

下水道施設における DX 技術を活用した業務効率化について

横浜市 ○黒田 双葉

1. はじめに

横浜市では、下水道事業を取り巻く環境や社会情勢の変化に伴う新たな要請への対応といった、多様で複雑な課題に直面するなか、DXは課題解決の鍵となるという考え方から、横浜下水道DX戦略（以下、「DX戦略」という。）を策定している。本稿では下水道施設でのAGVの活用（株式会社フソウとの共同研究）及びBIM/CIMの活用に関する検討について紹介するとともに、検討結果について報告する。

2. AGVを活用した日常点検における業務効率化について（株式会社フソウとの共同研究）

本市では、令和5年度にDX戦略のアクションプランのひとつである「ドローン活用による災害状況把握」の新たなアクションの創出を見据え「下水道施設における四足歩行型ロボット活用検討」を行ったが、実用化するには多くの課題があることが分かった。一方、下水道施設の機能を維持し、将来にわたり安定した下水道サービスを提供するため予防保全型の維持管理は重要であり、点検業務に従事できる技術者が年々減少している現状においてロボットの活用は不可欠である。先の検討結果を踏まえつつ、維持管理の現場でニーズのある業務から優先的に効率化を進めるため、株式会社フソウと共同研究協定を結び、AGV（Automatic Guided Vehicle）を活用した日常点検における業務効率化の実現可能性について検証した。

（1）研究概要

研究名称：AGVを活用した電気室の日常点検における業務効率化

研究体制：横浜市・株式会社フソウ

実験場所：横浜市金沢水再生センター電気室（1階・2階）

実験概要：従来の人のによる巡回・点検に対し、AGVによる自動巡回とセンサデバイスによる無人点検とした場合の業務時間削減効果を検証する。

（2）研究の流れ

次に示す項目に沿って、研究を行った。

①AGVによる自動巡回に関する課題の抽出

②AIカメラでの数値取得

③帳票出力

（3）結果

①AGVによる自動巡回に関する課題の抽出

1) 現場手動での走行試験

実証実験エリアであった電気室内の段差については走行に支障がないことが確認できた。しかし、安全のための衝突回避と点検対象メータまでの距離を考慮した走行ルートの設定が必要であることが分かった。

2) 点検対象エリアの電波状況調査・改善

STARLINKでの通信では、衛星電波を拾うための条件を満たす屋上にSTARLINKアンテナを設置したところ回線が確立し、AGVが通常動作することが確認された。屋外で確立した回線を室内に持ち込む場合は、有線での回線接続をすることで十分な回線速度が得られることが確認された。



図-1 研究概要

3) 自動巡回検証

AGV に内蔵されている LiDAR を用いた MAP 及びレーザースキャナを用いて取得した点群データを加工して作成した MAP を用いて点検ルートと点検動作を記録し、共に自動走行・点検が実施できた。

②AI カメラでの数値取得

カメラの姿勢推定や物体の追跡に利用される ArUco マーカー（以下、「AR マーカー」という。）と AI カメラを用いることでメータの読み取りが可能であることが確認できた。一方で、読み込みエラーによるフローの停止も発生しており、読み込み精度は向上の余地があると考えられる。

③帳票出力

読み取ったデータを CSV 形式にて出力し、Python による指定帳票への出力については、汎用 PC にて安定的に実施できた。



図-2 点検状況



図-3 メータと AR マーカー

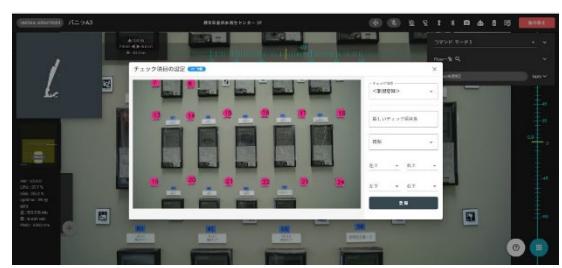


図-4 AR マーカー読み取状況

(3) まとめ

AGV による自動走行・メータ読み取り・帳票出力までの一連動作が行えることが確認できた。

下水道施設においてロボットを活用し業務を効率化するためには、作業環境や点検内容を明確化し、現場に適した機種・機能を選定することが重要であると考えられる。

今回の検討では現場からニーズのあった電気室での月例点検の業務効率化に向け検討を行ったが、ロボットを活用して効率化を進めるべき業務について整理すると共に、ロボットのさらなる活用場面拡大に向け検討を進める。

3. BIM/CIMの活用について

下水道施設への BIM/CIM の活用については、DX 戦略「ストックマネジメント DX」のアクションプランの一つである。その背景として、本市の下水道施設は老朽化が進み点検・修繕・再整備等の頻度が増える中、散在する関連情報を、従来の紙データを含む 2 次元 図面で管理することが困難となっていることが挙げられる。BIM/CIM を活用することで、施設状況の可視化と情報の一元化を進め、維持管理や修繕・再整備の生産性の向上が期待されるため、実際の活用を想定し導入に向けた検討を行った。

(1) 検討の流れ

- ① 3 次元データの取得方法の構築
- ② BIM/CIM モデルの確立
- ③ BIM/CIM モデルの構築に係るコストの検討

(2) 検討結果

- ① 3 次元データの取得方法の構築

3 次元データの取得方法を整理し、北綱島ポンプ場で地上レーザースキャナ、LiDAR SLAM レーザースキャナを用いたパイロット計測を実施した。パイロット計測の計測結果として、各計測機器及び点群密度での点群モデルの比較を表-1 に示す。

表-1 点群モデル比較表（電気設備）

計測機器及び 点群密度	SLAMレーザスキャナ(BLK2GO)		地上レーザスキャナ(RTC360)
	密度_中(Medium)	密度_高(High)	
点群モデル			
詳細度	最高：LOd10～LOd20	最高：LOd30	最高：LOd40

②BIM/CIM モデルの確立

①で得られた点群モデルを基に、本市の各事業の進捗度毎に求められる LOD と LOd についての検討結果（モデル詳細度定義案）を表-2 に示す。

LOD については、事業を進めていく過程で段階的に高めていくことが可能である。LOd については、詳細設計以降の業務において LOd30 が必要であることから、計測に用いる機器は主に地上レーザスキャナを使うこととし、遮蔽物のある部分については補助的に LiDAR SLAM レーザスキャナを使用し、点群データを取得する方向性とした。

しかし、既設設備については維持管理に必要な LOD500 かつ LOd30 でモデルを作成するのは用途が限定的であるため費用対効果に欠けると考えられる。そのため、あらかじめ設定した条件を満たす場合点群データのみ取得するなど、新設設備とは異なる基準を設定することとした。

③BIM/CIM モデルの構築に係るコストの検討

②を踏まえ、横浜市内の全下水道施設（水再生センター・ポンプ場）のモデル化に必要なコストを試算した。各段階で必要な作業日数、人工等は北綱島ポンプ場でのパイロット計測の実績を基にした。

施設の状況や再構築計画等を踏まえ段階的に点群データの取得及びモデルの作成を進める必要があると考えられる。

(3) まとめ

各事業の進捗毎に求められる LOD 及び LOd が異なること、また、測定条件やモデル作成の条件によってモデル作成に必要なコストが大幅に変化することから、利活用場面の整理や再構築計画等を含む事業全体の動きに合わせてモデル作成の計画を立てることが導入に向けて重要であると考えられる。また、BIM/CIM モデルに限らず、点群データのみの活用など 3 次元データの効率的な活用を検討していきたい。

4. おわりに

本稿では下水道施設における DX 技術を活用した業務効率化についての検討結果を示した。AGV、BIM/CIM のどちらの技術も導入に向けての課題や追加で検討が必要な項目はあるが業務効率化が期待できる検討結果となった。さらに、技術を組み合わせることで一層の効果も期待される。

本市では安定した下水道サービスの提供を継続するために、AGV や BIM/CIM 等の DX 技術を組み合わせた維持管理について引き続き検討し、社会・経済情勢の変化に柔軟に対応できるよう準備を進めていく。

問合せ先：横浜市下水道河川局マネジメント推進課 〒231-0005 横浜市中区本町 6-50-10

T E L : 045-671-3967 E-mail : gk-gijutukaihatsu@city.yokohama.lg.jp

表-2 モデル詳細度定義案

LOD 詳細度	進捗度	100	200	300	400	500
		計画	基本 設計	詳細 設計	施工	維持 管理
土木・建築		10	20	30	30	30
検知器付帯	—	20	30	30	30	30
機械 (機器類)	10	10	20	30	30	30
機械 (配管類)	—	20	30	30	30	30
電気 (電気盤類)	10	20	20	30	30	30
電気 (ケーブルラック類)	—	20	30	30	30	30