

農業用水路の機能診断調査における DX 活用実証について

(株)ユニオン 山下 祐磨

溝部 美幸、豊田 政幸

1. はじめに

M用水(岐阜県郡上市)は全区間 5.0 kmのうち、2.3 kmを占める蓋付開水路及び管渠区間は人が進入しての近接目視等による水路内の状況把握と定点調査が困難であった。そのため、小型ドローンによる試行点検を実施し、実用にあたっての課題、効果等の検証を行った。

2. 実証試験の概要

(1) 試験区間

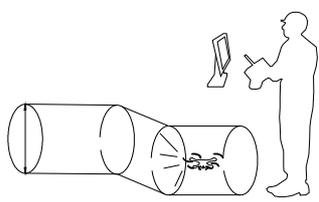
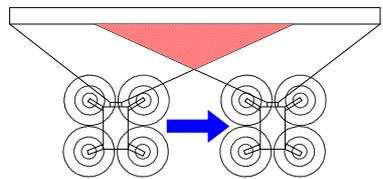
M用水は設置から 40 年以上が経過しており、劣化が進行している事が推測されていた。そのため機能診断調査を行い施設の劣化状況を調査し、効率的な機能保全計画を立案する必要があった。人の進入が難しい蓋付区間におけるドローン調査の効果や課題検証のため、M用水について 2 箇所を選定し、それぞれ 60m 区間を小型ドローンによって飛行撮影した。調査範囲は以下のとおり。

- ・調査範囲①：昭和 39 年～42 年に設置された蓋付開水路区間(B1200×H700)
- ・調査範囲②：平成 20 年に内面補修が実施されている管渠区間(φ 700)

(2) 試用機器の性能

試用する機器は、M用水の蓋付水路区間を調査するのに適した機体(狭小空間専用ドローン)を選定した。機体の特徴は以下のとおり。

IBIS：型番 LW125G (Liberaware 製) の特徴	
1) 一般的なドローンと比較して、壁面に吸い寄せられにくい	
2) 小型で狭小空間の飛行が可能で、墜落しても影響が小さい (191×179×54mm、185g)	
3) 独自の高感度カメラ (FullHD: 1920×1080pix) 及び LED 照明を搭載	
4) 目視外飛行 (FPV) が可能で、ドローンだけを暗所内に投入できる	

調査概要	
	1) 現地調査 ・飛行速度：ドローンは 0.1m/s～3.0m/s の範囲 ・飛行距離：6 分程度(バッテリー持続時間)で 120m を飛行 ・動画撮影：FullHD(1920×1080pix)、60fps で撮影 (シャッタースピードは現地状況に合わせて自動調整) →ひびわれとそれ以外の損傷が確認できるか検証を行う
	2) 3D データの生成 ・SfM (Structure from Motion) を使用して点群を作成 ※SfM：移動しながら撮影した複数の位置の写真から同じ点を見つけ、それぞれの写真からズレを計算し、3 次元の奥行と高さを求め、点群データを作成する手法 ・X, Y, Z 座標を持った点群データを基に、3D データを作成 →水路内の損傷や形状、延長等が観察できるか検証を行う

(3) 検証項目

試用機器が実際に用水路調査で適用できるか検証を行った。検証のため、以下の検証項目（表 1）を調査範囲の侵入口に貼り付けて動画を撮影し、判別可能か確認を行った。

表 1 検証項目

検証項目	確認精度				
①クラックスケール	0.2mm のひびわれを判別できる（健全度評価に必要な最小幅）				
②視認性確認マーク	<table border="0"><tr><td rowspan="2">①色 黒：ひびわれ等の識別 灰：コンクリート等の識別 白：析出物（エフロレッセンス等）の検出 褐色：土砂、堆積物、錆等の識別 赤褐色：錆、腐食等の識別 緑：苔、植物、汚れ等の識別</td><td></td></tr><tr><td>②大きさ 1 cm 四方、5 cm 四方、10 cm 四方の識別</td><td>視認性確認マーク</td></tr></table>	①色 黒：ひびわれ等の識別 灰：コンクリート等の識別 白：析出物（エフロレッセンス等）の検出 褐色：土砂、堆積物、錆等の識別 赤褐色：錆、腐食等の識別 緑：苔、植物、汚れ等の識別		②大きさ 1 cm 四方、5 cm 四方、10 cm 四方の識別	視認性確認マーク
①色 黒：ひびわれ等の識別 灰：コンクリート等の識別 白：析出物（エフロレッセンス等）の検出 褐色：土砂、堆積物、錆等の識別 赤褐色：錆、腐食等の識別 緑：苔、植物、汚れ等の識別					
	②大きさ 1 cm 四方、5 cm 四方、10 cm 四方の識別	視認性確認マーク			

3. 試験の結果・評価

(1) 実証試験結果

1) 効果

- ・視認性確認マークから 1 cm 四方程度の変状（欠損、鉄筋露出、漏水等のコンクリートの損傷）や黒～緑の 6 色の把握は可能である。
- ・側面の状況把握が可能。また前面進行状況の屈曲等の把握も可能である。
- ・人が進入できないφ800 未満の管渠で、多少の屈曲があっても調査が可能である。
- ・3D データを作成でき、管水路のたわみ等を把握することができた。また点群データを取得できるため、過去のデータと比較し、定量的な評価を行うことが出来る。

2) 問題点

- ・周辺環境からの影響（風等による近接飛行不可）を受けることで鮮明な映像撮影が出来ないと、クラックスケールから 0.2mm 程度のひびわれや継手間隔を判別できない。
- ・上下面の把握は困難であり、蓋や水路敷、管渠内が部分的に観察できない。
- ・周辺環境からの影響（水・風等）を受けやすく、飛行ができなくなる。
- ・2.4GHz～5.7GHz 帯の電波帯を使用しているため、障害物等の影響を受けやすい。

4. 定期点検等への実用に向けての課題

(1) 今回の調査によって確認された課題

課題 1：0.2mm のひびわれが検出できる技術とする

課題 2：全面が撮影できる調査技術とする

課題 3：周辺環境の影響を受けない調査技術とする

(2) 将来的に解決を目指す課題

課題 1：安定した無線電波を確保できる調査技術とする

5. まとめ

狭小空間専用ドローンによる詳細な調査には課題がある。しかし 3D データにより過去の結果と比較できる等の利点があるため、DX 技術活用のマニュアル整備や試行点検の実施、安価な技術の検証を行い、活用できる範囲を拡大し、実用化に取り組む必要がある。