

「下水道施設維持管理業務におけるデジタル技術の活用に関する調査について」

調査研究報告書（令和4年度）

公益財団法人山梨県下水道公社
桂川清流センター

1 目的

インフラ分野においては、デジタル技術を活用して行政サービスを変革（効率化）するDX（デジタルトランスフォーメーション）の推進が掲げられるなか、国土交通省では先駆的にウェアラブルカメラ等を活用して離れた場所から建設現場の確認や立会を行う遠隔臨場に取り組んでいる。

下水道施設の維持管理においても、現場の映像を管理拠点等とリアルタイムで共有し、双方向で指示や相談などが可能なウェアラブルカメラの活用は、発注者と受注者間の連携を高め、維持管理業務の効率化や高水準化に繋がるツールとして期待されるものである。

本調査研究では、下水道施設維持管理業務においてデジタル技術（ウェアラブルカメラ）の活用を試行し、委託・修繕業務の履行管理、災害や故障等の緊急時対応、技術職員の人材育成等への有効性を検証する。

2 ウェアラブルカメラの活用事例について

遠隔臨場は、図1に示すように動画撮影用のカメラによって取得した映像及び音声を利用し、遠隔地からWeb会議システム等を介して臨場を行い、受注者における「待ち時間の削減や確認書類の簡素化」や発注者における「現場臨場の削減による効率的な時間の活用」等を目指すものである。

また、一般向けのウェアラブルカメラ等を活用した遠隔支援ソリューションでは、現地移動人数や移動時間の削減、熟練者の遠隔指示による品質確保、映像記録による作業エビデンス取得等に対応した各種サービスの提案が行われている。



図1 遠隔臨場の機器構成（例）

出典：国土交通省「建設現場における遠隔臨場に関する実施要領（案）」

3 ウェアラブルカメラの導入について

下水道施設維持管理業務におけるウェアラブルカメラ活用の試行検証のため、本体価格が比較的安価かつ操作性に優れた一体型ウェアラブルカメラを導入した。

図2に導入したウェアラブルカメラのシステム形態を示す。

LTE通信対応ポータブルカメラを現場で装着して撮影した映像は、Webシステム（クラウド録画・保存）により、遠隔からパソコンやスマートフォンを利用してリアルタイムで確認することができ、会話も可能なシステムとなっている。

図3にウェアラブルカメラの基本的な操作と身体への装着方法を示す。

カメラは電源を投入し、レンズカバーを下ろすだけの簡単操作で撮影が開始される。

身体へのカメラ装着にはハンズフリーを実現するためにネックマウントを採用することとした。首に挟んで脱落防止付きアジャスタで留めるタイプであり、カメラ本体の角度調整にも対応している。



図2 ウェアラブルカメラのシステム形態

出典：東日本電信電話株式会社



（出典：東日本電信電話株式会社）

図3 ウェアラブルカメラ基本操作及び身体装着方法

3 試行検証について

下水道公社及びメンテナンス業者等が連携しながら、ウェアラブルカメラの活用を試行し、効果や課題の検証を進めた。

下水道施設維持管理業務におけるウェアラブルカメラの試行事例を抜粋して記述する。

1) 運転管理等包括委託の受注者（メンテナンス業者）の現場業務の遠隔立会・確認

■川合中継ポンプ場酸素注入設備修繕の遠隔立会

常駐拠点（桂川清流センター：大月市内）から場外施設（川合中継ポンプ場：上野原市内）の小規模修繕作業の作業進捗の把握に対応できた。リアルタイムでの現場状況の確認や業務履行監視業務への応用が可能となった。



■桂川清流センター曝気装置吊上点検の遠隔立会

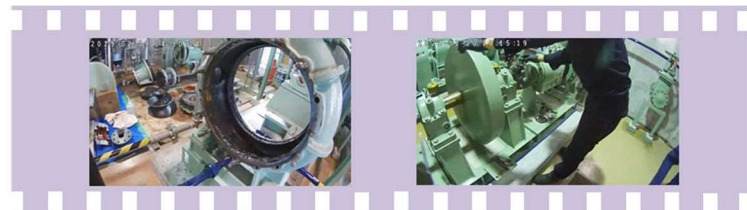
出先（東八代合同庁舎：笛吹市内）からスマートフォンを使用し、桂川清流センター水処理機器の絶縁抵抗低下に伴う臨時点検作業の作業指示に対応できた。遠隔地に居ながら適切な処置判断を示すことが可能となった。



2) その他業務委託及び修繕の受注者（専門業者等）の現場業務の遠隔立会・確認

■川合中継ポンプ場污水ポンプ分解点検の遠隔立会

常駐拠点（桂川清流センター：大月市内）から場外施設（川合中継ポンプ場：上野原市内）の污水ポンプ分解点検の遠隔立会等に対応できた。映像・音声情報により、概ね材料検査時の部品区別や数量把握、段階立会時の分解整備の内容把握が可能となった。



■自家用電気工作物保安管理業務委託の遠隔立会

桂川清流センター受変電設備の停電点検に際して、受電点（電気室）からスマートフォンを使用し、電力会社責任分界点（屋外）側の試験動作の遠隔確認に対応できた。受電点側のリアル立会と併用して、2地点作業の同時確認が可能となった。



3) 災害や故障等の緊急時対応時の現場・拠点間の遠隔連携

■桂川清流センター機械用水管（砂ろ過水）漏水時の現場・拠点間の遠隔連携

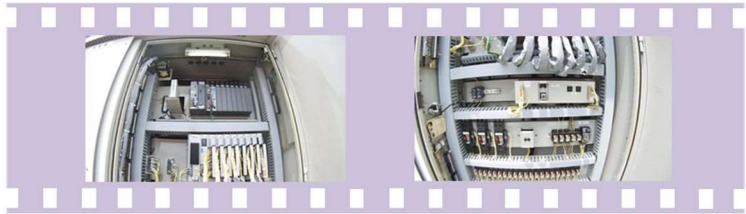
トラブル発生現場（桂川清流センター：大月市内）から関係組織（県下水道室：甲府市内、県流域下水道事務所：笛吹市内、下水道公社事務局：笛吹市内）に向けて、現地作業の映像配信に対応できた。遠隔地からの現地移動手間をかけずに情報伝達が可能となった。



4) 若手技術職員の現場業務対応時の遠隔作業支援

■機器故障時の遠隔支援

常駐拠点（桂川清流センター：大月市内）の熟練職員から、場外施設（猿橋立坑：大月市内）側の若手職員に対して、機器故障復帰操作等の技術支援に対応できた。熟練職員同行時と同等レベルの復旧所要時間や操作正確性を維持することが可能となった。



■機器操作時の遠隔支援

管路現場（桂川 2-1 号幹線：上野原市内）側の熟練職員から、上流側マンホールポンプ（新田マンホールポンプ：上野原市内）側の若手職員に対して、手動運転操作等の技術支援に対応できた。若手職員を活用した機能的な現場対応体制の構築が可能となった。



5) 業務ノウハウ及び機器操作等の記録・映像化・振り返り

■メンテナンス業者の日常的業務の現場記録

メンテナンス業者において、突発的な設備不具合や実施機会の少ない年次点検等の映像記録に対応できた。同種の設備不具合発生時の過去対応履歴の振り返りや保守点検技術の蓄積継承に活用することが可能となった。



■水質試験業務の現場記録

桂川清流センター水質試験室で実施する機器分析作業プロセスの映像記録に対応できた。分析機器の取り扱いや試料調製時のコツ等の属人化しがちな知見を蓄積継承して精度管理の向上に繋げることが可能となった。



■マンホール円形補修工法の現場記録

峡東浄化センター（笛吹市内）で開催されたパラボラ工法、LB工法の見学会の現場記録や下水道公社内の映像配信に対応できた。遠隔からの見学参加の実現や施工プロセスのタイムラプス動画の作成・参照が可能となった。



これらの試行検証により、ウェアラブルカメラの通信環境を確保できる現場であれば、遠隔地からリアルタイムに現場の状況を視聴することが可能であり、下水道施設維持管理業務においても、業務委託や修繕の現場立会の削減による効率的な時間の利用、現場との密なコミュニケーションによる的確な緊急時対応、若手技術職員の遠隔支援による人材育成、業務の見える化によるノウハウ等の伝承への効果を確認することができた。

4 課題考察について

試行検証を通して明らかとなった課題を抽出し、その解消方法等について記述する。

1) LTE 通信環境の悪化による LIVE 通信障害

鉄筋コンクリート造の施設の一部では、LTE 電波が減衰して電波強度低下や圏外となることにより、リアルタイムでの遠隔立会用途での使用が困難であった。LTE 通信ができない環境では、別途 Wi-Fi 技術等による通信環境を整備する必要がある。通信環境改善事例として、川合中継ポンプ場内での試行検証に際しては、スマートフォンのテザリング機能を利用した仮設 Wi-Fi 通信設備を設置して対応している。

2) 細かな文字等の視認性の低下

ネックマウント装着時の撮影映像は文字や数値等の判別が難しい状況があった。細部情報を得る場合は、撮影者側で意識的に手持ち接写を行うか、遠隔地の視聴側から接写を要求することが必要である。

3) 目線とカメラの視差によるフレームアウト

目線感覚と異なりフレームから被写体が外れてしまうことがあった。特に対象物が水平方向から上下に位置している場合は、撮影前にカメラ画角のセルフチェックを行うことが必要である。

4) 通話時のエコーバック及び騒音障害

本体内蔵のマイク及びスピーカーでは通話時にエコーバックの違和感や現場騒音で聞き取りが困難となる状況があった。通話頻度や現場騒音に応じて、別途ヘッドセット等を用意することが必要である。

5) プライバシー問題

ウェアラブルカメラは手軽に撮影ができる一方で、プライバシー侵害や撮影への不快感などが問題点として指摘されており、撮影時にはプライバシーへの配慮が不可欠である。業務活用する場合には、事前に撮影の目的・用途等の内容を申し合わせて理解を得るとともに、個人行動の監視に繋がるような使用方法は排除することが必要である。

6) その他（導入コスト）

ウェアラブルカメラの導入の際には新技術や新製品の情報を収集し、目的や使用期間に応じた最適な機材選定や調達方法を検討して、初期費用及びランニングコストの負担を軽減することが必要である。

5 まとめ

下水道施設維持管理業務において、ウェアラブルカメラを活用するメリットや期待できる効果を総括的に整理すると次のとおりである。

- 遠隔立会によって業務時間を効率的に利用することで生産性向上に貢献し、移動・待機に要するコストや身体的負担の軽減も可能となる
- 遠隔支援によって拠点と現場がリアルタイムにコミュニケーションを図り、現場の状況把握や指示出しを行うことで人為的ミスや不正確性を予防し、安定した高品質な業務履行の実現が可能となる。
- 緊急対応時の移動・待機時間のロスをなくし、迅速に対応に着手できることで、災害や故障等発生時のダウンタイムを短縮することが可能となる。
- 熟練者の支援を受けながら現場経験の蓄積ができ、人材育成や技術継承への活用が可能となる。
- 現場業務を映像化して残すことによって俯瞰した振り返りや属人化業務の解消、対応履歴の参照などのナレッジとしての利用が可能となる。

本調査研究で試行可能であった業務範囲において、一定レベルの導入効果が認められ、ウェアラブルカメラの活用は下水道施設維持管理業務の多岐に渡る現場業務の効率化に有効であると総合的に評価できる。

下水道施設維持管理業務はマンパワーに依存しており、経験から培った技術力やノウハウは貴重な資産であるが、若手技術者不足による慢性的な人手不足が深刻化してきており、世代交代が困難になりつつある。

こうした課題の解決には働き方改革や業務改革が不可欠であり、ウェアラブルカメラを含むデジタル技術の活用は今後のスタンダードな方向性になっていくものと考えられる。