

(76) ICTを活用した下水管きょ再構築 実施設計補助支援ツールの開発

中村 健二¹・藤本 雄紀²・外山 諒³・岡田 健司⁴

¹正会員 大阪経済大学教授 情報社会学部 (〒533-8533 大阪市東淀川区大隅2-2-8)
E-mail: k-nakamu@osaka-ue.ac.jp

²学生会員 関西大学大学院 総合情報学研究科 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2-1-1) /
国土交通省国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室
E-mail: k398881@kansai-u.ac.jp

³学生会員 関西大学大学院 総合情報学研究科 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2-1-1)
E-mail: k943166@kansai-u.ac.jp

⁴非会員 株式会社シビルソフト開発 (〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4 タカラビル)
E-mail: okada@civil.co.jp

高度経済成長期以降、下水管きょが老朽化の一途をたどり、補修・修繕を行う再構築事業が各都道府県で実施されている。下水管きょの再構築は、現地調査にて現況を把握した後、設計に反映させて積算し、施工という流れで実施される。しかし、現地調査では紙媒体の台帳が用いられており、調査結果の整理や納品物への転記等が必要である。さらに、調査漏れや確認不足によって手戻りが発生し、実施設計業務に支障をきたす場合や設計変更となる場合がある。そこで本研究では、現地調査と設計業務を連動させ、下水管きょ再構築実施設計業務の効率化を図ることを目的とするシステムを構築する。

Key Words : ICT, sewage, reconfiguration, web system, CALS/EC

1. はじめに

下水管きょは、1960年代から1990年代にかけて集中的に整備されてきた。現在、下水管きょの総延長は全国で約470,000kmにも達しており、これらを効率的に維持管理することが求められている。さらに、法定耐用年数50年を超える下水管きょの増加も深刻化している。平成27年度では約13,000kmに達しており、これに起因する道路陥没は3,300件にのぼる¹⁾。今後、老朽化した管きょは増加傾向にあるため、対応が喫緊の課題となっている。各自治体では老朽化した下水管きょの再構築²⁾を鋭意進めているが、少子化やベテラン技術者の引退に伴う人材不足が懸念されるため、今後更なる業務の効率化が求められている。下水管きょの再構築では、まず、現場作業員が人孔や管きょ、ますや取付管等の下水道施設を現地調査し、施設の現況を把握する。次に、現地調査で明らかとなった現況を元に修繕箇所的设计・積算を実施し、再構築費用を算出する。最後に、設計に基づき施工すると

いう手順にて維持管理されている。これらの業務過程に加えて、受託者への指導、関係機関との調整や実施設計の納品物の品質管理等も必要となる。

しかし、現地調査において、現況を記録する媒体の多くが紙媒体であり、管きょ延長や人孔の形状といった施設構造等の調査結果を設計に反映させる際に、調査結果の整理が必要となる。さらに、その過程で転記ミスが生じる等、業務の効率性や正確性を損なう要因となっており、次の過程である設計時にも悪影響を及ぼしている。このような状況を踏まえ、下水道施設を管理するGISシステム等^{3,4)}が活用されているが、現地調査の結果を即座に反映できる仕組みではなく、設計フェーズへのデータ連携も実現していないため、現地調査および設計業務の課題を解消するには至っていない。

そこで本研究では、国土交通省が推進している公共事業の生産性向上、品質確保やコスト縮減などを目的としたCALS/ECの施策⁵⁾に従い、現地調査と設計業務を連動させることで、下水管きょ再構築実施設計業務を効率化

表-1 下水管きよ再構築業務の課題点と解決策

課題点	機能	解決策
①紙媒体の資料を現場に持参すると荷物が多くなり、参照に時間がかかる	● 調査業務に関わる情報の登録機能	下水道台帳情報やその他設計に必要な情報を手元のタブレット等で容易に確認できる仕組みを実装する
②企業や個人の技術によって現地調査の結果が異なる	● 現地調査結果の登録機能	タブレット等を用いて、現地で簡便に入力が行えるインターフェースを用意する 調査結果が人に依存せず、品質にばらつきが生じないよう、調査項目を統一する
③注者の承認フローが存在しないため、誤りや調査漏れが発生した場合に再調査が必要となる場合がある	● 調査対象施設の確認機能	現地調査の際に調査漏れ項目や下水道台帳と著しく異なるデータが入力された場合、注意喚起される仕組みを実装する
	● 作業状況の確認機能 ● 現地調査結果の確認・承認機能	発注者が業務状況をリアルタイムに確認できるようにして、承認できる仕組みを実装する
④現地調査結果と下水道台帳とを突き合わせて整理する必要がある	● 帳票の出力機能	データ集約作業が不要なく、発注者や関係機関との協議に必要な資料を作成できる機能を実装する

するシステムの構築を目的と設定する。このシステムを活用して下水管きよの再構築を実施できると、現地調査結果を設計業務にシームレスに反映できるため、データ共有を円滑に進められることが期待できる。

本論文では、開発にあたって検討した項目、システムの概要や今後の課題について報告する。

2. 現地調査の現状

本章では、現地調査の実態を確認するため、設計コンサルタント業務を請け負う企業（以下「受託企業」という）数社にヒアリングし、現状の手順を整理して課題を明らかにする。

(1) 現地調査の手順

現在実施されている下水管きよの現地調査では、まず、受託企業に調査を発注する。そして、受託企業の現場作業員は、現地地図、カメラ、コンベックス、野帳等を持参し、次に示す手順にて調査する。

- STEP 1. 現地の危険箇所の把握や健康状態の確認等の危険予知（KY）ミーティングと呼ばれる確認作業を実施する。
- STEP 2. 現地地図により調査箇所の概況を確認する。
- STEP 3. 調査対象の人孔、ます等を確認し、発注者よ



図-1 CALSECアクションプログラム⁵⁾

り指示を受けた調査票や野帳に記載する項目に基づき、コンベックス等で測距する。また、気づいた点等があればメモを記録する。

- STEP 4. 再構築が必要と判断できる箇所を撮影規定⁶⁾に基づきカメラで撮影する。
- STEP 5. その他、施工時に障害となる周辺付帯物も同様に踏査する。

(2) 現地調査完了後の手順

上述の手順に基づき得られた現地調査の結果は、複数人で最終確認をした後、受託企業の事務所等に持ち帰られる。そして、現地調査にて得られた紙面の情報と下水道台帳等からなる施設情報とを突合わせして調査結果を整理し、発注者との協議資料を作成する。

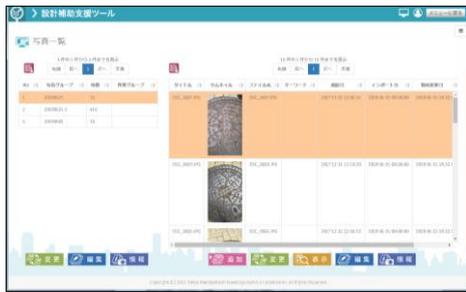
(3) 現地調査の課題

現地調査の手順を整理した結果、表-1に示す課題点が含まれていることがわかった。

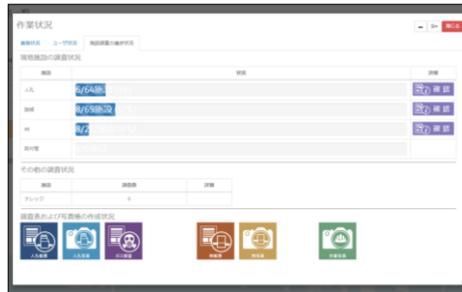
一点目は、下水道台帳情報や、浸水や陥没などの維持管理情報を示した資料を確認しつつ、調査業務を実施することが困難な点である。紙媒体の図面は荷物が多くなることに加えて、現場での確認や参照に時間を要するため調査効率の低下につながる。

二点目は、企業や個人の技術によって現地調査の結果が異なる点である。現地調査は各自治体が策定した調査ルールに基づいて実施されているが、調査結果の巧拙や、記載内容の詳細度が異なるのが現状である。また、発注者は調査結果を確認することしかできないため、調査の過程を評価できない。

三点目は、発注者の承認フローが存在しない点である。現状、発注者が紙面から詳細に調査結果を評価するのが困難である。そのため、受託企業が作成した協議資料に誤りがあった場合でも施工段階になって初めて発覚する



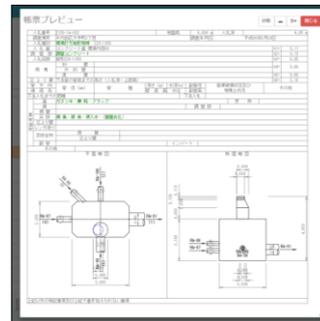
調査業務に関わる情報の登録機能



作業状況の確認機能



現地調査結果の確認・承認機能



帳票の出力機能

図-2 下水管きよ再構築実施設計補助支援ツールの機能（発注者向け機能）

ことが多く、調査不足箇所が発覚に伴う再現地調査のコスト増大が懸念される。また、発注者は受託企業の作業状況をリアルタイムに把握することができず、安全管理も含め、適切な現地調査が実施されているか等を確認できない。

四点目は、現地調査の結果と下水道台帳の施設情報との照合に時間を要する点である。調査結果が紙媒体で流通しているため、現地調査完了後に既存の施設情報との照合が必要となる上に、各種データを取りまとめる時に発生する転記ミス等による手戻りの可能性もある。

以上のことから、現状の現地調査では適切な調査結果を得ることが困難であることが明らかとなった。

3. 下水管きよ再構築実施設計補助支援ツールの開発

(1) 下水管きよ再構築実施設計補助支援ツールの概要

前章で得られた現地調査の課題を解消するため、下水管きよ再構築実施設計補助支援ツール（以下「本システム」という）を開発する。図-1に示すCALSECアクションプログラムに従い、これまで紙媒体で実施されていた現地調査の情報を電子化し、現地調査と設計業務の橋渡しとなるシステムを構築する。そのため、どこからでもアクセス可能なWebアプリケーションとして構築し、発注者の設計に関わる情報と受託企業の現地調査に関わる情報の双方を効率よく一元管理できる仕組みとした。

本システムの機能は、実際に受託企業にヒアリングし

た上で決定した。その結果を表-1に示す。これらの項目を考慮することで、現地調査を円滑に行うことができる。さらに、作業の後戻りが生じないため、効率的で的確な調査業務を行うことが可能となる。また、協議資料や設計図（CAD）の活用により、図面作成の手間を軽減し、現地調査後の業務量の縮減と調査結果の品質向上に寄与する。本システムは、発注者向け機能（図-2参照）と受託企業向けの機能（図-3参照）に大別できる。

(2) 発注者向け機能

a) 調査業務に関わる情報の登録機能

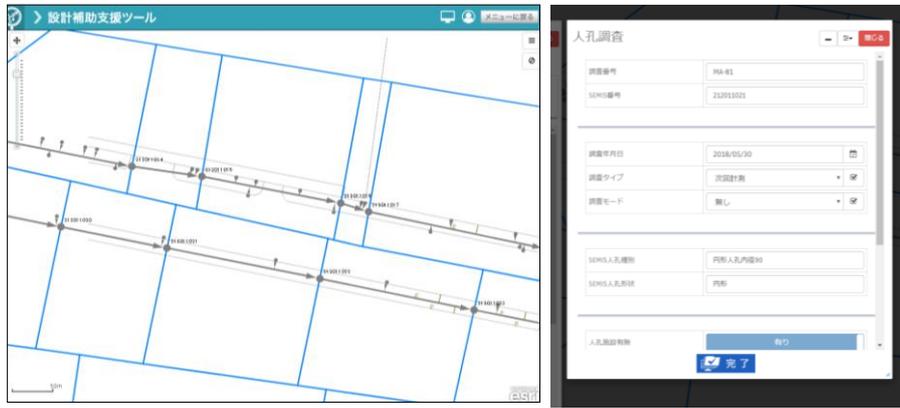
調査対象に関わる設計資料等を登録できる機能である。これらを事前に登録しておくことで、現地調査の際に適宜参照することや、状況把握の判断材料として使用することができる。これにより、表-1の課題点1に対応する。

b) 作業状況の確認機能

本システムはWebシステムでデータが一元管理されているため、現地調査結果を登録すると同時に発注者もその結果を閲覧することができる。本機能では、調査状況をリアルタイムに集計し、進捗状況を確認できる。さらに、現地調査のログを詳細に蓄積しているため、どの手順で施設を調査したか等も把握できる。これにより、表-1の課題点3に対応する。

c) 現地調査結果の確認・承認機能

受託企業の現地調査が完了すると、本システムからメールで通知される。そして、現地調査結果を確認し、問題がなければ承認する。一方、調査漏れやデータ誤りがあれば、受託企業へ再調査を申請（差し戻し）できる。調査結果は下水道台帳の施設情報と比較され、採用デー



調査対象施設の確認機能 現地調査結果の登録機能
 図3 下水管きよ再構築実施設計補助支援ツールの機能（受託企業向け機能）

タとして各種CADソフトで読み込める形式で出力できる。これにより、表-1の課題点3に対応する。

d) 帳票の出力機能

現地調査で入力された項目をもとに、関係機関との協議に必要な資料を作成できる。協議資料は、データを参照して布設年度や健全度などによって色分け表示して、要望に応じた資料を出力することができる。これにより、表-1の課題点4に対応する。

(3) 受託企業向け機能

(a) 調査対象施設の確認機能

esri社が提供しているGISエンジン⁷⁾を用いて、下水道台帳システムの電子データを表示し、既存の下水道施設の位置や情報を確認できる。下水道台帳システムのデータを利用できるため、現地調査データとシームレスに連携できる。また、SVG (Scalable Vector Graphics) を用いた施設の断面図の表示、対象範囲の施設の検索や、調査済みの施設の色分けを行うことができる。これにより、表-1の課題点3に対応する。

(b) 現地調査結果の登録機能

タブレット端末から、調査現場で結果を入力する機能である。UIは入力を補助するリストやテンキーを表示させる等のユーザビリティの高いものを採用した。データの入力時にはサーバに登録する前にチェックする機構を搭載しているため、データの誤りや漏れが限りなく少なくする工夫をしている。また、調査内容は入力フォーマットに沿って入力されるため、個人の巧拙に依らないデータが登録される。これにより、表-1の課題点2に対応する。

4. おわりに

本研究では、現地調査と設計業務を連動した下水管きよ再構築実施設計補助支援ツールの開発を行った。開発

にあたり、数社の設計コンサルタント会社に実際にヒアリングを行い、誰にでも使いやすいツールの開発を心掛けた。今後、これまで現地調査を実施した経験が豊富な被験者（熟練者）と、現地調査を実施した経験がない被験者（初心者）を対象として、システムの検証を行う。具体的には、本システムを用いた場合の現地調査と、本システムを用いなかった場合の現地調査とで、予め作成した正解データとなる設計後のデータと比較し、表-1に示した課題点が解消できたかを調査結果の正確性、データの整合性の観点から評価する。そして、本システムの操作性や機能の改良点を洗い出す。また、通信環境によって適切に情報が表示されない場合がある等の課題があるため、現地調査の際にストレスなくスムーズな調査を行える通信環境を構築する必要がある。さらに、設計内容も限りなく網羅できるようなシステムとするために、機能開発および検証を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 一般財団法人全国上下水道コンサルタント協会：下水道管路の劣化・老朽化対策への着手、<http://www.suikon.or.jp/seika/requirement-and-suggestion/2017/images/rs003-2_v2.pdf>, (入手 2018.5.30).
- 2) 東京都下水道局：下水道管の再構築、<<http://www.gesui.metro.tokyo.jp/business/kanko/newstokyo/234/1/>>, (入手 2018.5.30).
- 3) 六浦聖夫, 細野治雄, 寺西康文, 戸嶋亮：GISを利用した資産台帳管理システムの活用, 下水道研究発表会講演集, 日本下水道協会, Vol.53, No.1, pp.362-364, 2016.
- 4) 株式会社日水コン：下水道管路情報システム, <<http://www.nissuicon.co.jp/jigyou/jousys/gis-gesui/>>, (入手 2018.5.30).
- 5) 国土交通省：「国土交通省CAL S / ECアクションプログラム2008」の策定について, <http://www.mlit.go.jp/rreport/press/kanbo08_hh_000045.html>, (入手 2018.5.30).
- 6) 大阪市：下水道施設維持管理等業務, <http://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/cmsfiles/contents/0000023/238252_04.pdf>, (入手 2018.5.30).
- 7) esri ジャパン：ArcGIS Enterprise, <<https://www.esri.com/products/arcgis-enterprise/>>, (入手 2018.5.30).