

下水道管路管理の専門誌

JASCOMA

2021年1月31日発行

JASCOMA

Vol.27
No.

54

管路管理の今を追う！

下水道管きょ等長寿命化PFI事業

～宅地内誤接続解消をめざして～ 富田林市

トピックス 管路レディからの手紙

下水道管路管理で活躍する女性技術者からの寄稿

シリーズ マネジメント時代の到来

千葉市、倉敷市

スペシャルレポート

TVカメラを使った下水道管路の調査技術

管更生セミナー2020横浜 講演ダイジェスト

修繕・改築工法の概要説明



公益社団法人

日本下水道管路管理業協会

JAPAN SEWER COLLECTION SYSTEM MAINTENANCE ASSOCIATION

下水道管更生技術 施工展

第21回 2021北海道



2021年9月

9時30分(開会式)～16時00分
※入場受付は15時30分まで

札幌市内

主 催

(公社) 日本下水道管路管理業協会
(本部、北海道支部)

〒101-0032 東京都千代田区岩本町2-5-11 岩本町T・Iビル4階
TEL.03-3865-3461 FAX.03-3865-3463

事務協力

環境新聞社

TEL.03-5368-5962 FAX.03-3359-7250

管更生技術施工展

2020横浜



10月29日に横浜市のよこはま動物園ズーラシア北門駐車場で、第20回下水道管更生技術施工展2020横浜を開催しました。新型コロナウイルス感染症感染防止策を講じた上で、39社・団体が出展し、全国から地方公共団体、メーカーなど約1600名という、最近10年では最多の方々にご来場いただきました。

開会式では、2020年度ミス日本「水の天使」の中村真優さんを司会に、来賓に植松龍二・国土交通省下水道部長、大井裕子・国土交通省関東地方整備局建政部長、小林正幸・横浜市環境創造局長をお迎えし、長谷川会長、高杉副会長、大淵神奈川県部会長とともにテープカットを行いました。

施工展の中で開かれた講演会では植松龍二・国土交通省下水道部長に「マネジメント時代の下水道」をテーマに、戸谷公明・横浜市環境創造局管路保全課担当課長に「横浜市における下水道管路施設の改築更新の取組」と題して、それぞれ管路の維持管理に対する考え方をご講演いただきました。また、今年はストックマネジメントにおける下水道管路の更生工法の体系と各種工法を選定する上での注意点を知っていただくことを目的に、本協会の片桐晃技術顧問を講師に「修繕・改築工法の概要説明」に関する勉強会を開催しました。

秋晴れのもと、気鋭の管路管理技術一堂に



展示を熱心に見て回る来賓の方々と水の天使



関係者によるテープカットで施工展がスタート



説明員の話をも熱心に聞き入る参加者



デモ施工の準備はなかなか大変です



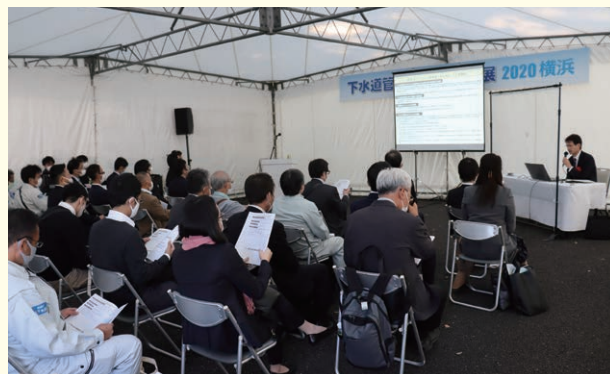
初めて見る材料硬化の瞬間をパチリ



横浜市のデザインマンホールの展示も



大口径の更生工法を間近で見られる



植松下水道部長による講演会には大勢の参加者が



デモ施工車を使っのデモンストレーション



メモを取り、写真を撮って

「豪雨対策」をテーマに管路管理セミナー開催



山梨大学 秦准教授



国交省 長谷川氏



東京都 北原氏



福岡市 安永氏



名古屋市 加藤氏

11月18日に管路管理セミナーを開催し、140名あまりの方々にご聴講いただきました。セミナーでは「近年の豪雨対策」をテーマに、秦康範山梨大学工学部准教授、長谷川広樹国土交通省下水道部流域管理官付課長補佐、北原淳東京都下水道局計画調整部計画課課長代理、安永英治福岡市道路下水道局計画部下水道計画課課長、加藤孝一名古屋市上下水道局計画部下水道計画課主査にご講演いただきました。講演の内容はいずれも近年、頻発化、激甚化している豪雨被害に対していかに備えるかを学ぶ貴重なお話がありました。この講演のダイジェストは、次号のJASCOMA55号に掲載いたしますので、ご期待ください。

目次

contents

■フォトドキュメント	2
下水道管更生技術施工展2020横浜／令和2年度下水道管路管理セミナー	
■管路管理の今を追う！	6
下水道管きょ等長寿命化PFI事業 ～宅地内誤接続解消をめざして～ 富田林市	
■トピックス「管路レディからの手紙」	10
【北海道支部】道興建設株式会社 西川麻以 【東北支部】株式会社ひまわり 熊耳潤子 【中部支部】富士ロードサービス株式会社 阿部めぐみ 【中国・四国支部】有限会社ニシマキ産業 川本篤子 株式会社四国パイプクリーナー 玉置礼子	
■解説	19
「下水道BCP策定マニュアル 2019年版（地震・津波、水害編）」について 大角一浩	
■シリーズ マネジメント時代の到来 ～SM計画の策定と実施の事例紹介	24
SM通信簿100点満点の都市からの報告～ 千葉市、倉敷市	
■スペシャルリポート	32
TVカメラを使った下水道管路の調査技術 【概要】国土技術政策総合研究所 田本典秀 原口翼 【ロボットカメラ】KPRO、広角カメラ調査と衝撃弾性波検査法 ミラー方式TVカメラ、ストリームカメラ 【圧送管路調査カメラ】CSカメラスネークン 【管路専用ドローン】Air Slider®、ドローンを活用した管路点検調査技術	
■施工展2020横浜講演ダイジェスト	48
技術顧問 片桐晃	
■報告	
●下水道管路管理技士の資格活用状況	53
●令和2年度における災害復旧支援活動報告	54
□会務報告…55	□役員名簿…58
□常設委員会委員一覧…59	□会員名簿…60
□発行図書一覧…79	□編集後記…80
□広告索引…81	



表紙の写真
撮影：白汚 零

円形管が馬蹄形に変わる地点。
勢いよく流れ込んだ水は水面波と
ともに流れを穏やかに変え管の中
を進んでいく。

管路管理の今を追う！ 富田林市インタビュー

下水道管きょ等長寿命化PFI事業 ～宅地内誤接続解消をめざして～

富田林市上下水道部下水道課課長代理 松本 憲昌氏

切り替え時に大量の誤接続を確認

——富田林市における下水道事業の概要をお聞かせください。

富田林市の下水道事業は、昭和42年度にまち開きした日本住宅公団（UR）の金剛団地の施設移管を受けてスタートしました。その後、民間開発の梅の里団地やURによる金剛東団地などの大規模団地が次々に造成されるとともに、昭和53年度には市事業として流域関連公共下水道事業に着手し令和元年度現在、市街化区域の整備を概成し、市街化調整区域の整備に移行しています。令和元年度末の下水道人口普及率は92.7%、水洗化率は93.4%となっています。（表1）

——維持管理を行うに当たりどのような課題がありましたか。

金剛団地や金剛東団地等からの汚水が流入する狭

山水みらいセンターでは、降雨時に多くの浸入水（不明水）が確認されています。

狭山水みらいセンターは大阪府大和川下流流域下水道南部処理区の終末処理場で、本市金剛地区等のほか隣接2市の汚水が流入しています。そのため台風等の大雨の際には、流入水量が晴天時の数倍に膨らみ、致し方なく簡易放流せざるを得ない状況となっています。（図1）

当然に金剛団地や金剛東団地等も不明水の発生源であろうと考えられますが、平成25年に金剛団地で開始した第1期長寿命化対策事業では管きょへの不明水は抑えられたものの、宅地内の排水設備の誤接続による不明水に関しては調査できていません。

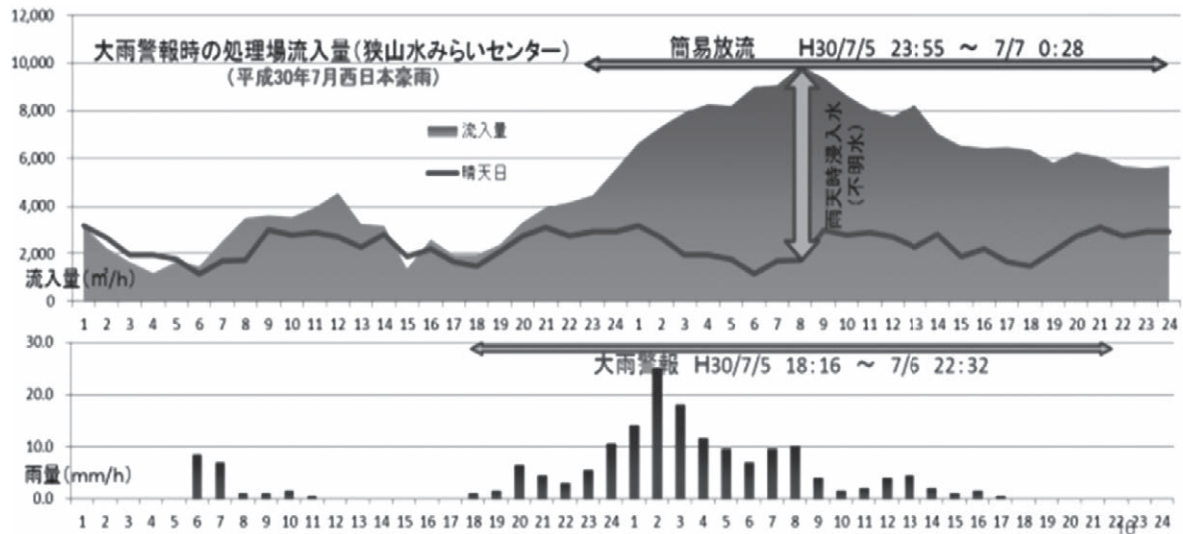
一方で、大阪府大和川下流流域下水道東部処理区の大井水みらいセンターに繋がる民間開発2団地では、669戸を対象とする集中浄化槽を公共下水道に切り替えるに当たり、既存管きょの更生工事を単独事業として実施するとともに、平成22年度と25年度に全戸の排水設備を調査したところ、延べ546戸で誤接続（雨水を汚水への接続が128件）、逆誤接続（汚水を雨水へ接続が132件）、構造不良（286件）が確認されました。

そのためこの団地では、自治会に協力をお願いするなどして、管更生工事の期間内にそれぞれの家庭の負担で構造不良と判定されたほぼ全ての排水設備の改修を実施していただきました。

この個人負担による誤接続改修の実績を経て、第2期長寿命化を計画する金剛東団地等においては、管更生工事と宅地内排水設備の誤接続解消を併せて実施する道を探ることにしました。

表－1 汚水処理事業の概要

項目	令和元年度末
行政人口（人） A	110,698人
下水道供用区域内人口（人） B	102,569人
下水道水洗化人口（人） C	95,811人
公共浄化槽整備推進事業 浄化槽水洗化人口（人） D	2,647人
管理管渠延長（km）	396.6km
計画区域面積（ha） E	1,929ha
供用区域面積（ha） F	1,704ha
事業計画画面整備率 $F/E \times 100$ （%）	88.3%
下水道人口普及率 $B/A \times 100$ （%）	92.7%
汚水処理普及率 $(B+D)/A \times 100$ （%）	95.8%
下水道水洗化率 $C/B \times 100$ （%）	93.4%
有収率（%）	93.4%



図ー１ 大雨警報時の処理場流入状況

浄化槽PFI事業の実績がヒントに

——管更生工事と宅地内排水設備の誤接続解消を併せて実施する道の一つとしてPFI事業を選択した背景をお教えてください。

管更生工事対象区域は、金剛東処理分区（242.7ha）及び加太・五軒家処理分区（65.0ha）の合計307.7ha、管更生工事の対象延長は3,170mです。管更生工事の対象は、平成28年度に策定した「富田林市 下水道ストックマネジメント計画」に基づき、重要度に応じ、緊急度ⅠもしくはⅡ又は緊急度Ⅱ以上に挟まれた緊急度Ⅲの管きよを選定しました。

管更生工事は公共施設である下水道管きよを市の費用で改修する公共事業ですが、誤接続改修は個人の資産である排水設備を個人の費用で改修していただく民間事業です。この2つの事業を同時に行う仕組みこそがPPPそのものであり、その法制度としてのPFIの活用を検討することにしました。また、管更生工事は開削による管きよ整備工事に比べて、施工をパターン化しやすく、工区毎の実施設計を簡素化することが可能であると考えており、設計・施工一括発注方式（DB方式）が可能であると考えました。さらに年度毎に発注している工事を複数年度に及ぶ一括発注で実施することで、職員手間の軽減も図れます。

本市には環境省所管の浄化槽市町村整備事業を数億円規模のPFI事業として実施し成果を上げている

実績もありました。

さらに宅地内の誤接続改修はそれを管理する個人の理解と承諾があってこそ成立するものであり、これは浄化槽の設置および排水設備への費用負担について理解と承諾を求める浄化槽PFI事業に似ています。

浄化槽PFI事業での実績や民間開発団地での誤接続改修の実績も踏まえると、市民の環境意識や義務感に民間ノウハウを活用して訴えていくPFI事業の可能性が見えてきます。

——当事業におけるメリットはどのようなものが挙げられますか。

市のメリットとしては不明水対策により、流域下水道の処理費用の減少が期待できます。

また管更生工事に関わる調査・設計・施工を一括して民間に委ねることで市職員の事務量を削減し政策検討時間を確保でき、市の予算に縛られず、市場資金により長寿命化対策を前倒して実施することが可能となり、民間調達の柔軟性による総事業費の低減が期待できるとされています。

民間事業者のメリットとしては、複数年契約による工事の集約と収益獲得機会が増加し、個人家屋の誤接続改修工事契約の獲得機会が確保されます。

住民の不安に寄り添う安心なサービスを

——当事業の概要や枠組みをお聞かせください。

このPFI事業は事業期間を長寿命化計画期間と同

じ5年間とし、公共事業（義務事業）と民間事業（付帯事業）で構成します。事業を受託する事業者はこの事業のみを実施する特別目的会社（SPC）を設立し、市はSPCと業務契約を締結します。SPCは初年度を除く各年度の実施計画を実施の前年度に立て、その自らが立てた計画に沿って以下に示す義務事業ならびに付帯事業を実施します。

【義務事業】

- ・管更生建設工事（基幹事業）
- ・マンホール蓋取替工事（基幹事業）
- ・ますおよび取付管調査業務（効果促進）
- ・誤接続調査業務（効果促進）

【付帯事業】

- ・誤接続解消工事（民間事業）

実施する義務事業は工事説明等で宅地住民との接触が必要であり、その際に管更生工事の長寿命化とともに不明水対策の意義、さらには排水設備の調査ならびに構造不良が発見された場合の改修工事の意義を伝え、理解を求めた上で構造不良が発見された場合の改修工事とその費用負担を求めます。（図2）

一般的な商行為として、排水設備の点検清掃の営業活動が行われていますが、住民の多くはこれらの営業活動に対して過大な費用請求をされるのではな

いかとの疑義を持っておられます。

このPFI事業では、市と契約した事業者が市の費用で宅地内の排水設備の調査を行いますので、不安を抱える住民側にとっても、お得で安心できるサービスとなります。個人負担となる誤接続改修工事については無償とはなりませんが、市が契約する事業者が実施することが、少なくとも住民に対する安心感として働くのではないかと考えています。

——事業を実施するに当たり事前に行った調査などがあればお聞かせください。

PFI事業を実施するには事業の可能性を探るとともに、民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（以下「PFI法」という。）による実施方針の公表と特定事業の選定を行わなければなりません。

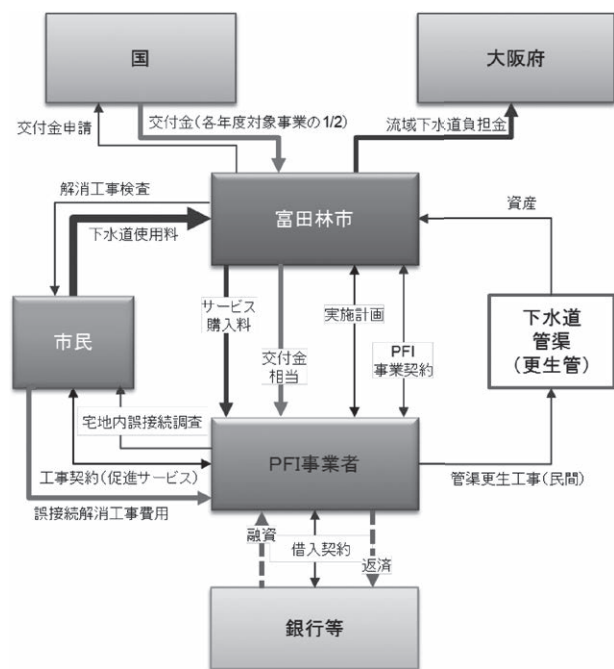
実施方針を定めるに当たっては、事業スキームの検討、リスク分担、要求水準、モニタリング等の導入可能性について検討し、費用対効果の算出を行います。しかしこのPFI事業は先例がありませんので、事業実施の可能性を探るための企業ヒアリングを行いました。

本市では当初、民間事業者の事業意欲を継続させるために、事業の実績に応じて報償費を加算するインセンティブ付与を想定していましたが、企業ヒアリングにおいて、本事業が個人管理の排水設備の誤接続改修を主要な目的とすることを考えると、企業に対するインセンティブ付与よりも市から住民への直接の支援策が有効であるとの意見を複数の企業からいただきました。

検討の結果、令和元年10月より調査によって誤接続が確認され改修を完了された家屋に対して 工事費の30%（限度額3万円）を助成する排水設備改修助成金制度を開始しました。

これにより、SPCによる誤接続解消の斡旋を市が側方から支援する体制が構築でき、SPCに対する住民の信頼性の向上と、それによる誤接続解消の促進を期待しています。

さらに事業に先立ちある場所（図3）において流量調査を実施したところ、図4に示す雨量・流量のデータが取得できました。これは令和元年8月19日に本市でゲリラ豪雨が発生し1時間に67mmの雨が



図ー2 事業スキーム

降った日のデータになります。グラフを見て頂くと大量の不明水が浸入していることが分かります。

不明水対策事業がどれだけの効果を発揮するのか今後期待したいところです。

全国初のセットによるPFI導入

——事業に着手し始めて感じた成果や課題をお教えてください。

本事業では不明水対策として個人宅の排水設備の誤接続調査を行い、誤接続等が確認できればSPC事業者より対象者に勧奨して頂きます。これにより市民からさまざまな声が挙がることも予想されたため通常の案内に加え、特に地元議員や町会には綿密な

周知が必要でした。事業内容とスケジュールについて、地元議員には令和元年6月議会で周知し、町会や住民には令和元年度事業対象範囲である町会の町会長の元へ事業者とともに説明に伺いました。住民への周知の方法は各町会長と相談し、全戸ビラ配付や回覧または説明会の開催等、町会単位に合わせた方法で確実な周知を図りました。

事業は今年で2年目を迎えましたが、管更生工事、人孔蓋取替工事、取付管及びますの調査、宅地側の誤接続調査、全て順調に進めているとSPC事業者より報告を受けております。しかし、SPC事業者が各家庭を訪問した際、本当に市役所から受注している業者なのかといった問い合わせも多数あります。

1年目を終えた時点で、調査により誤接続等が確認できた家屋は約10%でした。

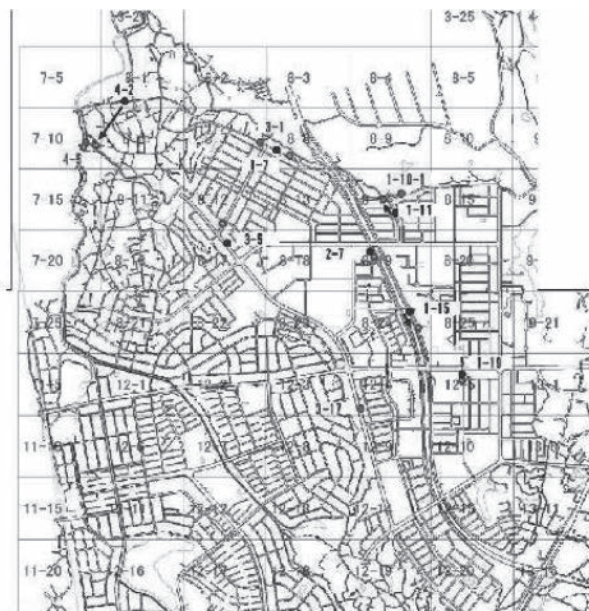
今後もSPC事業者は助成金制度を活用し、解消工事をして頂けるよう対象者に勧奨してまいります。

——最後にメッセージがあればお願いいたします。

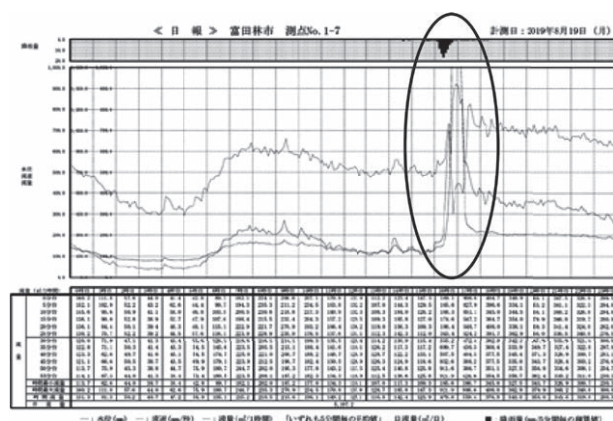
下水道管きよの長寿命化と不明水対策をセットにしたPFI事業は、恐らく本市が全国で初めて実施するものです。事業開始後の問題に対して、職員が議論し、時には分野毎に先行的に取り組んでおられる自治体に問い合わせ、一つひとつを解決してきました。今後もSPC事業者とともにより良い事業となるよう進めてまいります。

最後になりましたが、この事業の実施に当たりご支援、ご協力を賜りました多くの皆様に感謝いたします。

——宅地内誤接続等の構造不良による不明水に悩まされてきた富田林市ですが、平成30年度より下水道管きよの長寿命化と不明水対策をセットにしたPFI事業を開始し、事業者のみならず住民に対して真摯に向き合いながら、下水道管きよ等の最適化を図っています。前例のなかった事業を開始するに当たりさまざまな課題に直面しながらもSPC事業者とともに効率的な管路管理に取り組んでいらっしゃいました。取材にご協力いただいた富田林市上下水道部下水道課の皆様がこの場をお借りして御礼申し上げます。



図－3 流量調査箇所図



図－4 雨量・流量の調査結果（側点1-7）

現場でキラリと光る

「管路レディ」からの手紙

下水道管路管理というと男性の仕事という見方が根強いのではないかと思います。下水道管路管理技士の資格を持ち、男性と共に仕事をしている女性がおられることを各支部で耳にします。そこで、こうした女性技術者の座談会を大阪での下水道展に合わせて企画しました。各支部に推薦をお願いし、5支部から7名の推薦をいただきました。コロナ禍により座談会は延期せざるを得なくなりましたが、折角の機会ですので、管路管理との出会い、管路管理技士への挑戦と活用、管路管理の仕事への思いなどについて本誌への投稿をお願いしました。5名の方から寄せられた投稿を「管路レディからの手紙」としてお届けします。

管路と私

道興建設株式会社
(北海道支部)
西川 麻以

私は大学卒業後、造園会社の一般事務員として就職しました。入出金管理や現場からのデータをまとめるといったありふれた事務仕事です。そんな平凡な日々を送っていましたが、社会情勢の影響から会社は倒産し、先行きの見えない不安にこのままでもいいのだろうかと思ふ日々が続いていました。

焦燥の日々に訪れた出会い、それが道興建設の「事務職募集」でした。最初は「管路事業ってなに?」「下水道ってあのマンホールのこと?」「なんか下水道って汚いし臭そう」という漠然としたイメージがなく、普段の生活で気に留めもしていなかった仕事でした。

入社後は、ただ現場から上がってきたデータを指示通り入力するだけの簡単な作業から始まりましたが、時が経つにつれ、管路がこんなにも地中に網目のごとく張り巡らされていることや地形等によって勾配が決められ基本的に自然流下で緩やかに処理場へとつながっていること、ひと口に下水と言っても雨水や汚水など様々な種類があり、なおかつそれぞれの役割が大きく違うことなどを知り、自分が今携

わっている仕事がどのような状況になっていて、どのような手段で調査が行われ、どのような処置が必要なのか実際に現場に出て確認したいという興味が出てきたのです。

図面の見方が分かるようになると自分が通ったことのある道路の下に下水道があり、何処から何処へとつながっていて上流下流などの流れの規則がどのようになっているのかなどに面白味を感じるようにもなってきました。

もともと、車やバイクの運転であちこちを巡ったり、キャンプ・アウトドア等が好きで冬はスキーをしたりと外での作業や暑い寒いなどの自然環境に適性があり、頭より身体で覚えるというのが向いていたのかもしれません。笑

そんな学ぶことの多い日々を過ごしていたある日、あの震災が私たちに襲ったのです。2018年9月6日、マグニチュード6.7で最大震度7の猛威を振るった北海道胆振東部地震です。札幌に住んでいる私は幼少の頃から台風や地震など大きな天災に見舞われることもなく過ごしてきましたが、震源地から少し離れているとはいえ、あの衝撃は今でも脳裏に



焼き付いています。一市民としては被災者ですが、管路事業を担う当社はそのような状況下だからこそ積極的に調査・復旧協力を行っておりました。当時同じ部署の仲間は震災発生後、担当の清田区里塚地区に液状化現象により大きな被害を受けた管路の調査に出動していました。下水が寸断されトイレやお風呂といった日常生活が送れなくなってしまった地域住民の方々の生の声を聴き、なんとか2週間程度でポンプとバイパスをつなぎ応急処置などを行いましたが、いかに私たちの仕事が地域に密着した重要な仕事なのかを目の当たりにしました。まだまだ技術も知識も勉強中な私は、主体となって貢献できるほどでもなく、現場応援に出向くぐらいしかできず、「私も何かできることを」という思いと、「実際にできること」に乖離があり悔しい思いをしました。

私はそれ以後、所長に相談し現場で貢献できる資格を取りたいと訴え、「まず専門技士の調査部門取得から始めたらどうだ」とのアドバイスから勉強を重ね、昨年なんとか下水道管路管理技士の専門技士(調査部門)の合格へと至りました。

元々各現場からのデータ入力を担当していたため、現場経験の長いベテランオペレーターよりも異常箇所を発見する能力に自信があり、破損箇所の判定に対して正しくはこれだなという勘が働くのです。

資格を取得してからは、業務にも責任感が生まれました。私が調査で記録した管路が修繕の判断基準



として活用され、実際に業務として公告されたものを見ると、目に見えない働きが目に見える形として転換されていくことにやりがいを感じます。

今は大口径管テレビカメラ調査業務においてカメラオペレーターとして従事しております。昭和47年度布設、管径1100mm、管延長111.97mの重要幹線では、直視側視式のテレビカメラ車を使用し調査を行っておりますが、流量が多く管壁の詳細映像を撮影する際にも操作を慎重に行わなければ綺麗な記録を撮ることができないため、気の抜けない作業が続きました。あとわずかの距離でも継手のズレなどでカメラが思うように進まないこともあり、最後まで油断できないということを再認識しました。今後も、どのような工夫が正確なデータ採取と作業効率を向上させて時間短縮を図れるかなど、日夜技術の向上に努めていきます。

私が今担当しているカメラオペレーターの仕事は、力仕事も少なく女性がやりやすい仕事です。もちろんカメラの出し入れなどは男手を借りなければならない状況もありますが、そのほかの部分でカバーすればいいと考えています。一人で全てを担うのではなく、チームワークで協力しながらよりよい仕事ができるように応えていくべきだと思います。将来的には現場代理人として全体をコントロールしながらチームワークで結果を残していけるように、邁進していきたいと思っています。

できることをできる限り

株式会社ひまわり
(東北支部)
熊耳 潤子

私は入社当初、下水道総合メンテナンス部門の事務として配属になり施工計画書や報告書などの書類作成に携わっていました。その後、調査技士として現場をやってみないかというお話を頂き、自分にできる事があるならばやってみようと思ったのがこの資格を取るきっかけです。

10年以上事務の仕事をしてきて、やりがいももちろん感じてはいましたが、一方で、会社における役割や意義とは何だろうと思悩む自分もいました。そんな時に発生した東日本大震災が、環境をがらりと変えるきっかけとなったのです。

震災直後、社員の中には、家が半壊してしまったり、給油ができず車通勤に困ったり、水道が止まって給水所に通う方もいましたが、大変な状況の中でも自分の勤めを果たすべく、皆さん出社されて緊急対応されていました。災害調査などの復旧作業が激増し、現場の方たちが奮闘する姿を見て、自分にできる事はあるのか、それとも何もないのか考えるようになりました。

震災の数日後に、管路施設の被災状況を確認するため、近隣地域を見て回るチームに私も同行したのですが、陥没した道路や、浮上したマンホール、倒壊した家の前で途方に暮れる人の姿などを目にしました。あの光景は今でも目に焼き付いていて、誰も

が「いま何ができるか、できる事から取り組まなければ」という意識のもと動いているように感じました。

その後しばらくして、調査技士として現場をやってみないかというお話を頂き、自分にできる事があるならば、と事務から現場への転向を決め、管路修繕の作業補助やカメラ調査オペレータの経験を経て、下水道管路管理技士の資格取得を目指すことになりました。

下水道管路管理技士（調査専門技士）の試験への挑戦によってカメラ操作技術だけでなく、現場作業の中での危険予知と安全対策の重要性なども掘り下げて学ぶことができました。実技の練習も、仕事の合間に時間を頂けたので、何とか合格することができました。まだまだ技術不足ではありますが、現場経験を積むことで、報告書などの書類作成においても現場に貢献できる事が増え、自分自身のやりがいにもつながっていると思います。

しかしながら、当然できない事もあり、心折れそうになる時も多々あります。力仕事やマンホール内での作業は、やはり男性の方の力を借りなければできませんし、事務処理の仕事も間に合わなくなりそうな時には書類を手伝っていただくこともありました。そういう時はやはり、自分の力不足を痛感し、



同時に周囲の方々の支えがあるからこそ、現場仕事ができていると改めて思います。

つらくなった時に思い出す言葉があります。

「やめないで頑張ってね」。

下水道管路管理技士の試験が終わった時に、試験官の方がかけて下さった何気ない一言でしたが、私にとっては心折れそうになる度に思い出す、励ましの言葉になっています。

女性の私が下水道管理の現場に出ていると、驚かされて珍しがられることも時々ありますが、女性でも携われる仕事内容もあるのだと身をもって知ることができました。ただ、それには周囲の方のお力添えもあってこそ携われているので、周囲の方には日々感謝しながら取り組んでいます。

暑さ寒さであったり、体力的な面でも女性にとっては大変な所もありますが、目線を変えれば男性にとっても大変な環境であったりもします。女性目線で見ること、安全面・衛生面などの見直しや改善につながれば、現場での私の役割も少しは意義があるのかなと感じています。

自分にはできない事もありますが、できる事をできる限りやってみて、少しずつできる事も増やしていきたいと思っています。

台風であったり、コロナであったり、何かしらある日々ですが、震災後の光景を目にして感じたことと、周囲の方への感謝を忘れずに、自分の役割を模索し続けていくつもりです。

下水道管路管理という仕事とつながり

富士ロードサービス株式会社
(中部支部)
阿部 めぐみ



私がこの業種を初めて知ったのは30歳で家業へ転職したことがきっかけです。元々実家が建設業を営む中、会社は環境メンテナンス部を立ち上げ管路清掃・調査の仕事を開始して数年が経っていたころでした。元々全く畑の違う仕事をしていた私にとって、下水道、管路管理に対する知識も仕事自体の経験もありませんでしたので、現場で見るもの全てが初めての連続と驚きの日々でした。また、そのころは営業の仕事も頼まれておりましたが、人見知りの私には営業のお仕事などは到底できないと思っておりました。実際に飛び込みで営業に向かっている途中で引き返して逃げてみたり…とこんなことを言うと今の私を知る方々は信じられないと思われるかもしれませんが、初めのころは嫌々外回りをしていて記憶があります。

管路協の下水道管路管理技士の資格を知ったのは現在の会社に転職してからですが、前職で取得していた資格のお陰で試験資格があり、上司からの勧め

もありましたので、入社後しばらくして試験勉強が始まりました。勉強時間の少ない中ではありましたが、会社の計らいで協会主催の試験対策講座に参加させてもらったことが助け舟となり、帰宅後に試験勉強をして無事に資格取得することができました。この資格を得たことで管路管理に対する知識が増えたことも確かですが、同時に刻々と管路の新技术や開発が進んでいることを痛感しましたので、常に新しい情報に対して目を光らせて学ぶ大切さを改めて感じました。

現在の会社に勤めてから5年ほどが経とうとしておりますが、私は現在も前述した通りの営業という立場でお仕事をさせていただいております。仕事内容としては主に官公庁や民間の顧客へ足を運び、先方の要望に見合う施工方法を提案、見積もり、そして最終的に契約までの道筋をつくれるように日々努めております。そのためには顧客からの質問にすぐ答えられるようにすることが重要ですが、現在の管

路管理業界では施工できる改築・修繕・耐震の各工法は各社限られています。そのためその一つ一つの工法をきちんと学び、より良い提案ができるよう上司や資料から得た知識と、実際の施工現場へ足を運び勉強することで補うよう心がけています。この管路管理の営業を通じて知り合った顧客が、弊社の見積・作業・完成した現場や書類を見て喜んでくれている姿を見ることが何よりも嬉しいですし、それぞれの作業に関わる作業員の方々や関連会社との毎日のやり取りが楽しく、今となってはこの仕事に生き甲斐を感じ感謝しながら仕事をさせていただいております。

また富士市の終末処理場管理及び管路施設管理における包括的民間委託が中身を充実させて令和2年11月に開始することになり、地元の下水道管路管理業協会全9社で協同組合を結成し、JV構成員として業務提携する運びとなりました。私はその事務局の事務として携わらせていただくことになり、一昨年から組合の創立準備、今年には管路施設管理に係る資料作成、提案書、中・長期に渡る履行計画書等の作成がようやく終わったばかりです。この経緯でも異業種の方々との繋がりができたことはとても新鮮であり、お話を聞くだけでも私にとって刺激になっております。これからいよいよ業務の開始となるのですが、スムーズな運用段階に入るにはまだ話し合いも必要であり、多方面からのご協力もいただかなければならないということも既に感じております。物事の最初は上手くいかないことも、そして人も物事も動くまでには時間が掛かるものだと言いつつ、ゆとりを持ちながら焦らずそして地道に地域に貢献し、円滑な管路管理業務ができるよう私も微力ながら貢献できればと思っております。

私事ではありますが、私は2人の娘の母親であると同時にシングルマザーでもあります。学校の行事で会社を途中で抜け出したり、またお休みを頂くこともあります。こんな時は会社の方々には常々申し訳ない気持ちになりますが、社内の女性事務員の

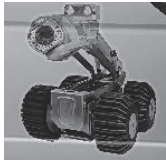
方々に励ましていただいたり、作業員・上司の方々から日々暖かいお声がけを頂き、皆様の恩情により支えられていることに気付くとともに、いつもありがたい気持ちで一杯になります。

家庭へ一度入り、また働き始めたわけですが、この経験を経て仕事への楽しさやありがたみを感じることが増えました。一度仕事社会という枠組みから離れたことで、客観的に色々な視点から物事を捉え、考えを持つように発想が変わったことは女性であるメリットであったと、最近はポジティブに捉えられるようになりました。社内では年齢だけは中堅のポジションになってきましたが、若手社員、研修生へは母親の目線で温かく見守りつつ、そしてこの皆様とのご縁を大切にこれからも会社、地域、そして家族への恩返しのできる気持ちでこの仕事に邁進していきたいと考えております。

最後に今回の原稿執筆で、生前父親が地元建設業協会の会報誌に「わたしの宝物」というコラムで娘の私が宝物であると写真を載せて自慢してくれたことを思い出しました。私自身が父親の年齢に近づいてきて今思うことは、娘たち2人が唯一無二の私の宝物であるということです。仕事ばかりに時間を費やす母親に対して文句も言わず、いつもお手紙や絵を書いて笑顔で応援してくれてありがとう。いつかこの文章が2人に届き理解できる日が来るのが待ち遠しいです。



下水道管路管理技士としての自覚とこれから



有限会社ニシマキ産業 環境技術部
(中国・四国支部)
川本 篤子



私が勤務している(有)ニシマキ産業は「後世に恥じない環境づくりを目指します」を基本理念として環境保全に取り組み、プラントメンテナンス・産業廃棄物収集運搬を柱とした吸引・洗浄・草刈業務等多種多様な業務を、尾道市だけでなく全国的に事業展開しております。近年、下水道管路管理という分野にも力を入れ、高圧洗浄作業だけではなく、テレビカメラ調査も行うようになりました。事業拡大の為に新たにテレビカメラ車を導入した際に、管路調査という分野は、女性でも活躍できるのではないかとこのことで、社長や専務からの勧めが後押しとなり、テレビカメラオペレータをすることになったのが、下水道管路管理の仕事との出会いです。

実際にテレビカメラを操作した際、第一印象としては難しさを感じました。使用する機材や調査方法等の多くの知識と実務経験を有しなければ業務を円滑に遂行できないことを痛感しました。

中四国ではもちろん全国的に見ても女性が現場作業を行うことは珍しいことだと思っていますが、弊社の基本方針に沿った仕事であることや、調査オペレータであるならば身体的なハンデはないものと思い、前向きに取り組んでいます。

調査業務の際は、テレビカメラオペレータをしながら、報告書作成を行うのが、現在の私の仕事内容です。至らない点が多く、社員の皆さんにはご迷惑をお掛けしていることと思いますが、オペレータや報告書作成者としての貢献度を高められるよう日々努力しております。普段の仕事は、従来から行っていた事務所業務の方が比較的割合が高く、テレビカメラオペレータとしての年間の稼働実績はまだまだ少ないのですが、下水道法の改正によって点検、調査業務が増え、私の活躍できる場が増えることを期待しています。

弊社は長年にわたり環境に関わる仕事に取り組

み、市内の草刈、側溝清掃等の社会貢献に力を注いできています。下水道法の改正により、これから業務拡大が期待される下水道管路管理業務で尾道市の未来の環境に貢献したい、との思いから資格取得へのチャレンジが始まりました。くしくも平成30年の西日本豪雨では尾道市も被災し、弊社の所在する地域は断水状態となり、ライフラインの重要性を実感しました。地域の災害防止や被害抑制の必要性を痛感させられたことも資格取得の後押しになったのかもしれない。

資格取得によって現在では実際に尾道市のライフラインを守る業務に携わっており、抱いていた思いを一つ実現することができました。

現場を終えて報告書作成を行う際に課題をフィードバックし、今後の作業に繋げるよう心掛けていますが、現場作業の時だけ集中するのではなく、自分の業務が工程全体にどのような影響を及ぼすのかを意識して取り組みたいと思うようになりました。そのような気付きは資格取得によって基本知識を得られたからだと思います。

また同時に、責任感を強く持つようになりました。女性であることで、作業性を不安視されることがありますので、信頼確保のための資格取得であるとも



思っています。技術的な資格を有することで基本的な知識や操作方法を習得でき、やる気や自信に繋がりました。今後も経験を重ね、有資格者という自覚を持ち、的確な操作と判断力を高めていきたいと思っています。

今年の試験は新型コロナウイルスの感染拡大によって、あいにく延期となりましたが、オペレータとして成長できるよう次の目標としては主任技士への挑戦を念頭において、一回一回の現場作業に最善を尽くしていきます。

仕事のやりがいは、機械操作の楽しさです。普段見ることのできない小口径の下水道管路の中を、私が操作するテレビカメラが鮮明に状況を映し出し、まるで自分が管路の中を進んでいるように感じます。ただ、調査とは機械を操作するだけではなく、不良を発見し、判断することが目的ですので、私にとってはその部分が難易度の高い点であり、経験を積み重ねて改善していきたいと思っています。些細なことではありますが、操作時に確認したい箇所にスムーズにカメラを向けられた時や、異常箇所や判定を的確に見分けられた時などは、調査業務に携わり始めた当初の自分との変化を感じて嬉しくなります。

また、正確な調査が行えるよう同僚や先輩方と相談しながら一つ一つクリアしていき、事務所に戻った際には「お疲れ様」と労ってもらえる環境がある

ことに感謝しており、工期を終えられた時には皆で達成感を共有し安堵できることも魅力に感じています。

作業中は、安全管理や環境配慮に細心の注意が必要ですが、作業をしていると女性作業員が珍しいのか、温かい言葉で気さくに話し掛けてくださる地域の方々がいらっしゃいます。そのような場面に遭遇すると心が和み、より一層頑張る気力を頂くことがあります。

今後は、テレビカメラ機材の能力等も把握した上で調査判定を確実に行い、様々な現場で対応できる適切な判断力等のスキルを身に付けたいと思います。また、弊社では少人数の社員で現場作業や報告書作成を行っており、作業効率を上げることにいかに関与できるかが今後の課題であると考えています。

管路管理の現場作業は、常に危険と隣り合わせであり、交通や第三者の安全性だけでなく、目に見えない危険に対して留意しながら確実に作業を行うことの重要性を実感しました。今後、安全かつ清潔で効率的な作業方法が確立することができれば、女性の活躍の場の拡大に繋がると思います。

下水道管路管理に携わる女性の皆様のご活躍や経験談を拝読させて頂けるこの好機に、理解を深めさせて頂きたいと思います。下水道管路調査を担当する技術者として、また、一人の女性としても成長できるよう日々精進してまいります。



管路管理24年目の手帖



平成8年、当時お世話になっていた会社に新しく管路管理部門が新設されることとなり、営業職として携わったのが下水道管路管理業務との出会いでした。それ以降主に四国管内の自治体、コンサルタントを中心に営業展開を行ってまいりました。

現在は高知県内の自治体及びコンサルタントを中心に営業を行うと同時に、清掃・調査業務及び修繕・改築工事の総合管理を行っております。

そもそも学生時代は法文学部に所属し、まさか文系頭の私が、土木系の資格や管路管理の資格に挑戦することになるとは思いもしませんでした。しかし、業務を進めていく中で、例えば、破損した陶管や腐食劣化したヒューム管などを目の当たりにすればその原因を追究したくなり、不明水問題にぶつかれば、同じくその原因や解消方法を模索したくなるなど、業務に対しての好奇心が湧き、下水道管路管理技士の資格取得についても自然と意識するようになりました。

取得に際しては、まず日本下水道事業団の下水道管理技術認定試験（管路施設）を平成20年に取得、翌21年に下水道管路管理主任技士及び総合技士の資格取得に挑戦しました。取得に当たって作成しなければならない論文のテーマを決定するために、それまでに経験したさまざまな案件を見直し、何度も推敲を重ねたことを記憶しています。取得後は他の資格取得者とも相談しながら、調査目的を踏まえたさまざまな調査手法の提案や調査結果に基づく判定診断及び対策方法の提案などの業務を行うことが多くなりました。

私が仕事のやりがいや面白さを感じる時は、相談いただいた内容に対して満足いただける提案ができたときやその業務をやり終えたときです。また自治体やコンサルタントの担当の方と打ち合わせを重ねるプロセスは本当に勉強になり、何より面白さを

(株)四国パイプクリーナー
(中国・四国支部)
玉置 礼子



感じています。

私が営業を始めた当時は、四国地方では管路施設の維持管理なんてまだまだ・・・という自治体がほとんどでした。業界内でも女性の営業は珍しく、問題を抱えている自治体とお話しをさせていただく機会を得ても、「誰か男性の営業をよこしてくれ」と言われたこともあります。当時は知識もまだまだ十分でなかったため、いただいた質問を宿題として持ち帰っては、後日回答をお持ちするというのを何度も繰り返していました。そのようなことを何度も続けていく中で、徐々に信頼していただけるようになり、いつの間にかいろいろな相談を持ち掛けていただけるようになりました。そういったやりとりが、知識の蓄積はもちろんですが、私自身の成長にもつながっていったと考えております。

管路管理部門が新設されたばかりのころは、社内のみで解決できないことも多々ありました。そういったときは、各工法協会の技術担当の方々に教えていただくことはもちろんですが、懸案事項に関する論文を見つけて執筆者に直接連絡させていただくこともありました。しかし、その頃の私は、教えていただいても理解に時間がかかることもしばしば・・・図面もどうやってみればいいのか分からないこともありました。そのような状況でしたが、当時の上司をはじめ、自治体や各工法協会の担当の方々にはずいぶん我慢強く教えていただき、そして育てていただき感謝の気持ちしかありません。

管路管理業に携わり24年の月日が流れ、さまざまな経験をしてきました。その中で今後の管路管理において私が感じた思いをまとめました。

①調査業務におけるランク付けの重要性

調査業務においては「異常箇所判定基準」に基づいてランク付けを行っています。しかし基準がある

とはいえランク付けには個々の主観がどうしても入ってしまうことや、単純にランク付けを間違ってしまうことで、不良率や緊急度判定、その後の修繕・改築工法の設計にまで影響が及んでしまいます。こういった事態を避けるためにも専門技士がランク付けしたものを、主任技士や総合技士がチェックすることが重要と考えます。

②現場打ち矩形きょ等の緊急度判定基準

現在、維持管理指針で示されている緊急度の判定基準は、既製の管のみを対象としており、現場打ち矩形きょなどの基準がありません。そのため調査を行った際には非常に悩みましたが、発注自治体と協議する中で、不良発生率の評価対象を直接構造劣化に起因すると考えられる「腐食」「破損」「浸入水」に絞り、打ち継ぎごとの異常発生率で評価することで、最終緊急度判定へつなげました。今後は現場打ち矩形きょなどの緊急度についても統一した基準の策定が必要ではないかと考えます。

③「腐食」の定義

被りコンクリートの剥落等により管体の一部分が鉄筋露出している場合も、現在の基準に基づけば腐食として評価せざるをえない状況となります。鉄筋露出については、腐食によるスパン全体に及ぶものか、被り不足の一部の管に限定されるものかをきちんと区別して判定する基準が必要と考えます。

④積算基準のダブルスタンダード問題

現在、下水道維持管理積算基準は、管路協と下水協の2種類となります。記載内容が詳細で、車輛の仕様や進捗など現実により近いのは管路協の資料、記載内容が簡易で、受注者側に厳しい内容となっているのが下水協の資料となっています。基本的には、ほとんどの自治体で下水協の資料を採用し、管路協にしか基準のない項目は管路協を採用しているのが現状です。発注自治体からは、どうして積算基準が2つあるのか？と指摘されることもありますし、実際に混乱される担当者も珍しくありません。今後は2団体に歩み寄っていただき、発注者側、受注者側の双方が納得できるようなものを精査し、積算基準

を統一していただきたいと思います。

⑤安全衛生管理の徹底

硫化水素ガス中毒やゲリラ豪雨等による流され事故など、管路管理業務は常に危険と隣り合わせの仕事です。現場で管路管理技士に求められるのは、高度な専門知識と見識及び業務に関する確かな判断ができ、安全衛生についてしっかり指導監督ができる力です。安全に関する準備は決して厭わず現場に臨むことが何より重要だと考えます。

⑥人材不足問題

近年、人材不足問題に直面しているのはわれわれも自治体も同じです。下水道のストックは年々増加していくのに、管理を行う人材がどんどん減少していく上、自治体担当者は3年から4年のサイクルで異動。このように人材が育ちにくい環境は、業務を進めていく上で非常に効率が悪いと感じます。また下半期における業務集中は受注者側への負担増となり、現在の働き方改革とは逆行しています。良質な施工管理・品質管理のためにも発注の平準化はもちろんですが、本当の意味での官民連携の模索が必要と考えます。

下水道管路管理に携わる同志として垣根を越えたマネジメントシステムの構築が理想です。合わせてIT技術等の開発及び活用により、男女関係なく雇用の拡大が図れることを期待します。

⑥総合技士の位置付け

現在「専門技士」と「主任技士」については、公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に資する国土交通省技術者登録資格として全国で活用されております。一方「総合技士」においては、受験できる実務年数や、実務経験、試験内容等を鑑みても十分高度な業務レベルを遂行できるものと考えますが、まだまだ活用されていないのが現状です。そこで、今後はストックマネジメントに基づく計画的な調査・改築の照査や管路管理の包括的民間委託業務の統括管理等、さらに活躍の場が増えるよう、管路協会としても資格の活用に向けた登録認定に注力いただきたいと思います。

解説

「下水道BCP策定マニュアル2019年版 (地震・津波、水害編)」について

国土交通省水管理・国土保全局下水道部
下水道事業課事業マネジメント推進室 課長補佐
大角 一浩



改訂を行った背景と目的

下水道BCPは、新潟県中越地震を契機に「職員や関連業者等の被災を前提に、下水道機能の維持を図る取組み」や「トイレ以外の生活排水や雨水の処理機能の確保」を課題として平成21年に「下水道BCP策定マニュアル(地震編)」を策定したことにはじまります。その後、下水道事業者が対応すべき課題に対応するため平成24年、29年と順次マニュアルの改訂を重ねてきました。

しかし近年、猛烈な豪雨や台風による大規模水害が頻発し、平成30年7月豪雨や令和元年東日本台風では下水処理場などの下水道施設も被災を受け、市民生活に多大な影響が及んでいます。また、北海道胆振東部地震や令和元年房総半島台風でのブラックアウトや広域長期停電では、直接的な被害がなかった地域や下水道施設においても非常電源の燃料不足により、不安定な運転操作を強いられるなど新たな課題が示されています。

今回の改訂は、激甚化する風水害などに対し、下水道施設の機能確保の観点からの取組みをさらに充実させることを目的に行われたものです。

改訂のポイント

大きなポイントは、「水害時の対応」が追加されるとともに「停電時の対応」について充実が図られたことです。

水害時の対応については、発災後の対応だけではなく事前対応として「降雨情報、大雨対応状況、被害情報の収集・確認」や下水道施設に関する被害想

定のために「浸水想定図等をもとに機能が停止する恐れのある施設を把握し、管きょ内水位、ポンプ場運転状況、雨水貯留施設の貯留量等の確認」を行うこと、そして機能停止時においても関連業者等と円滑な連携を図れるように「被害想定に基づき、必要最低限の機能確保、市街地での溢水防止に向けた対応手順の検討(簡易処理ルートの確保)」することなどを求めています。

なお、水害発生に備えた事前対応及び発災後の調査、応急復旧などに必要な資機材を確保しておくだけでなく、大雨・洪水警報等発表または発災後、直ちに使用可能となるよう保管場所を定めておくこと、備蓄資機材名と数量を把握し、適宜保管状況を確認しておくことも重要です。これらは表-1のようにリスト化しておくことで、確実な状況確認や支援を受け入れる際における提供情報として有効に活用できます。

停電に関しては、「令和元年台風第15号・19号をはじめとした一連の災害に係る検証チーム」の中間とりまとめ結果(令和2年1月)において、継続的な電力供給が必要な社会的重要施設(医療・福祉・上下水道、官公庁舎、避難所等)の管理者は、「発災後72時間の業務継続が可能となる非常用電源を確保するよう努めるとともに、更なる非常用電源用の燃料備蓄の増量に努めること」とされています。

これを踏まえ、大規模停電に対する事前対策については、汚水処理施設(下水処理場、汚水ポンプ場)に関して、72時間の停電時間(燃料供給の停止を含む)を想定した業務継続を検討することを追記しています。なお、検討に当たっては、上水道施設の停

表－１① 調査および応急復旧用備蓄資機材等のリストの例

分 類	資 材 名	規 格	適 用
測量器具	トランシット		
	レベル		
	スタッフ		
	ボール		
	巻き尺		
記録連絡器具	デジタルカメラ	電池種別	
	ビデオカメラ		
	ビデオデッキ		
	黒板	チョーク含む	
	トランシーバ		
照明・排水機材	懐中電灯	単●乾電池×●本	
	投光器	●●V、●●W	
	発電機	●φ、●●V、●●kVA	
	キャブタイヤケーブル	●●sq、●芯、●●m	
	水中ポンプ	口径●●mm、●●V、●●kVA	
	ホース（水中ポンプ用）	口径●●mm、●n	
	作業車両	●t、●人乗り	
車両関係	小型ダンプトラック		
	小型クレーン車		
	高圧洗浄車		
	バキューム車		
	浚渫土砂運搬車		
	給水車		
	フォークリフト		
	管内調査用 TV カメラ	本管用	
	管内調査用 TV カメラ	取付管用（簡易なタイプを含む）	
	マンホールキー	●タイプ	
管・マンホール使用機材	陶管カッター		
	高速切断機		
	ガス切断機		
	転圧用コブラ		
	チェーンソー		
	電動ハンマー		
	溶接機		
	空気呼吸器	予備ボンベ ●本	
	酸素マスク		
	酸素ボンベ		
	空気圧縮機		
	吸入用風管		
	送風機		
	はしご		
	命綱		
	複合ガス検知器		
	酸素濃度計		
保安機材	バリケード		
	カラーコーン		
	安全ロープ（トラロープ）		
	規制標識		
	スコップ		
	防水シート		

表－１② 調査および応急復旧用備蓄資機材等のリストの例

分 類	資 材 名	規 格	適 用
保安機材	土のう袋、常温アスファルト		
作業基地等	テント		
設営資材	折りたたみ机（会議テーブル）		
	折りたたみいす		
材料等	配管		管種別、口径毎
	ボルト		口径、長さ毎
	パッキン		口径毎
	継手		種別、口径毎
その他	緊急連絡先リスト		
	下水道台帳図面		
	消毒剤	固形次亜	種別
	燃料携行缶	ガソリン用、●L	燃料種別
	ラジオ		
	健康保険証のコピー		
	カラースプレー		
	電池・バッテリー		
	携帯電話		
	Wi-Fi		
	送風ファン付きジャケット	●着	
	タブレット型端末	●台	
	防寒用具		
	防塵マスク		
	防塵メガネ		

電対策状況および現有施設の燃料備蓄量を勘案するとともに、ランニングストック契約による災害時の停電においても確実な燃料供給が可能となるよう求めています。(図—1)

また、非常用発電設備等の有無にかかわらず、燃料不足等による施設の機能停止を想定し、最初に汚水が溢水する可能性のあるマンホール位置を把握するとともに、管内貯留の可能時間(非常用発電設備等を有していない下水道施設については、この時間が可搬式発電機等手配の猶予時間)などを踏まえ、速やかに対策を実施する必要があります。

発災後の調査、応急復旧に当たっては、下水道施設の図面などが必要となるため、被災を受けたとしても確実に使用できるよう「下水道台帳等の整備及びそのバックアップ」も優先的に行う事項として定めています。下水道台帳の整備に当たっては平時から、路線番号やマンホール番号などを正確に設定することや、目印となる主要な施設などを付記しておくことが有効です。

また、道路上に土砂が堆積してマンホール位置を特定することが困難となることも想定されるため、下水道台帳データをタブレット型端末等に保管し、位置情報とともに現地で活用できるようにしておくなど情報の電子化も重要となります。なお、停電時に備えたバックアップデータとして印刷製本も準備

しておくことも必要です。保管場所については、できる限り災害対応拠点の近くで耐震性に加え、想定浸水深以上の階層とする必要があります。詳細はマニュアルに明記してありますのでご参照ください。

活用する際の留意点

地方公共団体が大きな被災を受けた場合には、他の地方公共団体などからの支援が想定されます。特に、中小の地方公共団体では、リソース(人)不足が顕著であるため、他の地方公共団体や民間企業等との協定のあり方(内容、要請時期、要請方法等)を十分に検討するとともに、リソースが制約される支援者到着前の期間と支援者のスムーズな業務実施に重点を置いて検討する必要があります。そのため、2017年版のマニュアルに基づく「最低限の下水道BCP」を策定している地方公共団体においては、表-2に示す項目について検討して下水道BCPを見直し、訓練などを通して実効性の向上に努めていただきたいと考えています。

なお、「最低限の下水道BCP」の見直し当たっては、本マニュアルを参照し、まずは、精度や完成度にこだわらず、今ある情報などを活用して作成することに心がけることが大切です。その後、内容を見直し、完成度を高めるとともに、早急に「必要な項目が網羅された下水道BCP」へと増補に努めること

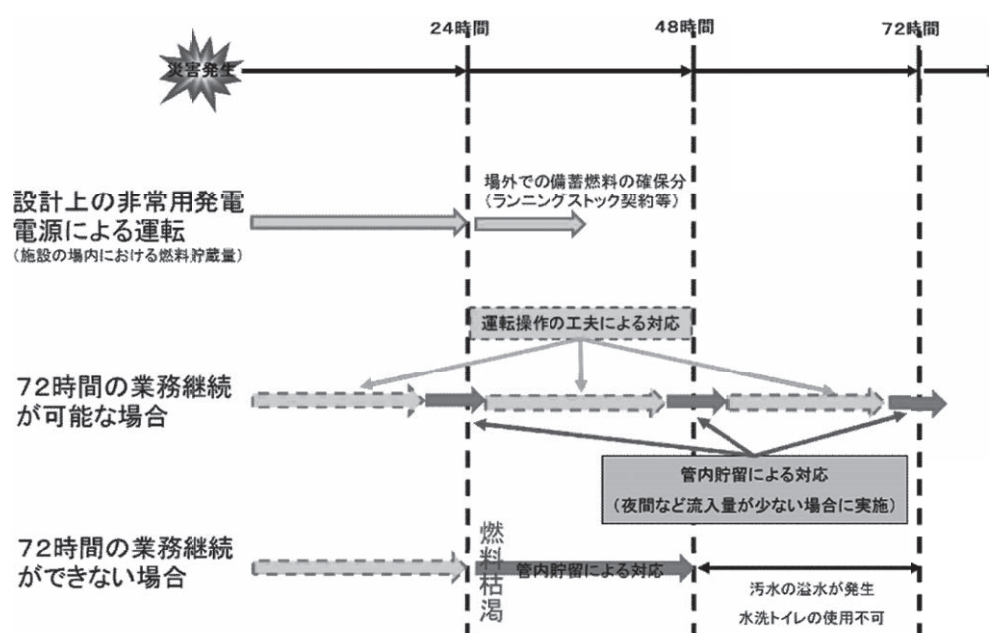


図-1 72時間の業務継続の対応イメージ

表ー2 2017年版のマニュアルに基づく最低限の下水道BCPから改訂が必要となる項目と内容

最低限の下水道BCPの項目	主な変更内容
1 項 下水道BCPの趣旨と基本方針	1.2 基本方針(3)対象事象に、水害を対象リスクとして追加
2 項 非常時対応の基礎的事項の整理	—
2.1 災害発生時の業務継続戦略 総括表	対象災害と発動基準に、大雨・洪水警報等の対応を追加
2.2 災害対応拠点と非常参集	—
2.3 対応体制・指揮命令系統図	水害における発災前後の対応体制・指揮命令系統を作成、及び下水道施設の維持管理を委託している場合、災害時の委託先との指揮命令系統を整理
2.4 避難誘導・安否確認	安否確認の発動条件例を追加
2.5 災害発生直後の連絡先リスト	民間企業等の連絡先リストに、リース・ポンプ企業を追加
3 項 非常時対応計画	—
3.1 非常時対応計画【勤務時間内に想定地震が発生した場合】	—
3.2 非常時対応計画【勤務時間外に想定地震が発生した場合】	
3.3 非常時対応計画(事前対応)【勤務時間内に水害が発生する可能性がある場合】	
4 項 事前対策計画	—
4.1 関連行政部局との連絡・協力体制の構築(人の配分の把握)	—
4.2 他の地方公共団体との支援ルールの確認	—
4.3 受援体制の整備と充実	支援者へ提供する作業スペース・駐車スペースの設定を追加
4.4 民間企業等との協定締結・見直し	—
5 項 訓練・維持改善計画	—
5.1 訓練計画	参集訓練に、水害を対象リスクとして追加
5.2 維持改善計画	—
6 項 計画策定の根拠とした調査・分析・検討	—
6.1 地震規模等の設定と被害想定	水害及び停電時の被害想定を追加
6.2 優先実施業務(遅延による影響の簡易的な把握)	—

赤字:2019年版のマニュアル改訂により内容が変更になった箇所(文字が薄くなった箇所)

最低限の下水道BCP		必要な項目が網羅された下水道 BCP	
1 項 下水道 BCP の趣旨と基本方針			
1.1 ~ 1.4 策定体制、運用体制の決定など			
2 項 非常時対応の基礎的事項の整理			
2.1 災害発生時の業務継続戦略総括表	+	2.4 代替拠点の概要と参集者	
2.2 災害対応拠点と非常参集		2.6 被害状況の把握（チェックリスト）	
2.3 対応体制・指揮命令系統図			
2.5 避難誘導・安否確認		2.8 保有資機材と調達先	
2.7 災害発生直後の連絡先リスト		2.9 備蓄、救出機材	
3 項 非常時対応計画			
3.1 非常時対応計画【勤務時間内に想定地震が発生した場合】			
3.2 非常時対応計画【勤務時間外に想定地震が発生した場合】			
3.3 非常時対応計画(事前対応) 【勤務時間内に水害が発生する可能性が 有る場合】			
4 項 事前対策計画			
4.2 関連行政部局との連絡・協力体制の構築(人の配分の把握)	+	4.1 データのバックアップ及び資機材の確保	
4.3 他の地方公共団体との支援ルールの確認		4.2 関連行政部局との連絡・協力体制の構築(人・モノの配分の調整)	
4.4 受援体制の整備と充実			
4.5 民間企業等との協定締結・見直し		4.6 住民等への情報提供及び協力要請	
		4.7 その他の対策	
5 項 訓練・維持改善計画			
5.1 訓練計画	+		
5.2 維持改善計画			
6 項 計画策定の根拠とした調査・分析・検討			
6.1 地震規模等の設定と被害想定	+	6.2 優先実施業務(遅延による影響の把握)	
6.2 優先実施業務(遅延による影響の簡易的な把握)		6.3 優先実施業務の対応目標時間と実施方法	
		6.4 優先実施業務に必要なリソースの被害と対応策の検討表	
		巻末資料 処理場における 非常時対応計画	
		(3) 勤務時間内に水害が発生した場合 (処理場編)	
		(6) 勤務時間外に水害が発生した場合 (処理場編)	

赤字:2019年版のマニュアル改訂により内容が変更になった箇所(文字が薄くなった箇所)

図ー2 最低限の下水道BCPと、必要な項目が網羅された下水道BCPの比較

としてください。(図-2)

また、下水道BCPの最新性を維持していくことも不可欠です。マニュアルでは毎年確認・点検を行っていただきたい項目例として、「策定体制・運用体制」、「職員リスト」、「参集時間」、「国、県、関連行政部局、民間企業等の連絡先・担当者」、「資機材・図書類の保管状況」、「関連資料との整合（更新有無の確認）」を挙げています。また、代替拠点の変更など、下水道BCPに大きな変化が生じた場合には、その時点で下水道BCPに反映する必要があります。

さらに、訓練の実施を通して、得られた課題（不

整合、非効率等）による対応手順の見直しは、「非常時対応計画」に反映していただきたいと思います。

また、課題に対する対策として対応の目標時間を早めるために必要な対策は「事前対策計画」として整理していくことで、下水道BCPがレベルアップにつながっていただきたいと考えます。

国交省下水道部としましては、改訂されたマニュアルが自治体の下水道BCPの見直し、災害時における適切かつ迅速な対応の一助となることを期待しています。



千葉市の下水道管路 ストックマネジメントの取組み

千葉市建設局下水道建設部 下水道整備課 主査
新村 達也



1. はじめに

千葉市の下水道事業は、昭和10年に市の中心部において雨水排除を目的として着手したのが始まりで、現在は中央、南部、印旛の3処理区から構成され、全体計画面積13,191haのうち、12,286haが整備完了しています。下水道処理人口普及率は97.3%に達しており、汚水整備は概成しつつあります。

しかし、平成4年度に政令指定都市に移行し、普及促進を最優先課題として汚水整備を推進してきた結果、膨大な施設ストックを抱えるとともに、今後、耐用年数を迎え老朽化する施設も短期間で急速に増加し、布設から50年を超える管きょが令和元年度末で約220km、10年後には約660km、20年後には約1,230kmになる見込みです。そのため、施設の延命

化と、老朽化対策に係る経費の平準化を図り、下水道事業の経営に与える影響を緩和することによって、下水道の機能を適切に維持することが求められています。

2. スtockマネジメントの導入

これまでは経過年数を基に点検・調査を実施し、不具合が発生している箇所には改築や修繕などの対策を行ってきましたが、今後の施設管理においては、より長期的な視点を持って、保有施設を適切に維持しつつ、老朽施設を計画的に改築して行くことが必要不可欠となります。また下水道機能の保持だけではなく、ライフサイクルコスト（LCC）を最小化するために施設の延命化を図るとともに、維持管理業務全体を体系化し、維持管理に係る目標を定め、効

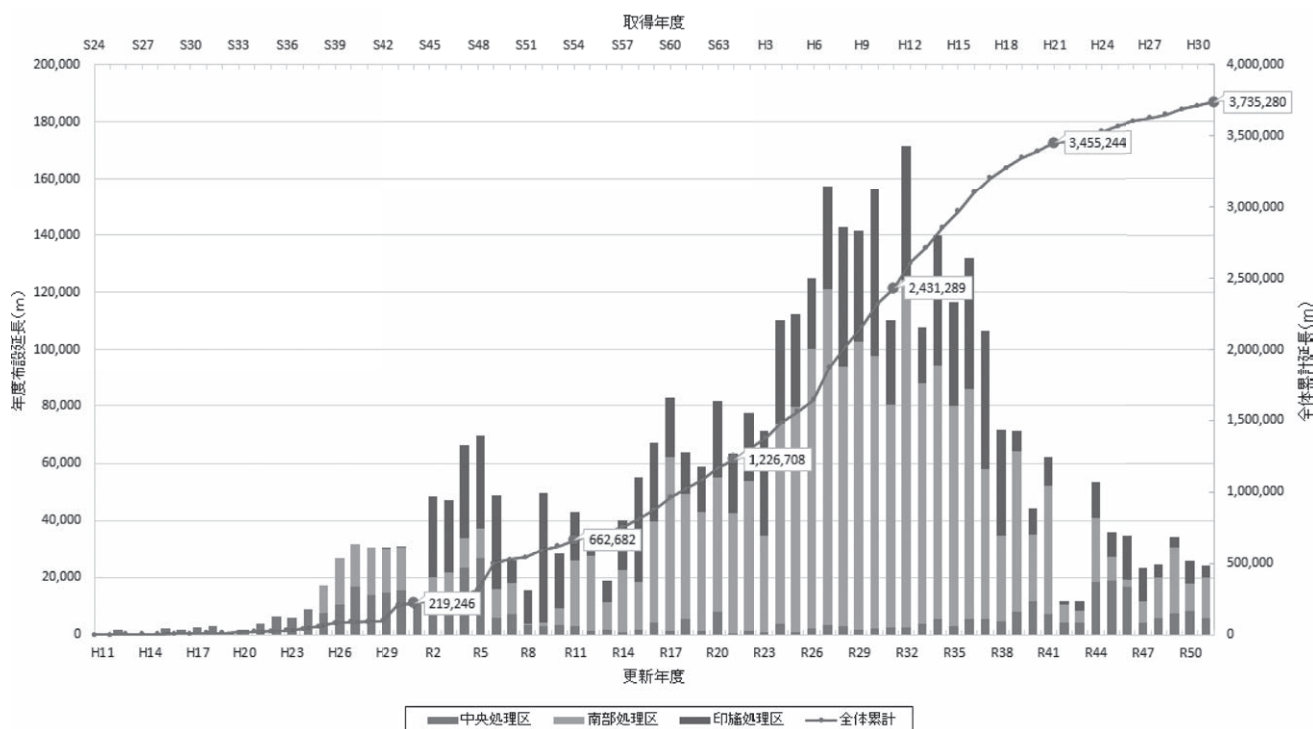


図1 千葉市年度別下水道管布設延長の推移（令和元年度末時点）

率的で計画的な下水道事業の運用を図ることが重要となります。

このような背景から、下水道施設全体の施設管理の最適化を目的として、計画期間が平成30年度から令和4年度までの「千葉市下水道ストックマネジメント計画」を策定しました。この計画では、今後100年間の長期的なシミュレーションを行い、緊急度Ⅰを改築していくことで、標準耐用年数で全てを改築した場合と比較し、大幅なコスト縮減を図ることが可能となりました。

3. 点検・調査の実施方針

①リスク評価

点検・調査や改築の計画を策定する際、下水道管路施設に潜在するリスクを特定するため、定量的なリスク評価を実施しています。リスク評価に当たっては、管きょ1スパンごとに「被害規模（影響度）」×「発生確率（不具合の起こりやすさ）」で数値化しており、その際に下水道部局の職員にアンケートを

実施し、これまでの不具合や維持管理実績に基づく傾向を反映しながら客観的なシステム・アプローチによって意思決定が可能となるAHP法（階層化意思決定法）を用いた各リスクの重みづけ（表1）を行っています。

②点検・調査計画の策定

点検・調査の頻度や優先順位を設定するに当たりリスク評価を考慮し、「最重要施設」・「重要施設」・「一般施設」の3パターンを設定しました。

1つ目の「最重要施設」は、5年に1度以上の点検が下水道法で義務化されている腐食環境下を設定しています。本市では、圧送管吐出し先路線が13.7km（104箇所）、伏せ越し下流部路線が1.5km（10箇所）の合計15.2km（114箇所）を腐食環境下として位置付けています。

2つ目は「重要施設」として、防災拠点下流、緊急輸送路などの地震対策上重要な幹線等の被害規模（影響度）のリスク値が高い施設を設定しました。

上記2つ以外の全ての管路を「一般施設」として

表1 AHP法によるリスク評価一覧表

発生確率（不具合の起こりやすさ）のリスク項目					被害規模（影響度）のリスク項目				
要因		要因細目			要因		要因細目		
	影響点数 （階層1）		影響点数 （階層2）	リスク値		影響点数 （階層1）		影響点数 （階層2）	リスク値
① 管 齢	0.176	① 管齢60年以上	0.415	0.073	㉔ 管径（合流）	0.129	㉔ 管径φ 3,200mm以上	0.323	0.042
		② 管齢50年以上60年未満	0.258	0.045			㉕ 管径φ 2,400mm以上3,200未満	0.236	0.030
		③ 管齢40年以上50年未満	0.183	0.032			㉖ 管径φ 1,650mm以上2,400未満	0.181	0.023
		④ 管齢30年以上40年未満	0.144	0.025			㉗ 管径φ 800mm以上1,650未満	0.144	0.019
② 管材料	0.110	① コンクリート系管きよ	0.198	0.022	㉘ 管径（汚水）	0.129	㉘ 管径φ 800未満	0.117	0.015
		② 陶管	0.414	0.046			㉙ 管径φ 1,800mm以上	0.325	0.042
		③ 樹脂系管きよ（可とう性管きよ）	0.079	0.009			㉚ 管径φ 1,350mm以上1,800未満	0.245	0.032
		④ シールド（二次覆工なし）	0.106	0.012			㉛ 管径φ 800mm以上1,350未満	0.178	0.023
		⑤ シールド（二次覆工あり）	0.092	0.010			㉜ 管径φ 300mm以上800未満	0.137	0.018
		⑥ 開きよ	0.111	0.012			㉝ 管径φ 300未満	0.113	0.015
③ 排除方式	0.104	① 合流式	0.466	0.049	㉞ 管径（雨水）	0.129	㉞ 管径φ 4,000mm以上	0.317	0.041
		② 分流式汚水	0.340	0.036			㉟ 管径φ 3,000mm以上4,000未満	0.232	0.030
		③ 分流式雨水	0.194	0.020			㊱ 管径φ 2,000mm以上3,000未満	0.192	0.025
④ 腐食環境下の コンクリート 系管きよ	0.215	① 圧送管の吐出し下流	0.591	0.127			㊲ 管径φ 800mm以上2,000未満	0.144	0.019
② 伏せ越しの下流部		0.409	0.088	㊳ 管径φ 800未満	0.115	0.015			
⑤ 維持管理上の 課題	0.147	① 道路凹み、陥没、事故等の苦情が多い街区	0.346	0.051	㊴ 土被り	0.086	㊴ 土被り5.0m以上	0.321	0.027
		② 詰まり、臭気、漏水、清掃等の苦情が多い街区	0.186	0.027			㊵ 土被り4.0m以上5.0m未満	0.217	0.019
		③ 本管、取付け管の破損等の苦情が多い街区	0.258	0.038			㊶ 土被り3.0m以上4.0m未満	0.178	0.015
		④ 不明水が多い区域	0.210	0.031			㊷ 土被り2.0m以上3.0m未満	0.157	0.013
⑥ 大規模地震 被害（液状化 想定）	0.138	① 液状化指数 30.0<PL	0.423	0.058			㊸ 土被り2.0m未満	0.128	0.011
		② 液状化指数 15.0<PL≤30.0	0.256	0.035			㊹ 処理場と災害対策本部・広域避難所をつなぐ管きよ	0.213	0.044
		③ 液状化指数 5.0<PL≤15.0	0.177	0.024	㊺ 相当広範囲の排水区を受け持つ管きよ	0.163	0.034		
		④ 液状化指数 0<PL≤5.0	0.145	0.020	㊻ 機能面で見てシステムとして重要な管きよ	0.166	0.034		
⑦ 地域区分	0.108	① 民間開発区域	1.000	0.108	㊼ ㉔以外の処理場・流域下水道に直結する管きよ	0.294	0.061		
合 計					1.000				

㉔ 管径（合流）	0.129	㉔ 管径φ 3,200mm以上	0.323	0.042					
		㉕ 管径φ 2,400mm以上3,200未満	0.236	0.030					
		㉖ 管径φ 1,650mm以上2,400未満	0.181	0.023					
		㉗ 管径φ 800mm以上1,650未満	0.144	0.019					
㉘ 管径（汚水）	0.129	㉘ 管径φ 800未満	0.117	0.015					
		㉙ 管径φ 1,800mm以上	0.325	0.042					
		㉚ 管径φ 1,350mm以上1,800未満	0.245	0.032					
		㉛ 管径φ 800mm以上1,350未満	0.178	0.023					
㉜ 管径（汚水）	0.129	㉜ 管径φ 300mm以上800未満	0.137	0.018					
		㉝ 管径φ 300未満	0.113	0.015					
		㉞ 管径φ 4,000mm以上	0.317	0.041					
		㉟ 管径φ 3,000mm以上4,000未満	0.232	0.030					
㊱ 管径（雨水）	0.129	㊱ 管径φ 2,000mm以上3,000未満	0.192	0.025					
		㊲ 管径φ 800mm以上2,000未満	0.144	0.019					
		㊳ 管径φ 800未満	0.115	0.015					
		㊴ 土被り5.0m以上	0.321	0.027					
㊵ 土被り	0.086	㊵ 土被り4.0m以上5.0m未満	0.217	0.019					
		㊶ 土被り3.0m以上4.0m未満	0.178	0.015					
		㊷ 土被り2.0m以上3.0m未満	0.157	0.013					
		㊸ 土被り2.0m未満	0.128	0.011					
㊹ 機能上重要な施設	0.207	㊹ 処理場と災害対策本部・広域避難所をつなぐ管きよ	0.213	0.044					
		㊺ 相当広範囲の排水区を受け持つ管きよ	0.163	0.034					
		㊻ 機能面で見てシステムとして重要な管きよ	0.166	0.034					
		㊼ ㉔以外の処理場・流域下水道に直結する管きよ	0.294	0.061					
㊽ 社会的な影響 が大きな施設	0.258	㊽ 防災拠点・避難所等の排水を受ける管きよ	0.164	0.034					
		㊾ 軌道横断管きよ	0.447	0.115					
		㊿ 河川横断管きよ	0.240	0.062					
		㊱ 緊急輸送路下の管きよ	0.313	0.081					
㊲ 人口密度	0.136	㊲ 150人/ha以上の処理分区	0.332	0.045					
		㊳ 125人/ha以上150人/ha未満の処理分区	0.218	0.030					
		㊴ 100人/ha以上125人/ha未満の処理分区	0.191	0.026					
		㊵ 50人/ha以上100人/ha未満の処理分区	0.141	0.019					
㊶ 地域区分	0.185	㊶ 50人/ha未満の処理分区	0.117	0.016					
		㊷ ターミナル駅がある処理分区	0.477	0.088					
		㊸ ターミナル以外の駅がある処理分区	0.231	0.043					
		㊹ 商業施設がある処理分区	0.292	0.054					
合 計					1.000				

設定しました。

調査の頻度については、維持管理指針や本市の現状を踏まえ、最重要施設及び重要施設は1回/30年、一般施設は1回/40年と設定しました。点検の頻度は、次回調査までの期間の中間時点で実施することとし、重要施設は1回/15年、一般施設は1回/20年と設定しています。

また点検方法については、施設の重要度に応じて方法を選定しており、腐食環境下や地震対策上特に重要な幹線等は管口カメラ、その他の施設はマンホール内からの目視調査を基本としています(表2)。

点検時の清掃については、ストックマネジメント計画策定前は判断基準がありませんでしたが、土砂堆積率5%以上や油脂付着などが確認された場合は1スパン清掃し、土砂堆積率30%以上が確認された場合は1スパン清掃に加えて、破損部や継ぎ目からの土砂の取り込みがないか確認するため詳細調査を実施することとしました。

調査方法は、小口径は本管テレビカメラ調査、中大口径は潜行目視調査を実施しています。

今回の点検・調査計画を策定する上で配慮した点として、東京オリンピック・パラリンピックの競技会場や宿泊施設がある幕張メッセ・千葉みなと周辺について優先的に抽出しています。

4. これまでの実施状況と課題

現行のストックマネジメント計画では、リスク評価による優先度に基づいて管きょの調査を行い、主に緊急度Ⅰと判定される管きょについて、計画期間

5年間(H30～R4)で約61kmの改築工事を実施する計画としています。マンホール蓋については、コンクリート製の蓋及び緊急輸送路や国道上における平受け型の蓋(図2)を対象とし、5年間で5,000基の蓋を更新することとしています。令和元年度末の進捗は表3の通りで、概ね計画通り事業を実施しています。

また、下水道法において5年に1度の点検が義務付けられている、腐食環境下にある114箇所の下水道管については、令和元年度までに調査が完了しています(表3)。

運用開始から2年が経過し、これまで管きょ調査を実施してきた中で、いくつかの課題が確認できました。

主な課題の1つ目は、流量が多く、止水や仮排水が難しい路線や、伏越し部、人孔間の距離が長く目視調査が危険、といった調査困難路線が挙げられます。調査困難路線については、今後、他都市で実績のある新技術や特殊技術(例:大口径TVカメラやドローン)を参考にし、本市でも導入について進めていく予定です(図3)。

2つ目として、長期的な改築工事に要する費用については健全度予測をもとに算出していますが、これまでのカメラ調査結果から得られた管きょの健全

表3 現計画における計画値及び実績値

	調査	改築工事	蓋交換
計画(H30～R4)	685km	61km	5,000基
R1末実績	291km	18km	1,742基

表2 点検・調査方法および頻度一覧

重要度 ランク	対象施設	点検・調査方法	点検頻度 (年)	調査頻度 (年)	管 齢	年 数 (平成30年度以降)										
						5年	10年	15年	20年	25年	30年	35年	40年	45年	50年	
A	最重要施設(腐食環境下)	点検:管口カメラ 調査:目視、テレビカメラ(展開広角カメラ等)	5	30	—											
B	重要施設 (地震対策上特に重要な幹線 ＜緊急輸送路、河川下等＞)	点検:管口カメラ 調査:目視、テレビカメラ(展開広角カメラ等)	15	30	20年以上											
					20年未満											
C	重要施設 (地震対策上その他の 重要な幹線)	点検:目視点検 調査:目視、テレビカメラ(展開広角カメラ等)	15	30	20年以上											
					20年未満											
D	重要施設 (ターミナル駅がある処理分区)	点検:目視点検 調査:目視、テレビカメラ(展開広角カメラ等) スクリーニング:カメラ側視なし (スクリーニング延長の1/3が詳細調査対象)	15	30	20年以上											
					20年未満											
E	一般施設	点検:目視点検 調査:目視、テレビカメラ(展開広角カメラ等) スクリーニング:カメラ側視なし (スクリーニング延長の1/3が詳細調査対象)	20	40	20年以上											
					20年未満											

■:点検 ■:調査 ■:スクリーニング

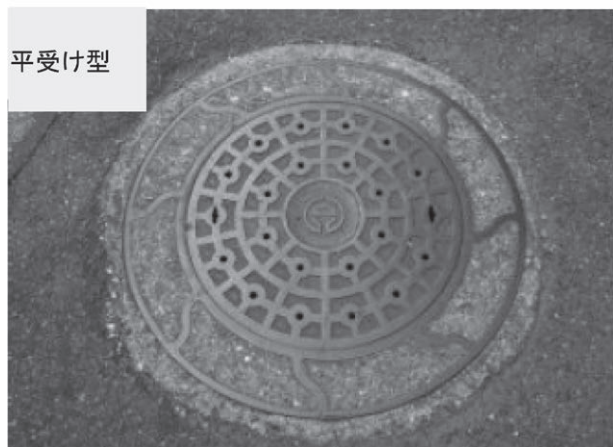
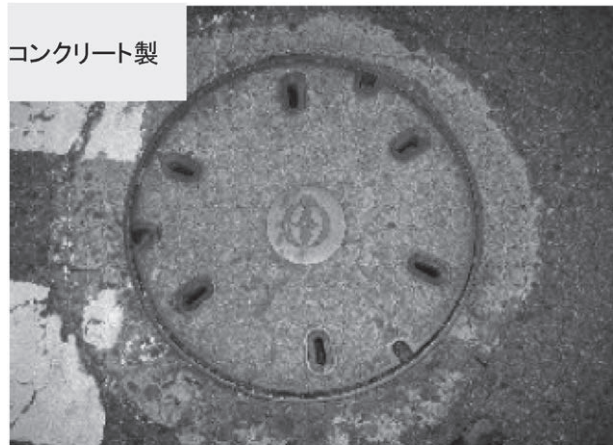


図2 更新対象としているマンホール蓋（例）



図3 大口径TVカメラによる調査

度が、計画策定時に設定した値よりも高いことが挙げられます。今後、より実態に即した事業計画を作成するため、実際の道路陥没や管きよの不具合事例を反映させたりリスク評価や健全度予測の見直しが必要であると考えています。

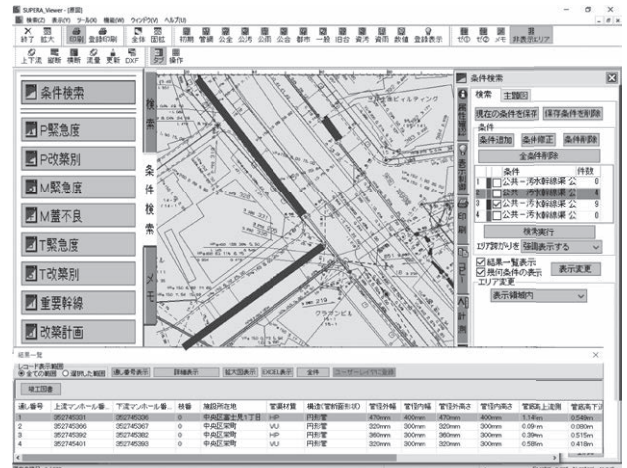


図4 条件毎の絞り込みを反映させた下水道台帳

また今後の調査路線には劣化傾向の少ない塩ビ管が増加し、更に健全度が高くなることが見込まれます。現在は全てのスパンについて詳細カメラ調査を実施していますが、日当たり施工量が多く費用が安い、スクリーニング調査を採用することで、より効率的・経済的な調査が可能となるため、新技術の導入について検討を進めていく予定です。

3つ目に、下水道台帳管理システム及びデータベースの機能強化についてです。管路施設の点検・調査結果に基づく情報や、陥没・詰まり等の不具合情報、設計や改築工事を行った結果の情報等、多くの維持管理情報を蓄積し、更には可視化することで、より実態を反映させた、計画的な維持管理を可能にすると考えております（図4）。

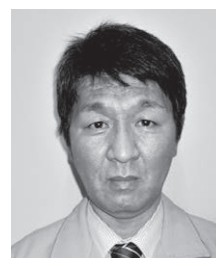
5. 今後の展望

本市では、関係部署で構成したワーキンググループにおいて、ストックマネジメント計画運用上の課題の抽出や、課題解決に向けた対応策の検討に取り組んでいます。

今後は点検・調査結果や、清掃・修繕の維持管理履歴の一元管理を図るとともに、PDCAサイクルを働かせることによって、前述の課題改善を反映させたストックマネジメント計画の見直しを行い、より効率的な施設の維持管理を実施していきたいと考えています。

倉敷市の管路の ストックマネジメント計画

倉敷市環境リサイクル局下水道部下水建設課 課長主幹
幸田 光弘



1 下水道事業の概要

本市の下水道整備は昭和27年に事業認可取得後事業を着手し、行政区域約35,563haの内、約12,764haを整備することを基本方針として、地域的な制約により、倉敷・水島・児島・玉島・真備・船穂の6処理区で事業を進めています。

令和2年3月末現在では、下水道管きょ延長は約2,020km、下水処理場4ヵ所、汚水・雨水中継ポンプ場24ヵ所が整備されており、下水道人口普及率は80.6%で、管きょ埋設後30年以上経過している延長が、約530km（全体の約25%）となっています。

2 スtockマネジメント(SM)計画 策定

(1) SM計画策定に至るまで

本市の老朽化対策は、平成22年度以降「倉敷処理分区 下水道長寿命化計画 第Ⅰ期」、「児島処理区 下水道長寿命化計画」、「倉敷処理分区 下水道長寿命化計画 第Ⅱ期」を順次策定して、50年を経過した管や圧送管の吐け口などの腐食劣化の危険性が高い箇所等を中心に、約114kmのTVカメラ調査（目視調査含む）を行い、老朽化した管路について管更生工事等により計画的に改築更新を行ってきました。

しかし、平成の初期に集中して整備された下水道管が改築時期を迎える2042年度以降に、多額の改築費用が必要になると予想されるため、平成30年に倉敷市下水道ストックマネジメント計画を策定し、本市が抱える下水道ストック全体を一体的に捉え、計画的な点検・調査及び修繕・改築を行うことで、持続的な下水道機能の確保とライフサイクルコストの低減を図ることとしました。

(2) SM計画策定の方針

標準耐用年数による改築を行うのではなく、被害規模や発生確率等のリスク評価によりスパン毎に優先順位をつけて、優先順位の高いスパンから計画的な点検・調査を行います。その結果により、緊急度によるリスク値を考慮した優先順位によって改築を行うとともに、下水道システムの全施設を一体的に考え、中長期的な施設の状態を予測しながら効率的に管理することで、下水道施設に起因する道路陥没や機能停止を未然に防止し、集中する財政負担を軽減します。

(3) リスク評価

リスクの評価は被害規模（影響度）と発生確率（不具合の起こりやすさ）により行いました。

被害規模（影響度）は、対策優先順位別点数表（表1）の順に点数化し、スパンごとに該当する項目の点数を加算して、その合計値を6段階に分けて順位付けを行いました。また発生確率は、点検調査の結果、清掃・巡視・苦情等の結果得られた情報、経験者へのヒアリング及び文献により、不具合の起こりやすさとして表2のように設定しました。さらにリスクマトリクス（表3）を作成し、点検調査を行うスパンの優先順位を決定しました。

(4) 長期的な改築シナリオの設定

管理方法は、管きょ、人孔及び腐食環境下の人孔蓋は状態監視保全、一般環境下の人孔蓋は時間計画保全、ます及び取付管については事後保全としました。

健全率予測式は、点検・調査結果のサンプル数が少なく本市独自の式が作成できなかったため、ワイプル分布近似式、直線近似式、マルコフ遷移確率モデルによる予測式の内、本市の点検調査実績との相関が高いと考えられるマルコフ遷移確率モデルによ

表1 対策優先順位別点数表

項目	点数	
	危険度：高	危険度：低
c：河川・軌道横断の管路	10	
d：緊急輸送路に埋設された管路	10	
f：避難所・市役所本庁舎からの管路	9	8
f：救急病院からの管路	7	6
f：要援護施設〔入所〕からの管路	5	4
a：流域幹線の管路	5	
g：20ha以上の圧送管	5	
b：20ha以上の管路	4	
f：要援護施設〔通所〕からの管路	2	1
e：100ha以上の雨水吐口等	1	
h：a～gのサービス管	1	

表2 不具合の起こりやすさ

順位	分類
第1位	経過年数40年以上、 圧送管下流1km、海沿いの圧送管、 伏越し上下流
第2位	経過年数30年以上40年未満
第3位	経過年数20年以上30年未満
第4位	経過年数10年以上20年未満
第5位	経過年数10年未満

表3 リスクマトリクス

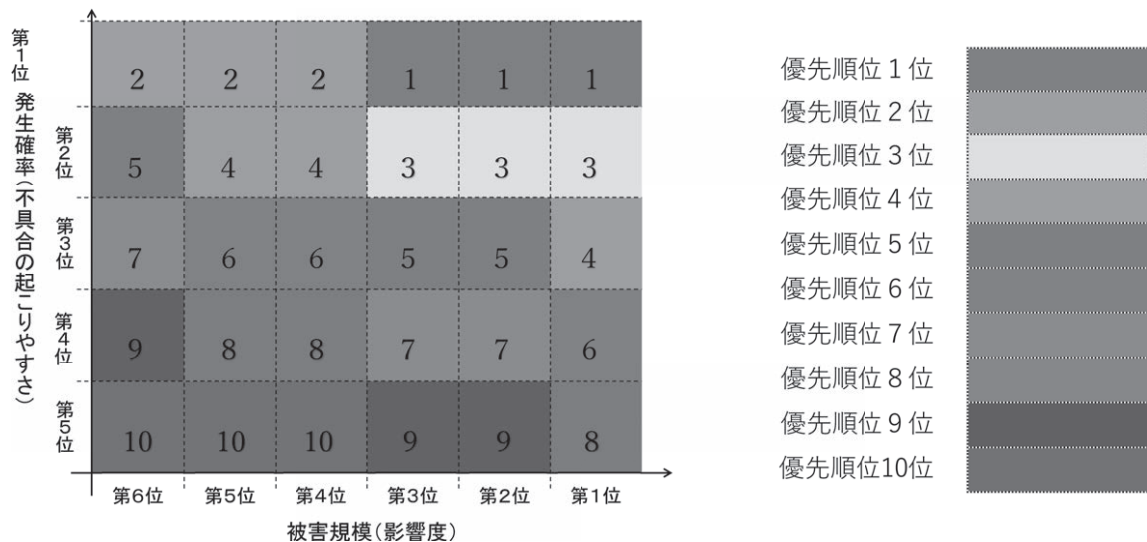


表4 改築シナリオ

ケース	内容	リスク	費用
Case0	標準耐用年数で改築するシナリオ	—	—
Case1	緊急度Ⅰおよび緊急度Ⅱを将来的に減少させるシナリオ	↓ 低 高	↑ 高 低
Case2	緊急度Ⅰを将来的に減少、緊急度Ⅱを現状維持するシナリオ		
Case3	緊急度Ⅰを発生させないシナリオ		
Case4	緊急度Ⅰを現状維持するシナリオ		
Case5	予算制約を永年継続するシナリオ		

る予測式を採用し、改築シナリオを表4のように設定し、改築事業シミュレーションを行いました。

シミュレーションの結果を基に、リスクの保有状況、改善の効率性、投資額の現実性について検討した結果、「Case3 緊急度Ⅰを発生させないシナリオ」を最適シナリオに選定しました。最適シナリオ

による改築により、標準耐用年数による改築に比べて、多額の事業費を削減できる試算となりました。

3 点検・調査計画の策定

点検・調査計画を策定するために必要な管路情報の収集・整理を行い、点検頻度は施設の環境区分に

表5 最適シナリオの年度別事業費

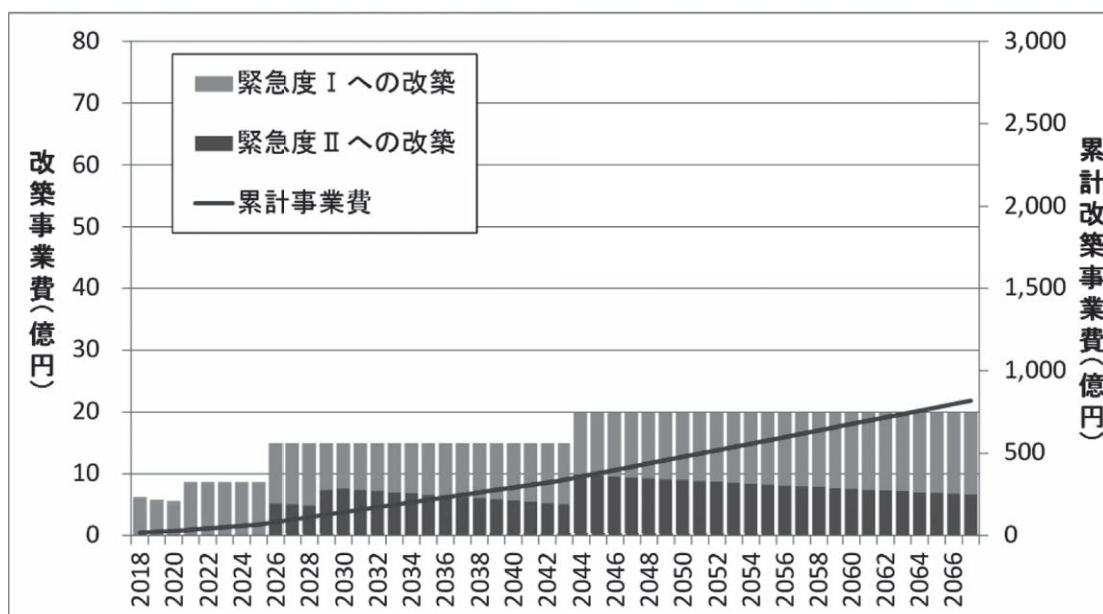


表6 最適シナリオの健全度割合推移

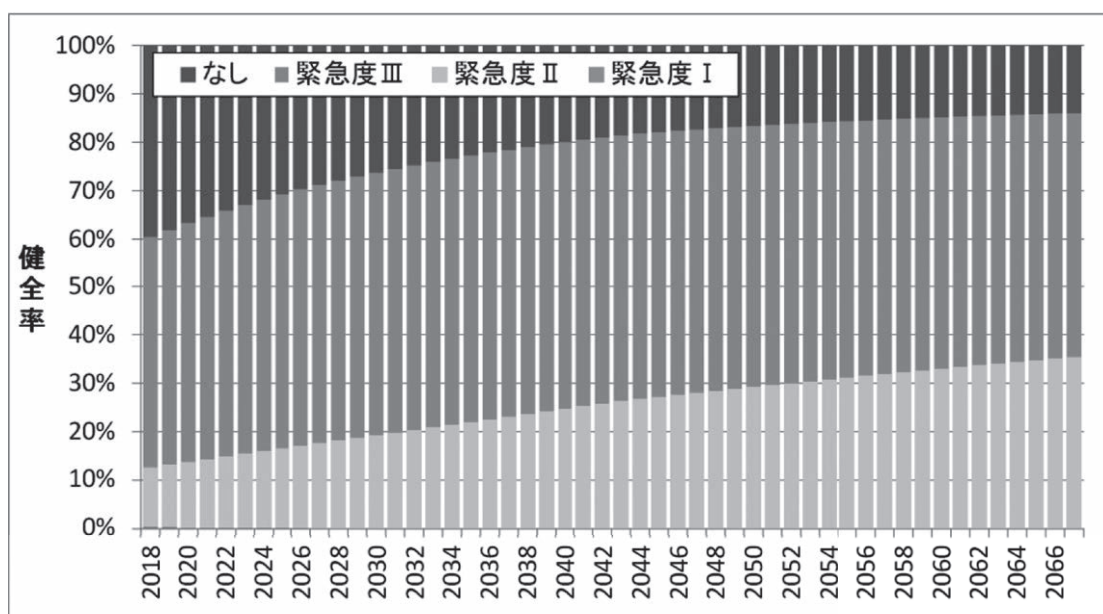


表7 点検・調査頻度表

●点検

環境区分	頻度	点検箇所	項目
腐食環境下	5年に1回	本管・マンホール	TVカメラ
		マンホール	目視
		マンホール蓋	状態監視保全
一般環境下 (重要施設)	15年に1回	本管・マンホール	管口カメラ
		マンホール	目視
一般環境下 (一般施設)	30年に1回	本管・マンホール	管口カメラ
		マンホール	目視

●調査・診断

環境区分	頻度	調査箇所	項目
腐食環境下	10年に1回	本管	φ800未満 TVカメラ φ800以上 目視
		マンホール	目視
一般環境下 (重要施設)	30年に1回	本管	φ800未満 TVカメラ φ800以上 目視
		マンホール	目視
一般環境下 (一般施設)	60年に1回	本管	φ800未満 TVカメラ φ800以上 目視
		マンホール	目視

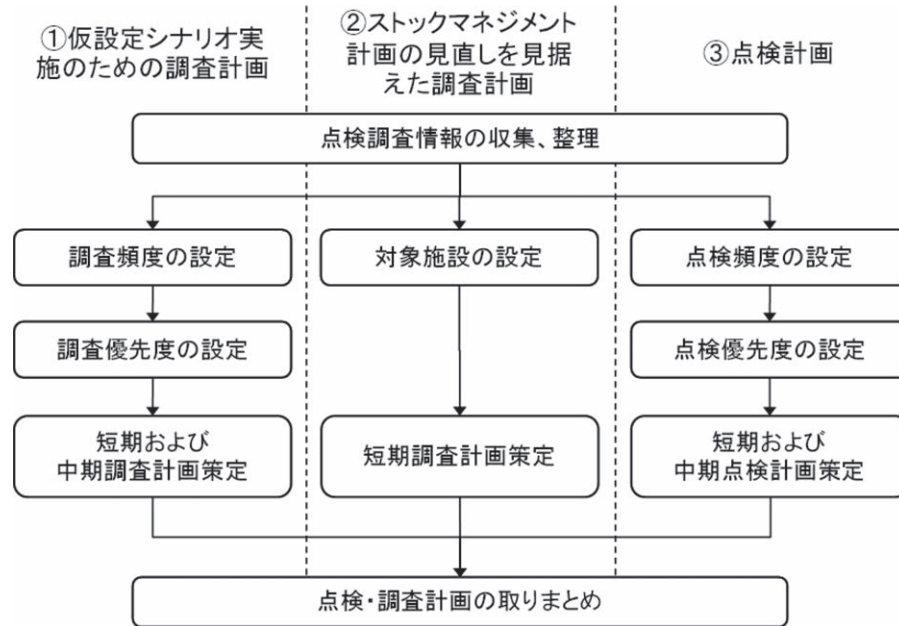


図1 点検・調査計画策定の作業実施フロー

応じて、調査頻度は施設の重要度に応じて、点検・調査頻度表（表7）の通り決定し、点検・調査計画策定の作業実施フロー（図1）に従い、点検調査計画を策定しました。

その結果、年間約21kmの管路施設を対象に点検・調査を行い、下水道維持管理指針の基準により判定した緊急度Ⅰ及びⅡの管路施設について、修繕・改築を実施する方針としました。

4 現在までの実施状況と今後の展望

本市では、平成30年度からSM計画により、順次点

検・調査を行っています。令和元年度までに約42kmの管路について管口カメラによる点検と、約45kmのTVカメラ調査（目視調査含む）を実施し、管路施設の修繕・改築を行っています。

今後は点検・調査で得られたデータの解析による本市独自の健全率予測式の作成や、硬質塩化ビニル管等の耐用年数の再検討を行い、PDCAサイクルによる定期的な見直しを行うことで、管路施設の維持管理について更なる最適化を図っていきたいと考えています。

スペシャルリポート

下水道管路施設のストックマネジメントに関する技術開発の動向

1. はじめに

平成30年度末時点での全国の下水道管路管理延長は約48万km、そのうち布設から50年を超える管の延長は約1.9万kmであり年々増加している。平成30年度に下水道管路に起因する道路陥没は約3,100件発生したが、今後老朽管の増加に従い、道路陥没の発生リスクはますます高まっていくものと推測される。このような中、下水道の機能を持続的に確保していくためには、管路の点検・調査から修繕・改築に至るプロセスを計画的に実施していくことが重要であり、国土交通省においても平成28年度の下水道ストックマネジメント支援制度の創設や、各種手引き等の策定等、ストックマネジメント推進のため様々な取組みがなされているところである。

本稿では、ストックマネジメントを推進する上で必要な技術、特に点検・調査技術の開発動向について、国土技術政策総合研究所（国総研）の最近の研究の状況と併せて概説する。

2. 点検・調査技術に関する技術開発の動向

図-1は下水道統計を基に整理した全国の管内調査

国土交通省 国土技術政策総合研究所
下水道研究室

田本 典秀、原口 翼



田本氏



原口氏

の実施状況である。管路延長に対するTVカメラ調査実施延長の割合は微増傾向にあるものの、1%程度（単純計算で約100年に1回の調査頻度）で大きく変化していない。この背景には、地方公共団体における予算・職員や調査機器性能の制約等があるものと推察される。老朽管が増加する中、今後の点検・調査に関する技術開発では、更なる低コスト化や日進量の増加といった効率化が重要な観点の一つであると考えられる。

(1) スクリーニング技術

図-2は管路における不具合箇所が発見における絞

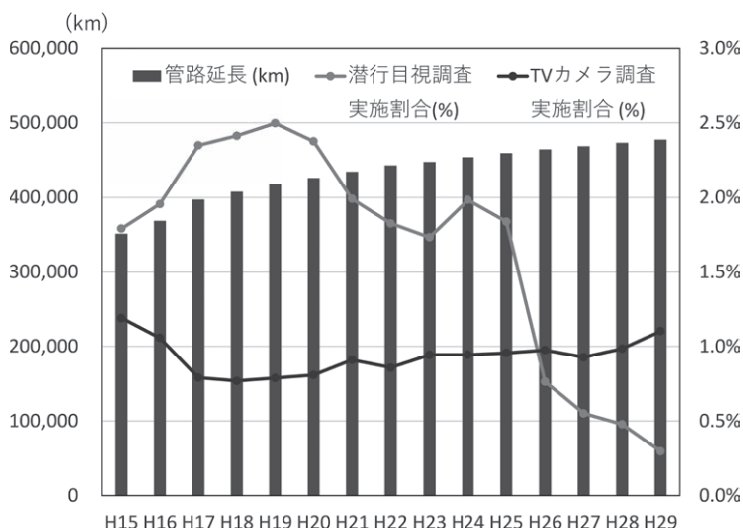


図-1 下水道管路における調査実施状況（出典：下水道統計）

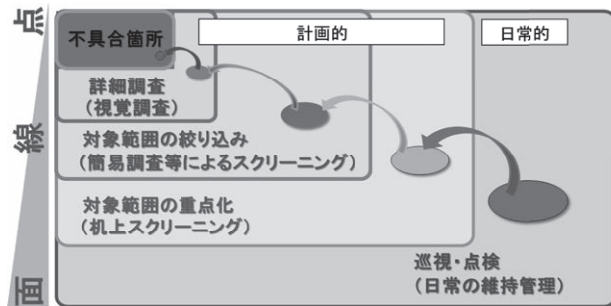


図-2 管路のスクリーニング（イメージ）

込みの過程を模式化したものである。机上スクリーニングではデータ分析に基づくため絞込まれる範囲が広いが、実際に目視や計測により異状を確認するスクリーニングでは現場作業が必要であるものの比較的精度の高い結果が得られる。国土交通省による「下水道革新的技術実証事業」（B-DASHプロジェクト）では、平成25年度に「管渠マネジメントシステム」をテーマとして、管口カメラ、展開広角カメラ及び画像認識型カメラによるスクリーニング調査技術の実証が行われた。当時は自走式TVカメラにより定期的に調査対象区域全域を調査することが一般的であったが、本事業では詳細調査を必要とする箇所の抽出を効率的に行い、コストの低減及び日進量の向上が図られることが確認された。実証された技術は平成27年にガイドライン化された。

(2) 圧送管調査技術

平成27年の下水道法改正により維持修繕基準が創設され、管きょのうち腐食のおそれのある箇所は5年に1回以上の頻度で点検することとされたが、圧送管では常時満流であることや1スパンが長距離に及ぶこともあることから、自然流下式の管渠で利用されている自走式TVカメラを用いることは難しい。これを踏まえ、平成28年度のB-DASHプロジェクトでは「腐食点検調査技術」をテーマとして、ダクタイル鉄管（内面モルタルライニング管）で構築された圧送管路における硫化水素腐食の調査診断技術が採択された。本事業では、机上検討による腐食危険箇所の絞り込み手法や、空気弁等から調査機器（ガイド挿入式カメラ）を入れ、撮影した画像により調査する技術について実証がなされた（写真-1）。本技術は平成30年にガイドライン化された。



写真-1 調査実施状況

(3) ICT等の活用

平成29年に国土交通省が策定した「新下水道ビジョン加速戦略」では、重点項目の一つとして「マネジメントサイクルの確立」が掲げられ、日常の維持管理情報のデータベース化し計画策定や修繕・改築に活用するマネジメントサイクルの標準化・水平展開を行うこととされた。これを受け、平成30年度のB-DASHプロジェクトでは「ICTを活用した効率的管路マネジメント技術」をテーマとして、膨大な管路の劣化情報を解析した劣化予測システムやICTを活用したデータ入力・蓄積ツールによる効率的な維持管理情報の蓄積等について実証がなされたところである。

3. おわりに

国総研では、マネジメントサイクル確立のため、上記B-DASHにおいて実証された技術のガイドライン化に取り組むとともに、最近の技術開発動向も踏まえ、点検・調査及び修繕・改築技術を現場で効率的・効果的に活用するための研究を実施している。具体的には、管種や施設の重要度に応じた最適な点検・調査頻度の設定方法や、点検・調査技術の選定に際しての考え方について検討している。特に上述のスクリーニング技術の活用による点検・調査の効率化については、モデル都市におけるケーススタディも実施しながら考え方を整理する予定である。

これら研究を通じ、全国の地方公共団体において効率的な維持管理が円滑に実現できるよう、国総研として今後も技術面から貢献していきたいと考えている。

TVカメラを使った下水道管路の調査技術

スクリーニング専用機『KPRO』

はじめに

全国に埋設される48万kmにのぼる膨大な管路ストックの老朽化が進行している。一方、下水道を管理する地方公共団体は、厳しい予算、組織の制約を抱えており、年間の管内調査延長は4,000km程度に過ぎない。

このような状況を背景に、平成26年度には、下水道維持管理指針の改訂及びB-DASHプロジェクトによる「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）」の発刊、平成27年度には下水道法改正による管路施設の点検義務化及び「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-」発刊など、管路維持管理へのストックマネジメントの導入の動きが加速している。

管清工業のストマネに関する取り組み

管清工業は、地方公共団体のストックマネジメント導入に寄与するため、平成25年度にB-DASHプロジェクトに参画し、膨大な管路の中から、詳細調査を必要とする管路を絞り込ために実施する簡易な点検調査（以下、スクリーニング）に関する実証研究を行った。スクリーニングは、致命的な異常を迅速かつ安価に見つけることを目的としており、当社が提案した管口カメラを主体としたスクリーニング技術は、点検日進量の大幅な向上と維持管理コストの低減を実現した。

また、管口カメラは点検のスピードアップとコスト縮減に軸足を置いた技術であり、ロングスパンの場合、管中央部の見えない部分への一抹の不安があるなど、自走タイプの点検調査技術と比較して点検精度の面で一部劣るケースがある。このため、管口カメラによるスクリーニング技術と自走タイプの調査技術の良い部分を併せ持つ、新たなスクリーニング専用機「KPRO（ケープロ）」を開発し、平成25年

管清工業株式会社 技術部部長
深谷 渉

度から実現場に投入している。KPROは、平成30年度にストックマネジメント促進に対する貢献度が評価され、国土交通省「循環のみち下水道賞」（アセットマネジメント部門）を受賞し、令和2年10月末には累計調査延長約1600kmを突破するなど、活躍の場を全国に広げている。

スクリーニング専用機『KPRO』とは

管路スクリーニング専用機として開発されたKPROは、等速前進するバッテリー搭載自走車に小型高画素カメラを搭載した自走式TVカメラであり、スピード、コスト削減、機動性を確保するため、スクリーニングに必要な機能に特化した機体である（表1）。

適用管径はφ150～φ700mmであり、住宅地等の狭小な生活道路の現場（写真1）でも高い機動性で作業を行うことができるなどの特徴を有している。主な特徴は次の通りである。

●日進量は、従来の自走式テレビカメラの倍以上

従来のTVカメラ調査は、管の継ぎ目や異常を発見する度に停止し壁面を撮影（以下、側視）・計測、

表1 KPROの概要

外 観	
適用管径	φ150～700
管形状	円形・矩形
カメラ画質	1,680万画素
カメラ画角	170°
電 源	自走式：バッテリー搭載



写真1 調査の様子



写真2 KPROの鮮明な撮影映像

判定等を実施していたため現場での作業時間が長かった。KPROは側視はせずに直視映像のみを撮影し、これを録画することで、現場作業を極力減らす方式を採用している。この結果、日進量は標準800m/日、現地の状況次第では、1500～1800m/日（実績値）も可能である。

●高画質カメラによる鮮明な画像

スクリーニングは、管路内の事前洗浄を省略することから、管壁の汚れによって不具合の見分けが付きにくい場合があるが、KPROは高画質画像が得られる小型高画素カメラを搭載しているため、従来機種に比べ異常の判別がし易い（写真2）。

●高い機動性を確保

KPROは駆動に必要なバッテリーを本体に搭載し、撮影画像は事務所に持ち帰って、判定作業等を行うため、電源供給及びオペレータのための車両（ワンボックス車）を必要とせず、機材を台車に乗せて徒歩で移動しながら調査を行うことができる。

表2 KPRO-Ftype（浮動式）

外 観	
適 用 管 径	φ800～2,000
走 行 速 度	下水の流速による
外 寸 法	幅600mm×長さ900mm×高さ300mm
重 量	約10kg
備 考	照明増設によりφ4,000まで対応可能

品質向上への取組み(今後の展開、提案等)

昨今、維持管理の効率化を図る取り組みとして、PPP/PFI、包括的民間委託、管理の共同化・広域化等の検討が広がりつつある。当社でも7つの地方公共団体での包括民間委託を受注し、広域的な管路管理を実施しているが、KPROによる網羅的な健全度評価が管理の効率化に大きく貢献している。

一方で、現場での点検調査が超高速で進むことから、事務所で行う判定及び報告書作成作業が追いつかないといった状況に見舞われるようになり、事務所内作業の効率化が新たな課題となっている。このため現在、AIによる画像認識技術に着目し、異常の自動判定機能を有した報告書作成システムの開発を進めているところである。

また、φ800mm以上の流量の多い中大口径の管路でもスクリーニングの要望が多くなっていることから、2000mm以上にも適応可能な浮流（船）式もラインナップに加えるなど、地方公共団体の抱える課題や様々な要請に応えられるよう日々開発を進めていく（表2）。

お問い合わせ先：管清工業 技術部

住所

〒241-0803 神奈川県横浜市旭区川井本町66

TEL 045-955-1445 FAX 045-953-2900

TVカメラを使った下水道管路の調査技術

広角カメラ調査と衝撃弾性波検査法による効率的な管きょマネジメントシステム

はじめに

下水道管路の老朽化が叫ばれて久しく、各自治体で点検、調査、補修、改築が進められている。しかし各自治体が膨大な下水道施設、とりわけ地中に埋設されている40数万kmにも及ぶ管路全てを点検、調査し、補修・改築業務を進めていくには非常に時間と費用を要し、自治体によっては計画的に進めることが困難な場合もある。そこで、本協会では広角カメラによるスクリーニング調査と衝撃弾性波検査法による詳細調査を組み合わせることで、効率的な管きょマネジメントシステムを提案してきた。

技術の概要

管路において無停止走行で管内画像の取得が可能な展開広角カメラによるスクリーニング調査技術を用いる事により、短期間で広範囲の調査を可能とする。また、非破壊かつ非開削で管体の耐荷力を定量的に計測可能な衝撃弾性波検査法による追加調査を実施することで、効率的な長寿命化計画（改築計画）の策定も可能になる。本技術を用いる事で、管路調査の日進量の向上及び調査コスト削減が期待できる。

本技術は平成25年度下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）に採用され、河内長野市、大阪狭山市を実証フィールドに一般財団法人都市技術センター・積水化学工業株式会社及び両市の共同研究体が主体となって実証事業を実施した技術である。



展開広角カメラ

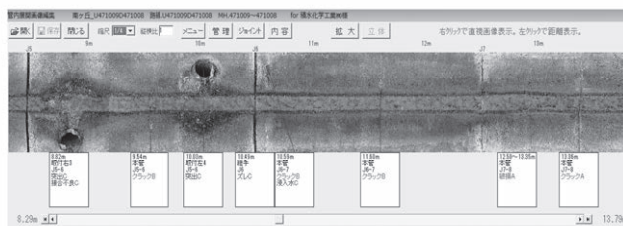
技術の特長

本技術のスクリーニング調査に用いる展開広角カメラは、側視を行うことなく管路内周面全面を詳細に記録することが可能なため、500m／日以上調査日進量を稼ぐことができる。また管内の走破性が比較的高いため、条件によっては洗浄工を省略することができる。図－1に展開広角カメラの装置と展開写真の例を示す。

詳細調査に用いる衝撃弾性波検査法では、管体を内側から軽く叩く事により発生する弾性波の周波数から管の耐荷力を推定することができるため、管きょの劣化度の定量的な調査が可能であり、劣化度判定やそれに続く改築業務へのデータ活用が容易となる。図－2に衝撃弾性波検査のロボットおよび周波数分布の例を示す。

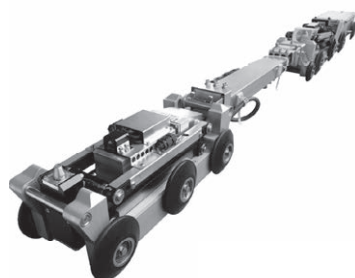
効果

B-DASHプロジェクトにて両市の47kmの下水道管路に本技術による調査を実施し、技術の適用条件や日進量などの評価を実施した。その結果や導入の方法については、国土交通省国土技術政策総合研究所が「スクリーニング調査技術を用いた管きょマネジメントシステム技術導入ガイドライン（案）」とし

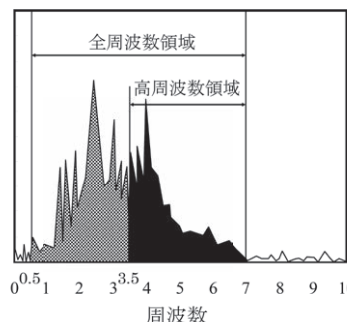


展開広角カメラ画像の例

図－1 展開広角カメラ（スクリーニング調査）



衝撃弾性波検査ロボット

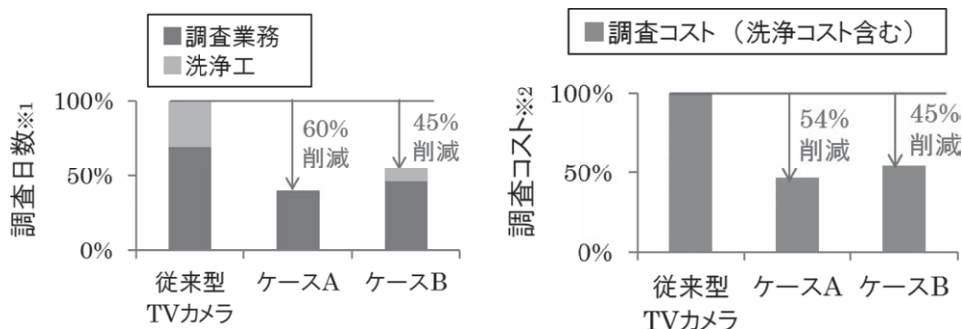


衝撃弾性波検査で得られる周波数分布の例

図－２ 衝撃弾性波検査装置（詳細調査）

表－１ 本技術の適用条件

調査機器	適用範囲（管きょ属性）	適用条件（現場環境）
展開広角カメラ （スクリーニング調査）	管種：コンクリート管、塩ビ管、陶管 管径：200～700mm 土被り：問わない マンホールサイズ：内径900mm以上 スパン長：200m以下	水深：管径の半分まで 流速：1.0m/s以下 交通量：問わない 道路幅員：作業帯範囲を確保できる幅員
衝撃弾性波検査法 （詳細調査（追加調査））	管種：鉄筋コンクリート管（外圧管） 1種 管径：200～700mm 土被り：問わない マンホールサイズ：内径900mm以上 スパン長：160m以下	水深：管径の40%以下 流速：1.0m/s以下 交通量：問わない 道路幅員：作業帯範囲を確保できる幅員



図－３ 本技術の導入効果例（調査日数とコストの試算）

て他技術も含めてまとめられているので、参照されたい。表－１に本技術の適用条件を示す。

また、ガイドライン（案）の中でも触れているが、一般的な条件で試算を行うと、従来の調査方法に比べ、調査日数や調査コストを大きく削減できる場合がある。図－３に同ガイドラインで掲載されている導入効果の試算例を示す。

さいごに

当協会では新しい技術を核に、さまざまな調査診

断技術を提案し、下水道をはじめとする管路の維持管理に貢献していく所存である。

お問い合わせ先：管路品質評価システム協会（事務局）

住所 東京都港区虎ノ門2-10-4
オークラプレステージタワー22階
積水化学工業(株)内
TEL 03-6748-6495 FAX 03-6748-6565

TVカメラを使った下水道管路の調査技術

ミラー方式テレビカメラと展開図化システム、診断支援システム

製品・技術の開発背景や経緯

東京都が下水道管路内調査にテレビカメラを採用したのは昭和57年。当時は、撮影した画像をアナログ画像としてビデオテープに保存し、技術者による報告書とともに納品されていた。しかし維持管理等の際には、ビデオテープと報告書との照合に多大な時間を要す上、報告書に技術者間の個人差があり、現場では苦慮していた。また、膨大な量のビデオテープの保管や管理にも課題を抱えていた。

この課題を解決するために、ビデオテープのアナログ画像から管きょ内面の展開図を作成する「管渠内面展開図化システム（以下、「展開図化システム」）」を開発したのである。また技術者間の個人差を減らすために、展開図から管きょの損傷箇所を着色表示する「管渠検査診断支援システム（以下、「診断支援システム」）」を開発した。

一方、アナログ画像ではひび割れなど微細な変状を精度良く捉えることができないといった課題が出てきた。また、従来のテレビカメラで管きょ壁面の側視を調査する際はカメラヘッドを回転させる必要があった。

このため平成9年頃より、撮影した画像を画質の高いデジタル画像として保存し、管路内を直進するだけで直視と側視を撮影できる「ミラー方式テレビカメラ」に辿り着いたものである。（図1）

製品・技術の特徴

管路内調査の際は、「ミラー方式テレビカメラ」、「展開図化システム」、「診断支援システム」の3技術



図1 ミラー方式テレビカメラ

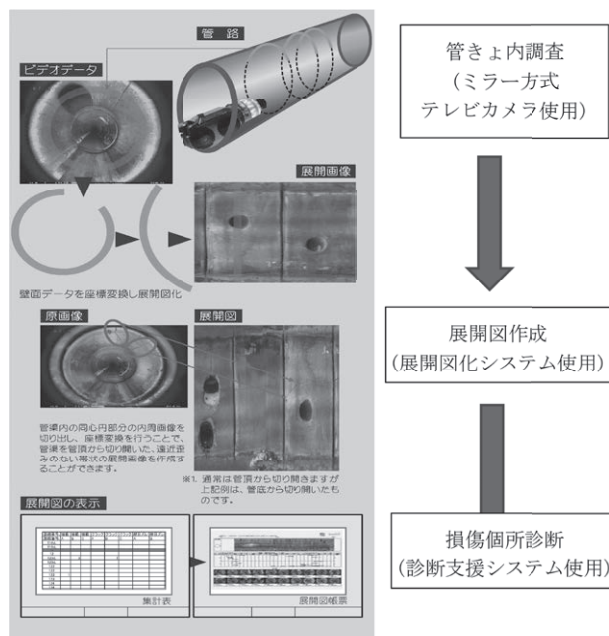


図2 3つの技術を使った作業フロー

を使用する。（図2）

以下に3技術の特徴を示す。

①ミラー方式テレビカメラ

管きょ内面を撮影するミラー方式テレビカメラは、対向配置された主鏡と副鏡の2枚の特殊な曲面ミラーと主鏡の背後に設置された高画質のカメラによって構成されている。壁面からの入射光は、主鏡、副鏡の順に反射し、主鏡の開口部を通過してカメラのレンズに入射する。前方からの入射光は凹レンズを通過し、主鏡の開口部を通過してカメラのレンズに入光する。このように主鏡と副鏡の2つのミラーを使い、繊細かつひずみが小さい画像を得ることができる。（図3）

②展開図化システム

撮影した画像を展開図化する展開図化システムは、撮影した管きょ内周画像を1mm間隔で切り出して座標変換を行い、遠近に応じた補正を行うことにより、管頂（任意の位置）から切り開いた遠近歪みのない帯状の展開図の画像データを作成する。（図4）

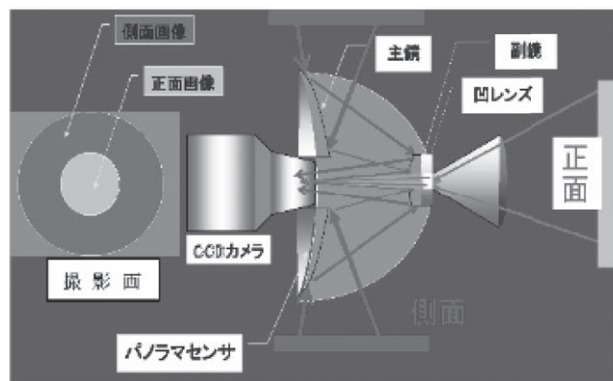


図3 ミラー方式テレビカメラの撮影原理

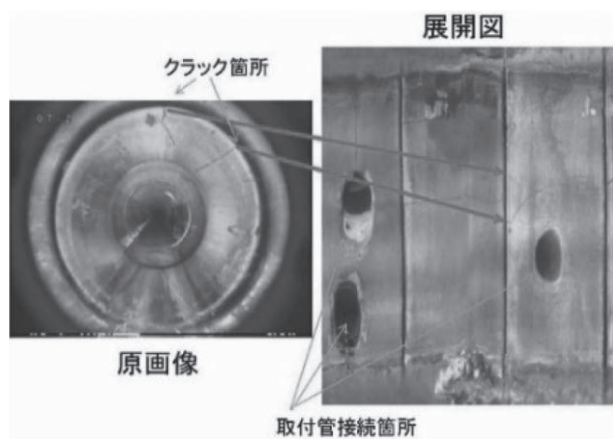


図4 展開画像データ作成イメージ

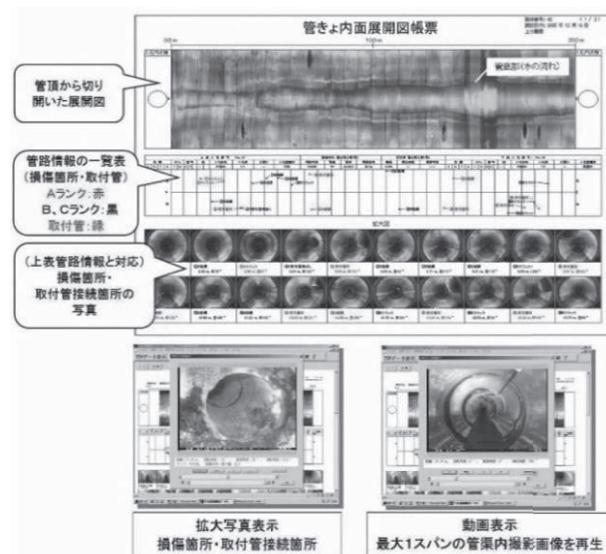


図5 管きょ内面展開図帳票

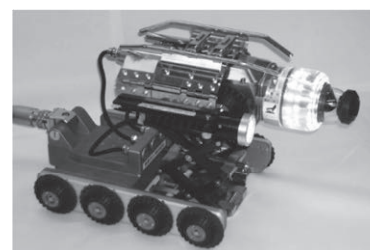


図6 変換ユニット（台座）

③診断支援システム

展開処理を行った画像から、さまざまなアルゴリズムを用いて、取付管位置や損傷箇所を着色して表示することができる。最終的には技術者がその表示を見て、損傷ランクの判定などを行っている。

さらに、損傷状況を含めた管路情報の一覧表と、一覧表に対応した写真とを併せて、20m毎にA3用紙1枚の管きょ内面展開図帳票として出力できる。作成した帳票は台帳システムに取り込むことで、台帳画面上で容易に検索、出力が可能である。また、帳票を画面上でクリックすることにより、拡大写真の表示や最大1スパンの動画表示に移行できる。（図5）

品質向上への取組み(今後の展開、提案等)

現在使用している診断支援システムは、細かな損傷箇所の表示を自動で行うが、損傷ランクの判定などは技術者の作業とならざるを得ない。そこで今年度のB—DASHプロジェクトでは、技術者が行って

いる作業を、AIを用いて判定ができるよう検証している。

また現在の管路内調査は、内径800mm未満の管路はテレビカメラによる調査、800mm以上の管路は目視調査にて行う。しかしながら、水位、流速、有毒ガスの発生などにより、安全性が確保できない状況や、目視調査を行う技術者の減少、高齢化に伴う後継者不足など、800mm以上の管路についてもテレビカメラによる調査が求められている。そのため、ミラー方式テレビカメラの適用管径の拡大に向け、引き続き中口径管きょに適用する変換ユニット（台座）の改良・改善などを進めていく。（図6）

お問い合わせ先：東京都下水道サービス株式会社
技術部技術開発課

住所：〒100-0004 東京都千代田区大手町二丁目1番1号
TEL 03-3241-0960 FAX 03-3241-0906
共同開発者：日本工営(株)、東芝テリー(株)

TVカメラを使った下水道管路の調査技術

浮流式テレビカメラシステム ストリームカメラ

はじめに

近年、下水道において、調査対象となる管路の延長が膨大となっており、スクリーニング調査の考え方が必要となっている。浮流式テレビカメラシステムは、下水道管路内の前方と上部方向の映像を取得するカメラを取付けた船体により下水道の流下を利用して、管路内調査を行うものである。

重大な損傷の発見に視点を置き調査延長を増大させるシステムであり、平成22年より実用化され、450km以上の管路内調査を行っている（写真1）。

特徴

- ①録画機能を有し、リアルタイム映像は省く
- ②距離は、事務所で概算距離を管本数や録画時間から算出
- ③管内洗浄は行わず、水面より上の調査
- ④長距離調査が可能
- ⑤大口径用カメラでも600mmの蓋から挿入可能
- ⑥バッテリー駆動でケーブルを必要としない
- ⑦重大な損傷の発見を重視するが軽度の損傷も視野に入れる
- ⑧作業は、人孔内での作業で留め危険性を軽減
- ⑨特殊な管きょにも対応する
- ⑩占有帯を小さくでき、また、開放人孔の選択ができる
- ⑪カメラは、ハイビジョンカメラを使用

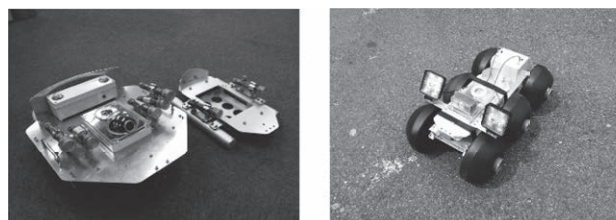


写真1 使用するテレビカメラ

適用範囲



下水道の流下を推進力とするため、ある程度の水深および流速が必要となる。水深は、管径で異なるが大口径では20cm程度、小口径では管径の1/3程度である。流速は2 m/秒以下が望ましい。

実績では、管径φ300mm～φ4000mm。最大延長の実績は、3000mである。調査延長は、録画時間と流速に左右され、カメラのバッテリーが約1時間程度であるためその範囲内の延長となる。

調査方法

対象幹線の人孔調査を行い、挿入・回収人孔を決定し調査計画を立てる。減速ロープを接続した、船体を流しロープで速度コントロールする。流速や水深により危険な管路は、流下にまかせ流す。回収人孔で、回収して画像確認を行う（写真2）。占有帯は小さくできる。

ボックスカルバートなど視野が広く必要になる管路は、カメラの台数を3～4台に増やし調査を行うことで、調査もれを軽減する。



写真2 調査の様子

支援ソフト

損傷等の確認は、事務所作業になる。前方・上部の動画を同時に閲覧しながら損傷確認・損傷位置算出や報告書作成の支援ソフト（写真3）を用意してあり事務所作業の軽減ができる。



写真3 支援ソフトのイメージ

損傷映像サンプル

損傷箇所写真は、動画より取得する。詳細調査と同様に直視・側視の考え方である（写真4, 5）。

特殊な実績事例

下水道の水路がカメラ車両の近くにないなど、従来調査では困難であった管きょにおいても、船体を運べる範囲であれば調査可能である。

さらに螺旋状水路など、下水道管きょにはさまざまな管路があるが、船体が行ける管路であれば調査が可能である。

船体の回転ブレについて

船体は、自然流下状態で流れるため回転が起きてしまう。この防止策として現場では先端ロープと後方制御ロープでコントロールするが、ロープがつけられない場合は、船体が45度以上回転しないように、船体の長さを水面幅以上にして、直視画像が確実に取得できるようにする。（オタマジャクシタイプ）

調査を行う場合の問題

一度も調査を行ったことがない管きょを調査する場合、管路内の状況が不明である。しかし管路内の損傷などで船体を詰まらせてしまう問題は、避けなければならない。上流側へ引き戻せる場合はよいが、流速が速い場合は困難である。そのような場合、下流に船体の流れつくための確認が必要となる。これには調査開始前に船体模擬機を流し確認する方法がある。しかし、今までの調査において流れ着かないことはほぼないに等しい。

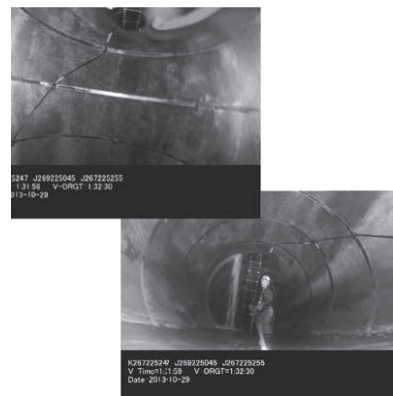


写真4 φ3000mmの管きょ（直視・側視）

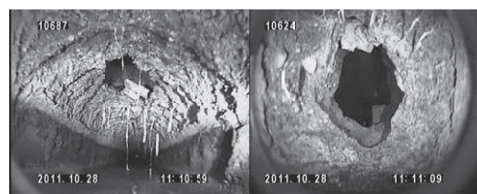


写真5 φ400mmの管きょ（直視・側視）

調査実績

総調査延長：450km以上

調査口径：φ200mm～φ4,000mm

調査最大スパン延長：3,000m

今後について

人孔内に人が入ることが困難な管きょも多く存在が確認されている。今後は、半球カメラ（写真6）や全球カメラを使用して流すだけのシステムを検討中である。

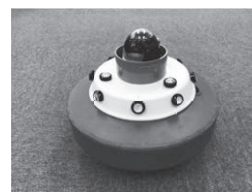


写真6 半球カメラ

お問い合わせ先：

調 査 大幸道路管理株式会社

〒651-2232 兵庫県神戸市西区櫛谷町友清98-6
TEL 078-990-0705 FAX 078-990-0706

開発元 エスジーシー下水道センター株式会社

〒160-0008 東京都新宿区四谷三栄町12-2 2F
TEL 03-3355-3951 FAX 03-3355-379

TVカメラを使った下水道管路の調査技術

下水道圧送管路における効率的な調査技術

1. はじめに

下水道圧送管路にはダクトイル鋳鉄管が広く採用されており、現在は耐食性に優れた管内面防食方法の内面エポキシ樹脂粉体塗装管が一般的に使用されています。しかし、過去に埋設された内面セメントモルタルライニングの管（以下、モルタルライニング管）が使用されている管路において、硫化水素に起因する硫酸腐食による漏水・道路陥没等の事故が多数報告されています。

自然流下管きよの場合、マンホールから自走式カメラを挿入し診断する技術が実用化されています。一方圧送管路では、事故発生時に下水の流出等多大なりリスクがあるにもかかわらず、有効な調査技術がなく、下水道管理者は維持管理に苦慮されていました。そこで、効率的に圧送管路の硫酸腐食状況を調査診断できる技術（以下、本技術）を開発し、2016年度の国土交通省国土技術政策総合研究所（以下、国総研）のB-DASH プロジェクト予備調査において、本技術の有効性を実証しました。本技術は、2018年2月に国総研から「下水道圧送管路における硫酸腐食箇所の効率的な調査技術導入ガイドライン（案）」として公表されております。

2. 技術の概要

本技術は、①机上スクリーニングで圧送管路の硫酸腐食の危険箇所を効率的に抽出する手法②抽出された箇所を対象に硫酸腐食の有無を管内カメラのCSカメラスネークくん（以下スネークくん）を用いて調査し、劣化度を診断・評価する技術の2つから構成されています。本技術の調査フローは図1のようになります。

(1)机上スクリーニング

机上スクリーニングは、硫酸腐食のメカニズムを踏まえ、圧送区間において腐食の発生が危惧される箇所を抽出するために行います。圧送管路で硫

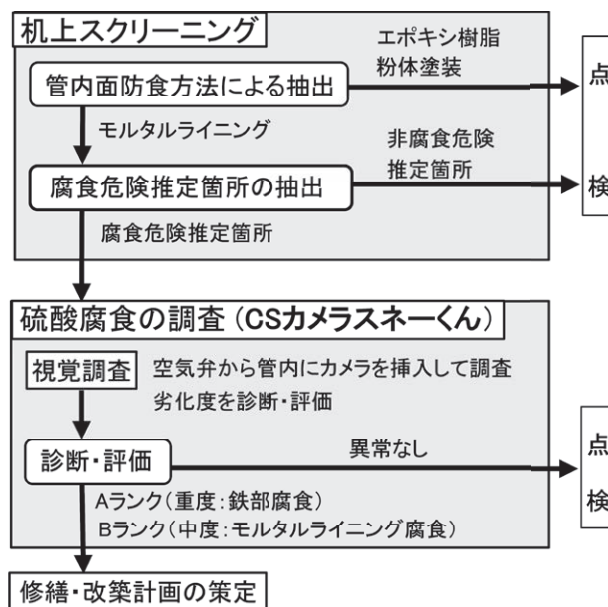


図1 本技術の調査フロー

酸腐食が発生するのは、以下の3つの条件が重なった場合となります。

- ①管路内に気相部が存在
- ②新鮮な空気の入出りがあること
- ③耐食性の乏しい内面防食方法の管材を使用

机上スクリーニングでは、モルタルライニング管が使用されている区間内で、気相部が存在するかどうかの検討を行い、気相部が存在していると推定される範囲を腐食危険推定箇所と見なします。（図2）気相部があるかどうかは、管路の位置（高さ）が動水勾配より高いか低いかで評価し、動水勾配より高い位置の管路は、ポンプ稼働時にも気相部と判断します。また、吐出し先がマンホールの場合、その接続部も気相部となるため腐食危険推定箇所と判断します。

(2)硫酸腐食の調査（スネークくんを用いた調査）

机上スクリーニングにより腐食危険推定箇所と判断された箇所を対象に、専用の調査機器（スネークくん、図3及び写真1）を用いて管内の視覚調査を行います。空気弁設置箇所の開口部（管径75mm）から

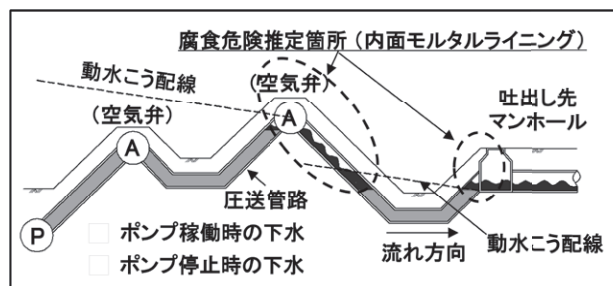


図2 机上スクリーニング

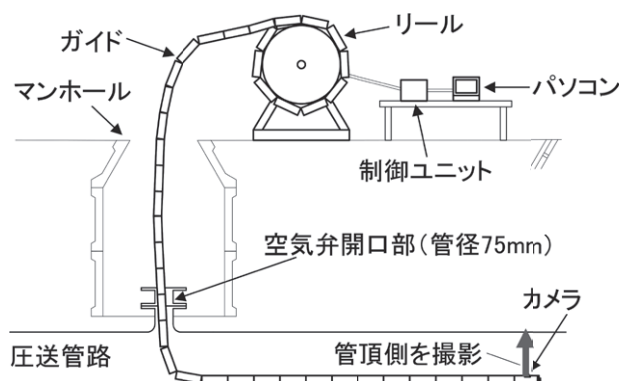


図3 CSカメラスネークン

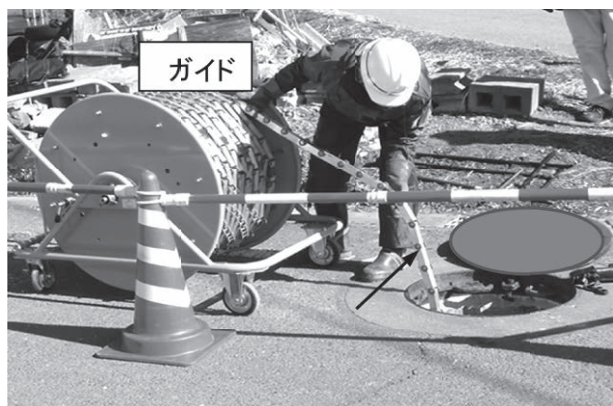


写真1 調査実施状況

スネークンを挿入して管内を撮影し、腐食状況を直接確認して劣化度を診断・評価します。

調査の適用条件を以下に示します。

- ①管種：ダクタイル鋳鉄管
- ②管径：200～1000mm
- ③ポンプ運転：調査中にポンプ停止（1.5時間程度）可能
- ④視覚調査範囲：空気弁から最大30mの範囲

表1 圧送管路の劣化度のランク分け

劣化度	Aランク(重度)	Bランク(中度)	異常なし
管内面状況	鉄部腐食あり	モルタルライニング表面が部分的に変色、腐食発生	モルタルライニング表面が全面均一
(例)			
対応例	速やかに修繕・改築計画を策定し、早急に修繕または改築を実施	速やかに修繕・改築計画を策定し、5年以内に修繕または改築を実施	5年に1回以上の適切な頻度で点検を実施

備考) 写真は管頂側約180°を撮影したもの

3. 圧送管路劣化度の診断・評価

スネークンを用いた調査により圧送管路劣化度を表1のように3段階にランク分けできます。本技術は今までに30件以上の圧送管路で採用され、圧送管路の劣化度を適切に診断・評価でき多くの管路で実際に腐食が確認されています（2020年10月現在）。

4. 今後の展開

限られた経営資源で効率的に施設管理を実施し下水道事業を持続させる一手法として、ストックマネジメントの導入が極めて重要となります。

本技術の導入により、これまで困難であった圧送管路の調査が可能となり、維持管理を予防保全で対応できるようになりました。

今後は本技術を広く普及していくことで、ストックマネジメントを踏まえた圧送管路の適切な維持管理実現に貢献していきたいと考えています。また、「より正確に劣化度を判断したい」というお客様の声にお応えするため、今後はカメラの画像拡大や画質向上等の技術開発に取り組んで行く所存です。

お問い合わせ先：

株式会社クボタ

パイプシステム営業推進部 技術企画G

住所

〒104-8307 東京都中央区京橋二丁目1番3号

TEL 03-3245-3107 FAX 03-3245-3498

TVカメラを使った下水道管路の調査技術

下水道管路施設等の閉鎖性空間点検用 ドローン「AirSlider®」

1. はじめに

わが国の下水道は、1970 年以降に全国的に整備が行われ、2018 年時点で下水道普及人口は、79.3%（集落排水を含む）に達している。下水道の普及に伴い、下水道施設のストック量も着実に増大し、このうち下水道管渠の規模は総延長で約 48万kmになっている。下水道施設の半数以上が、管路施設であり、そのほとんどが地中構造物である。劣化が進行すると道路陥没などの事故を誘発し、社会経済活動に影響を及ぼすだけでなく、人身事故につながる可能性があり、老朽化対策が急務となっている。2017年には、老朽管の破損等による道路陥没事故が約3,300 件も発生し、深刻な社会問題となっている。老朽化対策の第一歩として、管きよの劣化状況を把握することが必要であり、(株)NJSは測量や高所点検で広く活用され、その有効性が実証されている無人航空機（以下、ドローン）に着目し、閉鎖性空間でも飛行可能な機体の開発と点検手法の確立を行ってきた。



写真1 AirSlider® AS400 外観



写真2 AS400で撮影した管路内映像

2. 製品の概要

2.1 AirSlider® AS400

開発したドローンの仕様を表1に示す。適合口径は、400mm～1,500mmと、小口径から中・大口径まで

表1 AS400仕様

サイズ	280mm×570mm×190mm
重量	2.0 kg(バッテリー含む)
飛行時間	3～5分
適用範囲	Φ400～1,350mm
搭載カメラ能力	2K (1,920×1,080) カメラスタビライザー
照明	白色LEDラインタイプ 3W4灯

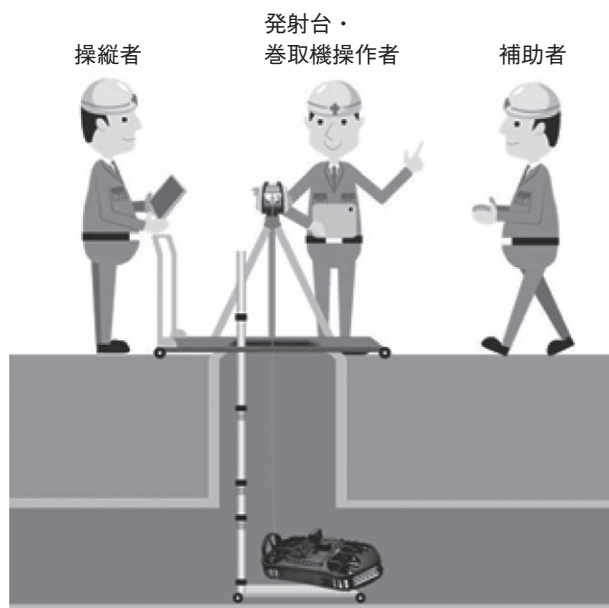


図1 ドローン管路点検キットと利用方法



図2 クラウド維持管理システム・画像解析システムとの連携

多様な管に対応している。本機はプロペラを機体内に納め、壁面などに衝突した際に破損しない構造となっている（写真1）。

機体は、浮上用の4つのプロペラと、後部に設置している推進用のプロペラにより管きょ内を飛行する。また飛行環境は高湿、汚水飛散などとなるため、防水性を有し、かつメンテナンスが容易な構造としている。

2.2 管路内での飛行

当初は、ホビー用のドローンを使用して実験を行ったが、閉鎖性空間では、ダウンウォッシュにより空気がかき乱され、乱流状態となり機体は安定を失い、最終的には壁面などに張り付き、飛行が困難となった。

そこで、国内の産業用ドローン開発における先駆的な企業である自律制御システム研究所（ACSL）に共同開発を依頼し、現在の機体が誕生した。研究により、ダウンウォッシュが機体外部に逃げにくい筐体構造を採用した。この構造により、底部の空気が高圧となり、揚力が増加する地面効果を最大限利用でき、エネルギー効率も向上した。

2.3 ドローンを利用した管路点検手法の確立

当社は、AirSlider®を利用してより効率的に管路内画像の撮影ができるよう、機体のほかにも点検キットの提供や、管内画像の解析ツールの開発等を行っている。

点検キットは、通信制御用PC、地上からAirSlider®を操作できる発射台、コントローラー、安全対策用リール等をセットにし、簡単な操作でドローンによる点検が可能となっている（図1）。

またAirSlider®で撮影した管内画像は、当社が開発・運営するクラウド型管理システムSkyScraper®で管路台帳への登録ができる。SkyScraper®上でAI画像処理を活用してクラック等の破損箇所を自動で検知する技術の開発も行っている（図2）。

3. 今後の課題と展望

当社もより利便性が高く安全かつスピーディな施設点検が可能となるよう技術開発を推進している。特にAS400以外の点検機材の開発により対象施設の幅を拡大することと、劣化状況の把握を自動化する画像処理技術の開発に力を入れている。

また、新型コロナウイルス感染症の流行拡大により、維持管理の現場における感染リスクが高まっていることから、ドローン等の非接触型点検技術の導入が感染症予防にも貢献できると考えている。

お問い合わせ先：株式会社NJS

住所

〒105-0023 東京都港区芝浦1-1-1

TEL 03-6324-4355 FAX 03-6324-4356

TVカメラを使った下水道管路の調査技術

ドローンとAIを活用した管路点検調査技術

1. はじめに

本技術の研究開発フィールドである横浜市においては、Φ800mm以上の中大口径管きょを対象として、2018年度から作業員による潜行目視調査や中大口径管きょ用のTVカメラ車等による詳細調査を行っているものの、ゲリラ豪雨による急激な増水や硫化水素の発生等の危険性があり、作業員の安全確保や調査コストの低減化等が課題となっている。さらに、泥の堆積や水深が深く、従来技術では調査困難な路線も全路線の1割程度存在している状況にある。

このような背景を踏まえ、当共同研究体では中大口径管きょのスクリーニング調査ツールとして無人小型飛行体（以下、ドローン）に着目し、2016年度から導入検討やAIを活用した異常判定支援ツールの開発も進めており、その取組みについて以下に報告する。

2. ドローンを活用した取組み

本取組みにおいて想定するドローン適用のイメージを図1に示す。本技術は潜行目視調査における作業員やTVカメラ車の代わりにドローンが下水道管きょ内を飛行し、異常の有無を連続撮影するものである。ドローンの飛行パターンとしては、下水道管きょの内部状況に応じて空中飛行と天井走行の2パターンを考慮しており、パターン②（天井走行）については、調査困難路線（写真1）における調査への

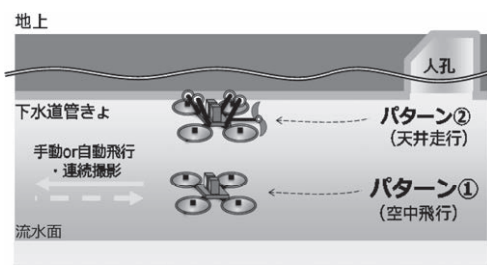


図1 ドローン適用のイメージ

株式会社日水コン 下水道事業部東部計画管路部
浦部 幹夫

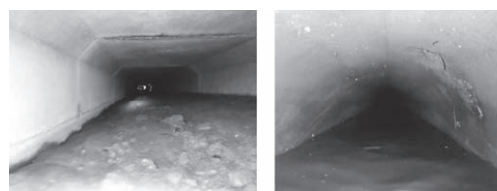


写真1 調査困難路線の例
(左：汚泥堆積路線、右：水深が深い路線)

対応も想定し、天井走行用の車輪に加え、一時的な着水を想定したフロートを搭載した機体についても現地実験を進めてる。

本報告においてはパターン①を中心に概説を行う。

パターン①（空中飛行）に関しては、これまで横浜市、日水コン(株)、(株)ブルーイノベーション(2016～2017年度)、(株)雲田商会(2018年度～)、横浜国立大学の5者で構成される共同研究体において、比較的安価に市販されているドローンをカスタマイズした機体で現地実験を重ねてきた。

これまでに得られた主な知見を表1に示す。この結果、条件によっては安全かつ低コストでの調査が可能であるとの知見が得られており、特にMavic2 Zoomについては、衝突防止センサーが搭載されてい

表1 各実験機体の主な飛行試験結果

名称	Phantom 4 Pro	Splash Drone 3	Elios	Mavic2 Zoom
外観				
機体(本体)の防水性	なし	あり	なし	なし
現状の適用範囲 Φ2000～3000 (実験結果)	流水あり 最大45m (往復)	同左	— (未実験)	今年度実験予定
	流水なし 片道500m	片道30m (往復)	片道175m	片道400m (往復)
管きょ内異常判定精度	ドローンに搭載したカメラによる直視画像にて管きょ内の異常(ランクA、B程度)は概ね判定が可能			同左 ※側視も可
課題	▲操縦に熟練技術を要する			▲同左※2019年発表のElios2では改良された(未実験) ▲本体価格が比較的高価 (衝突防止センサー搭載のため、操作は比較的容易)

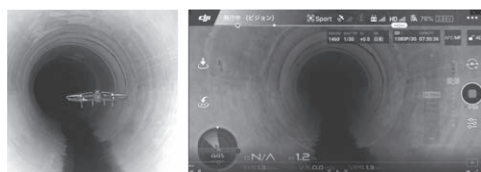


写真2 飛行試験状況 (Φ3000mm雨水管)
(左：飛行状況、右：撮影画像)

るため比較的操作が容易で、飛行も安定し、飛行速度1～2m/sにて鮮明な画像が得られ、スクリーニング調査として十分な機能を有していた。さらに、空中において静止した状態での側視、及びズーム撮影も可能であり、詳細調査に活用できる可能性を有している。

なお、パターン②（天井走行）については(株)雲田商会が独自に開発を進めているドローンを用い、現地実験等を通じて改良を行っているところである。

3. 劣化診断にAIを活用する取組み

スクリーニング調査の場合、現地での撮影は比較的短時間であるものの、撮影した画像を確認し、異常判定を行う作業のウェイトが高く、異常判定の精度についても技師の力量により差が生じている。このため、作業の効率化及び異常判定精度の統一化を目的に、画像を数値配列化して特徴検出を行う「異常判定支援ツール」を作成し、適用について検討を行っている。

異常判定支援ツールは、ネットワークモデル作成～異常判定～判定結果の確認までを一連の画面で行える汎用的なツールである。一般にAIの思考プロセスはブラックボックスであるため、このツールでは当該画像の中で特徴的であり異常判定に大きく寄与した部位を濃淡表示したヒートマップを出力している。これにより、AIによる異常判定の視点を認識することができる（図2）。

なお、現時点ではドローンの飛行実験で得られた撮影画像が少ないため、このツールを用いて、ノズルカメラにより得られた小口径管きよの画像を教師データとして検証を行っている。異常箇所の検出率の検証を行った結果を表-2に示す。検出率は全体的に高い傾向ではあるが、異常箇所とヒートマップの傾向が一致しないケースや見落とししやすい異常項

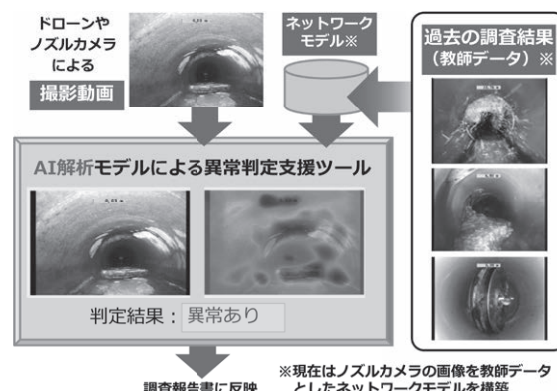


図2 異常判定支援ツールの考え方

表2 異常判定支援ツールによる判定結果の例

	路線①	路線②	路線③	路線④	動画⑤	動画⑥
管種	ヒューム管	陶管	塩ビ管	ヒューム管	陶管	陶管
管径 (mm)	300	250	350	200	250	250
種別	雨水	合流	合流	汚水	合流	合流
延長 (m)	31.8	21.1	30.3	14.5	14.4	27.2
主な異常内容	破損A 外れ付着B	木の根A 外れ付着B	変形A、 管蛇行/蛇屈C	侵入物有りA 破損B 外れ付着C	漏水 /浸入水A	外れ付着A 破損A
判定画像枚数 (枚)	95	126	69	41	31	117
検出数	27	124	7	36	8	65
判定結果						
異常箇所数	61	124	9	36	8	72
検出率 (%)	44	100	78	100	100	90

$$\text{検出率 (\%)} = \frac{\text{ツールによる異常検出数 (誤検出を除く)}}{\text{従来技術による異常箇所検出数}}$$

目も散見されたため、教師データの蓄積や精査等により、判定精度の向上に向けた検討を行っている。また、管種や異常項目等が判定できるようなモデルの構築についても現在検討中である。今後、ドローンによる撮影画像の異常判定に向け、中大口径管きよの画像を蓄積し、同ツールの適用を検討する予定である。

4. 今後の方向性

横浜市の下水道管きよを実験フィールドとして、ドローンとAIを活用した管路内点検調査技術の早期確立を目指し、下水道管きよの維持管理における生産性の向上を引き続き目指して行く考えである。

お問い合わせ先：株式会社日水コン
下水道事業部東部計画管路部
住所 東京都新宿区西新宿 6 丁目22番 1 号
(新宿スクエアタワー)
TEL 03-5323-6323 FAX 03-5323-6485

修繕・改築工法の概要説明

(公社)日本下水道管路管理業協会技術顧問
片 桐 晃



計画的維持管理の重要性

まず維持管理に係る財政収支見通しの検討方法についてお話いたします。維持管理費・改築費用と資金調達の関係です。

皆さま下水道事業でございますので、公営企業会計に移行されているのではないかと思います。公営企業会計ですと、自治体の皆様は施設の運転・管理等事業を運営するための経費とその財源である「収益的収支」(3条)の損益計算書(P/L (Profit and Loss Statement))が重要になります。

支出においては、維持管理費と資本費と言われる支払い利息と減価償却費等も含まれます。一方収入としましては、下水道使用料を主に一部一般会計繰入金などで賄っている状態です。下水道事業は、汚水私費、雨水公費の原則で成り立っていますので、雨水分の管理費は一般会計繰入れになっています。施設を建設・整備するための経費とその財源である「資本的収支」(4条)の貸借対照表(バランスシート balance sheet)の一決算年分で見ると、建設改良費、企業債の償還金等が主な支出になり、収入の方は補助対象施設には国庫補助金(管路は2分の1)、それ以外は企業債となります。

なお、留保資金等の収入については3条予算の減価償却費は現金支出を伴わないキャッシュフローのない費用ですので、この分が3条収入から内部留保資金として4条予算に補填されます。従前は企業債償還30年、減価償却費が加重平均しても50年くらい(管路・土木・建築資産が大部分のため)だったと思

います。30分の1で支払われ、回ってくるのは50分の1ですから明らかに不等号でした。一般財源で補填された時代もあるのかとは思いますが、最近は耐用年数(借換債や資本費平準化債を起債して)で回っていくようにされています。従いまして標準的耐用年数を全うすると借金返済が終わっているということになります。

資金繰りから返済までですが、建設当初の普及の時代は建設改良投資で整備が行われますが、供用して耐用年数の延伸をしても、いずれ改築更新が必要になります。まずは建設計画を立案する際に資本的収支である建設改良費を企業債や自己資金から調達します。建設を行い供用が開始されることで使用料収入を得ます。減価償却費などによる資金の回収を行い、借金返済後、一部は自己資金(内部留保)としてメンテナンス資金に回されます。

しかし、多くの収益的収支(減価償却費等の内部留保資金)は、企業債元本償還金の返済金等の資本的収支に充てられているのが現状です。さらに耐用年数の延伸ができれば、再投資(改築更新)の延伸につながり、新たな借金が発生しなければ内部留保資金が積み立てられて自己資金が充実する可能性があります。

まとめですが、施設の長寿命化により新たな建設改良費(改築更新)及び減価償却費(資本費の大部分)が低減されるということ、下水道施設のライフサイクルコストの低減により、維持管理費(3条)と建設改良費(4条)の最適化が実現されます。

さらに財政収支の見通しでは、料金収入の動向、

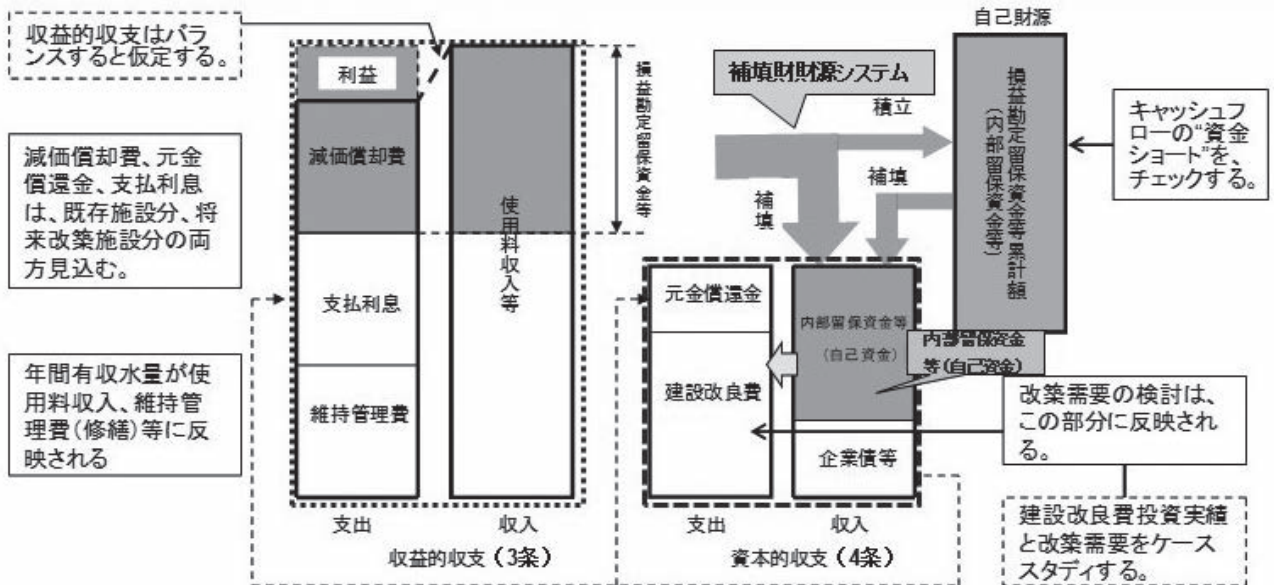


図1 維持管理に係る財政収支見通しの検討概念図

減価償却費の動向、損益勘定の収支の見通し、内部留保金（補填財源）の推移等を想定し、中長期的な観点から、“計画的維持管理”に必要な資金確保（調達）の方策を検討していただきたいと思います（図1）。

工法の分類

次に修繕改築工法の分類についてお話しします。大きく分けて資本的支出（4条）の改築工法と、収益的支出（3条）の修繕工法があります。ほかにも耐震化工法があります。

4条の改築工法は、対象施設の全部または一部の再建設あるいは取替えを行います。長寿命化対策や更新はこちらに含まれます。3条の修繕工法は対象施設の一部の再建設あるいは取替え、長寿命化対策以外に必要なメンテナンスを行います。どちらも似ていますが、論点としましては、マンホール間の1スパンに対して耐用年数の延伸に寄与するかしないかの違いです。

改築工法は「布設替工法」と「更生工法」の2つに分けられます。今回は「更生工法」を中心に話を進めます。

「更生工法」は下水道協会の管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドラインにおいて、既設管

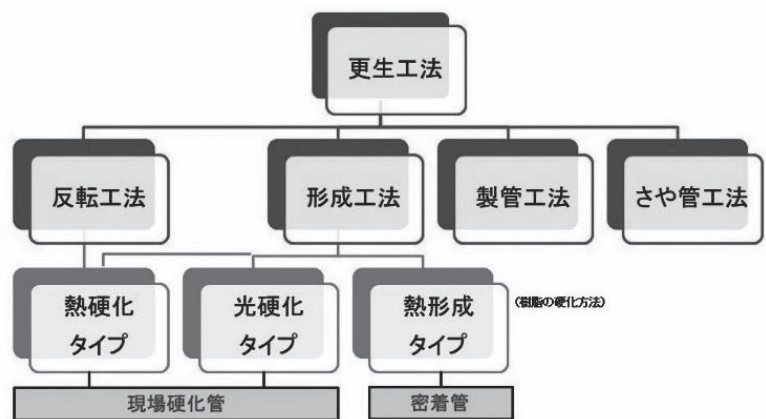


図2 改築工法の分類

内面に新たに管を構築、既設管きょの更生および流下能力の確保と位置付けられています。また、国交省の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では、マンホール間の1スパン全体を対象とし、既設管きょを撤去することなく更生するものと位置付けられています。更生工法の施工実績（累計）は、令和元年度末時点で844万mに達しています。

施工方法による更生工法の分類は、次の4工法に分類されます。（図2）

〔施工方法による工法の分類〕

①反転工法（熱硬化タイプ）

反転工法は、樹脂（不飽和ポリエステル樹脂また

はビニルエステルまたはエポキシ) を含浸させたライニング材を人孔から既設管内に水圧または空気圧等で反転加圧しながら挿入し、更生材内部から温水、蒸気により硬化させ更生管を構築する。ある程度の管の不陸や蛇行には対応可能だが、目地ずれやたるみなどを更生するものでなく、既設管の形状を維持するもの。

②形成工法（熱硬化タイプ、光硬化タイプ）

この形成工法は、樹脂を含浸させたライニング材を人孔から既設管内に引き込み、水圧または空気圧等で拡張・圧着させたまま温水、蒸気、または紫外線の照射により硬化させ更生管を構築する。対応可能範囲は反転工法と同様。

③形成工法（熱形成タイプ）

熱可塑性樹脂パイプ（硬質塩化ビニル、高密度ポリエチレン管）を人孔から既設管内に引き込み、蒸気圧で拡張・密着させたまま冷却養生し硬化させ更生管を構築する。対応可能範囲は同様。

④製管工法

製管工法は、既設管内に硬質塩化ビニル材等をはめ合わせながら製管し、既設管との間隙にモルタル等を充填して更生管を構築する。ある程度の管の不陸や蛇行には対応可能であり、現場条件により下水を流下させながら施工が可能な場合もある。

⑤さや管工法

さや管工法は、既設管より小さい管径の工場二次製品管材を牽引挿入し、既設管との間隙にモルタル等を充填して更生管を構築する。既設管内に挿入でき断面が連続できれば施工可能である。使用する管材に関して日本下水道協会規定などにより設計手法や性能諸元等が定められている。

また、下水道協会のガイドラインにはその構造については自立管、複合管の分類があります。

自立管とは既設管きよの強度を期待せず自ら外力に抵抗するもので、新管と同等以上の耐荷能力、耐久性を有します。更生工法の中でも「反転工法」「形成工法」「製管工法」「さや管工法」があります。

複合管とは既設管きよとその内側の更生材が一体となって外力に抵抗するもので、新管と同等以上の耐荷能力、耐久性を有します。更生工法は「製管工法」があります。

また、自立管の更生工法のうち「反転工法」と「形成工法」には光硬化タイプと熱硬化タイプ、熱形成タイプがあり、光硬化タイプは光硬化性樹脂（不飽和ポリエステル樹脂）を含浸させたライニング材を使用しています。

〔熱形成に用いるパイプの種類〕

熱形成タイプは、挿入可能な形状に工場製作した熱可塑性樹脂パイプを使用するもので、材料となるパイプの特徴は次の通りです。

①硬質塩化ビニル

温めて引き込み（比重：1.35～1.4、熱：40～80℃）

②高密度ポリエチレン

そのまま引き込み（比重：0.95、熱：80～110℃、耐衝撃性が高い）

〔熱硬化性樹脂の種類〕

また、熱硬化タイプは熱硬化性樹脂を含浸させたライニング材を使用します。熱硬化で主に使用される樹脂の比較は次の通りです。

・不飽和ポリエステル

溶媒にスチレン（臭気問題）がある一方で硬化剤の種類・量に影響しない。一撃を加えるだけで勝手に効果が進行する。耐食性が比較的低いが保存性が良い。

・ビニルエステル

溶媒にスチレン（臭気問題）がある一方で硬化剤の種類・量に影響しない。一撃を加えるだけで勝手に効果が進行する。耐食性が比較的良好いが保存性が悪い。硬化剤（コバルト）を加えるとさらに悪くなる。

・エポキシ

スチレンを用いないため臭気問題がない。樹脂と硬化剤が1対1で結合してはじめて硬化するため十分な攪拌が必要。

このように、熱硬化・光硬化タイプの場合は、樹脂と硬化剤の種類により特徴が大きく異なります。

表1のように一般的に管路に使用されるJIS A7511には適用範囲があります。これに加えて工法全体を比較すると、管内全体の防食・止水に有効で管径縮小が少ない「反転工法」と「形成工法」、流下下水の水替え不要の場合があるが、管径の縮小

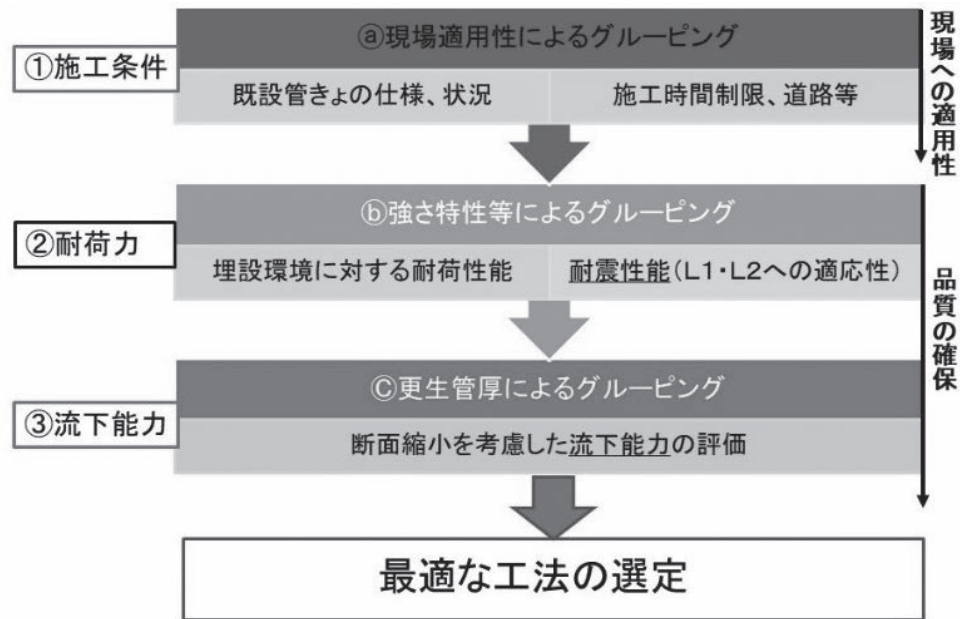


図3 グルーピングによる工法選定の例

がある「製管工法」、新設管と同等の耐久性があるが、管径の縮小があり、既設管の不陸・蛇行によっては施工ができなくなる「さや管工法」など、それぞれの工法の特徴を把握し、有効に使い分ける必要があります。

表1 JIS A7511の適用範囲

施工形式による分類	構造形式による分類	工法による分類
密着管による更生工法	自立管	形成工法
現場硬化管による更生工法	自立管	反転工法 形成工法
ら旋巻管による更生工法	複合管	製管工法
組立管による更生工法		

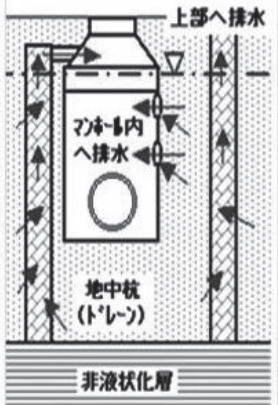
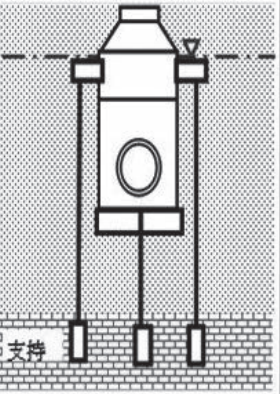
更生工法の選定

更生工法を選定するに当たり、留意しておきたい事項がいくつかあります。まず施工条件です。具体には、既設管きよの状況（たるみ、勾配、逆段差、破損、ズレ、浸入水、取付管破損等）、現場条件（道路幅員、交通状況、施工可能時間等）、施工時間（養生時間、管口穿孔時間、通水の遮断可能時間、交通規制等）、通水中の施工（自立管はドライな状況、複

合管は通水可能な工法も有）など現場への適用性を確認しておく必要があります。同時に耐荷力が新管と同等またはそれ以上か、耐震性の照査または実験による確認を行い、断面縮小を考慮した流下能力の評価も行い、品質の確保も図らなければなりません。これらを踏まえた上で、経済的に優れた更生工法を選定し、取付管の改築工事等にも留意していただければと思います。また、図3のように、共通するグルーピングされた工法群の中から選定することも考えられます。これらを確認しておくことで、更生工法の要求性能（耐震性能L1・L2への適応性）を向上するレジリエンスにもつながります。

次に施工技術者の話もしておきます。管きよの更生工事や取付管口穿孔の施工に当たっては、当該施工に関する実技研修を伴う技能講習を修了した有資格者（当協会の資格認定者もいます）、施工を熟知した技術者（管路更生専門技士、取付管口穿孔技士）を選任していただきますが、取付管口穿孔（下水道協会のガイドラインに限界見本が示されています）は現状においては当該有資格者数の実態を鑑み、当分の間は、取付け管口穿孔の十分な実務経験を有し、かつ各工法協会等が技術者育成のために開催している研修を修了した者をもってこれに代えてもよいとされています。

表2 マンホール浮上防止対策工法の一覧

分類	液状化発生防止方策		液状化時の被害軽減方策	
	①地盤改良タイプ	②過剰間隙水圧消散タイプ	③アンカータイプ	④重量化タイプ
適用施設・部位	管渠 マンホール	管きと マンホール	大規模の管きと 小規模のマンホール	小規模の管きと 小規模のマンホール
方法・概要図	管路施設周囲の地下水位以下の地盤をセメント・石灰等の改良剤により固化したり、振動等により周辺地盤を締固めたりすることで、土のせん断強度を増加させて液状化の発生を防止する。 	砕石ドレーンによる地中杭等を構築し、間隙水を地下水位の上あるいはマンホール内へ排水させ、地震時の過剰間隙水圧の発生を抑制する。 	底版部または側壁部から非液状化の支持層へアンカーを設置し、過剰間隙水圧による本体の浮上がりに抵抗する。 	管きとをコンクリート基礎などで重量を増やしたり、マンホールの底版を増し打ちしたり、側壁頂部に既製品を固定してカウンターウェイトの代わりとして、過剰間隙水圧による浮上がりに抵抗する。 

既設管の耐震化

近年、既設管路の耐震化工法も重要視されています。本管またはマンホール、マンホールと管の継手部に耐震性能を有する更生工法を用いることで、耐震性を付与することができます。

特にマンホールの浮上防止対策工法は注目されており、表2の通り、対策技術もさまざまです。多いのは①地盤改良タイプと④重量化タイプです。

社会インフラとしての下水道管路のメンテナンスが求められています。下水道施設の機能を確保し、

下水道サービスを持続可能にするために今回紹介しました工法等を活用していただければと思います。ご清聴ありがとうございました。

〈参考文献〉

1. (公社)日本下水道協会：「下水道維持管理指針（総論編・マネジメント編・実務編）2014」
2. (公社)日本下水道管路管理業協会：「更新講習テキスト 2019年4月」

報告

下水道管路管理技士の 資格活用状況

資格活用状況

公益社団法人 日本下水道管路管理業協会

下記に示す149の地方公共団体等が、下水道管路管理技士の資格を、公告や仕様書等において技術者の資格要件として位置付けし、活用しています。

(令和2年6月時点)

資格を活用している地方公共団体等の名称

日本下水道事業団、環境省 ※

【北海道地方】(6団体)

札幌市、函館市、旭川市、北見市、網走市、恵庭市

【東北地方】(11団体)

(青森県)：青森市、黒石市／(岩手県)：盛岡市、釜石市／(宮城県)：富谷市、七ヶ浜町／

(秋田県)：秋田市、能代市／(山形県)：山形市、鶴岡市／(福島県)：福島市

【関東地方】(44団体)

(茨城県)：茨城県、日立市、土浦市、笠間市、つくば市、守谷市、神栖市、日立高萩広域下水道組合／

(栃木県)：足利市、さくら市／(群馬県)：前橋市、高崎市、太田市／(埼玉県)：行田市、草加市、蕨市、日高市、

白岡市、(公財)埼玉県下水道公社／(千葉県)：市川市、船橋市、柏市、八街市、栄町／(東京都)：世田谷区、

八王子市、三鷹市、府中市、小平市、日野市、(公財)東京都都市づくり公社／(神奈川県)：川崎市、相模原市、

横須賀市、平塚市、藤沢市、小田原市、茅ヶ崎市、三浦市、厚木市、海老名市、座間市、寒川町、

(公財)神奈川県下水道公社

【中部地方】(29団体)

(長野県)：長野市、岡谷市、飯田市、大町市、塩尻市／(新潟県)：新潟県、新潟市、見附市、

(公財)新潟県下水道公社／(富山県)：南砺市、(公財)富山県下水道公社／(石川県)：金沢市、白山市／

(福井県)：五箇川公共下水道事務組合／(静岡県)：沼津市、熱海市、三島市、富士市、清水町、

岳南排水路管理組合／(愛知県)：名古屋市、豊橋市、一宮市、豊田市、稲沢市、日進市、田原市／

(三重県)：四日市市、いなべ市

【関西地方】(26団体)

(滋賀県)：大津市／(京都府)：京都市、福知山市、宇治市、城陽市／(大阪府)：堺市、岸和田市、守口市、富田林市、

大東市、箕面市、四條畷市、交野市、大阪狭山市／(兵庫県)：神戸市、明石市、芦屋市、宝塚市、三田市、加東市／

(奈良県)：奈良市、大和高田市、天理市、橿原市／(和歌山県)：和歌山市、(公財)和歌山県下水道公社

【中国・四国地方】(14団体)

(鳥取県)：鳥取市／(島根県)：松江市、出雲市、吉賀町／(広島県)：広島市、熊野町／

(愛媛県)：今治市、新居浜市、西条市、四国中央市／(高知県)：高知市、南国市、香南市、いの町

【九州地方】(17団体)

(福岡県)：福岡市、大牟田市、直方市、芦屋町／(佐賀県)：佐賀市／(長崎県)：諫早市、大村市／

(熊本県)：熊本市、宇城市、長洲町／(宮崎県)：宮崎市／(鹿児島県)：鹿児島市／(沖縄県)：沖縄県、那覇市、

沖縄市、嘉手納町、北谷町

※ 所管する施設内の污水管更生工事に資格を活用

注) 上記の団体は、当協会の調査結果及び「管きよ更生工法に関する実態調査レポート2019年度版(公共投資ジャーナル社)」のデータを含む。

報告

災害復旧支援

令和2年度における 管路協の災害復旧支援活動報告

公益社団法人 日本下水道管路管理業協会

令和2年9月5日から7日にかけて日本に接近した台風10号による災害に対して、管路協に出動要請があり復旧支援活動を行った。

要請団体：埼玉県（令和2年9月4日に要請）

業務内容：大雨による水没によってポンプ所の機能が停止したため、吸引車による汚水輸送

実施期間：9月5日

対策部会：三栄管理興業(株)に設置

出動会員：4社（三栄管理興業(株)、青木清掃(株)、都市管理サービス(株)、タカマツ(株)）

各支部の災害時支援協定締結数
（令和2年9月30日現在）

全国計

協定締結数	745
15条の2準拠	472
データ保管	159

協定締結数	152
15条の2準拠	152
データ保管	2

北海道支部

協定締結数	79
15条の2準拠	13
データ保管	3

東北支部

協定締結数	106
15条の2準拠	23
データ保管	2

中部支部

関東支部

協定締結数	84
15条の2準拠	42
データ保管	53

中国・四国支部

関西支部

協定締結数	125
15条の2準拠	97
データ保管	60

九州支部

協定締結数	99
15条の2準拠	69
データ保管	5

協定締結数	100
15条の2準拠	76
データ保管	34