

# 管きょマネジメントのための 管路情報から3次元 画像の活用



管路情報活用有限責任事業組合 技術開発委員 高橋 範俊

## 1 はじめに

本誌平成25年11月号に「管きょマネジメントのための管路内情報の活用」で、「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方法が必要であることを紹介している。

この後、平成26年10月1日に、国土交通省「下水道革新的技術実証事業技術導入ガイドラインの策定趣旨および概要」(B-DASHプロジェクト)の実証結果が公表された。これによれば、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、従来の線的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とされ、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とすることが望ましいとされている。

当事業組合では、調査済データ(csv)と人孔

内管口カメラ調査の映像データから段差・上下のたるみ、横ずれ(蛇行)・継手部のV字に開いた幅を計算ができる3D化画像作成システムを開発し、管路の状況の可視化を実現した。この可視化と継手部のV字の開き幅数値により、改築・修繕工法の判定が速やかに行うことを可能とした。本稿では、この3D化画像作成システムを紹介する。併せて、低コストで自立管を目指している「ALPS工法」(修繕工法)等を紹介する。

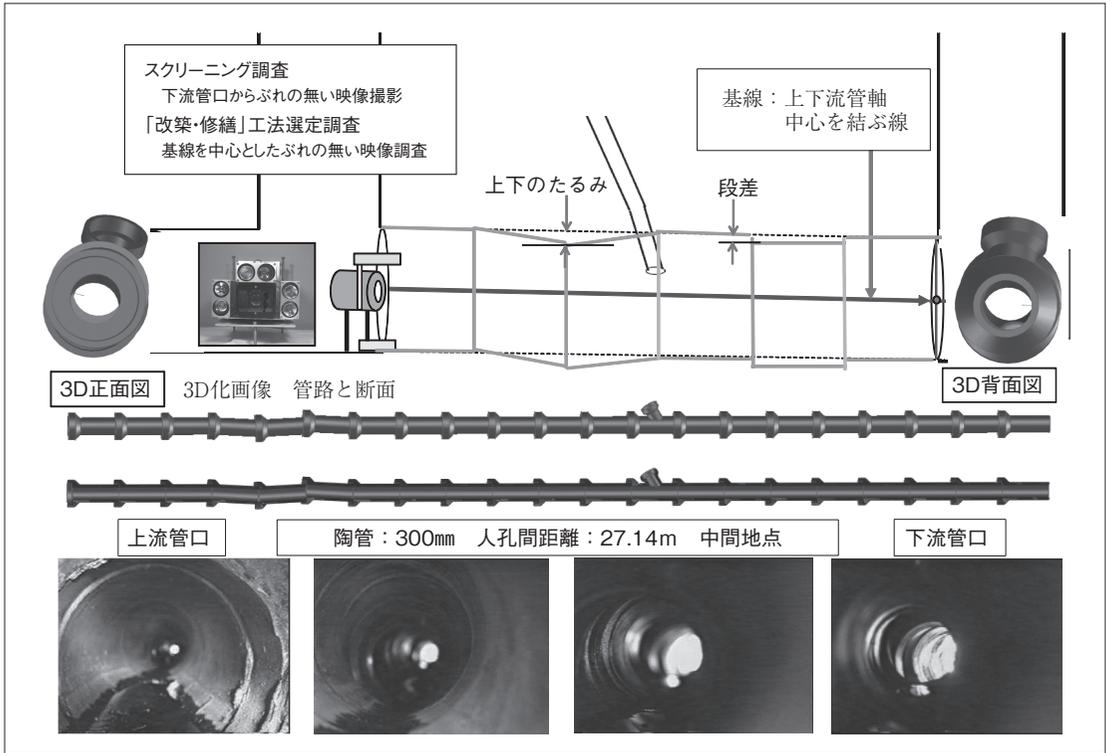
## 2 「人孔内管口TVカメラ」 ([ズームロボ])から調査からの 3D化画像の活用

当事業組合と組合員が技術開発を進めてきた「ズームロボ」(人孔内固定TVカメラ調査システム：(公財)日本下水道新技術機構 建設技術審査証明認証)のTVカメラ「ズームロボ」は、スクリーニング、「改築・修繕」工法の2仕様に対応している(図-1)。

### (1) 共通適用範囲と機能

- ① 上流管口から下流管口中心からぶれのない映像の撮影ができる(上下流から撮影)。
  - ・左右の管壁映像調査による異常箇所確認
- ② 撮影距離：管径150～700、大口径・暗さよ

図-1 人孔内管口カメラ調査概要



管により管きょ間距離が35～60m、100m(150～200は、「ズームロボII」を使用)。

- ③ 管きょの輪切り連続写真の作成により異常と画像解析箇所を選定が速やかにできる。
- ④ 暗きょ管・横断管に対応のため、昇降型、固定設置とも15mのケーブルを搭載。

## (2) スクリーニング調査

ぶれのない映像を収録するため、人孔内管口に「ズームロボ」を置く(昇降型は、操作棒の先端にカメラぶれ止め等が取り付けられている)。

撮影した映像データを基に事務所では異常箇所の判定と上下流輪切り連続写真を管きょ間距離に合わせて合成して管きょ内の異常箇所と状況を確認する。

## (3) 改築・修繕工法等の判定詳細調査

- ① 段差・上下のたるみ・横ずれ(蛇行)箇所をmm単位で画像計測する。

- ② 上下流人孔深等の調査に基づき「平面・縦断面図」「3D化画像」「2D平面図面」等を作成。

- ② 管口周辺の異常位置等の確認。

## 3 「ズームロボ」調査データの3D化画像・2D化平面図の活用

人孔内管口TVカメラのズーム機能は、管径により下流管口に向かう映像撮影で管長(1本)が縮小するという問題点があり、これを解決するため、上下流調査を行う。

また、この問題の解決に「ズームロボ」調査データから3D化画像の作成と3D化画像から2D化平面図面の作成をすることにより現状の管路状況の把握ができる。

### (1) 3D化画像・2D化平面図面の活用

3D化画像・2D化平面図面の活用は、人孔深等と人孔管口の調査データから3D化画像(図-2、3)を作成することにより、管きょ間の形

図-2 3D 化画像 (平面・縦断面図)

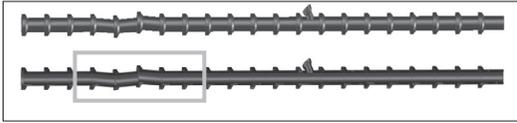
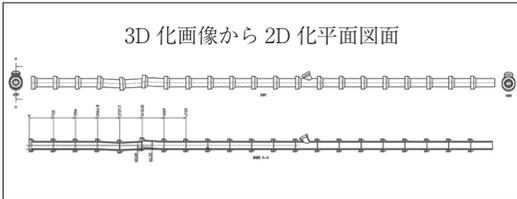


図-3 段差によるV字ずれ幅拡大箇所 (2)



状を再現できる。

これにより調査会社の判定等から行政発注者が改築・修繕の工法選定がしにくい問題を解決できる。

(2) 更生工法による改築・修繕と工法選定について

人孔内管口カメラによる、下流管口中心から映像の撮影では、上下流人孔深等のデータからの「縦断面図」「3D 化画像」「2D 化平面図」の作成と管きよの断面図により各継手部の段差画像計測による状況確認ができる (図-4)。

## 4 既存走行 TV カメラ車の改良による 目標日進量 / 500 m のスクリーニング・詳細調査のシステム化

既存の直・側視 TV カメラ車で目標日進量 / 500 m の調査を行うには、現場作業のうちで下記の作業を省略する必要がある。

- ① 汚泥深 20% 程度でも走行可能とする車輪等を改良する。
- ② 文字等の情報入力を行わない。また、調査記録表を作成しない。
- ③ 撮影映像を事務所で「画像解析異常ランク判定システム」で異常を判定 (図-5)。直・側視 TV カメラ車 (写真-1) 調査の利点は、取付支管内部の異常確認・判定と従来の TV 技術者で操作が可能。

図-4 段差による異常地点拡大図 (3D 化画像平面図・縦断面図)

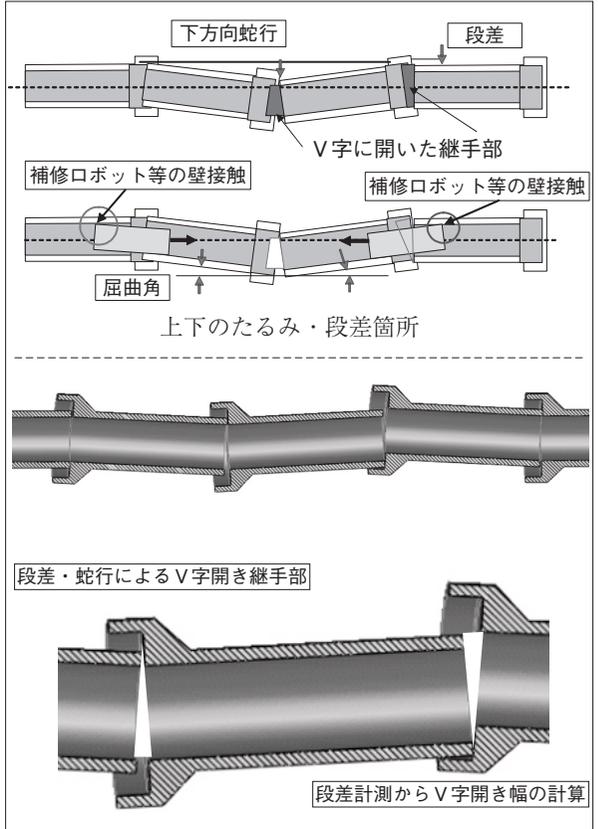


図-5 画像解析 異常ランク判定概要

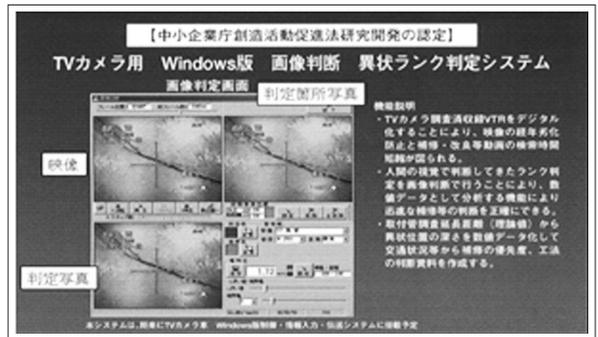
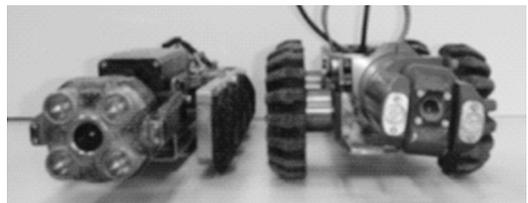


写真-1 直・側視 TV カメラ車



(平成 12 年中小企業庁創造活動促進法研究開発で認可取得)

## 5 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が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、当事業組合の「簡易型下水道台帳維持管理システム」(図-6)が供給できる。

「簡易型下水道台帳維持管理システム」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、維持管理のため速やかなデータベースとして構築することができる。また、将来のクラウドサービスに向けて、事業組合研修センターでは、NASを組合員各社とCSVデータおよび輪切れ連

図-6 簡易型下水道台帳維持管理システム

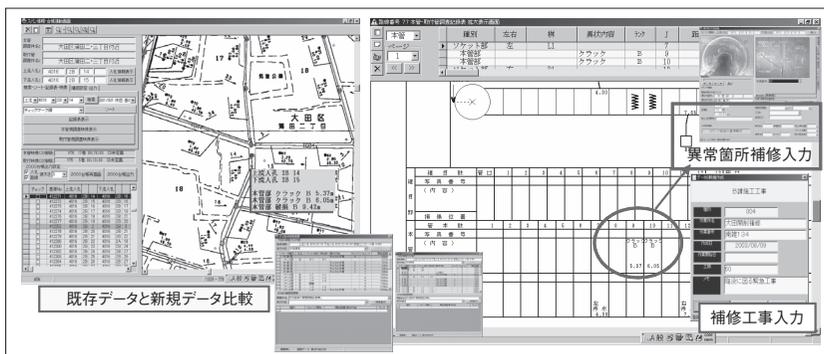
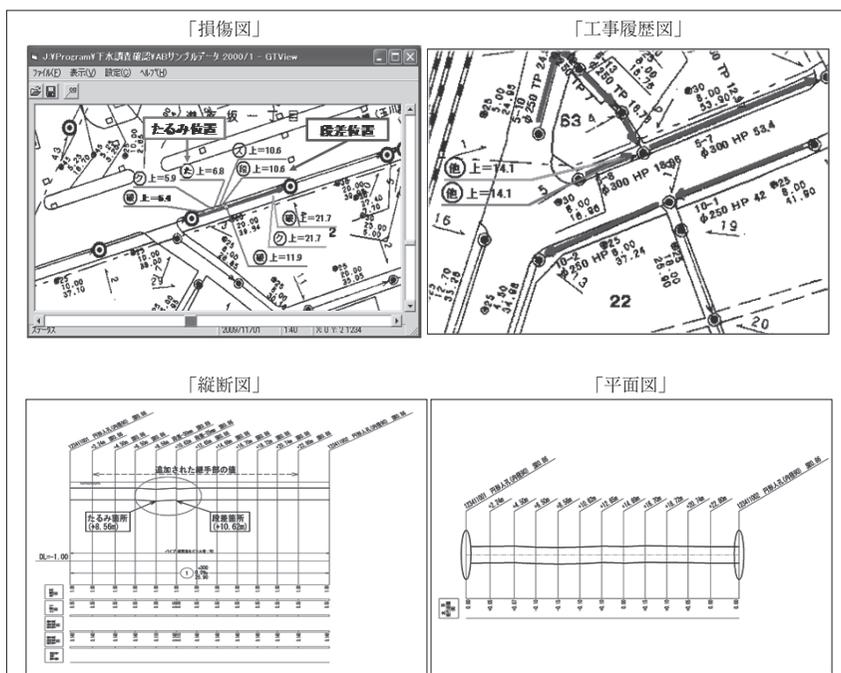


図-7 「簡易型下水道台帳維持管理 CSV データ」からの「縦断面図」「平面図」  
図-2の「3D 化画像」「損傷図」「工事履歴管理図」の作成



続写真をデータ送信により業務処理を行っている(図-7)。

## 6 3D化画像の特殊人孔・施設の可視化による安全教育への活用

本管、幹線、人孔、特殊人孔など地下構築物の可視化資料(図-8)の整備は、熟練技術者の退職と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員の安全性を高めることができ、近未来に予想される首都直下型地震、東南海地震

による大災害時の調査・補修の際、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。

☆ 現場調査により形状・寸法変更、「3D化画像」「2D化平面図面」が速やかにできる。「3D化画像」と連動した電子化調査写真箇所の管理と閲覧が可能。

## 7 幹線内の平面展開写真による可視化をめざして

国土交通省の公募「コンクリートのひび割れに

図-8 地下構築物の3D化画像図

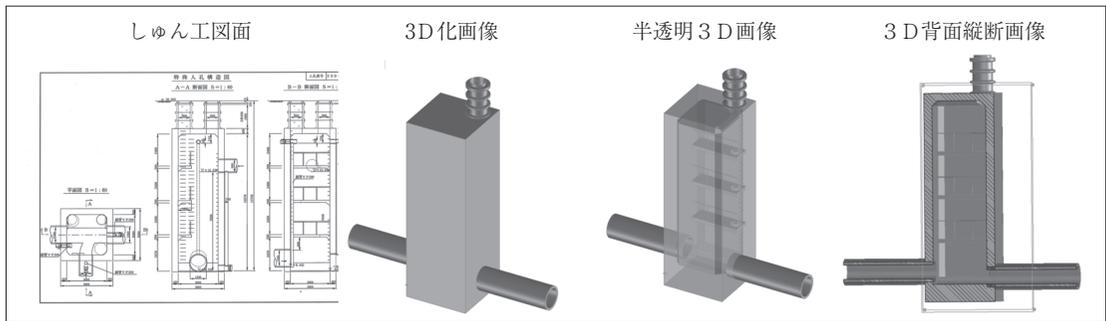
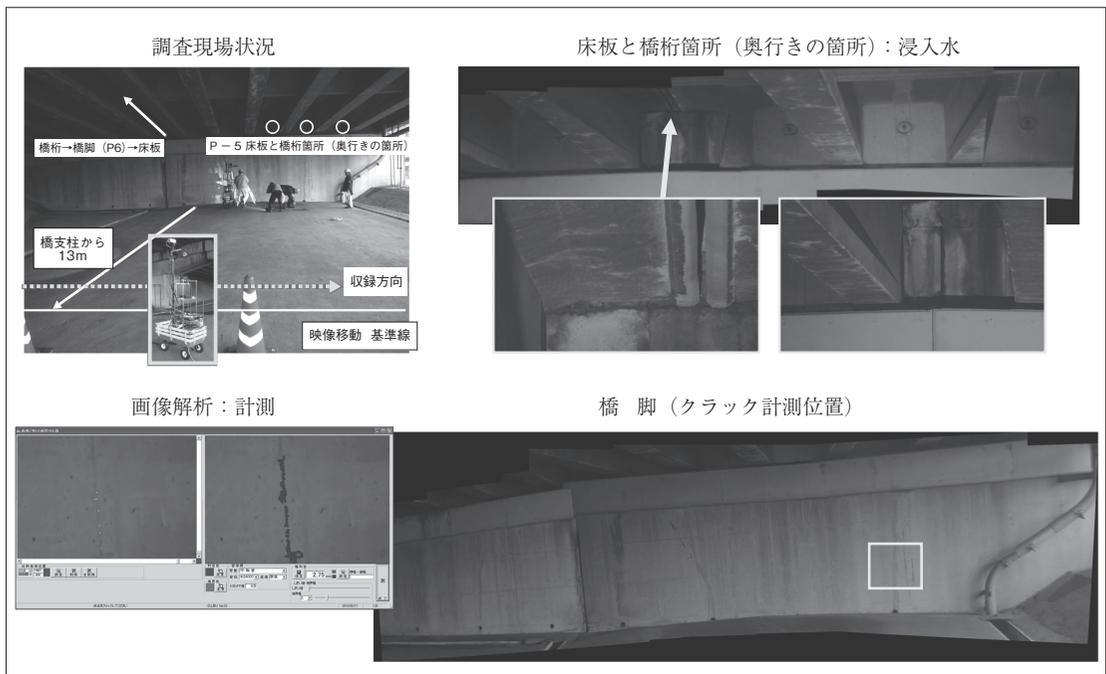


図-9 壁面映像平面展開作成システムによる技術参加の状況



ついて遠方から検出が可能な技術」に13m先の橋脚・床板と橋桁に「壁面映像平面展開作成システム」として技術参加した(図-9)。

この技術を幹線内の平面展開写真による可視化に展開を図っていきたい。

☆ 本システムは、映像収録時に被写体までの距離・角度等計測データとカメラ制御機器と連動している。

## 8 部分補修の高度化に向けて

下水管の機能維持に対応するため、TVカメラ調査を実施し、下水管への円周クラック・軸方向クラック、破損、継手ずれ等を調査している。異常箇所の補修と異常箇所からの浸入水・漏水による機能低下を防ぐ機能を装着した補修工法で(公社)日本下水道新技術機構において「ALPS工法」の審査証明の認証を取得した(図-10)。

部分補修の特長は以下のとおり。

- 1) 熱を使用しないで、管径によるが作業時間は、45～60分程度にて完了

- 2) 空気圧停止後、次に補修地点移動等により日進量の向上と省力化機器による施工のため、他の工法より低コストである

- 3) 補修機器等(パッカー等)は、他の工法の機器の使用が可能

- 4) 水膨張ゴムの利点

- ① 硬化後に起きる収縮で隙間に流入の防止による長期にわたる機能維持を發揮。

- ② 異常箇所からの止水・漏水の対応ができる。

- 5) 2層積層補修材について

- ① 当事業組合は、自立管きょデータとしてバーコード硬さを公的機関で試験。FRP構造設計便覧より同等な硬さを所有している。

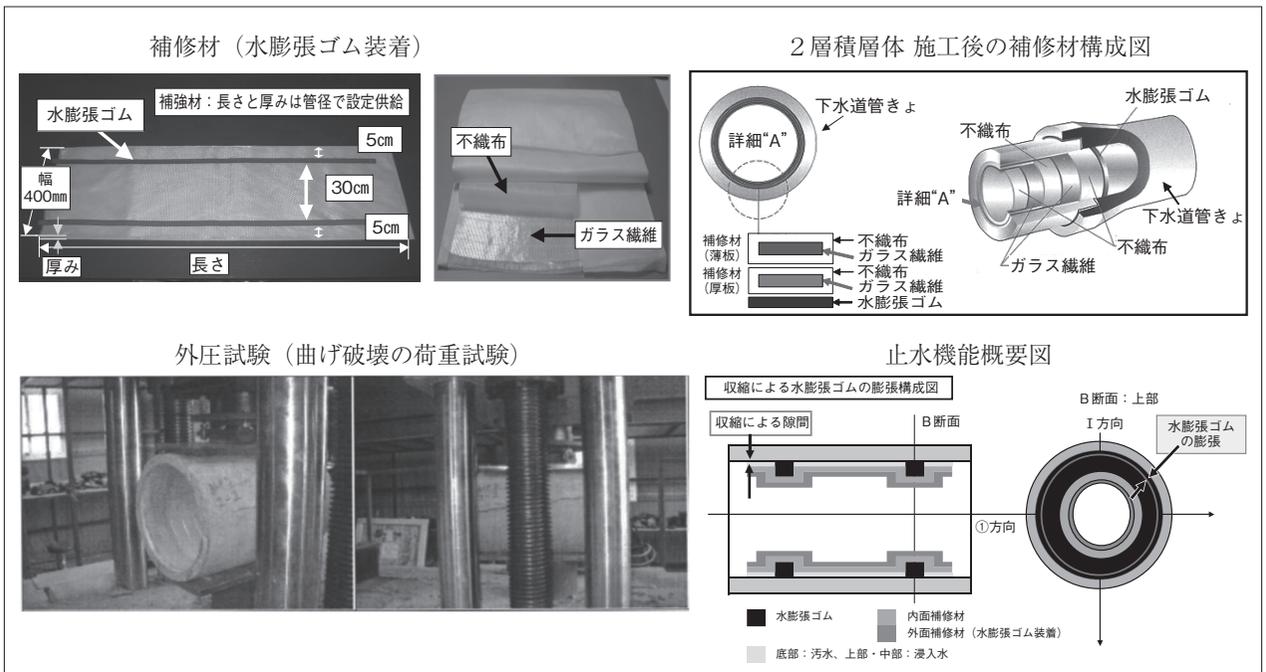
当事業組合試験：接着強度・外圧試験・表面粗精度試験データ(地方自治体に提出)。

- ② 小口径管(管径：250～350)に重ね合わせた連続的な部分補修。

## 9 「管路情報活用有限責任事業組合」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

図-10 ALPS工法技術の応用による自立管概要図



写真－2 技術研修・開発センターの公開

(1階：土砂堆積、段差・蛇行、不明管調査用3本の模擬管、TVカメラ改造・3D設計と試作 2階：情報処理研修室)



代に、情報処理（下水道関連、インフラ施設関連）、下水道台帳維持管理システム、インフラ施設の可視化健全度調査などの効率化に向けて作成された情報管理システムと調査機器の供給・開発・メンテナンスのため、技術研修・開発センターを公開した（写真－2参照）。

【「ズームロボ」システム搭載 国土交通省の公募「コンクリートのひび割れについて遠方から検出が可能な技術」に13m先の橋脚・床板と橋桁に「壁面映像平面展開作成システム」として技術参加】

また、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て画像解析技術と連動した費用対効果を生み出す調査・情報活用システムの供給を行っている。

さらに管路、特殊人孔、下水道施設の3D化画像による可視化により、情報の共有化と知識・技能・技術の継承に貢献していきたい。

今後老朽化が進む下水管の補修については、止水機能装着の部分補修工法である「ALPS工法」の普及、長期間機能維持できる自立管補修工法技術の開発に取り組んでいるところである。

## 10 今後の抱負 —水みちに明かりを灯す新技術—

当事業組合は、これまで技術開発してきた「簡易型下水道台帳管理維持システム」をベースに、B-DASHプロジェクトのガイドラインに基づき、TVカメラ調査の効率化を進めていく。また、TVカメラ調査データとデータベースから3D化画像による可視化、そしてこの画像から2D平面図面をすることで維持管理の効率化、改築・修繕の効率的な設計に貢献していく所存である。

また、3D化画像作成技術を「2D原寸大 立体管路データを活用した管路保全業務への提案、2次元図面から3次元CGを用いた保全業務（業務手順・研修）の確立を目指していく。

なお、当事業組合の技術研修・開発センターに設置した模擬管等でTVカメラメーカー、コンサルタント企業と共同で画像解析と連動した幹線調査の可視化、不明管・閉塞管調査における閉塞地点を3D化画像から解析、目標日進量／800m牽引方式TVカメラの実践など新たな調査手法と機器システムと連動する3D化画像活用による維持管理の構築および陥没調査機器等を開発したTVカメラメーカーと技術提携等を提案していく。