

管きよマネジメントのための 管路内情報の活用

管路情報活用 有限責任事業組合 理事長 **松尾 勝巳**

1 はじめに

全国の管路延長は約44万km、布設後30年を経過すると陥没箇所数が急増する傾向にあるとされる管路は約10万km、10年後には約20万kmと倍増する。老朽化が進行する下水道管路を適切に管理していくために、事後保全型管理から予防保全型管理への転換、長寿命化対策の推進と新たな事業管理手法の導入が求められている。

「点検・調査→診断・優先順位付け→長寿命化・更新・修繕→データベース化」という一連のPDCAサイクルに基づく、アセットマネジメントへの導入を推進していくためには、点検・調査段階におけるTVカメラ調査の改善と管路内情報の活用が必要となっている。

2 管路内TVカメラ調査 における現状と問題点

自走TVカメラによる管路内調査が本格化してから、20数年が経過した。

この間、生活環境や交通量等の変化と非開削補修・改良工事に対応して、調査手順・調査方法、異常判定項目・ランク基準の改正が行われてきた。現在、調査実績の多いTVカメラ調査の機器と現場・事務所の作業を紹介する。

2.1 現行TVカメラ調査機器と作業分担の現状

(1) 自走TVカメラ調査

平均日進量／300m（当事業組合の実績）で、交通状況により増減がある。管路内調査は直視、側視を行う。

- ① 現場での直視、側視映像に人為による異常画面表示データ入力と現場記録表への記載（野帳）で日進量が伸びない。
- ② 事務所で現場記載現場記録表（野帳）から報告書作成ソフト入力、VTR・DVD編集、異常写真作成等の業務。

(2) ミラー方式自走TVカメラ調査

平均日進量／500m（当事業組合の実績）で、交通状況により増減がある。管路内調査は直視のみ行う。判定者の直視判定技能の向上が重要。

- ① ミラーカメラは管路内を直進するだけで、管内壁面全体（360度）の映像が収録でき、オペレーターは異常判定を行わない。
- ② 事務所で展開図化システム、自動診断システムにより、調査映像から管路内の損傷等を自動診断、DVD編集、CSVデータ出力。

また、再補正時にデータから管きよ内の状況把握ができ、段差・蛇行・突出等の詳細調査範囲を速やかに選択できる。

(3) ワンビュー・カメラ（魚眼TVカメラ）調査

日進量は平均 500 m で、交通状況により増減がある。管路内調査は直視のみ行う。(判定に関して、協会の実績が無い。)

- ① 直視のみの映像から管内壁面の展開画像作成機能を搭載、オペレーターは異常判定を行わない。
- ② 事務所で自動的に異常判定し、画像全体の寸法補正を人為で再補正、DVD 編集、CSV データ出力。

2.2 現行 TV カメラ調査の問題点

(1) 調査コストについて

上記にも紹介したが、TV カメラ調査の日進量は 300 ~ 500 m である。管路内の状況を詳細に調査できるが、この調査には 1 m 当たり 1,500 ~ 2,000 円の費用(当事業組合の実績では、平均 1,750 円)が必要である。このこともあり、下水道本管の TV カメラ調査は、年間平均 4,100km (平成 9 ~ 18 年までの間の全国での平均調査距離)であり、これは全国の管路延長の約 1% に過ぎず、このペースで 100 年程度の年月がかかることになってしまう。

今後、下水道管路の老朽化が急速に進行する状況に対応するためには、従来よりも速く、安価に調査できる下記のスクリーニング調査に対応できる技術が必要である。

- ① 上流人孔管口から下流管口と下流人孔管口から上流管口の管きょ映像。
- ② 自走 TV カメラ、走行 TV カメラ映像収録。
- ③ 上記の異常解析ソフトによる解析技術。

(2) 調査済データの活用、保存について

TV カメラ調査の結果は、VTR や DVD による調査映像の収録、写真集、記録表等により報告される。これらの調査結果等を継続的にデータ管理していくことが重要であるが、点検結果等のデータベース化が進んでいない状況が見られる。

事後保全の型管理から予防保全型維持管理に転換し、事故発生や機能停止を未然に防止するとともに、事業費の低減を図る必要性が高まっている。

TV カメラ調査のデータについても、データベース化を推進していく必要があり、その際には、紙や映像による過去のデータも活用できるデータベースとしつつ、データベース作成の低価格化、担当者が使いやすいシステム構築が求められている。

3 管きょマネジメントシステムの推進に向けて

PDCA サイクルの実行による計画的維持管理の推進を図るためには、従来の線の範囲の管路内調査に替えて、市街地地域全体など広い範囲を効率的に調査していくことが重要になる。計画的、効率的に点検・調査を実施するため、リスク評価(発生確率、被害規模等)に基づく机上スクリーニングや、人孔管口からの点検・調査範囲を絞り込むスクリーニング手法を活用することが望ましいとされる。

以下に、当事業組合が技術開発を進めている「走行カメラによるスクリーニング調査システム」「人孔内固定 TV カメラ調査システムを活用した本管簡易調査システム」「調査済データの効率的なデータベースの構築」について紹介を行う。

3.1 走行カメラによるスクリーニング調査システム

都市部の調査では、従来より速く、安価に調査できるスクリーニング調査として、日進量 / 1,000 m の開発目標値が示されているが、現行カメラ調査機器では、下水道管路の布設状況、交通量等とケーブルの重量等により調査距離の向上は難しいものがある。

調査距離向上のためには、自走 TV カメラから走行 TV カメラへの変更を提案する。

走行 TV カメラは、直視・側視自走 TV カメラに管径変化にすばやく対応する機能等を追加し、管清掃時に上流人孔からワイヤーを引き込み下流人孔から既存自走 TV カメラを引っ張る方式とする。これによりケーブルの重量等を考慮せず、直視・側視映像収録を一定速度で収録ができるようになる。

他の直視 TV カメラと同様に異常規模解析システム（図-1）と改良走行 TV カメラで日進量を平均 1,000 m と目標設定し、光ファイバケーブル 2,000 m で映像データ、電圧伝送の試験を完了している。

今後、下水管路内での実証に移行していく。

3.2 人孔内固定カメラ調査システムを活用した本管簡易調査システム

本システム（図-2）は、人孔内固定カメラとこれにより撮影された映像データの解析と既存調査データの合成により「平面・縦断図」、「損傷図」等を作成するコンピュータプログラムから構成される。

本管簡易調査システムによるスクリーニング調査では日進量／800 m（交通状況により増減）を目標としている。調査方法は、

- ① 現場で上流人孔から下流人孔および下流人孔から上流人孔の管きょ間について本管簡易カメラで直視映像を収録する。
- ② 事務所でコンピュータプログラムにより直視映像から連続静止画を作成する。この静止画より管きょのジョイント毎の段差測定から蛇行量の計測ができる特徴を有する。

本 TV カメラは、管路内を清掃することなく現状調査が行える。また、調査に当たり TV カメラの台数を増やすことで効率的調査が行え、日進量が増加できる。

また、連続静止画写真は、管きょ距離 30 m を 4 分程度作成することができ、自走 TV カメラにも使用できる。このことから、日進量の増加に対しても的確に対応することが可能である。

3.3 人孔内固定カメラ調査システムの設計への活用

過去の調査画像（既存調査データ）がある場合、人孔内固定カメラ調査システムによる連続静止画写真と既存調査データを比較することで、管路の修繕・補修や改策・改良の判定を正確に行うこと

ができる。

管きょ内の段差・蛇行・扁平・突出量などを連続静止画の異常箇所をクリックすることで得られた計測データを本システムで既存調査データと比較解析すれば、管きょの既存調査データの映像（図-3）から段差・蛇行・突出量との合成図作成機能によりジョイント毎の「平面・縦断図」を作成でき、正確な工法判定が行える。

3.4 調査済データの効率的なデータベースの構築に向けて

既存データベースが構築されていない自治体とデータベースが構築されている自治体がある。構築されているデータベースの多くは区画、人孔管理番号、上下流人孔間距離と管路情報等に調査済データを管理しているが、長寿命化に向けて劣化判定度までを管理しているデータベースを構築されている例は多くない。

管路内調査データベースが構築されていない自治体には、当組合が提供できる「維持・台帳管理システム」（図-4）から CSV データ管理の供給ができる。

「維持・台帳管理システム」は、紙ベースの下水道台帳からでも低価格で電子化でき、既存調査報告書データのデジタル化も可能であり、維持管理の速やかなデータベースとして構築することができる。



「管路情報活用有限事業組合」の目的と展開

当事業組合は、下水道事業の外部委託が進む時代に、下水道施設・インフラの可視化健全度調査、台帳整備、情報処理（下水道関連・一般報告書の電子化）等の効率化に向けて作成されたシステムの活用推進と下水道のベテラン技術者の知識・技能・技術をデータベース化し、継承をすることを通して新しい下水道維持管理システムにつなげていくことを目的としている。

下水道管路の TV カメラ調査や各種の作業、修繕・補修や改築・改良の現場作業および土木設計

図ー1 走行TVカメラ「異常規模解析システム」(自走TVカメラでも使用できる)

既存調査済映像から
異常規模解析ランク判定システム

映像の異常箇所 静止画の異常箇所

静止画の
異常規模測定 クラック幅 1.72 mm

情報・制御システム・2,000m 実験機

側視画像解析による破損部の鮮明さで解析精度が上がる

右調査距離 7.9
経緯 プロット写真 秋～冬～春～夏

目録用調査記録表 記載 R-3 4.1.4 破損人 千九日	補修工法 補修工法 補修経緯
-------------------------------------	----------------------

ズレAでは、
取付管調査
継目ずレA 2.03 中斷

占有 都・市・町村・工業地帯	補修工法
上流幅員 4.00 左堤岸 0.95	補修工法
再調査調査	補修経緯
上流幅員 4.00 左堤岸 2.99	
下流幅員 4.00 左堤岸 2.90	
再調査調査	
下流幅員 4.03 左堤岸 2.56	
取付管調査	
破損A 0.30~0.25	
破損A 2.00~	
継目ずレA 2.00 中斷	

補修経緯

図ー2 本管簡易調査システム (「人孔内固定TVカメラ調査システム」建設技術審査証明 下水道部門)

詳細調査対応 簡易本管 TVカメラ設置概要と解析状況・データ出力

TVカメラ車 固定TVカメラ 地上樹 取付管 上流人孔 下流人孔

継ぎ目部 段差箇所 基準線 上下流の管口 中心を結ぶ線 基準十字板 設置

管口 TVカメラ 設置状況 蛇行箇所 下流管口の 十字スケール 中心に映像を 合わせる

段差・蛇行扁平・突出量 解析ソフト

計測対象の円 十時基線を 中心とした円 (黄色) 段差計測 26 mm

画像 計測値

維持・修繕管理「損傷図」

蛇行位置 段差位置

ジョイント毎の「平面・縦断面図」

図-3 既存調査データと人孔内固定 TV カメラ調査システムとのデータ活用図

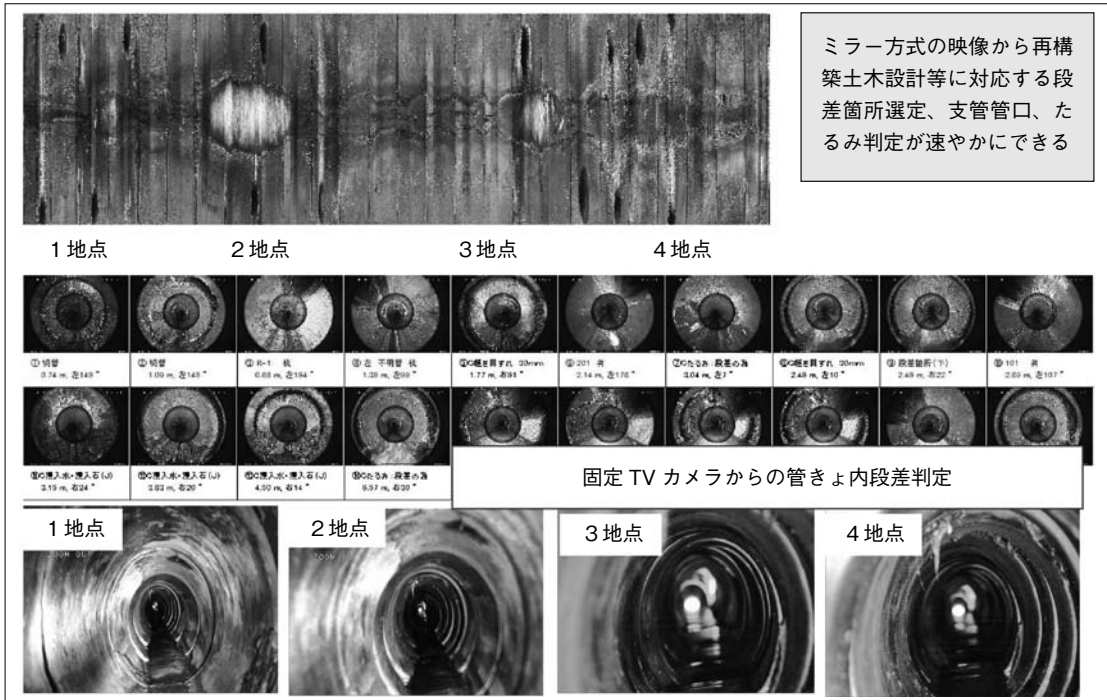
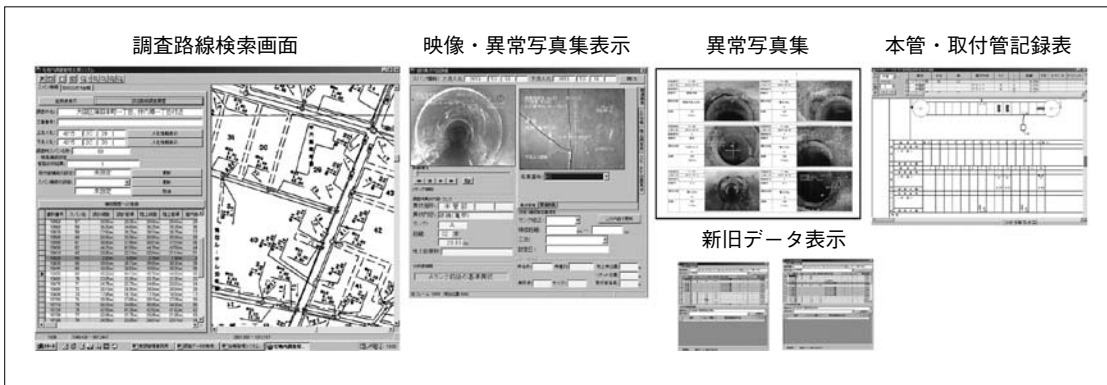


図-4 維持・台帳管理システム



の実体験をベースにした調査手段・判定等と調査機器および管きょ修繕・クラック補修、土木設計システムのニーズを具体化するために、当事業組合は、日本管路内情報技術活用推進協会と ALPS 工法協会およびその会員企業と連携して、効率的な維持管理・土木設計に向けて取り組みを進めていきたいと考えている。

5

今後の抱負

—水みちに明かりを灯す新技術—

当事業組合が開発中の幹線内部や特殊人孔内部などの下水道施設のパンorama写真（立体化）による可視化技術（写真）を適用すると、現状の状況把握と施設内部のデータベース化が速やかに行える。

写真 切出し写真と連続写真の接続技術の活用による人孔内部写真



人孔内部のパノラマ写真

本管、幹線、人孔、特殊人孔など地下構築物の可視化資料の整備は、老朽化が進む下水道管路・施設の維持管理に大きく貢献できるものと思っている。施設内の可視化により作業の安全性を高めることができ、近未来に予想される直下型地震、東南海地震による大災害時の調査・補修への際、



人孔中間部の連続写真



人孔底部の連続写真

事前に状況を理解する資料として活用できると考えているので、この技術の普及を進めていきたい。