

立ち入りが困難で障害物のある溝橋内の点検に 新たな点検支援技術を活用

中野 鷹¹・町田 悦幸

¹関東地方整備局 宇都宮国道事務所 管理第二課 (〒321-0931 栃木県宇都宮市平松町504)

宇都宮国道事務所管内において溝橋の定期点検を実施したところ、柔らかい泥の堆積や高水位により内部への立ち入りが困難な溝橋が一部で確認された。また、立ち入り困難な溝橋は滞水や柔らかい泥の堆積状況が様でなく、環境条件が異なっていた。そこで、新たな点検支援技術である、水面ではフローターによる滑走、不陸や障害物のある箇所では飛行が可能な水陸両用ドローンを活用した点検を実施した。本論文では、溝橋点検における水陸両用ドローンの活用事例について報告する。

キーワード 溝橋、点検支援技術、水路、定期点検、ドローン、障害物

1. はじめに

宇都宮国道事務所が管理する溝橋の多くは中小河川や農業用水路に架かっている。特に農業用水路の溝橋は灌漑期と非灌漑期で水位が大きく変動する。近接目視を基本とする点検では、水位が低い非灌漑期が実施しやすいが、水田からの泥土堆積によりぬかるみが発生し、点検員の立ち入りが困難となる場合がある。そこで、新たな点検支援技術である、水面をフローターで移動し360°カメラを搭載した水陸両用ドローン（技術番号：BR010032-V0425、以下「水面ドローン」）を用いて点検を行った。本報告では、水面ドローンの活用状況とその結果について紹介する。



写真-2 水路状況（灌漑期）

2. 現場特性

本技術を活用した溝橋は、重要物流道路である新4号国道の路面下を横断しているものである。

当事務所で管理している新4号国道の大部分は田園地帯を通過しており、対象とした溝橋は水田地帯に位置し、内空管理者は土地改良区で農業用水路である。この水路は水田からの泥土が流入しやすく、水流が緩やかなため泥土が堆積しやすい環境にある。写真-1に溝橋の周辺環境、写真-2および写真-3に水路の状況を示す。



写真-3 水路状況（非灌漑期間）



写真-1 溝橋の周辺環境

3. 活用した溝橋

点検支援技術を活用した溝橋を写真-4に示す。対象とした溝橋は、2連ボックスカルバートである。灌漑期は両方が通水しているが、非灌漑期は片方だけの通水となり、もう片方は泥土が最大1.0m程度堆積しており、柔らかい泥土に足を取られることから、点検員が水路内に立ち入り点検することが困難であった。このような悪条

件下でも従来と同等の品質で点検できる、新たな点検支援技術の活用を検討することとした。



写真-4 溝橋概要

4. 適応技術

(1) 技術選定

新たな点検支援技術の活用検討にあたっては、「点検支援技術性能カタログ(橋梁・トンネル) 令和7年4月 国土交通省 令和7年」から選定することとした。選定条件は①狭隘部での点検 ②暗所での点検 ③水陸両用の機能として選定した結果、2つの技術が候補となった。表-1に技術の比較表を示す。

表-1 技術比較表

	技術A	技術B
技術名	水面フローターと360°カメラを搭載したドローンによる溝橋の点検	溝橋の損傷を水陸両用ロボットおよび水上フロートで把握する技術
概要	水面フローターと360°カメラを搭載したドローンで、溝橋中を滑走又は飛行し、損傷状況を把握する技術	水陸両用ロボットまたは水上フロートを使用して画像を取得することにより損傷状態を把握する技術
画像		
◎メリット	フロートによる水面移動と飛行による陸地移動が可能、飛行により障害物の回避が可能	キャタピラと浮遊能力により水陸の移動が可能。有線によりリアルタイムで画像の確認が可能
△デメリット	Wi-Fiによる通信のため延長が長くなると画像が荒くなる。	キャタピラのため、段差や障害物により進行が不可の場所がある。
経済性	15万円/橋(参考値)	25万円/橋(参考値)

活用技術の選定にあたっては、対象橋梁の桁下状況が不明ということに着目した。現地踏査では水位により桁下状況が確認できず、非灌漑期は泥土により立ち入りができない。そのため、カルバート内部の状況や流木等の支障物の有無を確認できていなかったことから、悪条件下でも損傷状態の把握が可能となる飛行機能を有する技術Aを選定した。

(2) 点検範囲

2連ボックスカルバートのうち、点検員の立ち入りが可能な範囲の水路は点検員による従来点検とし、立ち入りできない範囲の水路を水面ドローンにより点検することとした。点検支援技術による点検範囲はカルバート本体、目地部とし、新4号国道本線上の路面は点検員が徒歩で点検することとした。



図-2 点検範囲

5. 点検内容

(1) 水面ドローン

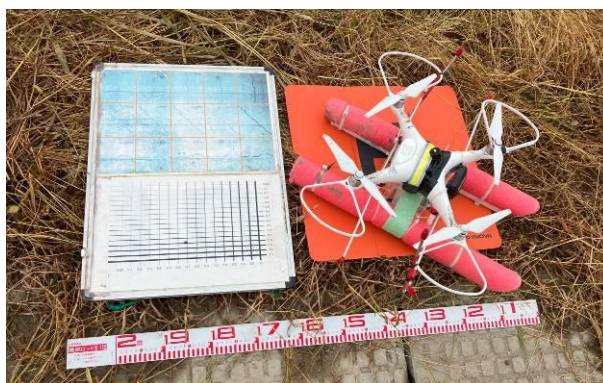


写真-5 使用機材

a) キャリブレーションシート

点検時の精度向上を目的として、疑似クラックを印刷したキャリブレーションシートにより点検前にひびわれ幅と画像のキャリブレーションを実施した。

b) 水面ドローン

DJIファントム4Pro、水面フローター、広角照明を組み合わせた水面ドローンを使用した。点検時は360°カメラRICOH Insta360onexを搭載する。

(2) 点検実施日

2025年10月16日 9:15~11:00

計測は隔壁側、中央、側壁側の3測線で行った。



写真-6 計測状況

a) 計測準備

点検に先立ち、小型ドローンによりテープメジャーを取り付けた道糸を反対側へ渡し、点検補助員がその道糸を手繰り寄せてテープメジャーをボックスカルバート内に設置した。これにより、点検時には水中ドローンに設置した360°カメラでテープメジャーのメモリを確認することで、損傷位置を正確に把握できるようにした。

【橋梁下の狭小空間点検のイメージ】

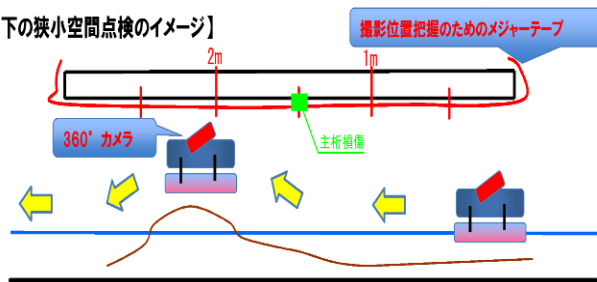


図-3 点検状況のイメージ図

6. 点検結果

(1) 損傷個所の確認結果

水面ドローンによる点検が従来の近接目視点検と同程度の精度を確保できているか確認するため、同一条件下で点検した、近接目視点検と水面ドローン点検の結果を比較した。水面ドローンにより作成した水路の損傷図を図-4に、近接目視点検により作成した水路の損傷図を図-5に示す。

これらの損傷図を比較したところ、確認した損傷個所に差が見られないことから水面ドローンを用いた点検は、従来の目視点検と変わらない精度で点検できることを確認した。

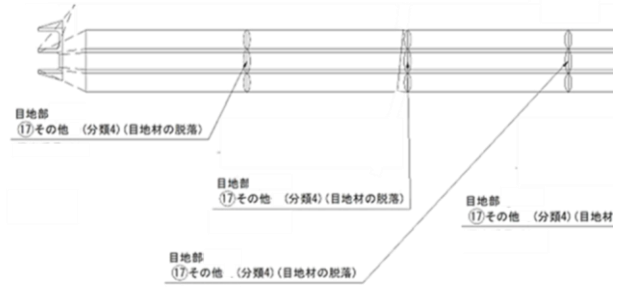


図-4 損傷図の一部(水面ドローン)

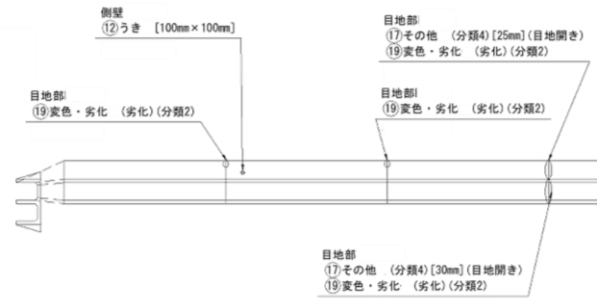


図-5 損傷図の一部(近接目視点検)

(2) 損傷写真

水面ドローンで撮影した損傷写真を写真-7~8に示す。写真-7では側壁に発生した剥離・鉄筋露出を、写真-8では目地材の脱落を従来の近接目視点検で撮影した写真と同様の精度で鮮明に確認できている。



写真-7 損傷状況



写真-8 目地材の脱落状況

(3) 電子クラックスケール

水面ドローンを用いた点検では、電子クラックスケールによりひび割れ幅を確認するため、点検前にキャリブレーションシートでひび割れ幅の計測精度を確認した上で、ひび割れ幅を計測することとした。写真-9に電子クラックスケールの使用状況を示すとおり従来の目視点検と変わらない精度でひび割れ幅を確認できている。

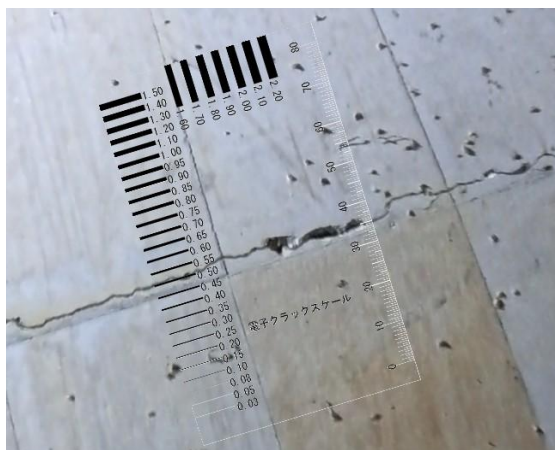


写真-9 電子クラックスケールの使用状況

7. まとめ

泥土の堆積により点検員の立ち入りが困難な溝橋において、新たな点検支援技術である水面ドローンを用いた点検手法を適用したが、損傷個所の把握など従来の近接目視点検と同等の成果を得られたことからその有効性を確認した。

飛行機能を有する水面ドローンは飛行と浮遊により溝橋内の障害物を回避して点検することが可能であり、また現地での点検時間は、準備・計測・撤去までを含めて2時間程度であったことから従来技法と同程度の時間で点検が可能である。

以上より、立ち入りが困難な溝橋でも従来と同等の精度、時間で点検することができたことから、柔らかい泥を含む溝橋においても本技術を用いることで安全かつ確実な点検を実現できることが確認できた。

今後の宇都宮国道における橋梁等の定期点検にあっても、引き続き点検支援技術を活用し定期点検の高度化・効率化を図ることで、道路施設の健全性を確認していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局 点検支援技術性能カタログ
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/>