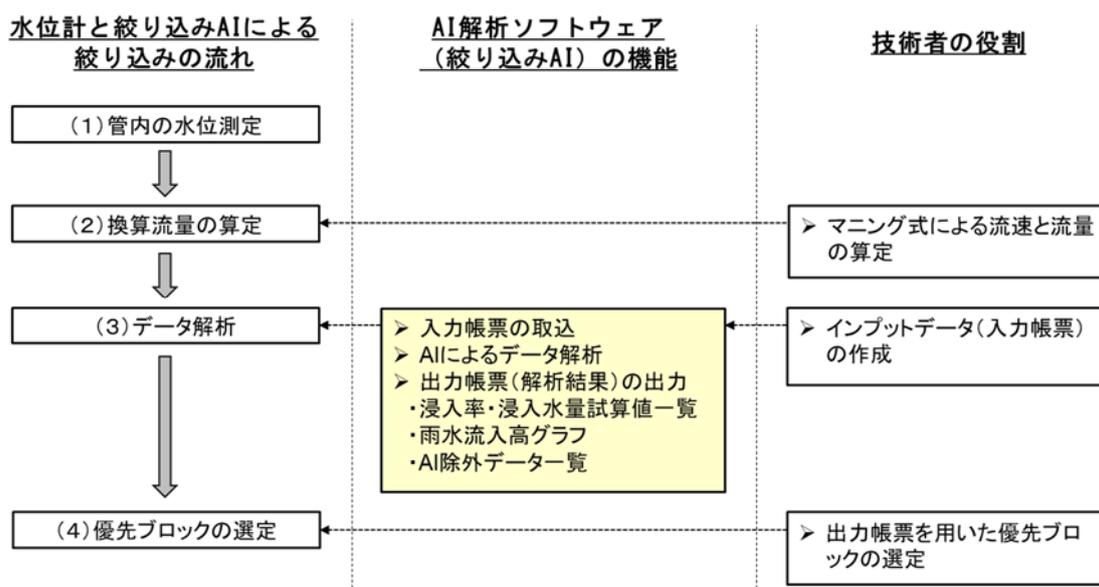
4 AI 解析ソフトウェアの概要

本実証研究では利用者の効率性・事業性を高めるために、本編 § 7、 § 8 に記載するデータ解析機能を有する AI 解析ソフトウェア「ASSIST (AI Software Supporting Infiltration of stormwater Screening Technology)」を構築した。本ソフトウェアの概要を以下に示す。

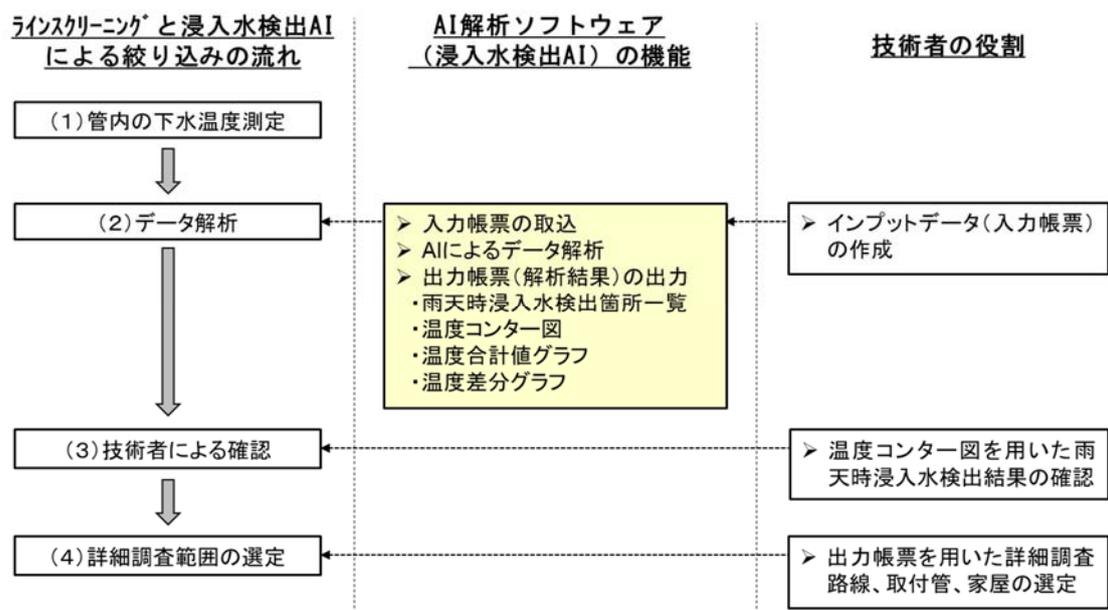
4.1 AI 解析ソフトウェアの機能

AI 解析ソフトウェア「ASSIST」は、入力帳票として整理されたデータを取り込み、AI によるデータ解析を行うとともに、水位計と絞り込み AI による絞り込みでは浸入率や浸入水量試算値の算出、ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みでは雨天時浸入水の発生箇所や温度コンター図等の帳票出力処理の機能を有している。

資図 4-1 に、水位計と絞り込み AI による絞り込みの流れと AI 解析ソフトウェア機能及び技術者の役割を示す。また、資図 4-2 にラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みの流れと AI 解析ソフトウェア機能及び技術者の役割を示す。



資図 4-1 水位計と絞り込み AI による絞り込みの流れと AI 解析ソフトウェア機能及び技術者の役割



資図 4-2 ラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みの流れと AI 解析ソフトウェア機能及び技術者の役割

(1) 絞り込み AI の入力・出力帳票

AI 解析ソフトウェア「ASSIST」を用いた水位計と絞り込み AI による絞り込みにあたっては、現地調査で得られたデータを AI 解析ソフトウェア（絞り込み AI）が認識できる入力帳票に整理する必要がある。ここで、入力帳票はフィールド調査データのテンプレートと同一にすることで入力用の変換作業を省力化できることから、同一のテンプレートを採用することとした。

参考として、資図 4-3 に絞り込み AI の入力帳票の例を示す。

8月9日	調査地区	〇〇市	流域面積[ha]	17.03
2019年	フェーズ	1	粗度係数(参考値) ヒューム管/陶管: 0.013 塩化ビニル管/更生管: 0.010	
8月	計測項目	水位		
9日	測点名	△△		
管径 300 mm	管種	塩化ビニル管		
	勾配	3.7 ‰		
日時	降雨量	水位	流量	
	[mm]	[mm]	[m3]	
1 8月9日 0:00	0.0	32	0.1097	
0:01	0.0	30	0.0958	
0:02	0.0	30	0.0958	
0:03	0.0	31	0.1026	
0:04	0.0	30	0.0958	
0:05	0.0	30	0.0958	
0:06	0.0	33	0.1170	
0:07	0.0	35	0.1323	
0:08	0.0	35	0.1323	
0:09	0.0	32	0.1097	
0:10	0.0	34	0.1245	
0:11	0.0	34	0.1245	
0:12	0.0	31	0.1026	
0:13	0.0	32	0.1097	
0:14	0.0	31	0.1026	
0:15	0.0	31	0.1026	
0:16	0.0	31	0.1026	

資図 4-3 絞り込み AI の入力帳票の例 (フィールド調査データ入力帳票と兼用)

資表 4-1 に、絞り込み AI の出力帳票の一覧を示す。

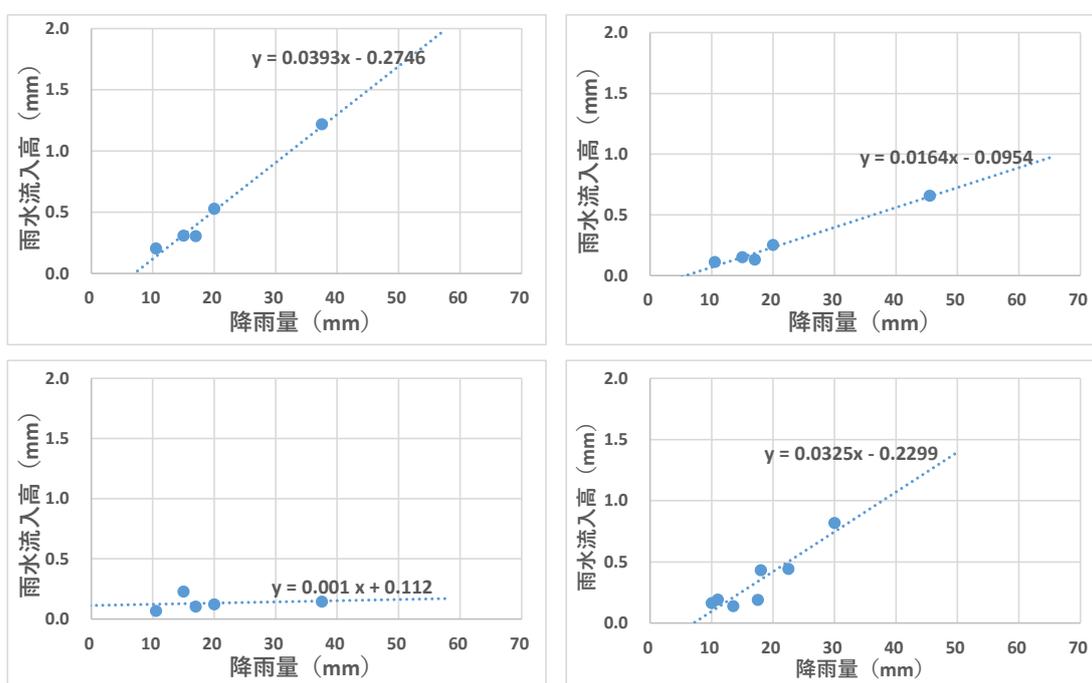
また、資表 4-2 に浸入率・浸入水量試算値一覧の例を、資図 4-4 に雨水流入高グラフの例を、資表 4-3 に AI 除外データ一覧の例を示す。

資表 4-1 絞り込み AI 出力帳票の一覧

出力項目	内容	備考
浸入率・浸入水量試算値一覧	浸入率や浸入水量試算に必要な情報(面積、降雨時間、降雨量、雨水流入高(雨天時流量、晴天日平均流量、浸入水量含む)など)を出力する	浸入率順位、浸入水量試算値順位含む
雨水流入高グラフ	雨水流入高-降雨量のグラフ。浸入率(回帰直線傾き)を把握するために、回帰直線もあわせてグラフに記載する	
AI 除外データ一覧	絞り込み AI にて除外/採用されたデータの一覧	

資表 4-2 浸入率・浸入水量試算値一覧の例

No.	ブロック名	面積 (ha)	浸入率	浸入率順位	雨量計名称	降雨1							
						降雨時間		降雨量 (mm)	時間最大降雨量 (mm/h)	流量 (m3)	晴天日流量 (m3)	浸入水量 (m3)	雨水流入高 (mm)
						開始	～ 終了						
1	A01H	17.03	0.019	36	R3	2019/8/13 6:30	～ 2019/8/13 12:30	40.5	2.5	127.51	21.25	106.26	0.624
2	A02H	13.49	0.016	39	R3	2019/8/13 6:30	～ 2019/8/13 13:10	40.5	2.5	101.40	16.90	84.50	0.626
3	A03H	3.89	0.018	37	R3	2019/8/13 6:30	～ 2019/8/13 12:30	40.5	2.5	58.54	9.76	48.78	1.254
4	A04H	13.03	0.045	12	R3	2019/8/13 6:30	～ 2019/8/13 12:30	40.5	2.5	4.10	0.68	3.42	0.026
5	A05H	18.93	0.027	27	R3	2019/8/13 6:30	～ 2019/8/13 12:30	40.5	2.5	38.91	6.49	32.43	0.171
6	A06H	6.95	0.028	24	R3	2019/8/13 6:30	～ 2019/8/13 12:30	40.5	2.5	15.97	2.66	13.31	0.192
7	A07H	7.09	0.013	41	R3	2019/8/13 6:30	～ 2019/8/13 12:50	40.5	2.5	14.37	2.40	11.98	0.169
8	A08H	3.14	0.005	47	R3	2019/8/13 6:30	～ 2019/8/13 13:20	40.5	2.5	111.79	18.63	93.16	2.967



資図 4-4 雨水流入高グラフの例

資表 4-3 AI 除外データ一覧の例

時間	ブロック1	ブロック2	ブロック3	ブロック4	ブロック5	ブロック6
2019/8/13 0:00	1	0	1	1	1	1
2019/8/13 1:00	1	0	1	1	1	1
2019/8/13 2:00	1	0	1	1	1	1
2019/8/13 3:00	1	0	1	1	1	1
2019/8/13 4:00	1	1	1	1	1	1
2019/8/13 5:00	1	1	1	1	1	1
2019/8/13 6:00	1	1	1	0	1	1
2019/8/13 7:00	1	1	1	0	1	1

(2) 浸入水検出 AI の入力・出力帳票

AI 解析ソフトウェア「ASSIST」を用いたラインスクリーニングと浸入水検出 AI による絞り込みにあたっては、現地調査で得られたデータを AI 解析ソフトウェア(浸入水検出 AI)が認識できる入力帳票に整理する必要がある。ここで、入力帳票はフィールド調査データのテンプレートと同一にすることで入力用の変換作業を省力化できることから、同一のテンプレートを採用することとした。

参考として、資図 4-5 に浸入水検出 AI の入力帳票の例を示す。

	A	B	C	D	E	F
1	Trace	1355	1356	1357	1358	
2	Date	8/ Jan/ 20	8/ Jan/ 20	8/ Jan/ 20	8/ Jan/ 20	8/ Jan/ 20
3	Time	0:00:48	0:01:48	0:02:48	0:03:48	0:04:48
4	distance	temperature	temperature	temperature	temperature	temperature
5	m	°C	°C	°C	°C	°C
6	0.00	17.78	17.99	17.60	17.94	
7	1.00	17.07	17.19	17.09	17.31	
8	2.00	16.00	15.86	15.94	16.25	
9	3.00	15.47	15.47	15.34	15.72	
10	4.00	15.74	15.86	15.63	15.90	
11	5.00	15.79	15.88	15.76	15.94	
12	6.00	15.66	15.72	15.63	15.79	
13	7.00	15.70	15.75	15.65	15.81	
14	8.00	15.86	15.91	15.83	15.93	
15	9.00	15.95	15.96	15.95	15.97	
16	10.00	15.91	15.88	15.93	15.91	
17	11.00	15.77	15.76	15.85	15.77	
18	12.00	15.41	15.44	15.55	15.35	
19	13.00	14.72	14.72	14.84	14.65	

資図 4-5 浸入水検出 AI の入力帳票の例 (フィールド調査データ入力帳票と兼用)

資表 4-4 に、浸入水検出 AI の出力帳票の一覧を示す。

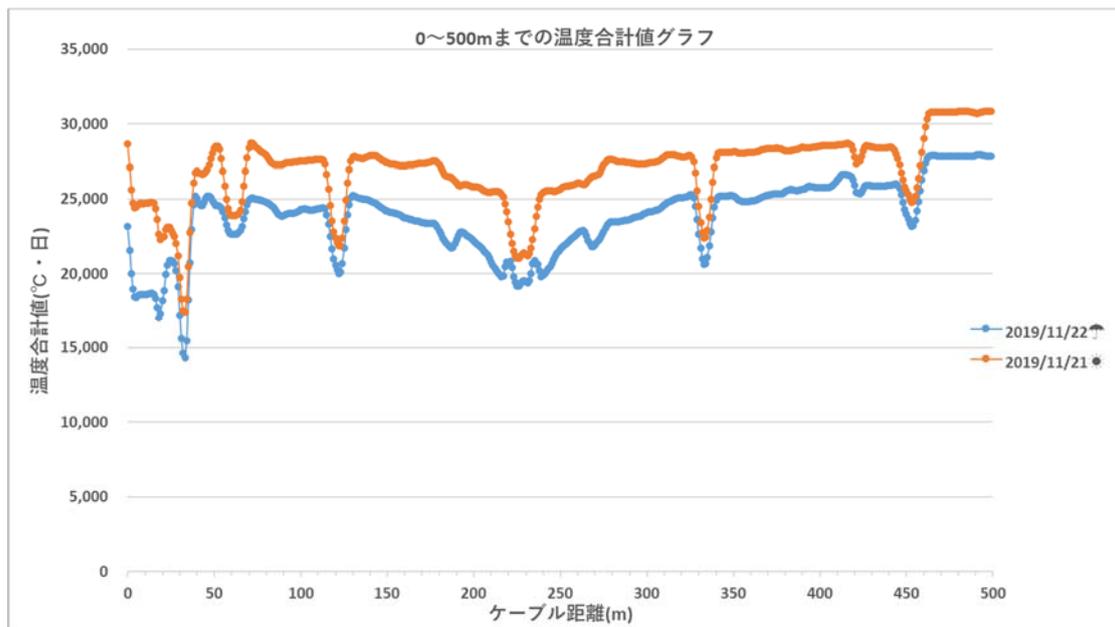
また、資表 4-5 に雨天時浸入水検出箇所一覧の例を、資図 4-6 に温度コンター図の例を、資図 4-7 に温度合計値グラフの例を、資図 4-8 に温度差分グラフの例を示す。

資表 4-4 浸入水検出 AI 出力帳票の一覧

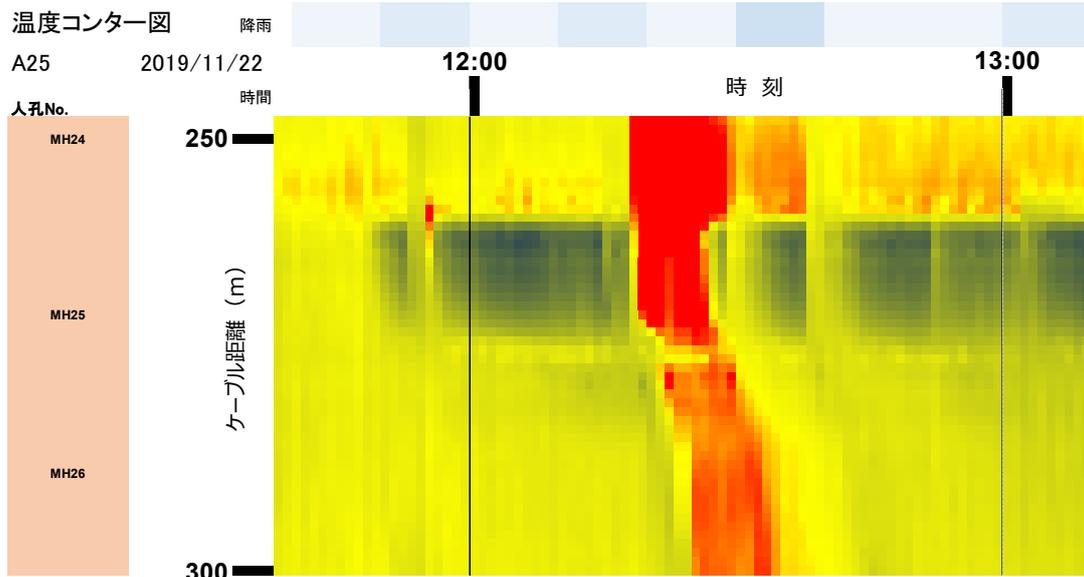
項目	内容
雨天時浸入水検出箇所一覧	浸入水検出 AI にて検出された雨天時浸入水の検出箇所の一覧
温度コンター図	測定された下水温度のコンター図
温度合計値グラフ	温度合計値－ケーブル距離のグラフ
温度差分グラフ	温度差分値－ケーブル距離のグラフ

資表 4-5 雨天時浸入水検出箇所一覧の例

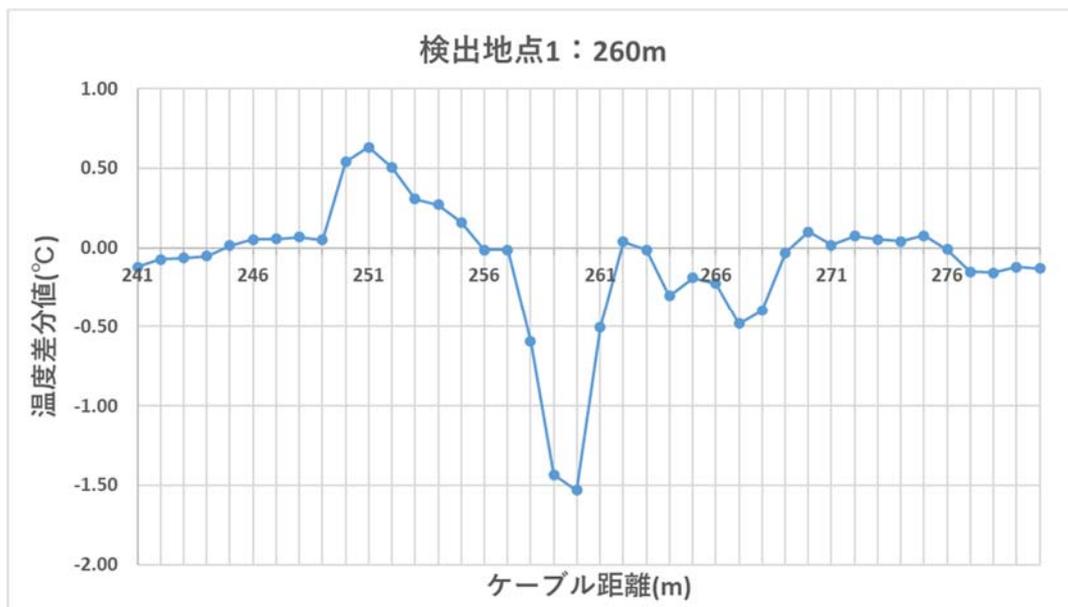
No.	検出結果				技術者による補完 0：除外 1：採用	
	上流人孔 番号	下流人孔 番号	ケーブル距離(m) 上流側人孔 下流側人孔			浸入水検出AIによる検出位置 (m)
1	MH30	MH31	67	~ 115	76	1
2	MH30	MH31	67	~ 115	87	1
3	MH23	MH24	236	~ 250	239	1
4	MH24	MH25	250	~ 270	260	1
5	MH31	MH38	337	~ 444	387	1
6	MH31	MH38	337	~ 444	421	0
7	MH12	MH14	675	~ 731	699	0
8	MH8	MH11	914	~ 1001	921	1
9	MH8	MH11	914	~ 1001	948	1
10	MH8	MH11	914	~ 1001	965	1



資図 4-6 温度合計値グラフの例



資図 4-7 温度コンター図の例



資図 4-8 温度差分グラフの例

4.2 AI 解析技術

4.2.1 絞り込み AI

絞り込み AI では、資表 4-6 に示す理由から、SVM（サポートベクターマシン）※を採用した。

※SVM：入力データを分類する際に、誤った分類を防ぐために「分類するための境界の近くにあるデータ（サポートベクター）」を適切に決定することで、分類する特徴を学習する。

資表 4-6 絞り込み AI におけるアルゴリズムの選定

アルゴリズム	特徴	メリット	デメリット	適用可能性	採用
SVM(サポートベクターマシン)	入力データを線形分類（直線でグループを分割）しやすい特徴量に変換し分類を行う	・分類識別能力が高く、精度が良い分析結果が得られやすい	・時系列データへの適用をする場合、前処理が複雑になる	・異常・正常の違いが曖昧なため、分類識別能力が高い本アルゴリズムが適している。 ・もともとは時系列データだが、10分単位での解析を行い、時系列情報そのものは解析しない。	○
ランダムフォレスト	決定木の考え方をを使い、適切な分類ルールを探索する	・データ量が多くても解析にかかる処理時間が短い	・分類識別能力が若干低く、精度が良い分析結果が得られにくい ・分類精度は入力値に大きく依存する	・精度向上の調整（設定）が難しい。 ・特徴量変換を別途実施する必要があり、システムが複雑になりやすい。	△
k-近傍法	特定の基準事象から他の事象（k）に対する距離を計算し、事象間が近い者同士を同一のグループにする	・解析にかかる処理時間が短い ・分類の理由付けがしやすい	・ノイズ（分類グループの境界にある要素）に弱いため、適切なノイズ除去処理が必要 ・kの選択によっては適切な学習ができない ・判定処理が遅い ・時系列データの取り扱いが苦手	・分かりやすい異常値、正常値を含むデータとは限らないため、kの選択が適切にできない可能性が高い。 ・水位計測誤差や時系列変化をノイズとして捉えてしまう可能性がある。	△

4.2.2 浸入水検出 AI

浸入水検出 AI では、資表 4-7 に示す理由から、ニューラルネットワーク※を採用した。

※ニューラルネットワーク：脳の神経回路の仕組みを模した分析モデル。ニューラルネットワークは一般的に入力層、中間層（隠れ層）、出力層の3層から成り立つ。教師データにより一致するように前の層から受け取った入力データに重み付けと変換を行いながら次の層へ渡すことで、入力データの特徴を学習する。

資表 4-7 浸入水検出 AI におけるアルゴリズムの選定

No	アルゴリズム	特徴	メリット	デメリット	適用可能性	採用
1	ニューラルネットワーク	パターン認識を得意とするブラックボックス系の教師有り学習のアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> ・時系列データ、状態の連続的な変化などを捉えやすい ・実装が容易で精度を高めやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ・設定パラメータやデータ量によっては学習処理が遅くなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・下水温度の時系列データを対応可能。 	○
2	SVM(サポートベクターマシン)	入力データを線形分類しやすい特徴量に変換し分類を行う、教師あり学習のアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> ・分類識別能力が高く、精度が良い分析結果が得られやすい ・実装が比較的容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・時系列データへの適用性が低い ・特徴量ベクトルが多いと計算時間が莫大になる 	<ul style="list-style-type: none"> ・下水温度および降雨量といった分解能の高い時系列データが対象のため、適用性が低い 	△
3	k-近傍法	特定の基準事象から他の事象(k)に対する距離を計算し、事象間が近い者同士を同一のグループとする、教師有り学習のアルゴリズム	<ul style="list-style-type: none"> ・計算や実装が高速 ・分類の理由付けがしやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ノイズ(分類グループの境界にある要素)に弱い ・適切なノイズ除去処理が別に必要 ・kの選択によっては適切な学習・判定ができない ・判定処理が遅い ・時系列データの取り扱いが苦手 	<ul style="list-style-type: none"> ・下水温度データからkの設定を行う部分が困難。 ・下水温度および降雨量といった分解能の高い時系列データが対象のため、適用が困難。 	△

浸入水検出 AI にて用いたニューラルネットワークの詳細を、以下に示す。

- ① 隠れ層：2層
- ② ノード数（ニューロン数）：
入力層：72、1つ目の隠れ層：16、2つ目の隠れ層：8、出力層：1
- ③ 入力層の詳細：
 - ・雨天日における1m上流部との温度差分値の10分間平均（6時間分算定）
 - ・雨天日と晴天日の温度合計値差分の10分間平均（6時間分算定）

4.3 学習

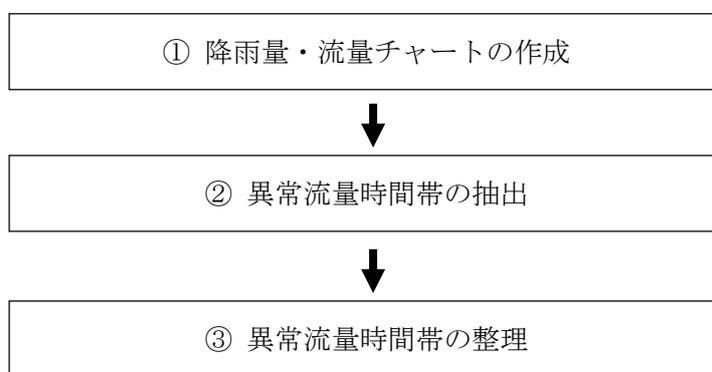
4.3.1 絞り込み AI の学習

本実証研究では、以下に示す内容で学習を行った。なお、4.4 追加学習の必要性に示すように、実証フィールドで得られた教師データを学習すれば、追加の学習は不要である。

(1) 教師データの作成

1) 教師データの作成フロー

資図 4-9 のフローに基づき、教師データを作成する。なお、ここでは流量から教師データを作成する手順を示すが、同様の手順で、水位から教師データを作成してもよい。



資図 4-9 教師データの作成フロー

2) 教師データの作成

教師データは、以下の手順により作成する。

① 降雨量・流量チャートの作成

調査結果をもとに、降雨量及び流量チャートを作成する。

② 異常流量時間帯の抽出

①にて作成したチャートを技術者が確認し、異常流量が発生していると考えられる時間帯を抽出する。ここでは、調査対象面積も考慮しながら、主に、雨が降っていない時間帯に大幅な流量の増減がみられる時間帯や降雨中に大幅な流量の減少がみられる時間帯などを抽出する。なお、実証研究では、異常とみなす範囲の統一を図るため、複数名の技術者で確認した。

③ 異常流量時間帯の整理

②にて抽出した時間帯を以下の条件で整理する。

i. 時間単位は、毎正時からの 1 時間とする

ii. i. の時間帯において、異常流量が認められた時間帯に除外を表す数値を、認められない時間帯に採用を表す数値を付与する。資表 4-8 に異常流量時間帯（教師データ）の整理例を示す（ここでは、採用の場合 1、除外の場合 0 とした）。

資表 4-8 異常流量時間帯（教師データ）の整理例

	H01	H02	H03	H04	H05	H06	H07	H08
2019/8/9 0:00	1	1	1	1	1	1	1	1
2019/8/9 1:00	1	1	1	1	1	1	1	1
2019/8/9 2:00	1	1	1	1	1	0	1	1
2019/8/9 3:00	1	1	1	1	1	0	1	1
2019/8/9 4:00	1	1	1	1	1	0	1	1
2019/8/9 5:00	1	1	1	1	1	0	1	1
2019/8/9 6:00	1	1	0	1	1	1	1	1
2019/8/9 7:00	1	1	0	1	1	1	1	1
2019/8/9 8:00	1	1	0	1	1	1	1	1
2019/8/9 9:00	1	1	1	1	1	1	1	1
2019/8/9 10:00	1	1	1	1	1	1	1	1
2019/8/9 11:00	1	1	1	1	1	1	1	1

※1：採用、0：除外

(2) 実証研究における教師データの作成範囲

本実証研究では、資表 4-9 に示す期間・ブロックを対象に教師データを作成した。

資表 4-9 教師データの作成範囲

対象	期間	学習ブロック数	全ブロック数
さいたま市	2019/8/10～12/15	25	50
藤沢市	2019/8/ 9～12/15	26	50
静岡市	2018/7/26～11/25	5	5

(3) AI 学習

教師データ及び学習に必要なデータを絞り込み AI に入力・学習をさせ、学習結果を得る。

1) データの読み込み

作成した教師データ及び学習に必要なデータを読み込む。教師データの他に学習時に使用するデータを資表 4-10 に示す。特徴量には、資表 4-10 のうち、流量、降雨量、面積を使用する。

資表 4-10 教師データの他に学習時に使用するデータ

項目	内容	備考
ブロック名	ブロックを識別するための名称	A01、B01 等
流量	1 分刻みの流量データ	時系列データ
降雨量	1 分刻みの降雨量データ	時系列データ
面積	各ブロックの流域面積	

2) 異常流量識別境界線と新たな軸の仮決定

以下の2項目を各特徴量の関数として仮決定する。

- ① 教師データの異常流量が認められた地点と認められない地点を分割する異常流量識別境界線
- ② 特徴量を組み合わせた新たな軸 (x_1 、 x_2)

3) 正答率の算出

仮決定した異常流量識別境界線と新たな軸において、各測定データが異常流量かどうかを判定した場合の正答率を計算する。

4) 異常流量識別境界線と新たな軸の修正

異常流量識別境界線と新たな軸を各特徴量に対してわずかに変更し、正答率の変化を確認する。

5) 正答率が最大となった時のパラメータの保存

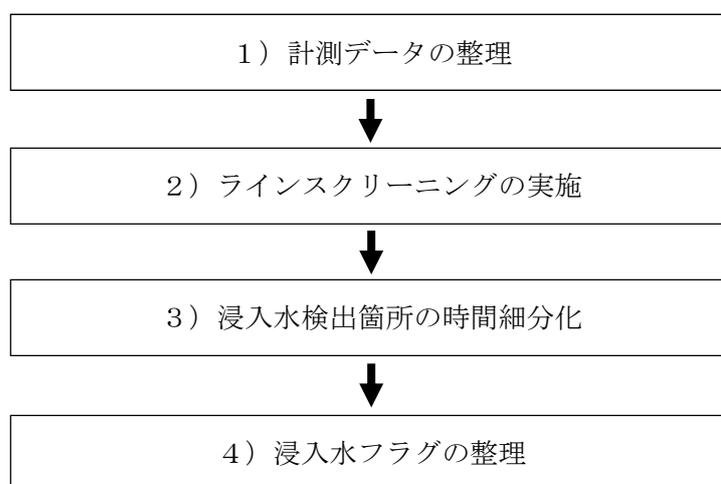
繰り返し3)～4)を行っても正答率が向上しなく(正答率が最大)なったときの、異常流量識別境界線と新たな軸のパラメータをAI学習結果に保存し、学習を終了する。

4.3.2 浸入水検出 AI の学習

本実証研究では、以下に示す内容で学習を行った。なお、4.4 追加学習の必要性に示すように、浸入水検出 AI では、追加の学習は必要に応じて行う。

(1) 教師データの作成

資図 4-10 に示すフローに従い教師データを作成する。なお、実証研究で用いた教師データは提供可能であるため、浸入水発生箇所検出のための AI 解析プログラムを作成する際は、資料編 5 に示す実証研究体の連絡先に問い合わせされたい。



資図 4-10 教師データの作成フロー

1) 計測データの整理

下水温度データと降雨量を整理する。

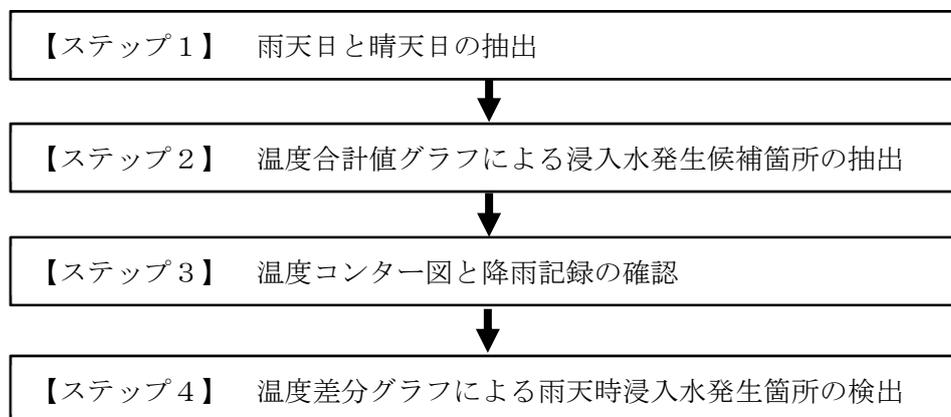
下水温度データはケーブル距離と位置評定結果などをもとに解析に用いるデータ範囲を整理し、融着や副管などにより光ファイバーケーブルを水面上に部分的に露出させた区間は評価対象範囲から除外する。降雨量は計測日毎に整理する。

実証研究では、光ファイバー温度分布システムにより計測された下水温度データは、計測日ごとに第 1 列にケーブル距離（1 m 刻み）を、第 2 列に 0:00 の下水温度データを、第 3 列に 0:01 の下水温度データを、以降各列に 1 分刻みで下水温度データを並べ整理した（1 日を 0:00～23:59 と定義）。

2) ラインスクリーニングの実施

技術者でなくとも高精度に雨天時浸入水発生箇所を検出するとともに、技術者による判断のばらつきを低減させるため、原則として、雨天時浸入水発生箇所の特定方法を 4 つのステップに分類した手法（以下、「4 ステップ法」と称する。）を用いて、雨天時浸入水を検出する。

資図 4-11 に、4ステップ法の手順を示す。



資図 4-11 4ステップ法の手順

以下に、4ステップ法の方法を示す。

【ステップ1】雨天日と晴天日の抽出

降雨量に基づき測定日を晴天日、雨天日（検討対象降雨日）、それ以外に分類する。なお、実証研究において採用した晴天日・雨天日の基準は資料編 2.1.3 を参照する。

【ステップ2】温度合計値グラフによる浸入水発生候補箇所の抽出

「温度合計値グラフ」における雨天日と晴天日の下水温度の推移を比較し、浸入水発生箇所の大まかな当たり付けを行う。

以下に、温度合計値グラフによる浸入水発生候補箇所の抽出手順を示す。

① 温度合計値グラフの作成

温度合計値グラフは、ステップ1にて抽出した雨天日（検討対象降雨日）のうち日降雨量が多い雨天日を対象に作成する。選定雨天日に対して、その前後の晴天日を2日程度抽出し、雨天日及び晴天日のそれぞれについてケーブル距離毎に、24時間の下水温度の合計値（温度合計値）を算出し、これを対比する形でグラフ化する。なお、晴天日の抽出に当たっては、調査ブロックの特性や曜日等に対する下水温度の相違に留意する。

② 雨天日と晴天日の比較

雨天日と晴天日の温度合計値の推移を比較し、雨天日のみに概ね300°C超の温度降下が確認される場所や、晴天日と波形が異なる場所を整理する。

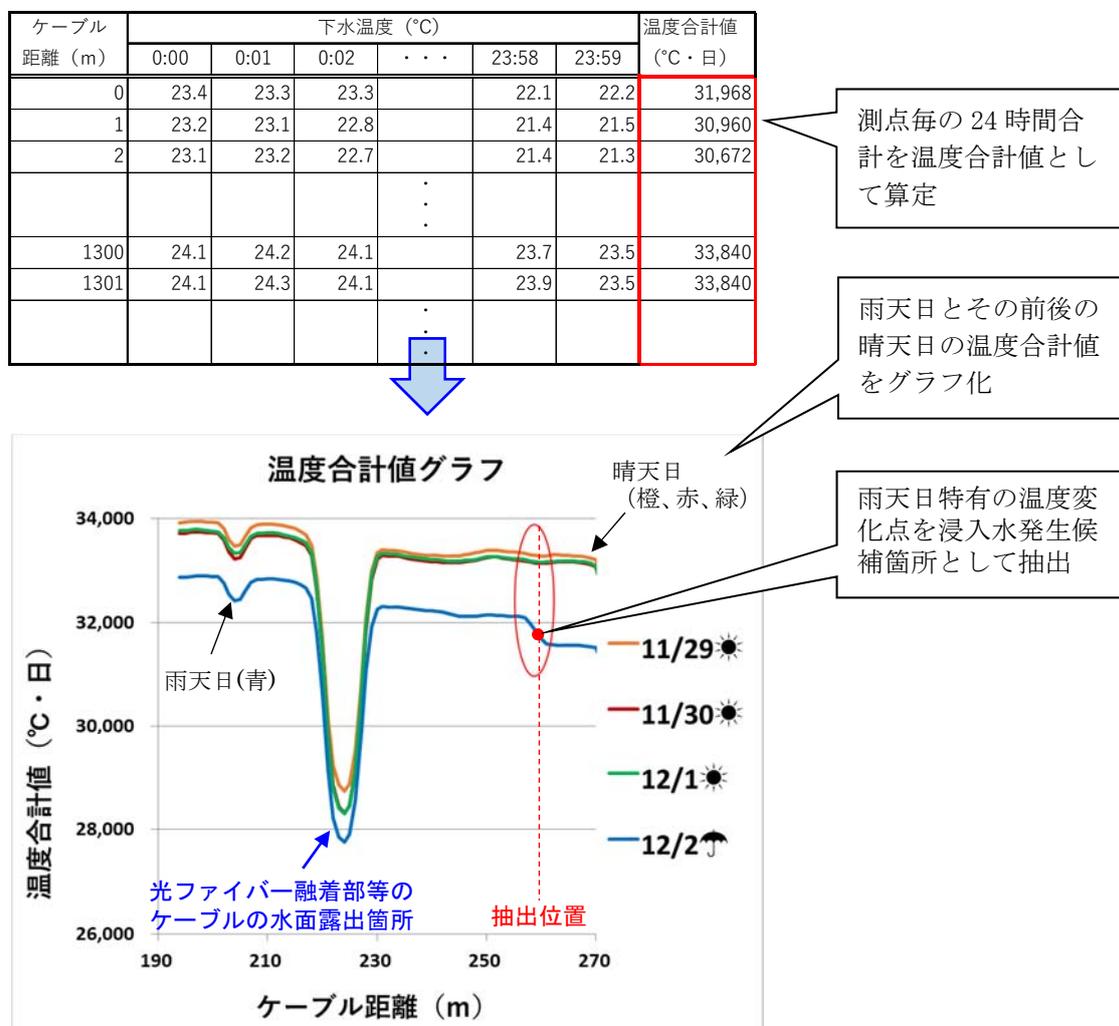
③ 浸入水発生候補箇所の抽出

上記②で整理した雨天日特有の温度変化点から雨天時浸入水発生候補箇所を抽出する。抽出するケーブル距離は、下水温度が変化する区間の中間位置のケーブル距離とする。

ここで、会合マンホールでは、他の流入管きょからの下水が合流することによって温度

変化が出現することがあるため、他方から合流する下水温度についても確認する。

資図 4-12 に、温度合計値グラフの作成例と確認方法を示す。



測点毎の 24 時間合計を温度合計値として算定

雨天日とその前後の晴天日の温度合計値をグラフ化

雨天日特有の温度変化点を浸入水発生候補箇所として抽出

資図 4-12 温度合計値グラフの作成例と確認方法

【ステップ 3】 温度コンター図と降雨記録の確認

温度コンター図と降雨記録を合成したグラフを作成・確認し、ステップ 2 にて抽出した浸入水発生候補箇所における浸入水の発生有無を確認する。

以下に、温度コンター図と降雨記録の確認手順を示す。

① 温度コンター図と降雨記録の作成

下水温度及び降雨量の時間的・空間的变化を視覚的に捉えられるよう、下水温度及び降雨記録に対する配色設定を行い温度コンター図・降雨記録を作成・合成する。このとき、温度コンター図における時刻と降雨量の時刻は整合させる。

また、温度コンター図と降雨記録の配色は、以下のように設定することを推奨する。

a) 降雨記録の配色

降雨記録の配色は白と水色による2色スケールとする。

配色は最小値で0mm/10分、最大値で5.5mm/10分とすることが望ましい。

b) 下水温度の配色

下水温度の配色は3色スケールとし、雨天時浸入水の発生箇所が見やすいように低温部を濃い青、中温部を黄色、高温部を赤とする。

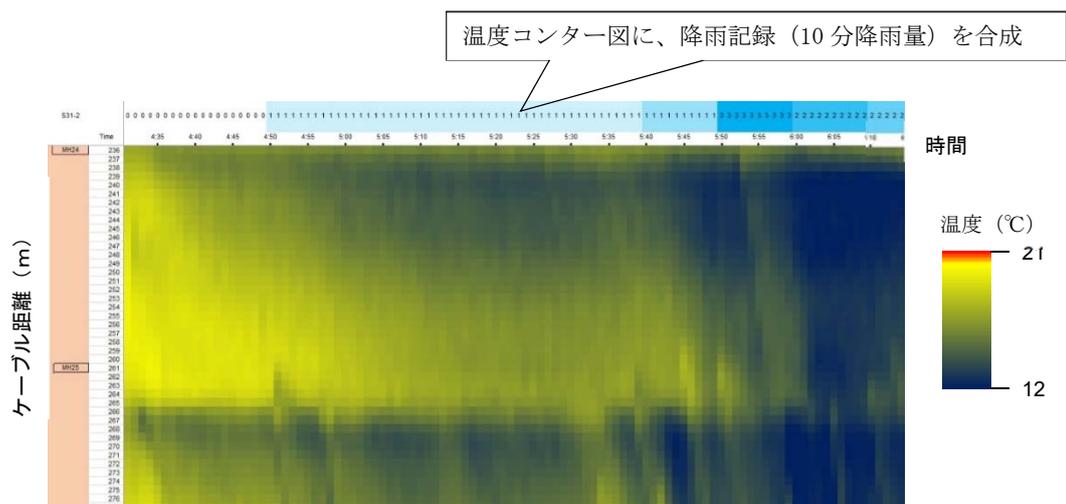
配色は、低温部でカラーパレット全体の10%程度、中温部で60%程度、高温部で30%程度となるように設定することが望ましい。実証研究では、カラーパレットの最小値、最大値、中間値の基準値を以下に示すように設定した。なお、測定される下水温度は場所・時間によって変わることから、温度コンター図の配色設定の基準値を適宜修正しながら温度コンター図を確認することも有効である。

【下水温度の配色設定の基準値】

- 最小値：晴天日下水温度の日最低値
- 最大値：晴天日下水温度の日平均値。なお、夏期は下水温度の変化量が小さいため、さらに1℃から2℃上げた温度で設定することが望ましい。
- 中間値：コンター図の配色割合から設定することが望ましい。実証研究では、経験則として、下式で表される値を標準として採用した。

$$\text{中間値} = \text{最小値} \times 0.1 + \text{最大値} \times 0.9 \quad \dots \text{式 (4.1)}$$

資図 4-13 に、温度コンター図と降雨記録の合成例を示す。



資図 4-13 温度コンター図と降雨記録の合成例

② 降雨量に連動した下水温度変化の確認

ステップ2にて抽出した浸入水発生候補箇所を中心に、温度コンター図と降雨記録を用いて、降雨中の下水温度の変化を確認する。降雨量に連動した下水温度の低下が認められれば、下水温度低下開始地点を雨天時浸入水発生箇所として選定する。なお、ステップ4にて発生箇所を詳細に精査するため、本ステップではおおよその位置特定で問題ない（下水温度低下位置を5 m程度の精度で捉えられればよい）。

以下に、下水温度低下開始地点を選定する際の留意事項を示す。

- ▶ 雨天時浸入水の流入等により低下した下水温度は、その後、空気や管きよとの熱交換や新たな下水の流入により徐々に雨天時浸入水流入前の下水温度に戻る傾向を示すことが多い。
- ▶ 雨天時浸入水の流入による下水温度の低下は下水が少ない上流部ほど大きくなるため、上流部では少量の雨天時浸入水でも検出される場合がある。
- ▶ 連続して雨天時浸入水が流入している箇所では、上流部における雨天時浸入水による温度低下により、温度変化が小さくなる場合がある。
- ▶ 多くの雨天時浸入水の発生箇所付近では、中温部（黄色）から低温部（濃い青）への温度変化が確認されるが、下水の流入直後などには高温部（赤）から中温部（黄色）への温度変化が確認されることもある。
- ▶ 連続して雨天時浸入水が流入している箇所では、上流部における雨天時浸入水による温度低下により、温度変化が小さくなる場合がある。
- ▶ 雨天時浸入水発生箇所と混同しやすいものとして、取付管から温度の低い下水が流入する場合や常時浸入水が発生している場合がある。そのため、晴天日の温度コンター図も作成し、同じ位置での温度変化について確認し、取付管からの流入等であるかを判断する。

また、下記（ア）～（ウ）の温度挙動を示す箇所は、下水温度の低下が認められても浸入水による温度低下ではないため、雨天時浸入水発生箇所として採用しない。

（ア）光ファイバーケーブルの部分的な露出部

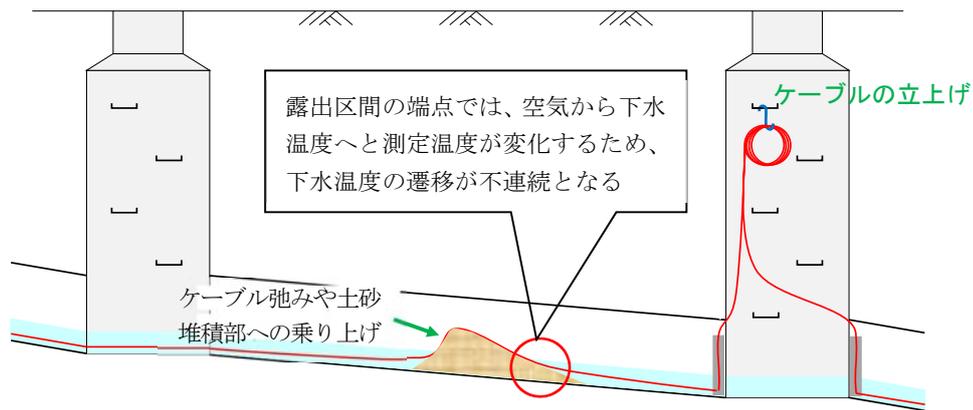
下水温度が測定できない光ファイバーケーブルの露出区間は本技術の適用範囲外となるが、光ファイバーケーブルの弛みや土砂堆積部への乗り上げ等により部分的に露出した区間を事前に把握することは困難である。

しかし、光ファイバーケーブルが水面上に部分的に露出している区間では管きよ内の気温を測定していることから、温度コンター図ではほぼ一定の温度データが帯状に測定される。このような区間の端点では、気温から下水温度もしくは下水温度から気温へと測定温度が急激に変化するが、これは露出区間における温度変化に起因するもの

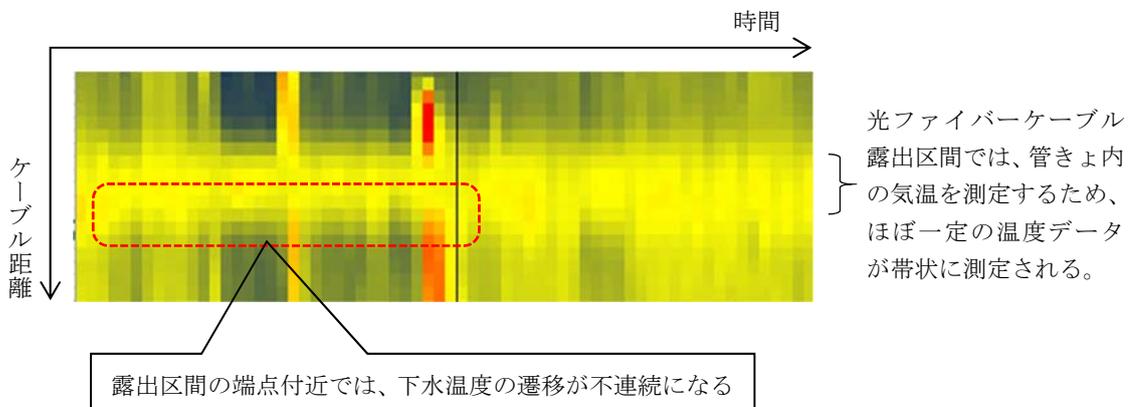
であるため除外する。

資図 4-14 に、光ファイバーケーブルが部分的に露出している例を示す。また、資図 4-15 に部分的な光ファイバーケーブル露出区間における温度コンター図の例を示す。

資図 4-15 に示すように、光ファイバーケーブルが部分的に露出している区間では温度がほぼ一定となり、下水温度の遷移が不連続となる。なお、露出区間の延長は、光ファイバーケーブル露出状況に応じて異なる点に留意する。



資図 4-14 光ファイバーケーブルが部分的に露出している例



資図 4-15 部分的な光ファイバーケーブル露出区間における温度コンター図の例

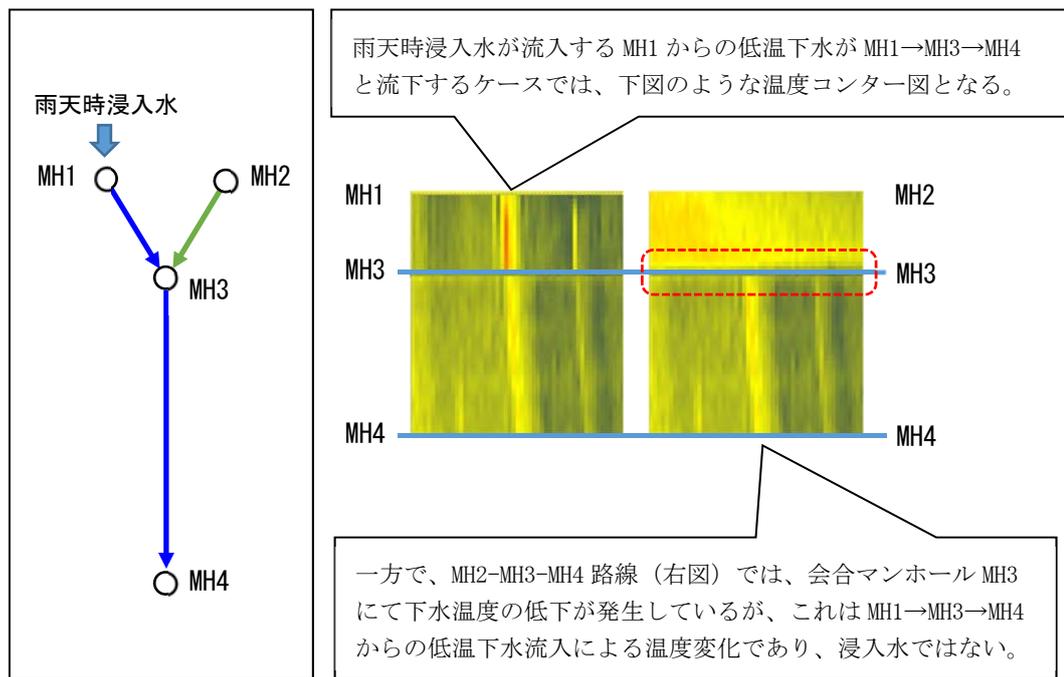
(イ) 会合マンホールにおける他路線からの低温下水の流入による温度低下

マンホールの会合点では、複数の管きよから下水が流入する。そのため、他路線管きよから低温下水の流入があると会合マンホールにおいて下水温度が低下するが、これは他路線からの低温下水の流入に起因するものであるため、浸入水とは扱わない。ただし、会合マンホールにおいて、他路線管きよからの流入下水温度よりも流入後下水温度の方が低い場合は、マンホール部での雨天時浸入水（マンホール蓋穴等からの浸入）が

疑われることから、温度変化と降雨の連動性を確認し、雨天時浸入水の有無を判断する。

また、光ファイバーケーブルの巻き上げ等により光ファイバーケーブルが部分的に露出した人孔においても、光ファイバーケーブルが下水に入水する箇所的前後において同様のことが起こりうるため、配線図を確認し、巻き上げを実施した人孔では上流部で発生した低温下水の流入による測定温度の低下が生じていないか確認する。

資図 4-16 に、会合人孔における上流部からの低温下水の流入による温度低下の例を示す。

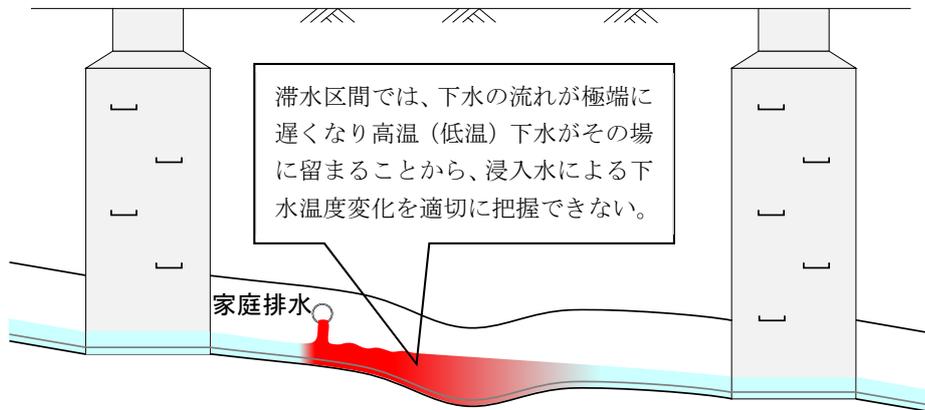


資図 4-16 会合人孔における上流部からの低温下水の流入による温度低下の例

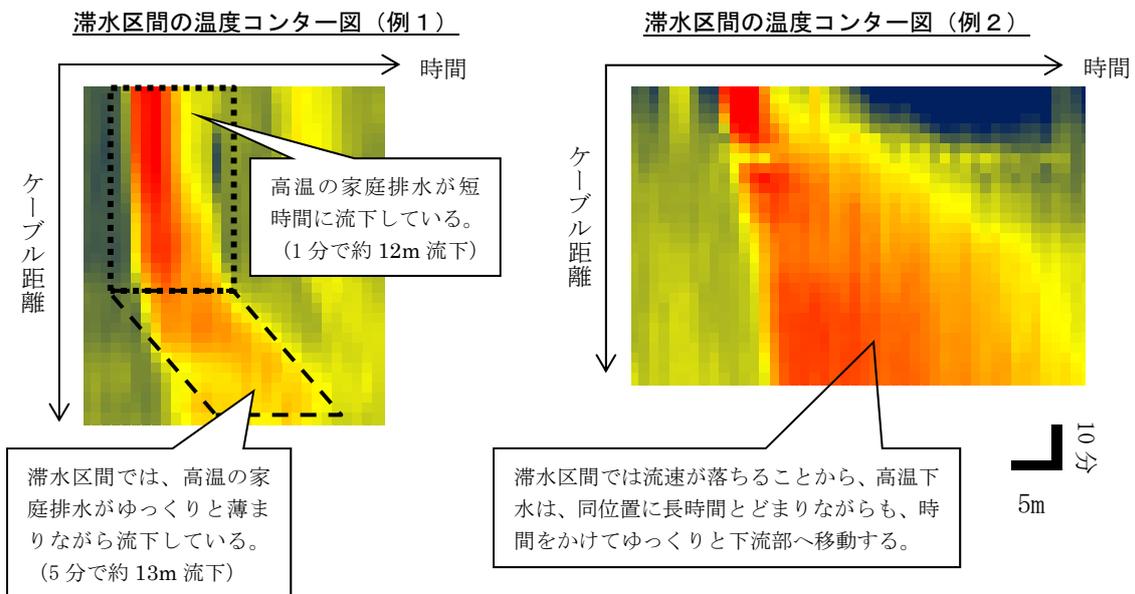
(ウ) 下水の滞水区間

本技術は下水の滞留の影響を受けていない区間にて適用できるが、資図 4-17 に示すように、管きよの不陸(たわみ)区間や堆積土砂による堰き止め等により下水が滞留(滞水)している区間を事前に把握することは難しい。しかし、滞水区間では下水の流れの低下により、温度コンター図は資図 4-18 に示す特徴が現れることから、滞水区間の把握が可能である。

温度コンター図の確認を通じ、このような温度挙動が確認された区間における温度低下箇所は、原則として、雨天時浸入水発生箇所として採用しないものとする。



資図 4-17 管きよの不陸（たわみ）区間における下水温度のイメージ



資図 4-18 滞水区間における温度コンター図のイメージ

【ステップ4】温度差分グラフによる雨天時浸入水の検出

温度コンター図と降雨記録により雨天時浸入水として選定されたおおよその位置に対して「温度差分グラフ」を作成し、雨天時浸入水発生箇所を詳細に特定する。

雨天時浸入水は様々な位置から浸入した後、徐々に下水と混ざり合いながら下水温度も低下し、混ざり切った位置で下水温度が最低になると想定される。そのため、雨天時浸入水として検出するケーブル距離は、下水温度が最も下がった位置ではなく、1つ前（1m上流）の測点との温度差（温度差分値）が最も大きい位置とする。

以下に、温度差分グラフによる雨天時浸入水発生箇所の特定手順を示す。

① 対象範囲の抽出

ステップ3にて抽出した地点を中心に、温度差分グラフを作成する範囲を選定する。作成範囲は抽出地点の前後約20mの範囲とするが、この範囲内に最上流部や最下流部がある場合、最上流部（最下流部）までを作成範囲とする。また、この範囲内に段差・副管や融着等に伴う光ファイバーケーブルの部分的な露出がある場合、露出前の位置までを作成範囲とする。

② 温度平均値の算出

下水温度の平均値（温度平均値）を算出する。ここで、算出対象とする時間帯は、以下を基本とする。

(ア) 検討対象降雨日における降雨の降雨継続時間が6時間未満の場合

算出対象とする時間帯は、降雨継続時間の分単位を切り上げて1時間単位とする（例：0:20から3:40までの降雨の場合、算出対象とする時間は0:01から4:00までの4時間）。

(イ) 検討対象降雨日における降雨の降雨継続時間が6時間以上の場合

算出対象とする時間は6時間とし、時間最大降雨となる時間を含み、その上で総降雨量が最大となる時間帯とする。

③ 温度差分値の算出

下式により、温度差分値を求める。

$$\text{温度差分値 (}^{\circ}\text{C)} = [\text{ケーブル距離}\Delta\text{m地点における温度平均値}] \\ - [\text{ケーブル距離}(\Delta-1)\text{ mにおける温度平均値}] \cdots \text{式 (4.2)}$$

④ 温度差分グラフの作成

上記③にて求めた温度差分値をグラフ化する。

⑤ 雨天時浸入水発生箇所の抽出

上記④にて作成した温度差分グラフにおいて、以下の条件を満たす位置を雨天時浸入水発生箇所として抽出する。

- ・ 温度差分値が $-0.1^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 以下であり、温度差分値が最も低い地点。
- ・ 光ファイバー融着部や、落差、副管等のケーブル処理により光ファイバーケーブルが水面上に部分的に露出しているマンホールでは、マンホール管口から4m以上離れた地点。
- ・ 温度差分値が $-0.1^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ 以下となる最下点が近傍(5m程度以内)に複数検出された場合（グラフ線がWのような形になった場合）、温度差分値が最も低い地点。

資図4-19に、温度差分グラフによる確認例を示す。



資図 4-19 温度差分グラフによる確認例

⑥ 雨天時浸入水発生箇所の特定

上記⑤で抽出されたケーブル距離を雨天時浸入水発生箇所として特定する。

ここで、2降雨日以上を用いて教師データを作成する場合は、原則として、抽出された位置のうち、±5mの範囲内において2降雨以上で検出された箇所を算術平均（小数点以下四捨五入）により採用する（例えば、降雨日別にケーブル距離 350mと 353mで検出された場合、平均 351.5m→352mとする）。

3) 浸入水検出箇所の時間細分化

検出された雨天時浸入水の検出位置の温度コンター図を確認し、浸入水の発生の有無を6時間単位で細分化する。

なお、ここでは、技術者判断で、温度変化が弱く教師データとして学習させることが不適と考えられる検出箇所は、浸入水発生箇所と判断されても教師データから除外（浸入水無し）と評価した。

資表 4-11 に、雨天時浸入水検出箇所を6時間単位で細分化した例を示す。

資表 4-11 雨天時浸入水検出箇所の時間帯細分化の例

検出位置	9/10			
	0時～6時	6時～12時	12時～18時	18時～22時
220m	無し	有り	無し	無し
235m	無し	有り	有り	無し
310m	無し	有り	無し	無し

4) 浸入水フラグの整理

上記3)の検出位置において雨天時浸入水フラグを設定し、これを教師データとして採用する。資表4-12に浸入水フラグの整理の例を示す。実証研究では、浸入水有りフラグ：1、浸入水無しフラグ：0と設定した。

資表 4-12 浸入水フラグの整理の例

検出位置	9/10			
	0時～6時	6時～12時	12時～18時	18時～22時
220m	0	1	0	0
235m	0	1	1	0
310m	0	1	0	0

(2) 実証研究における教師データの作成範囲

資表4-13及び資表4-14に、さいたま市及び藤沢市における教師データの作成範囲を、資表4-15に、下水道応用研究（静岡市）²⁾における教師データの作成範囲を示す。

資表 4-13 学習に用いた降雨日（さいたま市、藤沢市）

日付 (2019～2020年)	S31-2	S32-2	F25	F37
11/11	○	○	○	○
11/23	○	○	○	○
12/2	降雨なし	降雨なし	○	○
12/22	○	○	降雨なし	降雨なし
1/8	降雨なし	降雨なし	○	○
1/29	○	○	○	○
2/16	降雨なし	降雨なし	○	○

資表 4-14 学習に用いた降雨日に対応する晴天日（さいたま市、藤沢市）

降雨日 (2019~2020年)	S31-2	S32-2	F25	F37
11/11	11/10	11/10	11/10	11/10
11/23	11/21	11/21	11/21	11/21
12/2	降雨なし	降雨なし	12/1	12/1
12/22	12/21	12/21	降雨なし	降雨なし
1/8	降雨なし	降雨なし	1/7	1/7
1/29	1/26	1/26	1/25	1/25
2/16	降雨なし	降雨なし	2/15	2/15

資表 4-15 学習に用いた降雨日と降雨日に対応する晴天日（静岡市）

降雨日 (2018年)	晴天日 (2018年)
9/10	9/17
9/26	9/24
9/29	9/28
10/20	10/21
11/09	11/8

(3) AI 学習

教師データ及び学習に必要なデータをもとに、浸入水検出 AI に学習をさせ、学習結果を得る。

1) データの読み込み（入力層への入力）

(1) にて作成した教師データ及び学習に必要なデータを読み込む（入力層への入力）。資表 4-16 に、教師データの他に学習時に使用するデータを示す。ここでは、資表 4-16 に示すデータを、資表 4-17 に示す特徴量に変換する。

資表 4-16 教師データの他に学習時に使用するデータ

項目	内容	備考
下水温度	1分毎1m単位の下水温度データ	時系列データ
降雨量	1分毎の降雨量データ	時系列データ
ブロック名	ブロックを識別するための名称	
人孔ケーブル距離	各人孔におけるケーブル距離及び調査(AI解析)対象とするケーブル距離の範囲	

資表 4-17 特徴量

項目	内容
上流測点との温度差分値	・当該測点の下水温度から1m上流の測点の下水温度を差し引いた値
晴天日との温度合計値差分	・雨天日における6時間分の下水温度合計値から晴天日における同位置の6時間分の下水温度合計値を差し引いた値

2) 中間層の計算

入力層に入力された特徴量に対し、重み付けや変換を行い、その計算結果を保存する。

3) 出力層の計算

各中間層で保存している計算結果に対し、さらに重み付けや変換を行った値(スコア)を算定する。スコアと浸入水検出有無の閾値を比較し、浸入水検出有無を仮判定する。

4) 正答率の算出

上記3)にて仮判定した浸入水検出結果と教師データを比較し、正答率を算出する。

5) 重み付けの変化と学習結果の保存

中間層及び出力層の重み付け・変換に用いるパラメータを変化させ、2)～4)を繰り返し行う。正答率を評価し、最も高い正答率となったときの重み付け・変換情報をAI学習結果に保存し、学習を終了する。

4.4 追加学習の必要性

絞り込み AI と浸入水検出 AI を実証フィールド以外で用いる際に、調査フィールドの教師データを追加学習する必要があるか評価する。

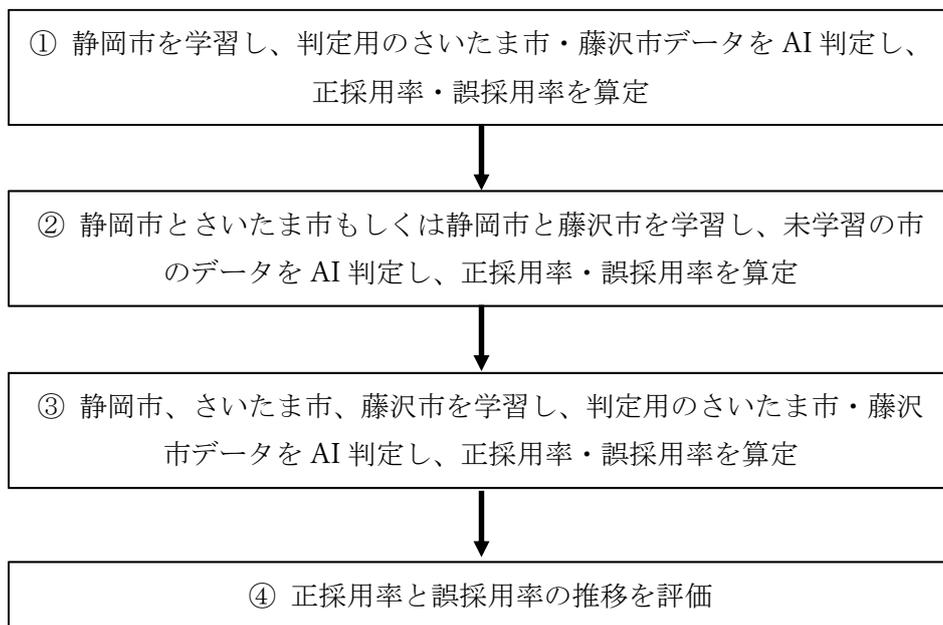
(1) 絞り込み AI

1) 評価フロー

絞り込み AI では必要な計測データを極力残し、異常と考えられる計測データを除くことが求められるため、学習・判定対象（下水道応用研究（静岡市）²⁾、さいたま市、藤沢市）を変えながら、以下に示す評価項目の推移を評価する。

- ① 正採用率 = 技術者が採用と判断し絞り込み AI も採用した件数 ÷ 技術者判断での全採用件数
- ② 誤採用率 = 技術者が除外と判断したが絞り込み AI が採用した件数 ÷ 技術者判断での全除外件数

評価フローを資図 4-20 に示す。



資図 4-20 評価フロー

2) 正採用率・誤採用率の算定

正採用率、誤採用率の算定結果を資表 4-17 に示す。

資表 4-17 算定結果

学習（評価パターン）	判定対象	正採用率	誤採用率
① 静岡市のみ	さいたま市、藤沢市	99.69%	12.20%
②-1 静岡市+さいたま市	藤沢市	98.27%	0.28%
②-2 静岡市+藤沢市	さいたま市	99.03%	0.04%
③-1 静岡市、さいたま市・藤沢市の 25%	さいたま市、藤沢市	99.80%	0.07%
③-2 静岡市、さいたま市・藤沢市の 50%	さいたま市、藤沢市	99.73%	0.00%

※静岡市は全てのパターンで 100%学習に使用。

※判定対象は学習に用いていないデータを使用している。

例：③-1 学習パターンの場合：静岡市 100%、さいたま市・藤沢市 25%のデータを学習に使用し、未学習のさいたま市・藤沢市の 75%のデータを判定に使用。

3) 正採用率・誤採用率の評価

資表 4-17 に示したように、正採用率はいずれのパターンも 98%以上と高い正採用率を示した。誤採用率はパターン①（静岡市のみ）では 12.20%と高い値となっているが、学習量を増やすことで減少し、パターン②（静岡市+1市を学習）のパターンで学習に用いていない都市を高精度に判定できていることから、新フィールドにおける絞り込み AI の追加学習は不要と判断される。

なお、①では 5 ブロック、②～③-1 では 30 ブロック、③-2 では 50 ブロック超を学習しているが、学習量の増大に伴い精度の向上・安定が見られ、最も学習量の多い③-2 では正採用率・誤採用率ともに高い精度で頭打ちとなっている。学習量を増やすことで精度の向上・安定が期待できることから、今後の他都市への展開の際には③-2 の学習パターンを採用することを標準とする。

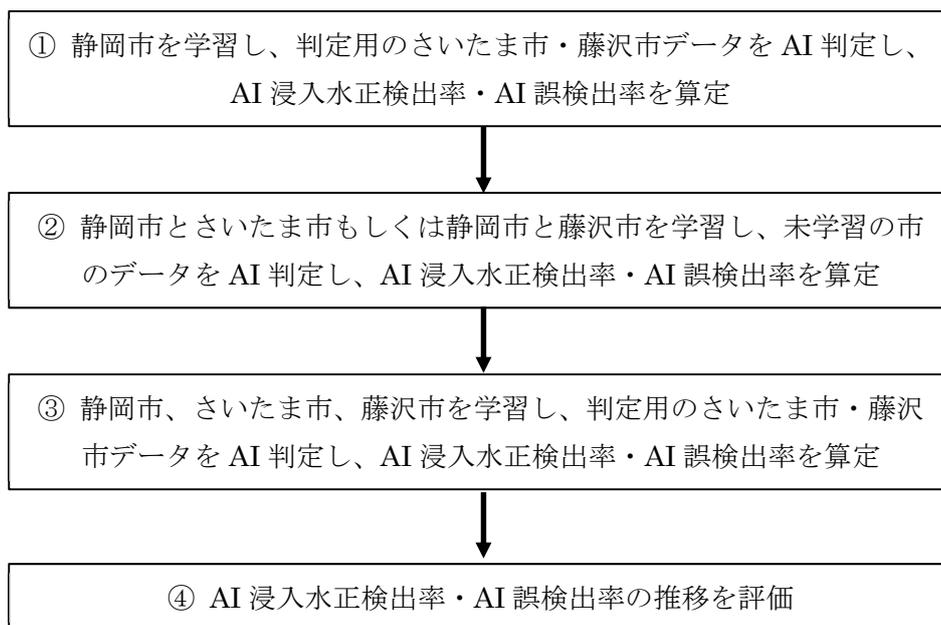
(2) 浸入水検出 AI

1) 評価フロー

学習・判定対象を変えながら、以下に示す評価項目の推移を評価する。

- ① 浸入水正検出率：AI 検出できた雨天時浸入水発生箇所÷詳細調査により認められた全雨天時浸入水発生箇所
- ② AI 誤検出率：浸入水がないが AI 検出された雨天時浸入水発生区間÷AI 検出された全雨天時浸入水発生区間

評価フローを資図 4-21 に示す。



資図 4-21 評価フロー

2) 浸入水正検出率・AI 誤検出率の算定

資表 4-18 に、浸入水正検出率と AI 誤検出率の算定結果を示す。これより以下のことがいえる。

- ① さいたま市は、静岡市のみ学習パターンでは AI 浸入水正検出率が 57%とやや低いですが、藤沢市、さいたま市+藤沢市と学習量を増やすに従い AI 浸入水正検出箇所率は向上
- ② 藤沢市は静岡市、静岡市+さいたま市の学習パターンではほぼ同等の AI 浸入水正検出となったが、より学習量を増やした静岡市+さいたま市+藤沢市では AI 浸入水正検出率は 75%となった。
- ③ AI 誤検出率はさいたま市・藤沢市ともに自都市を学習すると上がる傾向にある。

資表 4-18 算定結果

学習 (評価パターン)	判定対象			
	さいたま市		藤沢市	
	AI 浸入水 正検出率 (%)	AI 誤検出率 (%)	AI 浸入水 正検出率 (%)	AI 誤検出率 (%)
① 静岡市のみ	57	41	65	54
②-1 静岡市+さいたま市	-	-	63	58
②-2 静岡市+藤沢市	64	42	-	-
③ 静岡市、さいたま市、藤沢市	74	55	75	58

3) 正採用率・誤採用率の評価

2) に示したように、自都市を学習に含めることでさいたま市・藤沢市ともに浸入水正検出率が向上したものの、AI 誤検出率も増えることが確認されたことから、今後とも学習を進めていくことが望ましい。そのため、最も学習量が多く AI 浸入水正検出率が高い③のパターンを採用することを標準とし、浸入水検出 AI による検出結果を技術者が確認するものとする。

ただし、③のパターンでは既に 3 都市を学習させていることから調査実施都市における教師データを追加してもその追加量は部分的となるため、精度向上の度合いも限定的となることが想定される。また、調査フィールドにおける教師データ作成は資料編 4.3.2 の作業が必要となるため、調査フィールドを対象にした追加学習は必要に応じて行うものとする。

なお、浸入水検出 AI では温度変化を局所的 (1m 間隔) に解析しているため、高温汚水の温度低下などを誤検出している。このような誤検出箇所は俯瞰的に温度コンター図を確認することで容易に把握できるため、誤検出の削減には技術者による確認が有効である。

4.5 動作要件と留意事項

(1) 動作要件

AI 解析にかかる時間は、マシンスペックに依存する。数時間単位で解析を終わらせるためには、一定以上のスペックを持った PC で AI 解析を行う必要がある。

本研究事例でのデータ規模を対象とする場合、**資表 4-19** に示す動作要件を満たすマシンでの解析を基本とする。

資表 4-19 絞り込み AI の動作要件

項目	内容
CPU	インテル Core i7-6700(4.00GHz)相当以上
メモリ	16GB 以上
HDD	500GB (2TB 以上を推奨)
ディスプレイ	17 型以上の液晶ディスプレイ
その他	ミドルウェアおよびソフトウェアは、以下の仕様を満たしていること。 OS : Windows 10 その他ソフトウェア : Microsoft Office 2013 (Excel 2013) 以上

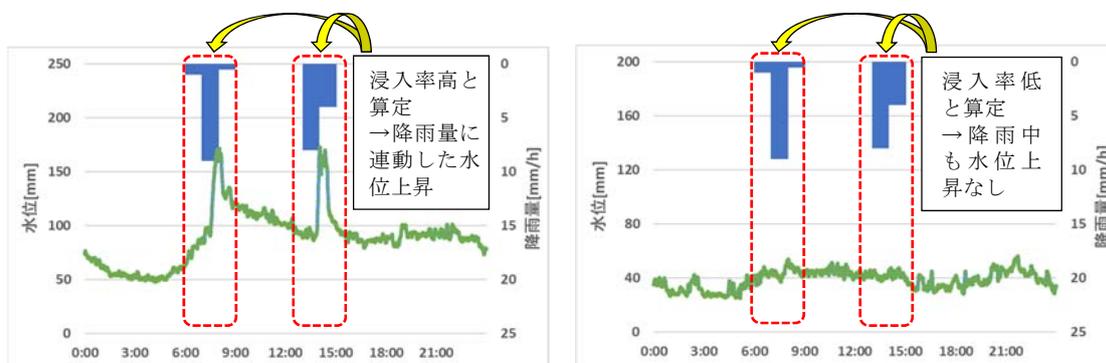
※絞り込み AI、浸入水検出 AI 共通

(2) 留意事項

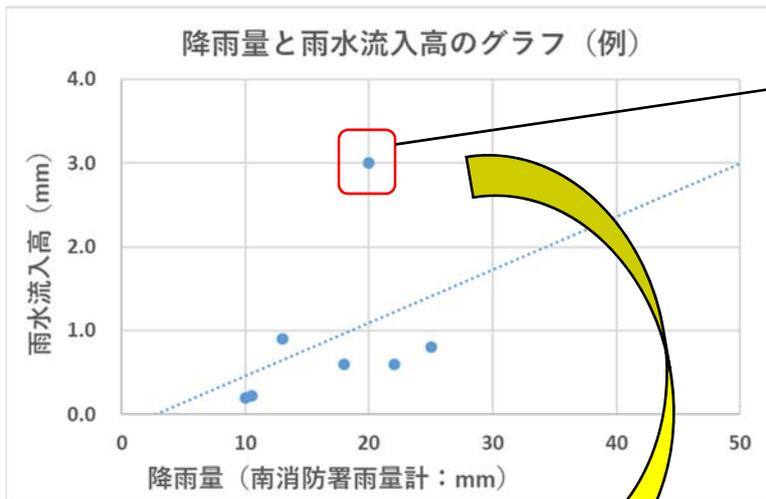
1) 絞り込み AI における選定ブロックの妥当性確認

§ 18 データ解析に示したように、各ブロックの水位チャートや雨水流入高-降雨量グラフを確認し、絞り込み AI における選定ブロックの妥当性を確認することが望ましい。

資図 4-22 に水位チャートの確認例、資図 4-23 に異常値により浸入率の算定に適さない分布の確認例 (雨水流入高-降雨量グラフの確認例)、資図 4-24 に除外判定の修正例を示す。



資図 4-22 水位チャートの確認例



一部の降雨が他の降雨から大きく外れている場合、降雨の偏在性などを確認し、適切に降雨量を計測できていないと考えられる降雨は除外する。

雨量計	総降雨量 (mm)
△△消防署雨量計	20.0
□□消防署雨量計	10.0
○○公民館雨量計	42.5
最寄りアメダス	41.0

総降雨量や降雨量のグラフ、雨雲レーダー等を確認し、測点間で大きな乖離がないか確認する。

この例では、近接する4箇所の雨量計で総降雨量の開きが大きいため、降雨の偏在性が大きいと考えられる。そのため、この降雨を除外し再解析することが適当と考えられる。

資図 4-23 浸入率の算定に適さない分布の確認例

時間	採用/除外フラグ
2019/8/15 0:00	1
2019/8/15 1:00	1
2019/8/15 2:00	0
2019/8/15 3:00	0
2019/8/15 4:00	0
2019/8/15 5:00	1
2019/8/15 6:00	1
2019/8/15 7:00	1
2019/8/15 8:00	1
2019/8/15 9:00	1
2019/8/15 10:00	1

※除外：0、採用：1

時間	採用/除外フラグ
2019/8/15 0:00	1
2019/8/15 1:00	1
2019/8/15 2:00	0
2019/8/15 3:00	0
2019/8/15 4:00	0
2019/8/15 5:00	0
2019/8/15 6:00	0
2019/8/15 7:00	0
2019/8/15 8:00	1
2019/8/15 9:00	1
2019/8/15 10:00	1

採用/除外フラグを修正
(5:00~7:00のフラグを0
(除外)に修正)

確認の結果、8/15 5:00~7:00も除外
(フラグ：0)が適当と評価された場合

資図 4-24 除外判定の修正例

5 問い合わせ先

本技術ガイドラインに関する問い合わせは、以下にお願いいたします。

国土交通省 国土技術政策総合研究所	国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水道研究室 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL 029-864-3343 FAX 029-864-2817 URL www.nilim.go.jp/
----------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

本書は、下水道革新的実証事業（B-DASHプロジェクト）により国土交通省国土技術政策総合研究所が以下の企業・団体に研究委託を行い、その成果を取りまとめたものです。

<実証研究者 連絡先>

日本水工設計株式会社	プランニング室 〒104-0054 東京都中央区勝どき 3-12-1 TEL 03-3534-5533 FAX 03-3534-5510 URL www.n-suiko.co.jp/
ペンタフ株式会社	大阪調査事業部 〒531-0076 大阪府大阪市北区大淀中 1-7-10 TEL 06-6458-1231 FAX 06-6458-1221 URL www.pentough.com/
有限会社ワイケー技研	〒223-0064 神奈川県横浜市港北区下田町 3-30-14 TEL 045-564-1646 FAX 045-564-1672 URL www.ykgiken.co.jp/
株式会社シュア・テクノ・ソリューション.	〒532-0005 大阪府大阪市淀川区三国本町 1-6-21 TEL 06-6395-1192 FAX 06-6395-1193 URL www.sewer.co.jp/
株式会社ベクトル総研	〒150-0002 東京都渋谷区渋谷 3-8-12 TEL 03-3409-1001 FAX 03-3409-1002 URL vri.co.jp/
さいたま市	さいたま市建設局下水道部 〒330-9588 埼玉県さいたま市浦和区常盤 6-4-4 TEL 048-829-1560 FAX 048-829-1975 URL www.city.saitama.jp/
藤沢市	藤沢市下水道部 〒251-8601 神奈川県藤沢市朝日町 1-1 TEL 0466-50-8246 FAX 0466-50-8388 URL www.city.fujisawa.kanagawa.jp/

AI 解析ソフトウェア (ASSIST) 及び本実証研究にて使用した教師データに関する問い合わせは、以下にお願いいたします。

日本水工設計株式会社	プランニング室 〒104-0054 東京都中央区勝どき 3-12-1 TEL 03-3534-5533 FAX 03-3534-5510 E-mail planning@n-suiko.co.jp
------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

参考文献

- 1) 下水道施設計画・設計指針と解説 2019年版 (公社)日本下水道協会
- 2) 平成30年度下水道応用研究 光ファイバー温度センサーを活用した雨天時浸入水調査の応用研究 報告書 平成31年3月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部 日本水工設計株式会社・ペンタフ株式会社・有限会社ワイケー技研共同研究体
- 3) 下水道管路管理積算資料 2019年版 (公社)日本下水道管路管理業協会
- 4) 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 (公財)日本下水道新技術機構
- 5) 国勢調査人口集中地区境界図 総務省統計局ホームページ
<https://www.stat.go.jp/data/chiri/1-3.html>

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.1188

March 2022

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675