

## 第2章 本技術の概要

### 第1節 技術の目的と概要

#### §5 技術の目的

本技術は、ICT を活用した総合的な段階型管路診断システムの技術導入により、地方公共団体が抱える膨大な管路ストックを、一定レベルの調査精度を確保しつつ、迅速かつ安価に調査、診断し、維持管理の効率性を飛躍的に向上させることを目的とするものである。

#### 【解説】

政令指定都市をはじめとした大都市だけでなく、人口 10 万人程度の中小都市においても、昨今「人・モノ・カネ」における課題が顕在化してきている。特に中小都市における課題としては、技術職員が少なく執行体制が脆弱化している（人）、点検調査の実施率が低いことにより管路施設の状況把握があまりできていないことと併せて、維持管理情報のデータベース化が遅れている（モノ）、今後の人口減少により使用料収入の減少が見込まれ財政がひっ迫している（カネ）等が挙げられる。

このような社会情勢の中でも、事後対応型の維持管理によりサービス水準を低下させることなく、予防保全型の維持管理に転換し、サービス水準の維持・向上を図ることが求められている。更には、維持管理において抱える問題は、地方公共団体により多種多様で、求められる維持管理手法も多岐にわたる。

これらを踏まえ、本ガイドライン（案）の「総合的な段階型管路診断システム」では維持管理への糸口となるべく、地方公共団体の抱える様々な課題に対応するため本技術を構成する要素技術での導入を可能とすることで、維持管理への入り口を広げるとともに、本技術を構成する要素技術をパッケージ化することで複数の課題解決を可能とするものである。

また、将来にわたり維持管理を継続していくことで、エンドユーザーへの健全な生活環境の提供という下水道管理者としての責務を全うすることができる。

効率的なストックマネジメントの導入に向けては、平成 25 年度に B-DASH で採択された「スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム」のガイドラインや、「下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015 年版」が刊行されているところであるが、本技術は、データ解析による劣化予測システムや、ICT を活用したデータ入力・蓄積ツール、点検直視型カメラ等の最新の技術を駆使することにより、管路診断の各段階に応じた維持管理の効率化を図り、総合的なストックマネジメントの進化を目的としている。

## §6 本技術の概要

本技術は、管路施設の維持管理（ストックマネジメント）に必要な点検・調査、修繕・改築の各プロセスを効率的に実施するために、各プロセスで管路施設の管種区分、調査診断の内容（劣化、不明水）等の施設情報に応じて総合的に評価する技術を駆使することによって、施設の経年劣化対策だけでなく、不明水調査にも有効な管路診断システムである。

### 【解説】

本技術は、図 2-1 に示すとおり、机上スクリーニング（劣化予測システム）、現地スクリーニング（管きょ調査）、現地スクリーニング（不明水調査）、ICT データ入力・蓄積ツールの要素技術を組み合わせた「ICT を活用した総合的な段階型管路診断システム」に係る技術である。

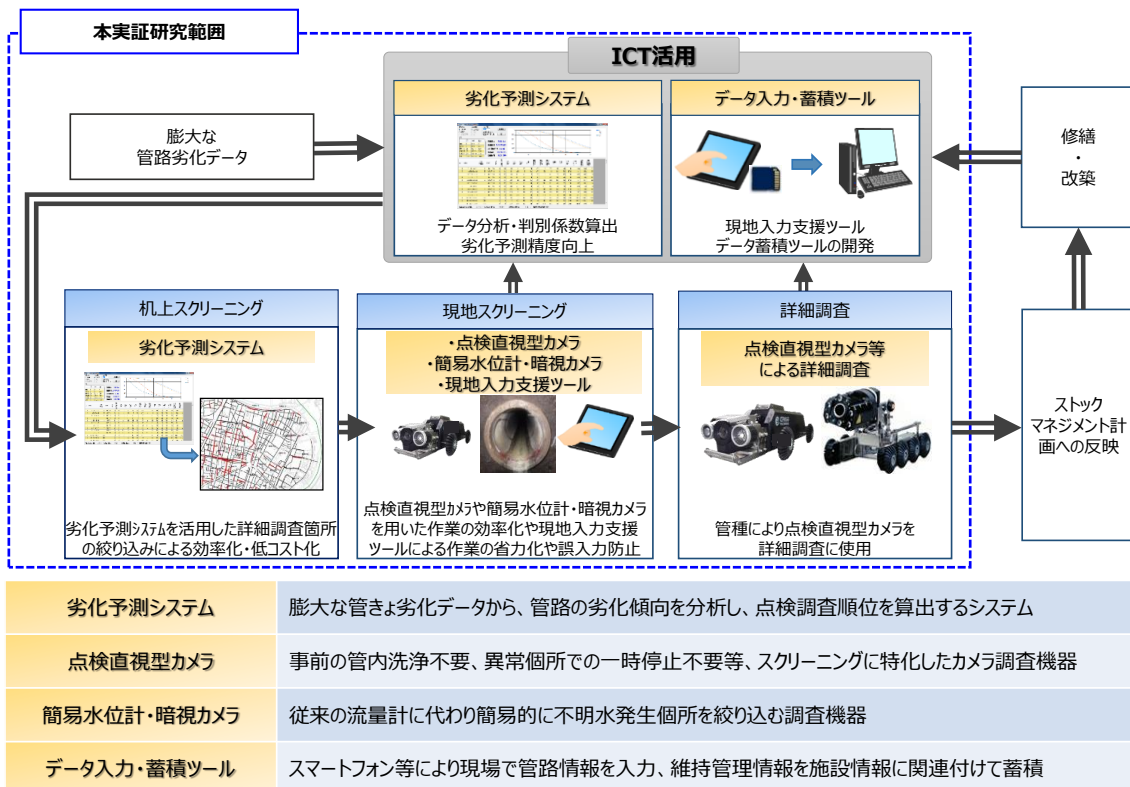


図 2-1 本技術の概要

図に示すとおり、本技術は机上スクリーニング→現地スクリーニング→詳細調査→ストックマネジメント計画への反映→修繕・改築→ICT 活用の一連のマネジメントサイクルを進めるための有効なシステムであることを示し、また、維持管理情報の継続的な蓄積と効率化が可能となり CAPD サイクルを有効に実践できる管路診断システムである。

## §7 本技術の特徴

本技術は、地方公共団体が必要とするニーズに応じて「総合的な段階型管路診断システム」を構成する要素技術を**段階的に**（例：机上スクリーニング→現地スクリーニング→詳細調査）導入することができるとともに、組合せて（**総合的に**）導入することもできるということが大きな特徴となっている。

また、本技術を活用することで、従来手法より低コストかつ短期で調査が可能となり、効率的に維持管理の普及促進を図ることが可能となり、更にはその効果として予防保全型維持管理を実現することが期待される。

本技術は、以下に示す2項目が大きな特徴である。

- (1) 総合的な段階型管路診断システム
- (2) コスト・期間縮減が期待されるシステム

### 【解説】

#### (1) 総合的な段階型管路診断システム

本技術は、管路施設の調査・診断に関する「机上スクリーニング」、「現地スクリーニング」、「詳細調査」の各段階を網羅している。また、対象施設の管種（コンクリート管、陶管、硬質塩化ビニル管）や、調査・診断内容（劣化、不明水）に応じた複数の選択肢によって、総合的に管路診断の効率化を図ることができる。

本ガイドライン（案）のシステムの名称は、以下のような用語を定義している。

#### 『段階型管路診断』とは

劣化予測システムによって管きよの調査優先順位を判定し、優先度の高いものから点検直視型カメラでスクリーニング調査を行い、異常個所が発見された管きよを対象に詳細調査を実施する。

効果的かつ効率的な管きよ調査の一連の流れを段階型管路診断システムとしている。

#### 『総合的なシステム』とは

段階型管路診断システムに加えて、不明水調査や ICT を活用したマンホール点検など個々の技術を組み合わせ、施設の状態を総合的に評価する事で、効果的な管きよ施設の維持管理手法を確立するものである。

上記の特徴を、図 2-2 の従来技術との比較に図示する。

横軸の「机上スクリーニング」、「現地スクリーニング」、「詳細調査」、「修繕・改築」が、従来システムに準拠した管路施設の調査・診断に関する各段階を示している。

また、縦軸の管路施設の管種区分、調査診断の内容（劣化、不明水）が、総合的システムを示している。

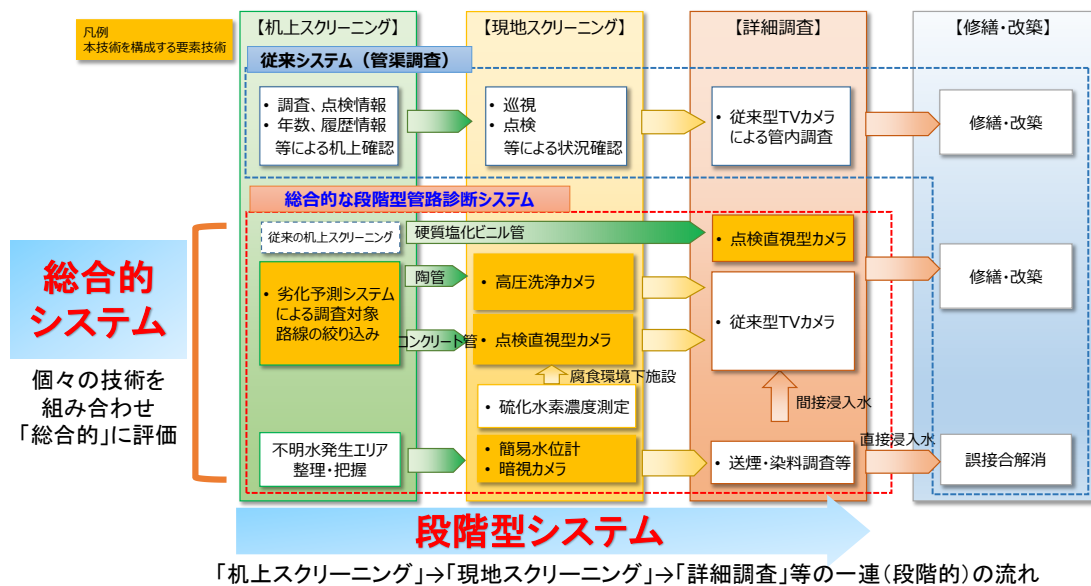


図 2-2 「ICT を活用した段階型管路診断システム」の従来技術との比較

## (2) コスト・期間縮減が期待されるシステム

膨大な管きょ劣化データを解析し、得られる高精度な劣化予測システムを活用することで、点検調査箇所絞り込みを行い、点検直視型カメラ、高圧洗浄カメラなどや、ICTを活用した現地入力支援ツール、データ蓄積ツールを用いて、早く確実な現地スクリーニングを実施することで効率化・低コスト化を図ることができるシステムであり、今後の事業収入や職員の減少を迎え、厳しい経営状況などの課題解消へつながることが期待される。

## 第2節 本技術を構成する要素技術の概要

### §8 本技術を構成する要素技術の概要

本技術は、机上スクリーニング（劣化予測システム）、現地スクリーニング（管きょ調査）、現地スクリーニング（不明水調査）、ICT データ入力・蓄積ツールの4つの技術で構成される。

#### 【解説】

各構成技術の特徴は、以下のとおりである。

#### (1) 机上スクリーニング（劣化予測システム）

管路施設の属性と劣化に関するデータを活用して、統計学的に劣化の傾向を数値化し、任意のスパンの劣化発生状況を予測するものである。また、予測結果を基に、現地スクリーニング調査の優先順位を設定するものである。

#### (2) 現地スクリーニング（管きょ調査）

管種毎の劣化の発生傾向等の地域特性を考慮して適切な調査手法を選択し、簡易的な調査をもって詳細調査とすることで、現地における調査作業の効率化とコスト削減を図ることが可能となる。

#### (3) 現地スクリーニング（不明水調査）

従来の流量計に代わって、簡易水位計や暗視カメラを用いた現地スクリーニング（不明水調査）を行うことにより、低コストで効率的な不明水調査を実現する。

#### (4) ICT データ入力・蓄積ツール

上記の(1)～(3)のサイクルは、繰り返し実施されることでストックマネジメントのスパイラルアップが図られる。このサイクルの構築には、劣化予測に必要となるデータの蓄積、現場作業（データ入力）の効率化と ICT によるデータベースとの連携が必要であり、本ツールは、これらの作業を半自動化することが可能である。

#### 【参考】腐食環境（影響範囲）調査について

実証研究における検討で、「腐食環境下の硫化水素連続測定により調査頻度を設定するとともに、下水道管路施設の各諸元（段差・落差、延長等）との相関から、腐食環境範囲を推計することができる。」と評価されたが、将来的な実証研究に依るところが多いため、

腐食環境（影響範囲）調査については、参考資料編に記述している。

「ICT を活用した活用した総合的な段階型管路診断システム」における概要フローを  
図 2-3 に示す。

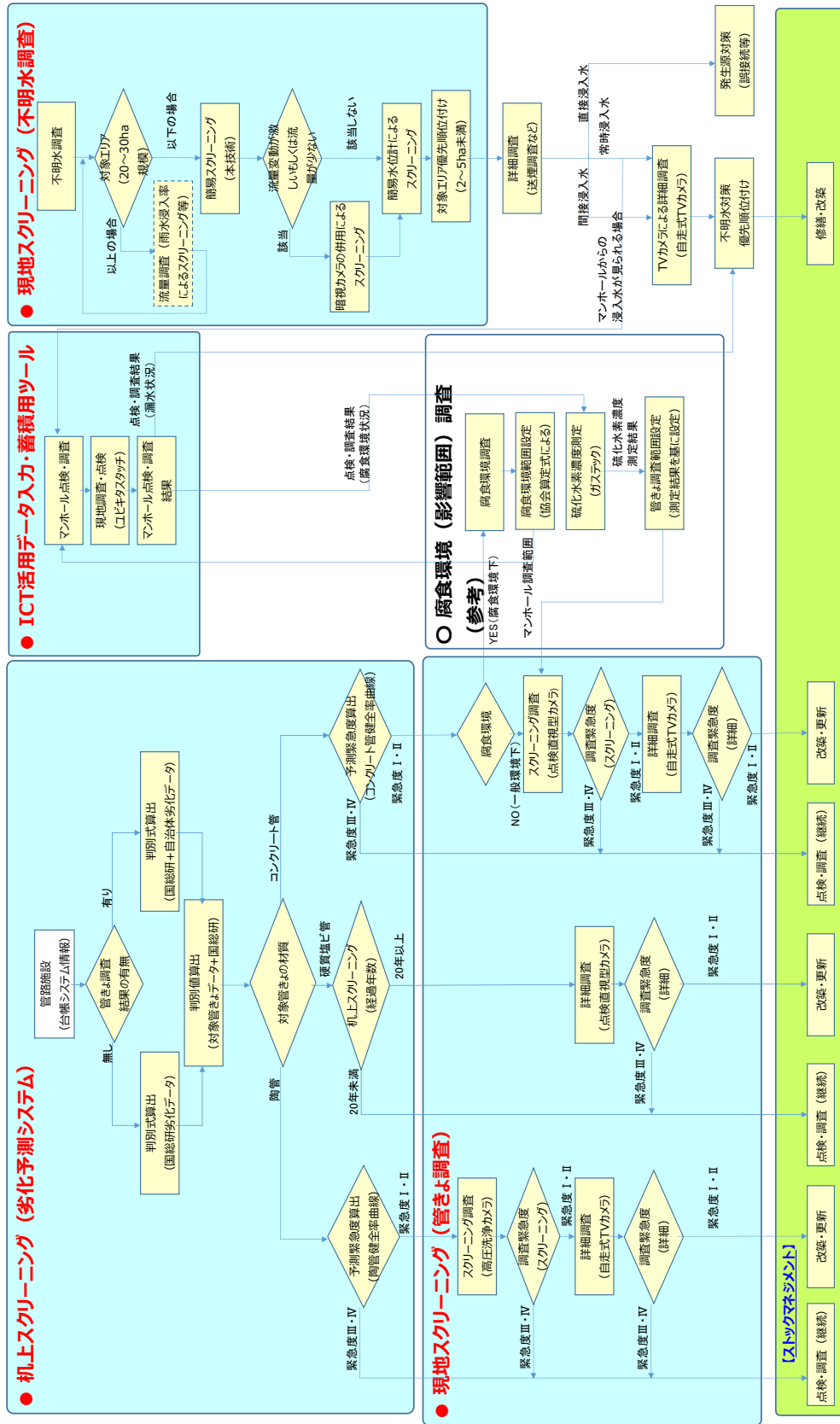


図 2-3 「ICT を活用した総合的な段階型管路診断システム」概要フロー

### §9 机上スクリーニング（劣化予測システム）技術の特徴

机上スクリーニングは、国土技術政策総合研究所下水道研究室が公開している管きょ劣化データベースおよび地方公共団体が保有する既存データによって算出された判別係数を用いて、管きょスパン毎の劣化状況を予測し、点検調査が必要な対象路線を絞り込む事が特徴である。（詳細は参考資料編 p. I-4～を参照）

#### 【解説】

机上スクリーニングは、地方公共団体が保有する既存データを活用し、劣化発生の可能性を分析することで、スパン毎の優先順位を検討し、点検調査が必要な対象路線を絞り込むことでストックマネジメント計画の策定に役立てるものである。

従来技術では、管きょ劣化の進行を経過年数に基づき評価するのが一般的であったが、本技術では、経過年数を含めた複数の属性データを用いることで、従来技術よりも更なる絞り込みを可能とし、かつ予測精度の向上も図られることで、管きょ維持管理の効率化に寄与することができる。

本技術は、下水道台帳データおよび既存の調査結果を用いて、多変量解析によりスパン毎の点検調査優先度を算出したうえで、予想される緊急度を数値計算により算出するので、ここではこれらの一連の数値解析をシステム化し「劣化予測システム」と呼称している。その構成は、図 2-4 のとおりである。本技術における机上スクリーニングを行うための実施フローを図 2-5 に示す。

本技術では、国総研データを活用し、地方公共団体データと組み合わせて劣化予測を行うため、データのクリーニング作業から実施する。普及展開を行っていくうえで、管きょ劣化データが無いまたは少ない地方公共団体の場合は、本実証研究で算出した判別係数を用いるものとし、100 スパン程度より多くのデータが蓄積されている場合は、本実証研究と同様にデータのクリーニング作業から行うこととなる。



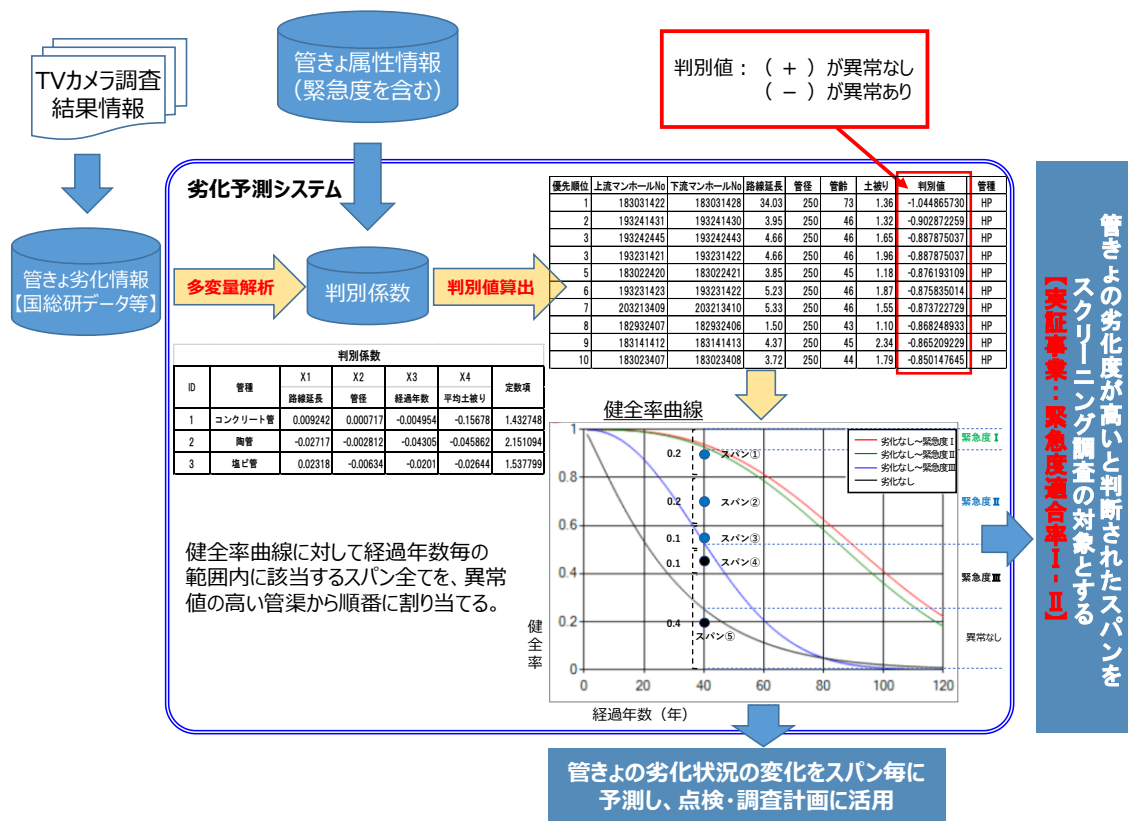


図 2-4 机上スクリーニング技術 (劣化予測システム) の構成

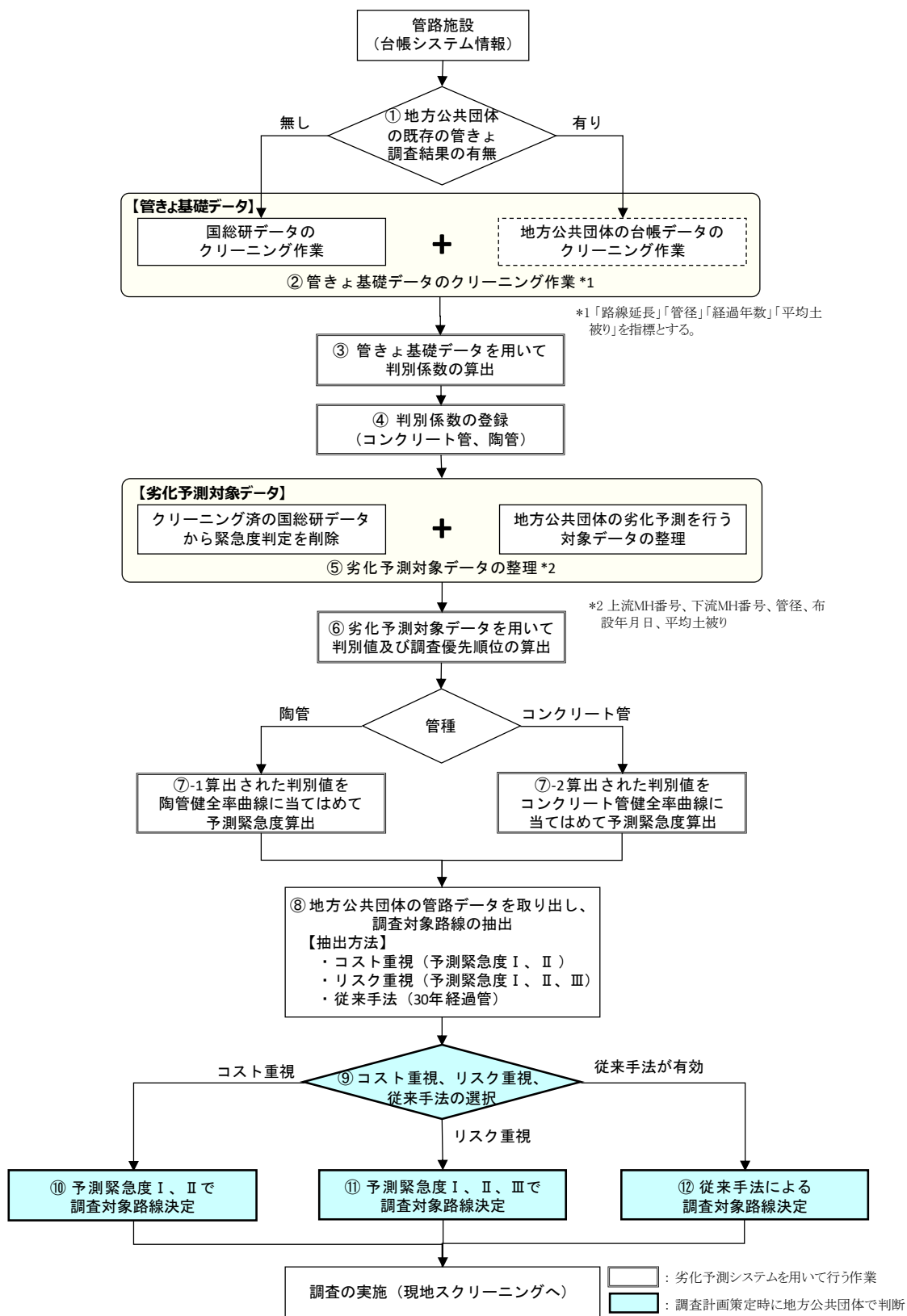


図 2-5 机上スクリーニング実施フロー

※コスト重視は、積極的に対象施設を絞り込むため、予測緊急度 I・II を優先的に調査対象とするものである。  
 ※リスク重視は、従来手法と同等のリスクとなるよう、予測緊急度 I・II・III を優先的に調査対象とするものである。

本技術は、国総研データを活用し、地方公共団体データと組み合わせて分析することで、以下 1) ～3) の手順で路線毎の劣化発生を予測し、管きょ劣化データが無いまたは少ない地方公共団体に対しても優先順位をつけることができる技術である。

#### 1) 優先度予測式の導出（判別係数の算出）

既存データから劣化の発生可能性を点数化する数式を「優先度予測式」と呼称する。

予測式に用いるデータ項目は、「管種」、「路線延長」、「管径」、「経過年数」および「平均土被り」の 5 項目とする。

多変量解析により得られる優先度予測式の基本式は式（1）に示すとおりである。

判別値＝「路線延長」× $X_1$ ＋「管径」× $X_2$ ＋「経過年数」× $X_3$ ＋「平均土被り」× $X_4$ ＋「定数項」・・・式(1)

ここに、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ ：判別係数　定数項：切片（解析により自動算出）

#### 2) 優先度評価（判別値の算出）

1) で導出した優先度予測式を用いて、任意の区域内における管きょ全スパンの優先度を評価する。判別値が優先度を示す点数となり、点数が低いほど劣化可能性が高く、点検調査の優先度が高いことを示す。

#### 3) 予測緊急度の算出

判別値に基づいた経過年別優先順位を健全率曲線に適用し、管きょごとの予測緊急度を算出する。

なお、優先度と緊急度の関係は、「参考資料編 I 2 構成技術の概要と検証・評価結果 2-1 机上スクリーニング技術（劣化予測システム）」参照。

## § 10 現地スクリーニング（管きょ調査）技術の特徴

現地スクリーニング（管きょ調査）技術は、緊急度の高い路線を効率よく絞り込むことで詳細調査にかかる費用・期間を縮減することが特徴である。本ガイドライン（案）では管きょ調査において下記の現地スクリーニング技術を対象とした。（詳細は参考資料編 p. I-24～を参照）

- (1) 点検直視型カメラ
- (2) 高圧洗浄カメラ

### 【解説】

#### (1) 点検直視型カメラ

点検直視型カメラは、既設管路内に点検直視型カメラを挿入し、管路内の概況を把握する現地スクリーニング技術である。なお、調査前の管路内洗浄は実施しない。（図 2-6 参照）。

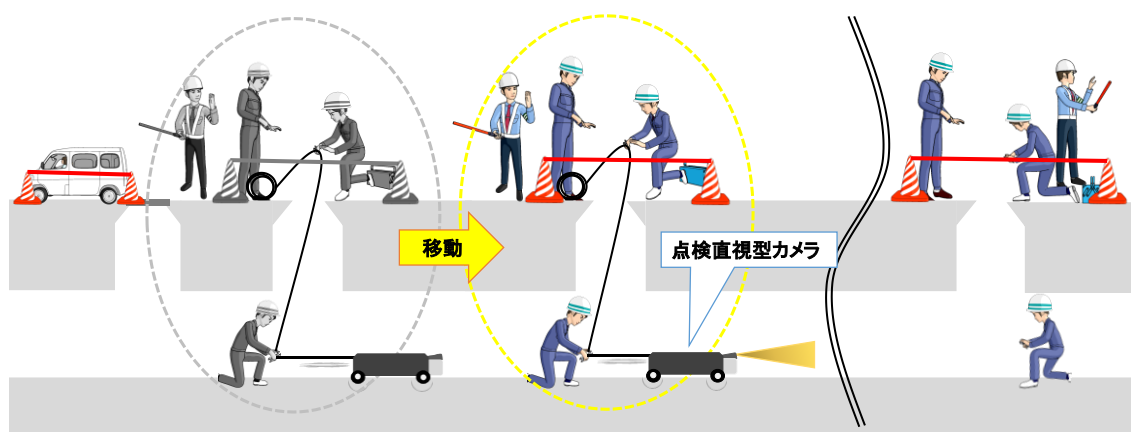


図 2-6 調査作業模式図

上記の点検直視型カメラの特徴を表 2-1 に示す。

表 2-1 点検直視型カメラの特徴

<p>① 長所</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 従来の TV カメラのように一時停止することなく前方のマンホールまで一定速度で走行するため、1日平均 800m のスクリーニング調査が可能</li> <li>・ 高画質（1,680 万画素）で管路内全体の調査が可能</li> <li>・ TV カメラ車を必要としないため、車両の立ち入れない狭小道路であっても調査が可能</li> <li>・ 操作が簡単で調査資料が映像で残る</li> <li>・ 走行中に、土砂や取付管の突出し等の障害物によりカメラが前進できない場合、自動的にモーターが逆転し、調査開始マンホールまで後退しカメラの回収が可能</li> <li>・ 走行中に一定角度以上に傾いた場合、片方の車輪を一時的に停止させ、傾きを補正することが可能</li> </ul>
<p>② 短所</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 側視ができないため、微細な異常の発見が困難</li> <li>・ 管口から異常箇所までの距離が実測不可能</li> <li>・ リアルタイムでの異常確認が不可能（事務所にて確認）</li> </ul>

## (2) 高圧洗浄カメラ

高圧洗浄カメラとは、高圧洗浄ホースの先端に高画質のカメラ（ハイビジョン）を接続することで、洗浄と調査が同時に行えることを特徴とする直視型カメラである。現地にて管路内全体の状況を動画として連続的に収録し、事務所にて異常箇所の有無を確認する。異常箇所は静止画として保存・整理する（図 2-7 参照）。

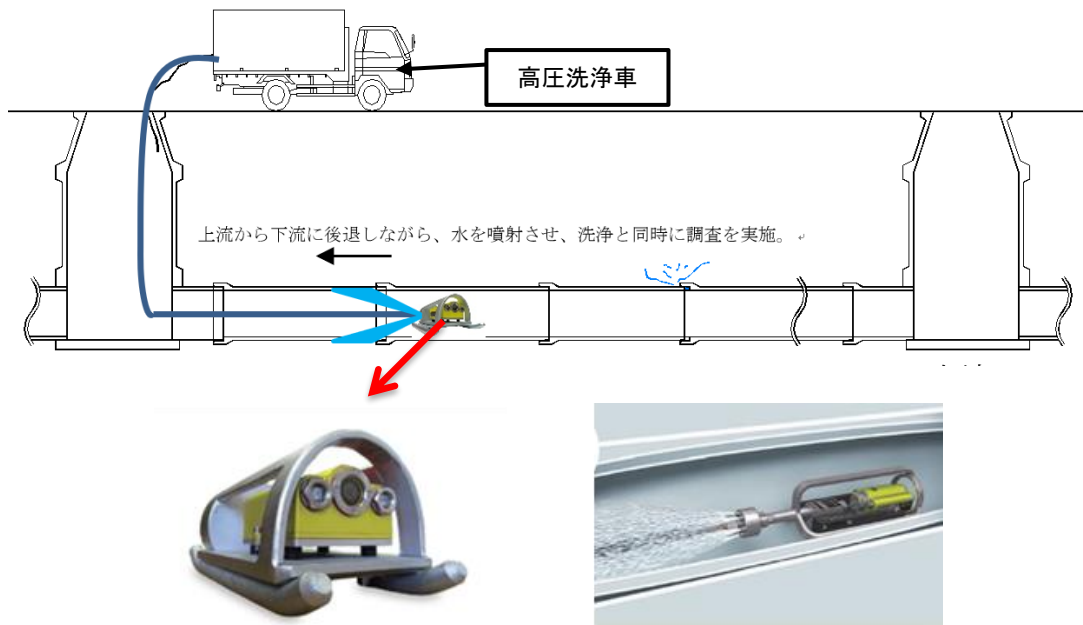


図 2-7 高圧洗浄カメラ調査の作業模式図

表 2-2 高圧洗浄カメラの特徴

① 長所
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 洗浄と同時にスクリーニング調査が可能</li><li>・ 管路内全体の調査が可能</li><li>・ 調査資料が映像で残る</li></ul>
② 短所
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 洗浄水がカメラレンズに付着する可能性があり、微細な異常の発見が困難</li><li>・ 管口から異常箇所までの距離が実測不可能</li><li>・ リアルタイムでの異常確認が不可能（事務所にて確認）</li></ul>

## § 11 現地スクリーニング（不明水調査）技術の特徴

従来の不明水調査では、流量計を多数設置する必要があったが、本技術では流量計に代わる簡易水位計または暗視カメラによるスクリーニング調査を行うことで、低コストで効率的な不明水調査を実現することが特徴である。本ガイドライン（案）では下記の現地スクリーニング（不明水調査）技術を対象とした。（詳細は参考資料編 p. I-49～を参照）

- (1) 簡易水位計
- (2) 暗視カメラ
- (3) 簡易水位計と暗視カメラの適用区分

### 【解説】

#### (1) 簡易水位計

簡易水位計とは、流量計と比べて非常に安価な器材を用いたもので、水位計のチューブ内に入れた染色液が水位の変動に追従してチューブ内面に付着することで、設置期間中の水位変動を確認するものである。また、図 2-8 に簡易水位計の外観と構成材料、表 2-3 に簡易水位計の特徴（長所、短所）を示す。

簡易水位計は、不明水のスクリーニング技術として水位の記録のみに特化し、通常の水  
位計・流量計とは異なり水位の変動パターンは記録出来ないが、設置期間中の最高水位、  
最低水位を確認することができる。調査期間は流量計と同様とする。

最低水位は常時浸入水（地下水浸入水）、最高水位はそれに加えて雨天時浸入水（直接  
浸入水）の影響が記録されたものと考えることができる。

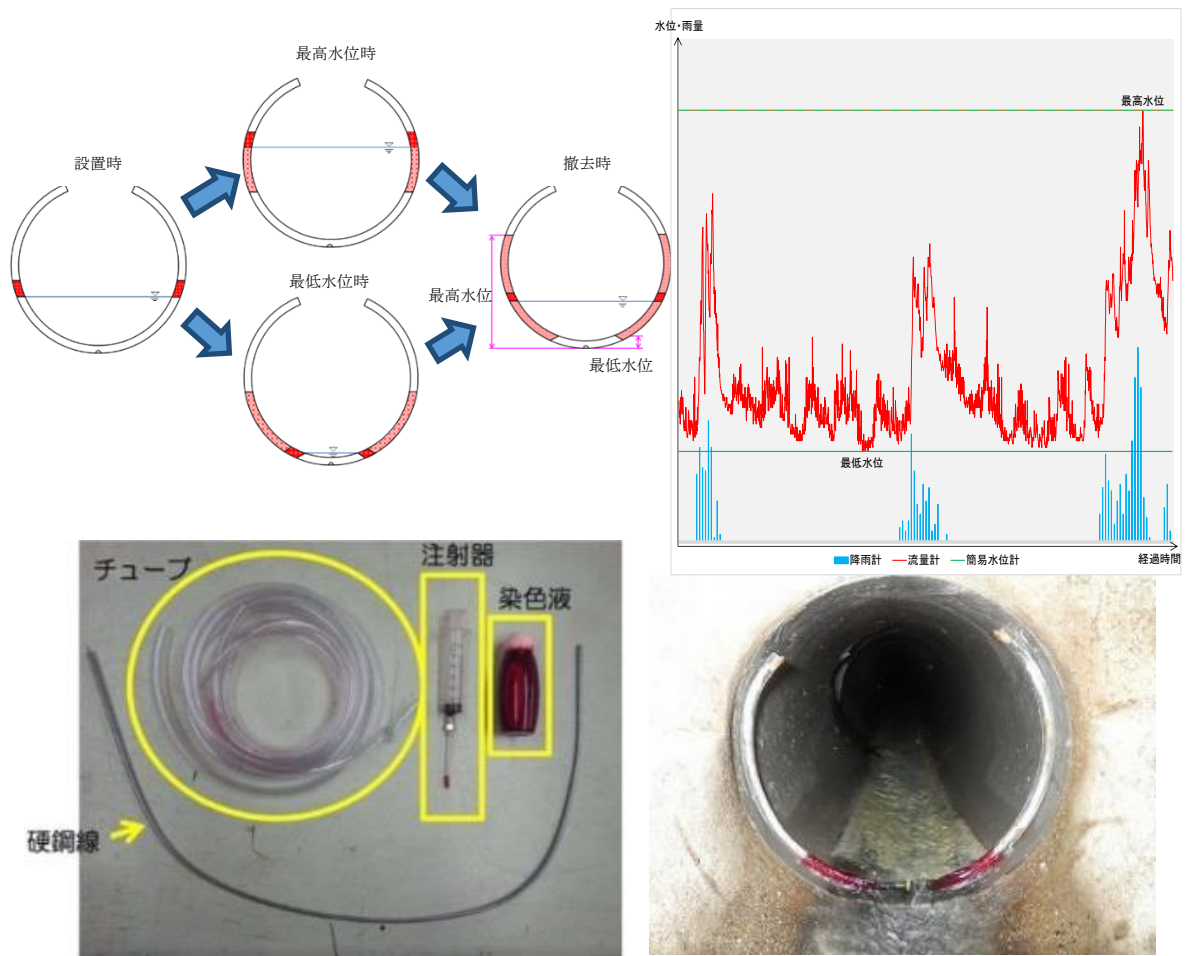


図 2-8 簡易水位計の外観と構成材料

表 2-3 簡易水位計の特徴

<b>① 長所</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流量計に比べ安価でかつ現場作業（設置～点検～撤去）も容易なことから、1業務内で大量に配置することが可能</li> <li>・ データの読み取りが容易</li> </ul>
<b>② 短所</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水位変動の時系列データを取得不可</li> </ul>

### (2) 暗視カメラ

暗視カメラとは、自動撮影装置により管内の水位変動状況（静止画）を連続的に記録する技術である。

水位測定を行う箇所に目盛バンドを固定し、固定した目盛バンドが撮影できる位置に暗視カメラを設置する。暗視カメラにより一定間隔で写真撮影を行い、撮影した写真から



水位の変動を確認する。また、図 2-9 に暗視カメラの外観、表 2-4 に暗視カメラの特徴（長所、短所）を示す。

晴天日と雨天日の同時間帯で水位の上昇を比較することにより、不明水流入の程度を把握することが可能となる。



図 2-9 暗視カメラの外観

表 2-4 暗視カメラの特徴

① 長所	
・	水位変動の時系列データを取得することが可能
・	写真（映像）等の視覚データを取得することで、根拠資料等として有効活用が可能
② 短所	
・	データの読み取りに相当の手間が必要

従来の調査手法では、大ブロック内に複数の流量計を設置することで影響の大きかった箇所（中ブロック）を絞り込み、次のステップで中ブロック内に流量計を設置し更なる絞り込み（小ブロック）を行っていた（図 2-10 参照）。

これに対して、本技術は、流量計と現地スクリーニング（不明水調査）を併用することで、流量計による大ブロックから中ブロックの絞り込みと併せて、現地スクリーニング（不明水調査）により中ブロックから小ブロックへの絞り込みを行うことができ、効率的かつ効果的な不明水調査が可能である（図 2-11 参照）。

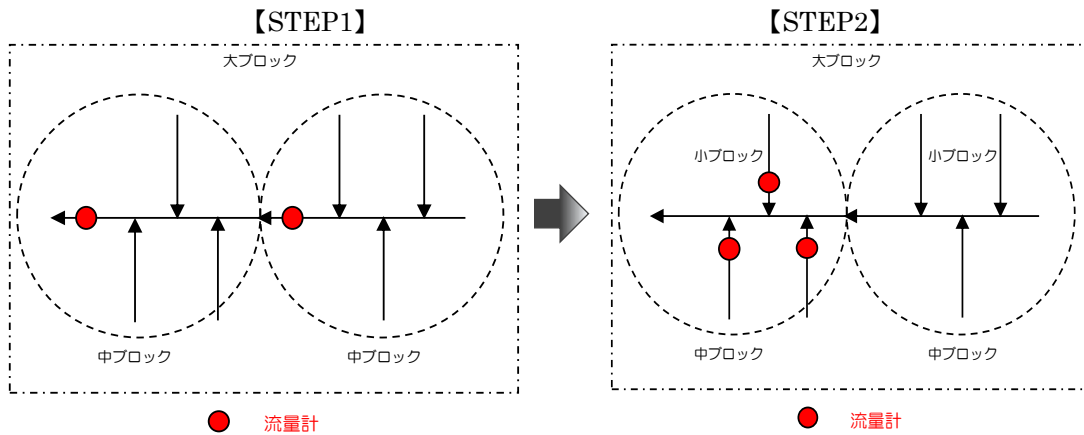


図 2-10 従来手法（流量计单独による調査）の概念図

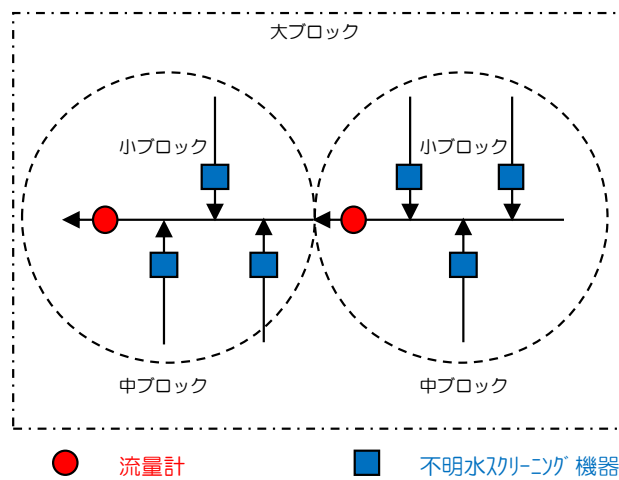


図 2-11 現地スクリーニング（不明水調査）技術を併用した調査の概念図

### (3) 簡易水位計と暗視カメラの適用区分

現地スクリーニング（不明水調査）技術の適用範囲は、表 2-5 に示すように、流量计との配置条件（流量计の上流域への本技術の配置や本技術の下流域への流量计の配置可否）および調査目的を勘案し、最適な手法を選定する。

表 2-5 配置条件別現地スクリーニング（不明水調査）技術の適用区分（案）

配置条件	適用手法 <sup>※1</sup>	適用理由
現地スクリーニング（不明水調査）技術を流量計の上流域に配置する場合	簡易水位計	原単位方式による簡易評価の適合率において優位となった手法 【簡易評価の適合率 <sup>※2</sup> 】 簡易水位計：100% 暗視カメラ：80%
現地スクリーニング（不明水調査）技術の下流域に流量計を配置できない場合 （流量調査の必要性をスクリーニングする場合）	暗視カメラ	水位変動の時系列データを取得することが可能であるため、降雨による影響を確認した上で不明水の有無を評価することができ、評価に対する信憑性が高い手法

※1. 適用手法については、上表に限らず適宜地方公共団体の調査目的に応じた最適な手法を採用するものとする。

※2. 本技術と流量計の評価結果が一致する割合。

## § 12 ICT データ入力・蓄積ツールの特徴

維持管理の CAPD サイクルを実践するためには、劣化予測に必要となるデータの蓄積、現場作業（データ入力）の効率化と ICT によるデータベースとの連携が必要である。ICT データ入力・蓄積ツールは、現地入力支援ツールとデータ蓄積ツールを連携することで、現地入力データのデータ蓄積ツールへの自動取込を可能とし、事務所作業の省力化と誤入力等を解消できることが特徴である。

本ガイドライン（案）では、下記の ICT 技術を対象とする。（詳細は参考資料編 p. I-83～を参照）

- (1) 現地入力支援ツール
- (2) データ蓄積ツール

### 【解 説】

#### (1) 現地入力支援ツール

図 2-12 に現地入力支援ツールの概要を示す。図に示すとおり新技術である現地入力支援ツールは、現地に持参可能なタブレットやスマートフォンを利用し、マンホール内やマンホール蓋の点検調査結果を現地で入力することができる技術である。現地の点検と同時に情報の入力が可能となる事から、事務所での入力作業の省力化、誤入力やデータ入力のタイムラグなどの解消を行えることが特徴である。

現地入力支援ツールにより、現地でマンホールや蓋の点検結果および写真データを効率的に収録し、点検調査結果を管路データ（管径・管種・土被り・延長）とともにデータ蓄積ツールへ自動取込により蓄積する。また、アプリケーションを通して現地の記録写真撮影を行うことにより、自動的に施設番号と連動した写真管理が可能となる事から、誤入力や撮影の過不足を防止し、施設番号と連動した情報処理が容易となる。



図 2-12 現地入力支援ツールの概要

## (2) データ蓄積ツール

図 2-13 にデータ蓄積ツールの概要を示す。図に示すとおりデータ蓄積ツールは、下水道管路施設の維持管理に特化した情報システムである。管きよの基礎情報（管種、布設位置、延長、土被り、布設年度、管径等）に加えて、全ての下水道管路施設（管きよ、マンホール、蓋、取付管、ます）における維持管理情報（点検履歴情報、点検結果、詳細調査履歴情報、詳細調査結果、緊急度等）を関連付けたデータ蓄積が可能であり、情報の一元管理を行えることが特徴である。

管きよ内の詳細調査を行った結果をデータ蓄積ツールに入力、データベース化し、調査集計表（緊急度含む）および記録表を作成する。このデータを基に、緊急度の算出や維持管理周期の設定、計画リストの作成等、計画的かつ効率的な維持管理やストックマネジメント計画を支援する情報を提供することが可能なツールである。



図 2-13 データ蓄積ツールの概要

(1) 現地入力支援ツールと (2) データ蓄積ツールとの連携について、マンホール内やマンホール蓋の点検調査を現地入力支援ツールにより行った場合、現地で撮影した写真データおよび入力した点検データ（CSV データ）は、USB ケーブル等を介してデータ蓄積ツールへ自動的に取込が可能となり、事務所内での入力作業の省略化が図られる。

また、地方公共団体に管路台帳システムが既に導入されている場合、管路台帳システムとデータ蓄積ツールとの連携は可能である。ただし、現地入力支援ツールで得たデータは管路台帳システムに自動取込はできず、手動入力となる。自動入力を行うためには、管路台帳システムがインストールされている PC にデータ蓄積ツールをインストールできる場合、管路台帳システムとの連携を行うことで、現地入力支援ツールのデータの自動取込が可能となる。上記の管路台帳システムとデータ蓄積ツール・現地入力支援ツール連携イ

イメージは、図 2-14 のとおりである。

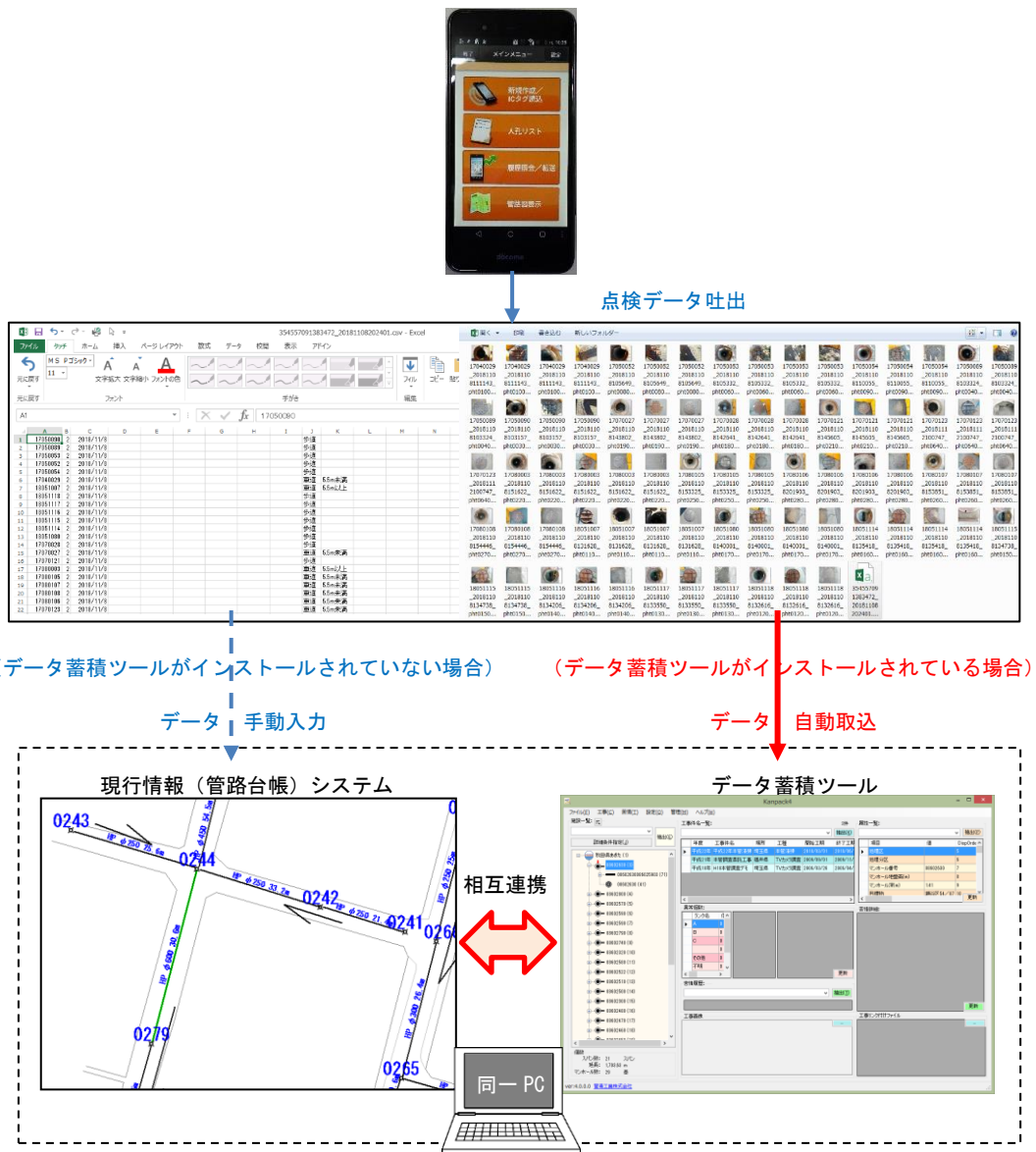


図 2-14 管路台帳システムとデータ蓄積ツール・現地入力支援ツール連携イメージ

なお、管路台帳の仕様については、日本下水道協会「下水道台帳管理システム標準仕様」(下水道台帳管理システム標準仕様書(案)・導入の手引 Ver.4 2010年7月)に準拠しておくことが望ましい。