

〈特集〉

高度な画像認識技術を活用した管路内テレビカメラ調査について

山本 哲雄

日本下水道事業団 関東・北陸総合事務所プロジェクトマネジメント室
(〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-27 E-mail: yamamotot@jswa.go.jp)

概要

膨大な下水道管路ストックを地方公共団体の限られた予算や職員数等の厳しい制約から、全ての管路内を詳細に調査することが極めて困難な状況の中、詳細調査の対象箇所を絞り込むためのスクリーニング技術が注目されている。

本稿では、平成25年度に国土交通省の下水道革新的技術実証研究(B-DASHプロジェクト)に「高度な画像認識技術を活用した効率的な管渠マネジメントシステム技術に関する技術実証事業」として採択された技術の概要及びその後の動向を紹介する。

キーワード：下水道、スクリーニング、画像認識、点検・調査、ストックマネジメント

原稿受付 2018.5.23

EICA: 23(1) 18-21

1. はじめに

全国の下水道の管路延長は約47万km(地球11周以上)もある。全国に敷設された下水管路のうち1万km以上が標準耐用年数と言われる50年を経過している。コンクリート製の下水管は30年ほど経過すると、腐食したりクラックがはいったりして不具合が生じる可能性が高くなり、道路陥没や下水管閉塞の要因になることがある。現時点においても国内で年間3,000件を超える下水管に起因する道路陥没などの事故が発生している。

このような道路陥没を未然に防ぐためには下水道管路の計画的な点検・調査が必要となる。下水管は地中に埋設されているため、専用のTVカメラを使いその映像を確認するなどして管内状況を調査・把握する必要がある。

通常、下水は管内を絶え間なく流れているため、管内の状況を調査するためには下水を止水したうえで堆積土砂等を取り除く清掃をしてからTVカメラ調査を実施することになる。また、下水管の状態を詳しく確認するために側面方向の撮影も行うが、この際、カメラ機械の走行を止めたとえカメラ方向を正面から側面に切替えての撮影となる。

したがって長大な管路のTVカメラ調査を行うには多くの時間と費用がかかる。また、管路施設の点検・調査は老朽化管路施設の多い大都市においても年間に全管路延長の2~3%程度しか行われておらず、管の劣化状態を判断する調査(TVカメラ・潜行目視)に限れば、全国の実施延長割合はたったの0.8%といった状況である。

下水道の機能を十分に発揮し、多くの便益を社会に

もたらし続けるためにも、既存ストックの適切なマネジメントが不可欠となる。本稿では、このような背景をうけ、管路調査に関連した画像技術とJSの取り組みをご紹介します。

2. 管路スクリーニング技術の概要

2.1 技術概要

日本下水道事業団(以下、JS)は日本電気(株)(以下、NEC)との共同研究により、NECが保有する世界一と言われている画像認識技術を活用した管路スクリーニング調査技術(以下、「画像認識型カメラ技術」という)を開発した。**Fig. 1**に画像認識型カメラ技術の概要を示す。

スクリーニング調査とは、日常的な維持管理(巡視・点検→異常発見→詳細調査→緊急措置)とは別に実施される計画的な管内調査の一環として実施する調査で、致命的な損傷の発見や詳細調査を必要とする箇所の絞り込みを行うことを目的とした調査¹⁾である。膨大な管路ストックを従来型TVカメラ調査(以下、従来調査)よりも迅速、安価、効率的に調査するため、従来調査ほどの精度は求めずに、調査前の洗浄等の前処理も極力実施せず、また、カメラが走行できない場合等を除き、基本的に水替え等の止水対策は行わない技術と言える。

画像認識型カメラ技術は、平成25年度に国土交通省が実施している下水道革新的技術実証研究(B-DASHプロジェクト)に「高度な画像認識技術を活用した効率的な管渠マネジメントシステム技術に関する技術実証事業」として採択をうけ、千葉県船橋市をフィールドに実証事業を行った。平成25年度中に



Fig. 1 技術の概要 (機器の外観・仕様)

実証フィールドにおける調査を終え、平成26年度には当該技術を含めた管渠マネジメントシステム導入検討のための「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技術導入ガイドライン」が取りまとめられている。

以下に概要を紹介する。

(1) 画像認識技術の活用による不具合箇所の自動検出

カメラ本体には管内の様子を撮影できる複数のカメラを搭載している。カメラで画像を取得・マシンラーニング (機械学習) による一般画像認識技術を用いた不具合検出アルゴリズムにより、管内の異常箇所を自動的に判別し、検出することができる (Fig. 2)。

従来技術との相違点～画像認識技術の適用

学習型画像認識方式

～Large Scale Visual Recognition Challenge～

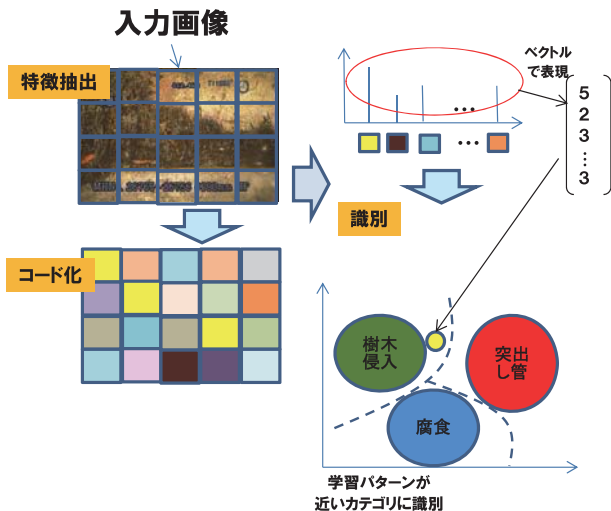


Fig. 2

具体的には、予め収集した管内の異常・正常箇所の画像を教師データとし、機械学習により検出ソフトウェアの動作を調整する。この検出ソフトウェアは画像を入力し欠陥のカテゴリー (クラックや腐食等) を出力するものである。このため現場での作業員による画像確認は不要となることから、作業員が調査画面を現地で確認する従来調査に比べ現場作業の効率が大幅に向上することが期待できる。

また、異常診断においては、自動検出された箇所のみを室内において判定者がパソコンモニター越しに異常項目及び異常程度の判定 (ランク a, b の判定) を行い、報告書作成も自動化されており、従来型 TV カメラの現場での異常診断及び内業における報告書作成に要した労力及び時間を大幅に軽減することができる (Fig. 3)。

(2) 距離の延伸・走行性の向上により調査を迅速化

小型・低消費電力 CPU の搭載することで、カメラ本体内部の情報処理を低消費電力で実現するとともに、内蔵した蓄電池での長時間駆動を可能とし、従来調査に装備されていた電源ケーブルを不要としている。また、画像データの伝送には細くて軽い特殊な高張力ケーブルを使用することでケーブルの軽量化を可能とし、カメラ本体の走行可能距離を延伸した。

(3) カメラ本体とノート PC で使用が可能

ケーブルなどの付属品の他は特段、多くの機材を必要としないため、従来調査と違って専用車が不要である点も大きな特徴としている。

(4) 改良機も実用化

本技術は、実証を終えた平成26年度以降、いくつかの市町において、実際の業務で活用され、地元の調査会社による調査が実施されている。平成27年度か



黄色着色部が調査対象のうち「画像認識による不具合候補箇所」 「画像認識による欠陥内容及びランク」

Fig. 3 異常診断画面

Table 1 調査実績 (日進量)

調査概要

- ・調査延長：約 3.4 km
- ・排除方式：分流式汚水
- ・管種管径：コンクリート管 $\phi 500 \sim 800$ mm 2510 m
塩ビ管 $\phi 250 \sim 450$ mm 939 m

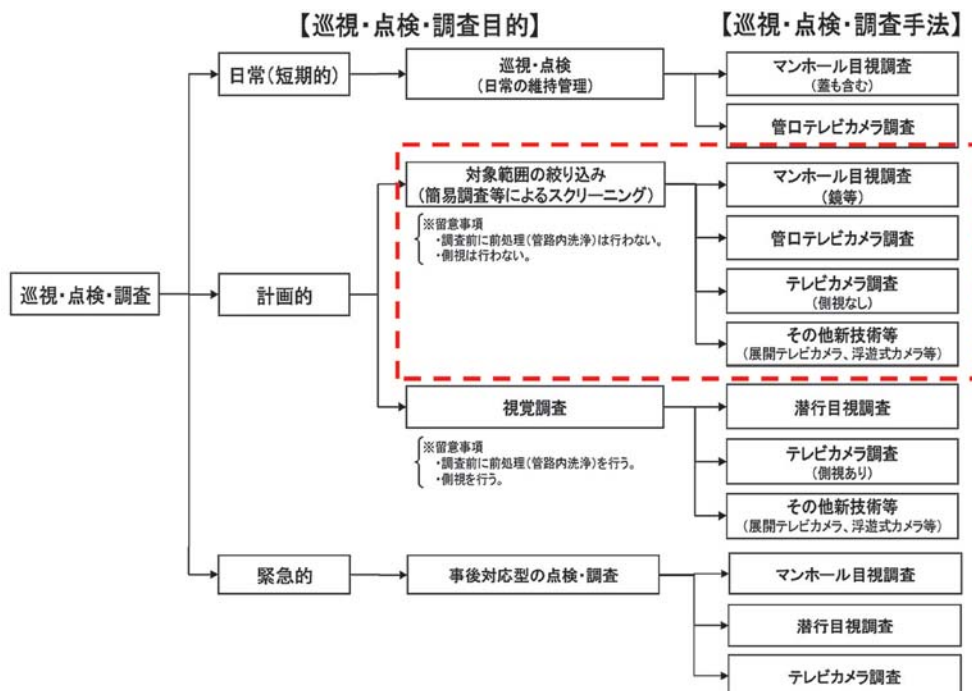
	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目
作業時間	8H	6H	9H	7H	3H
日進量 (実績)	641 m	729 m	1139 m	578 m	362 m
日進量 (6時間換算)	481 m	729 m	759 m	495 m	724 m

らは小型化や軽量化等の改良を加えた新型機による調査も行っている。実用導入時の日進量は、好条件の場合には1,000 mを超えており、平均日進量も従来調査に比較して格段に増加している (Table 1)。また、別の市では処理場内の地中埋設された返送汚泥管の管内調査にも活用されたところである。

3. 管路調査技術の活用

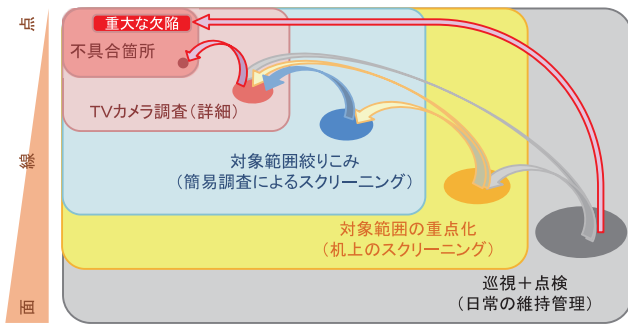
3.1 点検調査の効率化, リスクの低減

Fig. 4 に、スクリーニングの位置づけを图示した。点線で囲った部分がスクリーニングに該当する手法で



出典：下水道管路施設の点検・調査マニュアル (案) 下水道協会 平成 25 年 6 月 編集

Fig. 4 巡視・点検・調査手法の体系分類



出典：下水道管路施設の点検・調査マニュアル（案）下水道協会 平成25年6月 編集

Fig. 5 管路の点検・調査ステップと新たな調査の必要性

あり、画像認識型カメラもこのカテゴリーに入る。

Fig. 5 に、効率的な点検調査のステップを整理した。全国の管路延長に対して、毎年の TV カメラ等の調査実施延長割合が 1% にも満たない現状を考えれば、全国の管路延長の 99% となる TV カメラ調査等未実施延長の中からしっかり調査をすべき箇所を抽出していくことが重要であり、そのためのスクリーニング技術だと考えている。調査が行き届いていない現状を改善し、道路陥没などの事故を未然に防止する流れへの転換が期待される。

3.2 スtockマネジメントの実施へ

膨大な管路ストックを適切に管理していくためには、如何に効率的にマネジメントをしていくかがポイントとなるが、効率性を考えるときには道路陥没などのリスクも十分に配慮する必要がある。

つまり、管路ストック全体を俯瞰し施設の重要度なども考慮したメリハリのあるマネジメントを目指して

いくことが重要であり、さらにそれらを長期的なスパンで継続的に実施していくことが必要となる。

このようなスクリーニング技術は、管路の点検・調査の効率化を図るとともに、その調査結果を活用することで詳しく調査する箇所の掘り起こしへと繋がり、リスクの低減を図っていくことも期待される。

4. おわりに

画像認識型カメラ技術については、適用範囲の拡大に関する共同研究を継続的に実施しているほか、昨年度には JS 研修センターにおいての機材一式を購入している。管渠調査等に関する研修コースのなかでスクリーニング技術や操作方法から調査結果までの実務的な研修を行うとともに、万が一、災害により地方公共団体の管路施設が被災を受けた場合にも調査に協力できるよう準備をしている。

JS では、今後とも、地方公共団体の下水道ソリューションパートナーとしての総合的支援を継続していくためにも効率的な再構築事業の実施に向けて、施設全体を見据えたストックマネジメント計画の策定から設計、建設までを一体的に支援していく所存である。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所：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技術導入ガイドライン（案）（2015）