

# 産学官共同連携によるドローンを用いた 管路調査技術の実用化に向けた取り組み

横浜市 ○新田 和宏 ブルーイノベーション (株) 酒井 和也  
(株) 日水コン 浦部 幹夫 横浜国立大 細田 暁  
国土交通省国土技術政策総合研究所 深谷 歩

## 1. はじめに

現在、我が国では高度経済成長期に集中して整備された社会インフラが老朽化を迎えており、下水道事業においても今後、さらなる老朽化が急速に進むことが見込まれている。下水管路が老朽化し腐食すると道路陥没などにより第三者に重大な危険を及ぼす可能性がある。

我が国では持続可能な下水道事業を実現するため、平成 27 年度の下水道法改正により管路の点検が義務化された。

横浜市の下水管きよの管理延長は、平成 27 年度末において約 12,000km に達し、平成 27 年度末で布設から 30 年を経過する下水管きよの延長は約 6,000km に達する。横浜市では年間約 120 km のテレビカメラ車による調査 (以下、TV カメラ調査) を行っているが膨大なストックからすれば、年間 1% の調査に過ぎない。

中大口径管 (内径 800mm 以上) の TV カメラ調査における効率性と安全性の向上を目指し、従来手法にとらわれない点検調査方法の確立を目的として、最近注目を浴びているドローンに着目し、管路調査技術を確認する取り組みを始めた。なお、他分野の手法を導入するにあたり、横浜市単独では課題解決が難しいため、産学官の共同研究体として各分野の強みを生かして取り組むこととした。本稿では、横浜市の地方公共団体としての共同研究への関わりなどについて報告する。

## 2. 下水管路の維持管理における現状と課題

横浜市の約 12,000 km の下水管路のうち、中大口径管路延長は、1,813 km (下水管路総延長の約 15%) である。中大口径管路に対しては、人が下水管路中に入り目視による点検調査を行う。その際、課題としてゲリラ豪雨による急激な増水や歩行により管底の堆積物が巻き上げられことによる硫化水素の発生など点検調査時に危険を及ぼす可能性がある。また、横浜市では、定常的に流量が多いなどの理由により、点検調査自体が困難な下水管路は推定 50 km に達している。



写真-1 人による点検調査  
出典：日本下水道協会「維持管理指針」  
説明会資料

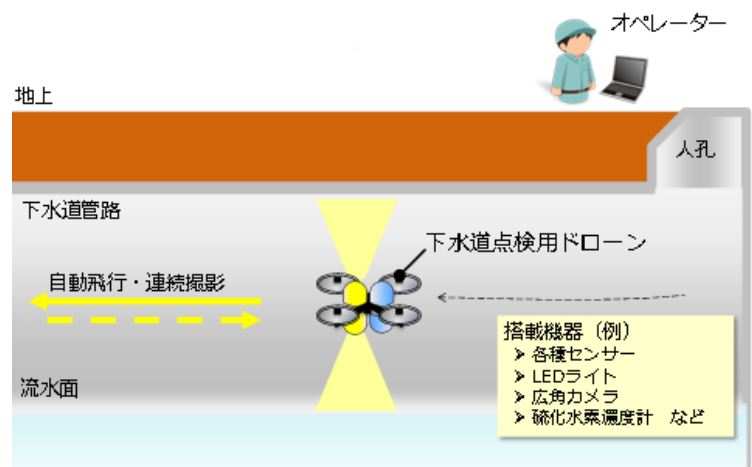


図-1 ドローンによる点検調査のイメージ

### 3. 共同研究の事業スキーム

#### (1) 共同研究体の役割分担

本研究は、(株) 日水コン、ブルーイノベーション (株)、横浜国立大学、横浜市の4者で行っている。

横浜市における共同研究の種類は、公募型共同研究・提案型共同研究・自主研究と3種類あり、今回は提案型共同研究である。提案型共同研究は、横浜市の行政目的に合致した民間企業等からの特別な技術研究の提案に対して、横浜市と民間企業等が共同で行う調査、研究及び実験等であり、本研究に関する直接的な費用は民間企業等の負担となる。

なお、本研究は新技術の研究開発及び実用化を加速することを目的に実施されている国土交通省のB-DASH プロジェクト（下水道革新的技術実証事業）の予備調査に採択されており、(株) 日水コンを研究体代表とする4者と国土交通省（国総研）との間で委託契約を結んでいる。予備調査ではドローンによる腐食点検調査手法の有効性検証や導入効果などを含めた普及可能性の検討等を行っている。

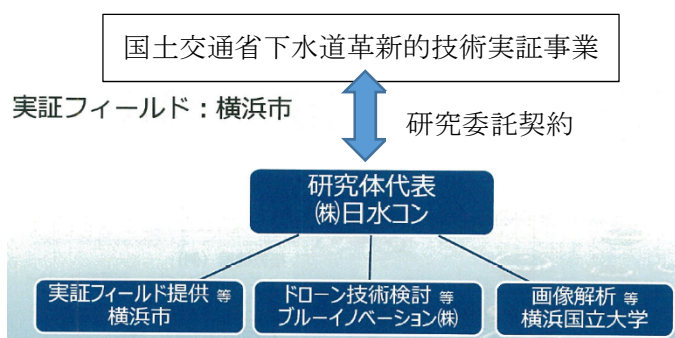


図-2 事業スキーム

表-1 研究体の役割分担

団体名	主な役割
(株)日水コン	・研究総括 ・試験結果の評価（従来技術との比較） ・試験結果の全体のとりまとめと課題整理 ・下水道台帳との連携検討
ブルーイノベーション(株)	・現地飛行試験計画立案 ・試験実施 ・ドローンシステム調整、改良
横浜国立大学	・画像解析、劣化診断 ・データベース構築等に関する技術的アドバイス
横浜市	・実証フィールド選定、提供 ・現状の点検調査の課題紹介 ・試験現場関係者との調整

#### (2) 横浜市の役割

横浜市では、ドローンが小型化できるまでには4m級の実証フィールド提供、機体の防水性能が確保されるまでにはドライな雨水管路の提供など、研究段階や内容に応じた実証フィールドを探して提供を行う役割がある。今後、機体の小型化及び防水性能が進めば、合流幹線など、より調査困難管路に近い下水管路の提供も行う予定である。なお、現在の主な実証フィールドは、地下30m程度の幹線で行っているため、立坑内や下水管路内の換気、ウインチでの器材の積み下ろし作業があり、この作業は横浜市下水道管理協同組合に協力を得て安全面に注意を払って行っている。また、ドローンを扱う技術者は航空、電気電子分野、通信等の技術者が多く、下水道分野と全くなじみがなかったため、当該メンバーに対し、下水管路とはどういう構造で成り立っているか等の基礎知識から解説を行った。また、今後ドローンで撮影した画像の解析や腐食ランク判定基準の検討に資するため、従来技術であるTVカメラ調査現場に行き、TVカメラ調査による撮影データの提供を行った。そのほか、腐食が激しい下水管路の潜行目視調査を研究体のメンバーで行うなど、下水管路の現状を知ってもらうことに努めた。



写真-2

腐食が激しい下水管路における研究体メンバーによる潜行目視

#### 4. 研究内容

##### (1) 研究目標

本技術による調査対象路線は従来の目視点検調査やTVカメラ調査で対応できない調査困難路線をメインターゲットにしている。こうした路線では、本来大規模な水替えや換気対策等の付帯作業が必要となるが、本技術の特徴を活かすことで、付帯作業なしで従来技術よりも低コスト、高効率となるよう、コスト目標や技術性能目標を設定した。本研究の目標及び目標を達成するための研究内容を表-2に示す。

表-2 本研究の目標

評価項目	本研究の目標	目標を達成するための研究内容
日あたり標準作業延長	5.4km(飛行速度 2m/s)	現地飛行試験等を通じた機器等の調整・改良
適用条件(管径)	管径 1500mm 以上(上限なし)	
現地作業体制(作業人員)	管口カメラと同等	
映像の解像度	詳細調査が可能なレベル	上記結果を踏まえた事業採算性の検討等
調査コスト(mあたり調査単価)	20 円/m(直接作業費)	
報告書作成作業の容易性(画像編集、帳票作成等)	目視点検調査と同程度以上	
調査結果の活用性	下水道台帳システムへの登録、閲覧	

##### (2) これまでの研究内容

平成28年度は、まずドローンの汎用機を用いて下水道管きょ内での反射風の影響を確認した。続いて横浜国立大の風洞実験室において、耐風性能やコンクリートの腐食等を認識するために最低限必要となる照度や解像度を確認した。実証フィールドでは、市販改良機、マーカー実験用機体、管路自動飛行実験機体などを使用した。実験フィールドは、本牧第二幹線(φ2200)、北綱島支線(φ4750)、太尾支線(φ2600)、北部汚泥資源化センターの管廊(□3300×3000)などで実施した。

表-3 機体諸元

#### 実証研究に用いたドローン

項目	諸元		
	市販改良機	マーカー実験用機体	管路自動飛行実験機体
実験ケース	I-1	I-2	I-3
機体写真			
プロペラ数	4	4	4
大きさ	40cm	60cm	68cm
機体重量	約0.5kg	約2.0kg	約1.2kg
ペイロード	約0.1kg	約1.0kg	約0.3kg
耐風性能	3m/s 程度	5m/s 程度	5m/s 程度
屋内自己位置推定	×	○ (マーカー検知)	○ (飛行距離)
自動飛行	前進の秒数指定	○	○
自動飛行用搭載センサ	超音波センサ (下向きのみ)	ビジョンセンサ (下向き)	ビジョンセンサ 赤外線センサ 超音波センサ
カメラ	標準搭載	別搭載	搭載



写真-3 実証フィールド

#### 5. おわりに

本研究の目標である調査困難路線への導入にあたり、非GPS環境下での自動飛行における大きな課題がいくつか認識できた。本研究体では今後も引き続きドローンの姿勢安定に必要なセンサー、位置制御に必要なセンサーの調整・改良など、自動飛行に向けた基礎技術の確立、そして防水性能、搭載カメラの検討など様々な課題を解決していく予定である。また、最終的には本技術による点検調査手法のガイドライン化により広く普及展開を図りたい。

横浜市としても引き続き、研究段階に応じたフィールドの提供に留まらず、共同研究者等への下水道の維持管理の情報を提供し、下水道事業に関わる方々のすそ野を広げると共に、新たな分野の視点を導入して下水道分野における点検調査技術の生産性の向上に寄与していきたい。

問い合わせ先：横浜市環境創造局管路保全課 新田 和宏

TEL: 045-671-2831 mail: ka00-nitta@ctiy.yokohama.co.jp