

第1章 総則

第1節 目的

§1 目的

本ガイドライン（案）は、ICT を活用した管路管理のより一層の効率化と効果的なストックマネジメントの実現に向け、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「ICT を活用した総合的な段階型管路診断システムの確立にかかる実証研究（実証研究期間 平成 30 年 7 月～令和 2 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、技術の性能等を明示し、技術の普及展開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、およ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、本邦企業におけ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。

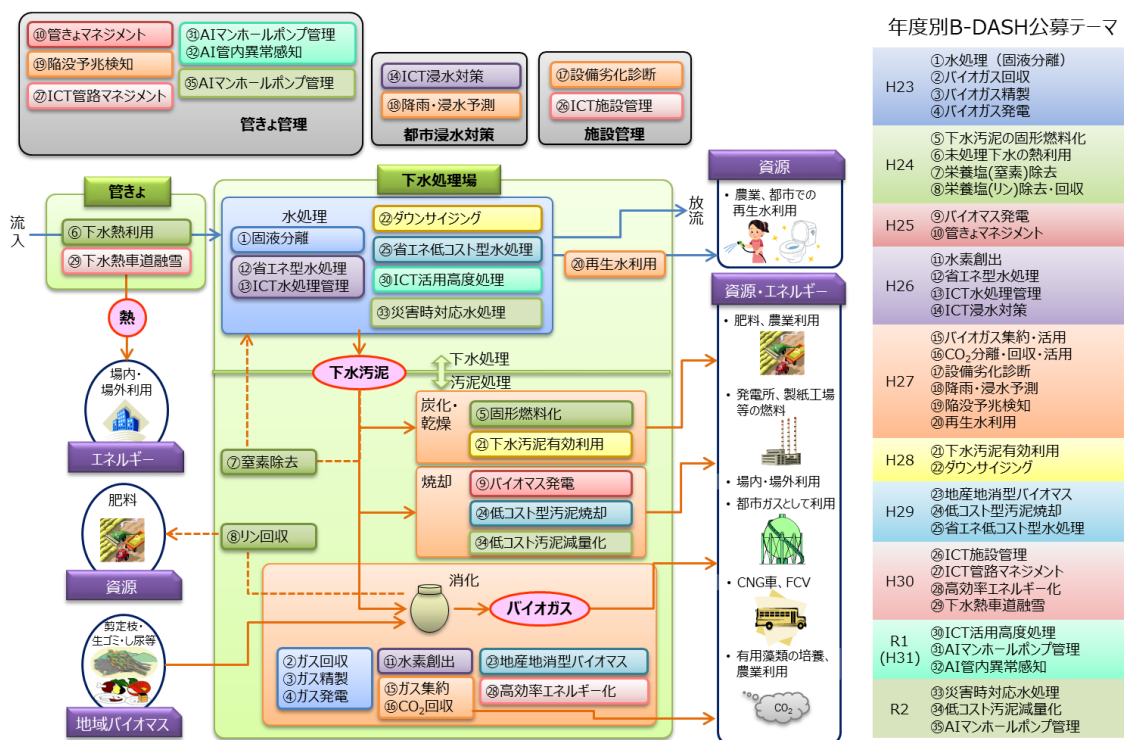


図 1-1 下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の概要（全体）

本ガイドライン(案)の対象とする技術は、ビッグデータ解析による劣化予測システム、ICT を活用したデータ入力・蓄積ツールおよび点検直視型カメラ等の技術を用いて効率的なスクリーニングや詳細調査による低コストで効果的な「ICT を活用した総合的な段階型管路診断システム」に係る革新的技術であり、実証研究のとりまとめにあたっては、専門的知識を有する有識者および実務に精通した地方公共団体の下水道管理者より意見を聴取したうえで、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」とする。<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(案)は、地方公共団体が抱える老朽化が進む膨大な下水道管きょを適切に管理し、維持管理に要するコストの低減や期間縮減を図り、ストックマネジメントの効率的な実施に資するため、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(案)では、地方公共団体などの下水道管理者が本技術の導入を検討する際に参考にできるように、技術の概要と評価、導入検討および維持管理などに関する技術的事項についてとりまとめている。

なお本ガイドライン(案)についても、実証研究の成果と同様に、専門的知識を有する有識者および実務に精通した地方公共団体の下水道管理者より意見を聴取のうえ、評価委員会の評価を受け、了承されたものである。

第2節 ガイドライン（案）の適用範囲

§2 ガイドライン（案）の適用範囲

本ガイドライン（案）は、地方公共団体が抱える膨大な管路ストックの維持管理を対象に、本技術の全体または一部について、下水道事業における効果の算定や導入検討、運用を検討する際に適用する。

また、本ガイドライン（案）は、下水道管路の維持管理に関連する下記の事業者等が利用することを想定して策定している。

- (1) 下水道管理者
- (2) 維持管理調査会社・コンサルタント

【解説】

全国の下水道管路の管理延長は、図 1-2 に示すように、平成 30 年度末時点で約 48 万 km あり、このうち標準的な耐用年数である 50 年を経過した管路は、約 1.9 万 km（総延長の 4%）が存在し、今後も急速に増加することが見込まれている。限られた人員と予算で、老朽化していく既存施設を適正に管理し、持続的に機能を確保していくためには、予防保全の考え方に基づいた効率的なストックマネジメントを実施する必要がある。

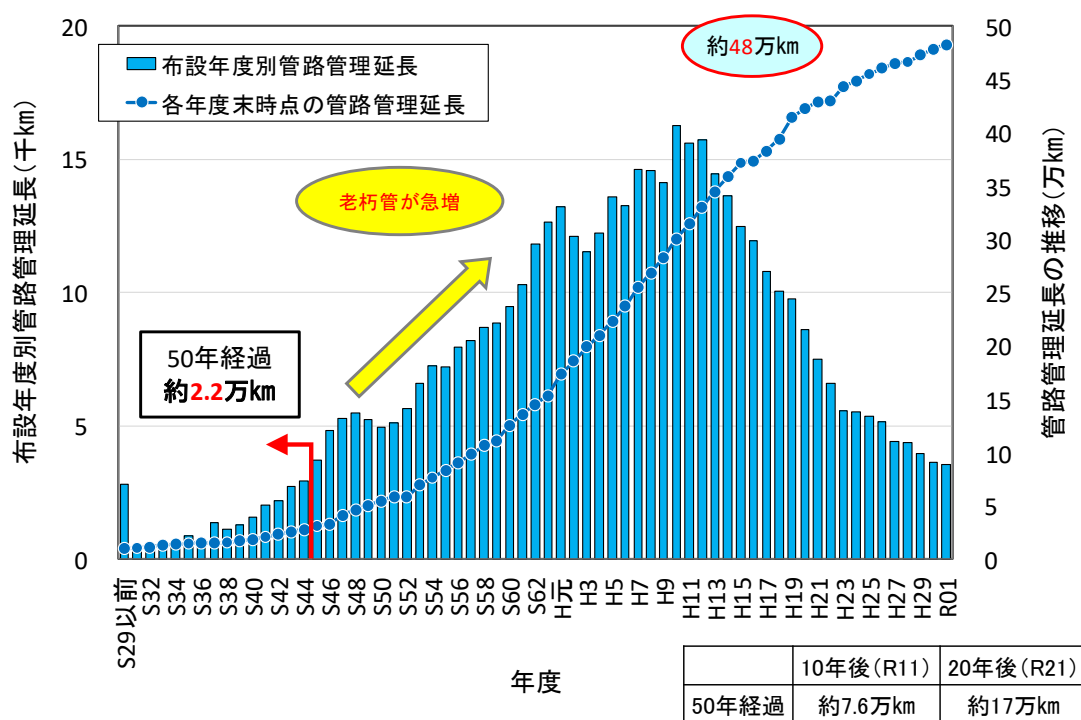


図 1-2 下水道管路施設の布設年度別管理延長（令和元年度末現在）国土交通省ホームページより

このため、国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）では、ICTを活用した効率的管路マネジメント技術の導入によって、下水道管路に関するストックマネジメントをより一層低コストかつ効率的に実施するための方策について実証し、技術資料としてとりまとめ、全国展開を図ることとしている。

本ガイドライン（案）は、劣化予測システムによるビッグデータ解析や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技術を用いて効率的なスクリーニングおよび詳細調査を実施し、低コストで効果的な「総合的な段階型管路診断システム」を対象とするものであり、下記の対象者に技術の性能等を明示し、技術の普及展開を図るために策定したものである。

(1) 下水道管理者

地方公共団体等の下水道管理者に対して、効率性の高い新たな革新的管路診断技術の導入やICTを活用した効率的管路マネジメント技術の導入を促し、調査実施率の向上を図るとともに、下水道管路に関する効率的かつ効果的なストックマネジメントの実施のため、本技術の円滑な導入検討を目的とした資料として活用する。このため、本ガイドライン（案）では、下水道管理者が本技術の導入を検討する際の参考となるよう、技術の概要、導入条件や導入効果に関する技術的事項についてとりまとめている。

(2) 維持管理調査会社・コンサルタント

本技術の導入にあたって、地方公共団体等から調査委託などを受けた場合、維持管理調査会社やコンサルタントが導入手順を理解し、本技術の費用、工程、導入効果などを把握するための資料である。

また、下水道ストックマネジメント支援制度の創設によるストックマネジメント計画の策定や包括的民間委託方式の導入等により、下水道管路維持管理分野におけるコンサルタントの役割も重要になってきている。

このため、効率的な管路調査のための調査計画立案や最適な調査方法の選定に資する資料とするため、本技術を構成する要素技術の概要や、導入のための基礎調査、導入効果の検討、導入判断等についてとりまとめている。

第3節 ガイドライン（案）の構成

§3 ガイドライン（案）の構成

本ガイドライン（案）は、ICT を活用した総合的な段階型管路診断システム技術の目的、概要、構成技術の諸元、導入効果、導入検討等から構成される。

【解説】

本ガイドライン（案）は、図 1-3 に示す構成からなる。

第1章から第2章まではICTを活用した管路診断システム技術の目的、概要を示し、第3章から第4章は、本技術の実証研究に基づく評価、導入効果と導入検討を示している。

(1) 第1章 総則

目的、適用範囲、ガイドライン（案）の構成、用語の定義について記述している。

(2) 第2章 本技術の概要

本技術の概要、目的や、本技術全体・要素技術の特徴、連携フロー等について記述している。

(3) 第3章 導入効果

本技術の導入の参考となるよう、実証研究に基づく要素技術の評価の概要、評価項目、評価結果、適用条件等について整理している。

(4) 第4章 導入検討

本ガイドライン（案）に示した本技術を、下水道管理者である地方公共団体が導入検討するに当たり、事前に確認すべき事項や導入した場合の効果を可能な限り定量的に把握し、技術の導入判断に役立つ情報を整理している。

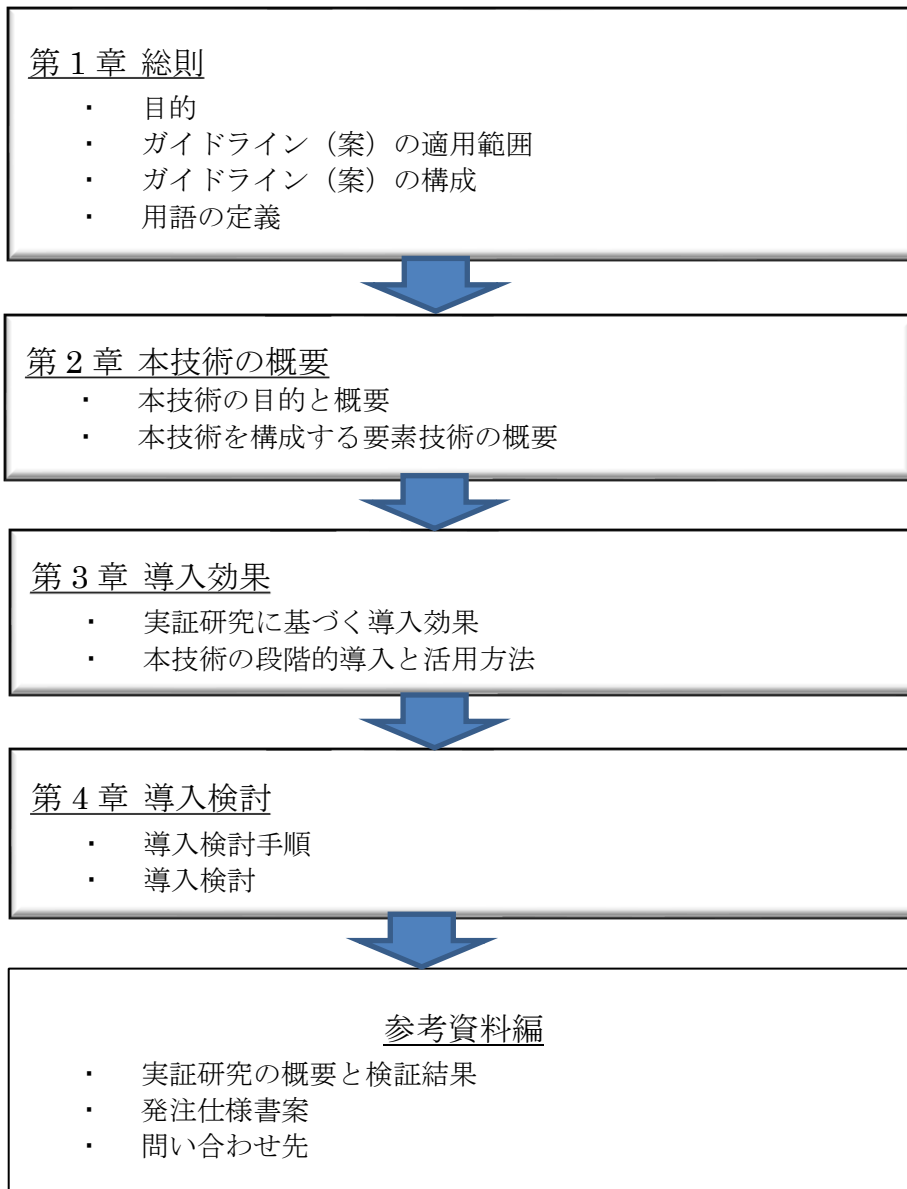


図 1-3 本ガイドライン（案）の構成

また、図 1-4 に本ガイドライン（案）の本編と参考資料編の関係を示す。

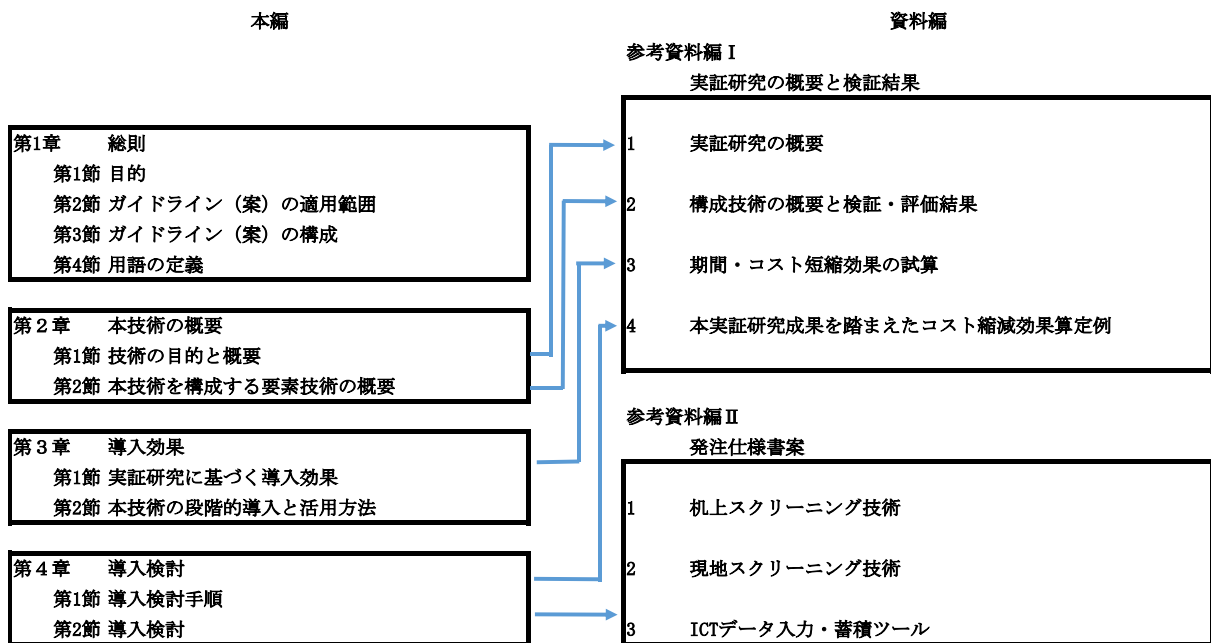


図 1-4 本ガイドライン（案）の本編と参考資料編の関係

第4節 用語の定義

§4 用語の定義

本ガイドライン（案）で扱う用語は、以下に示す通り定義する。

なお、下水道施設の基本的な用語については、「下水道維持管理指針 2014 年版」（（公社）日本下水道協会）、「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」、「維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン（管路施設編）-2020 年版」（国土交通省下水道部、国土技術政策総合研究所）、「下水道用語集 2000 年版」（（社）日本下水道協会）に準拠する。

【解説】

(1) ICT を活用した総合的な段階型管路診断システム全般

● 管路診断システム

机上スクリーニング段階でビッグデータ解析による劣化予測システムを適用し、現地調査段階で 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総合的な技術を用いて、効率的なスクリーニングおよび詳細調査を実施し、低コストで効果的に管路を診断するシステム。

● 机上スクリーニング

これまで蓄積された膨大な管路劣化データを多変量解析し、調査対象管路をスパンごとに劣化予測することにより、現地スクリーニングおよび詳細調査が必要な対象路線を絞り込み、調査の効率化を図ること。

● 現地スクリーニング（管きょ調査）（不明水調査）

管内の視覚調査において、簡易な点検直視型カメラをスクリーニングカメラとして活用することで、詳細調査箇所の優先度を判定し、調査の効率化を図ること。

不明水調査において、流量計に代わる簡易水位計または暗視カメラにより、調査の効率化を図ること。

● 経済性

本技術の妥当性を実証するための評価項目の1つで、従来手法を比較対象とした場合の費用的な効果を、本技術のコスト縮減効果（コスト縮減率）と期間縮減効果（期間縮減率）を百分率で表したもの。

① コスト縮減率

同一路線において、従来手法と本実証技術における管路調査費用を比較し、本実証技術による縮減率として表す。

② 期間縮減率

同一路線において、従来手法と本実証技術における管路調査期間を比較し、本実証技術による縮減率として表す。

- **有効性**

本技術の妥当性を実証するための評価項目の1つで、机上スクリーニングにおいて予測した劣化状態（予測緊急度）と、実際に調査した劣化状態（緊急度）の一致性を表したもの。本ガイドライン（案）では、緊急度適合率を用いて評価している。

- **適用性**

本技術の妥当性を実証するための評価項目の1つで、机上スクリーニング技術の導入に際して、診断の対象となる管路施設のデータ量や属性等が適用範囲に合致するかを表す。

現地スクリーニングで使用する機器の適用管径や管種が、現地での走破性を含めた必要な条件・性能を満たしているか。また、機器の操作やデータの整理などで必要とされる専門技術性を満たす要員を提示する。

(2) 机上スクリーニング技術

- **劣化予測システム**

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もので、これらの一連の数値解析をシステム化したもの。

- **健全率曲線**

劣化現象（緊急度区分）の発生確率が、経過時間を説明変数とするワイブル分布に従うと仮定した際の、累積分布関数の値を1から差し引いた値の関数を示す。

なお、式型は以下のとおりで、管種、緊急度区分によって定数 a,b を設定する。

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^b\right]$$

ここで、R(t):健全率、t:経過年数、a,b:定数

- **判別係数、判別値**

任意のスパンの劣化状況を推定するために必要な係数、値であり、劣化予測システムにおける多変量解析の結果として得られる。

- **判別係数**

ビッグデータの多変量解析により求められた管路劣化の要因に関連する属

性情報の重み係数と定数の総称。

- 判別値

施設属性に重み係数を乗じた総和で、劣化予測の順位づけに活用する値。

- 緊急度

TVカメラ調査結果に基づく異常の程度診断から決まる対策実施の緊急性の高さの度合いで、I（重度）>II（中度）>III（軽度）の順に、対策を実施すべき時期を定めたランクである。

- 緊急度適合率（机上スクリーニング）

机上スクリーニングにおいて予測した劣化状態（予測緊急度）と、実際に調査した劣化状態（緊急度）が一致するスパン数の割合で算出する。詳細は図 1-5 参照。

従来型 TV カメラ調査により緊急度 I～IIIと判定したスパンに対して、劣化予測技術においても緊急度 I～IIIと判定したスパン（A₁～A₉）を「正しく判定した」スパンとする。一方、「正しく判定できなかったスパン」は、従来型 TV カメラで緊急度 I～IIIと判定されたスパンを劣化予測技術で緊急度IVと過小評価してしまったスパン（B₁～B₃）とする。

スパン数		従来型 TV カメラで調査した判定基準			
		緊急度 I	緊急度 II	緊急度 III	緊急度 IV
劣化予測技術で 判定した結果 (予測緊急度)	緊急度 I	A ₁	A ₄	A ₇	C ₁
	緊急度 II	A ₂	A ₅	A ₈	C ₂
	緊急度 III	A ₃	A ₆	A ₉	C ₃
	緊急度 IV	B ₁	B ₂	B ₃	C ₄

$$\text{緊急度適合率}_{I\sim III} (\%) = \frac{(A_1+A_2+A_3+A_4+A_5+A_6+A_7+A_8+A_9)}{(A_1+A_2+A_3+A_4+A_5+A_6+A_7+A_8+A_9) + (B_1+B_2+B_3)} \times 100$$

図 1-5 緊急度適合率の説明図

- 絞込率

劣化予測による、緊急性の高いスパン（緊急度 I・II）の絞り込みの妥当性を表す指標で、従来手法による抽出スパン数（30年以上経過管のスパン数）に対する、劣化予測システムにより抽出された緊急度 I・IIのスパン数の割合で算出する。

$$\text{絞込率} = [\text{予測緊急度 I・IIのスパン数}] \div [\text{30年以上経過管スパン数}]$$

- 抽出不能率

劣化予測による緊急性の高いスパン（緊急度 I・II）の見逃しを表す指標で、従来型 TV カメラによる調査で緊急度 I・IIであったスパンを、劣化予測で正確に判

定できなかったスパンの割合として表す。以下の式により求められる。

$$\text{抽出不能率} = 1 - \frac{\text{予測緊急度 I・II が調査結果と合致したスパン数}}{\text{従来型 TV カメラ調査での緊急度 I・II のスパン数}}$$

- **国総研データ**

劣化予測（多変量解析）に用いる、管路施設の劣化に関する基礎データであり、「管渠劣化データベース」として国土技術政策総合研究所下水道研究室ホームページ (<http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/rekka-db.html>) で公開されている。

- **クリーニング作業**

劣化予測システムに供する管路施設調査結果のデータ項目は、「管種」、「路線延長」、「管径」、「経過年数」および「平均土被り」（上流側土被りと下流側土被りの平均値を管きよの属性として適用する。以下「平均土被り」と表記する。）の 5 項目が必要であるが、これらの項目が 1 つでも欠如していると判別係数が算出できないため、全項目が網羅されているデータのみを抽出する作業。

- **累積残存率**

建設年度毎の建設延長に占める改築せずに残っている残存延長の割合（残存率）を掛け合わせ累積することで得られる残存率。以下の式により求められる。

$$n \text{ 年における累積残存率} = \prod_{i=1}^n (1 - R_i) = (1 - R_1) \times (1 - R_2) \times \dots \times (1 - R_n)$$

ここに、 R_i =経過年数毎の改築率

- **生存率曲線**

建設年度毎の累積残存率をプロットして近似式で描かれた曲線。

(3) 現地スクリーニング（管きよ調査）技術

- **点検直視型カメラ**

小口径管路（φ 150 mm～700 mm）の調査精度を点検レベルに絞りつつ、高画質の管内映像を従来の TV カメラ調査の約 3 倍速で得ることが可能な、現地スクリーニングに特化した簡易 TV カメラ技術である。

等速前進する自走車に高画質のカメラを取り付けた直視型カメラであり、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となる。

- **高圧洗浄カメラ**

一般的な高圧洗浄ノズルに TV カメラを取り付けることで、管路内洗浄と同時にカメラ調査が実施できる技術である。管路内洗浄の出来形確認も行うことが可能である。

- **緊急度適合率（現地スクリーニング）**

点検直視型カメラおよび高圧洗浄カメラによる調査で判定した緊急度と、同一管路における従来型 TV カメラによる調査で判定した緊急度の適合率。

- **異常検出率**

通常の TV カメラ調査で判明した異常に対して、点検直視型カメラで異常項目が一致した割合。

- **異常適合率**

通常の TV カメラ調査で判明した異常に対して、点検直視型カメラで異常項目およびランクが一致した割合。

- **走破率**

点検直視型カメラの走破性を表す指標で、調査実施スパン数の内、調査が完了できた（完走した）スパン数の割合で表す。

(4) 現地スクリーニング（不明水調査）技術

- **現地スクリーニング（不明水調査）**

不明水調査において、費用・期間の面から流量調査が難しい場合、流量計に代わるスクリーニング機器を用いて、簡易的に不明水発生箇所を絞り込む調査方法。

簡易水位計または暗視カメラにより現地スクリーニングを行うことで、低コストで効率的な不明水調査を実現する。

- **簡易水位計**

マンメータの原理を用いた簡易的な水位計測手法であり、チューブ内に入っている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、設置期間中の最高水位、最低水位を容易に確認できる。

- **暗視カメラ**

マンホール内に管路内の水位変動を一定間隔で自動撮影する装置（静止画）を設置し、不明水の流入状況を把握する技術である。晴天日と雨天日の同時時間帯で水位の上昇を静止画で比較することにより、不明水流入の状況を把握することが可能である。

- **適合率**

流量計と 現地スクリーニング（不明水調査）技術での調査結果をそれぞれ雨天時浸入量の大小で「問題あり」「問題なし」かを評価し、その評価が一致した割合で示す。

(5) ICT データ入力・蓄積ツール

- **ICT データ**

ICT（情報通信技術）を活用して現地で収集し、システムの連携を介して蓄積される維持管理情報データ。

- **現地入力支援ツール**

スマートフォン等を活用し、現地で確認した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するツール。

- **データ蓄積ツール**

現地入力支援ツールにより収集した点検調査結果を、管路データ（管径・管種・土被り・延長）とともに蓄積するツール。