

「衝突回避可能なドローンによる水管橋点検の事例」 ～新技術による新たな点検手法～

(株)エイト日本技術開発 星野 曜

1. はじめに

近年,点検業務における点検手法として,点検支援技術の導入が推進されており,画像計測技術や非破壊検査技術等の新技術によって,より効果的,効率的な点検の実施が可能となっている.本稿では,水管橋点検業務における小型ドローンの活用事例に着目し,水管橋点検への適用性について発表する.

2. 機体の紹介

本点検で使用した小型ドローンを下図に示す.



図-1 Skydio R2 for Japanese inspection 'J2'
「J2 ドローン」

J2 ドローンは,国土交通省の点検支援技術性能カタログ(R5.3)に「全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術」として掲載されている狭隘部に進入可能なドローンである.2022年度までに約500橋の点検を行った実績があり,点検可否および自社内業システムを使用することによって点検全体の効率化を図ることができる.J2 ドローンの特徴である飛行(操縦)性能,カメラ性能を以下に示す.

1) 飛行(操縦)性能

J2 ドローンには,非GPS,高圧電波環境下や,障害物の存在する点検箇所において,自らの飛行空間を3次元化し,障害物(部材等)を回避して飛行する機能が搭載されているため,支承部等の狭隘部の点検も可能である.

また,タブレットによる直感的な操縦が可能のため,必要な知識を有する者であれば操縦することができる.

2) カメラ性能

J2 ドローン本体は,水管橋の構造形式(骨組等)に50cmまで近接可能であり,その際,搭載されたカメラによって4Kの映像,1200万画素の写真を撮影可能なため,高画質なデータを多角的に取得することができる.点検対象の損傷箇所についても取得データから塗膜割れの有無,詳細

なひびわれ幅の確認を容易に行うことができる.取得データからひびわれ幅の推定値について検証を行った結果,被写体との距離1.0mの位置で0.1mmのひびわれを確認可能なため,近接目視同等の健全性の診断が可能である.

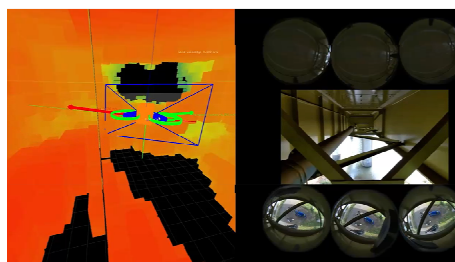


写真-1 飛行時の空間把握状況,撮影状況

3. 水管橋点検での活用事例

橋梁点検におけるJ2ドローンでの点検範囲は,国土交通省道路橋定期点検要領(H31.2)に準拠し,近接目視と同等の健全性の診断を行うことができると判断した場合には,近接目視を基本とする範囲と考えることができる.そのため,本点検ではJ2ドローンで取得したデータから健全性の診断を行った.

業務内容を以下に示す.

1) 業務概要

大阪府内の一級河川に架かる水管橋(パイプビーム形式)トラス補剛形式独立水管橋)において,経年劣化箇所を早期に特定し,今後の維持管理に役立たせることを目的とし,J2ドローンによる点検調査を実施した.



写真-2 点検対象橋梁 全景写真

ドローンを活用した点検支援技術の使用に際し,対象技術の必要性・性能(精度)について発注者の確認が必要のため,協議資料として,点検支援技術使用計画書を作成した.また,点検実施後には,点検支援技術の適用性を検証するため,使用結果報告書を作成した.

2) 点検内容

J2 ドローンの飛行計画では、路面高さを高度の限界高さとして設定し、操縦者と見張り員が連携して調査を行った。

J2 ドローンによる撮影は、可視画像、静止画および動画ともに実施し、撮影方法、撮影往復回数等は、水管橋の全体状況が把握できるように計画した。撮影方法および評価方法を以下に示す。

・外面塗装点検





対象橋梁の右岸、配管部、左岸のそれぞれの場所における頂部、側部、底部について景観性および防食性の観点から評価を行った。各性能の評価項目を以下に示す。

景観性：白亜化、変退色、汚れ、外観の4項目により評価
防食性：さび、はがれ、われの3項目により評価

・構造物点検

構造物については、水管橋の構成をなすもの（管体、補剛部材、リングサポート、沓等）と付属する構造物（管理歩廊、侵入防止柵等）を点検項目となる損傷の種類毎に評価を行った。

表-1 点検調査（一部抜粋）

部材名:補構部材（送水部以外） 	部材名:補構部材（送水部以外） 
損傷度評価：B 局所的な腐食を確認 部材写真 ⑨	損傷度評価：B ⑨の拡大写真 部材写真 ⑩
部材名:補構部材（送水部以外） 	部材名:補構部材（送水部以外） 
損傷度評価：A 前回点検時に確認されたボールを撤去 部材写真 ⑬	損傷度評価：A 僅かに錆汁を確認 部材写真 ⑭

4. J2 ドローンの水管橋点検への適用性

J2 ドローンの水管橋点検への適用性について、橋種および点検手法としての優位性に着目して検証を行う（ここでの水管橋は道路橋に併設されている場合を除く）。

1) 橋種としての優位性…道路橋との比較

①作業性の観点

- ・水管橋の点検対象範囲への第三者の立入は無いため、橋梁全体を J2 ドローンによって点検可能である。
- ・床版ひびわれ等の時間を要する点検が不要である。

②日照条件の観点

- ・床組のような撮影時に支障となる陰影が少ない。

2) 点検手法としての優位性…従来手法との比較

①作業性の観点

- ・点検範囲が地上部、歩廊部から点検可能な箇所以外の全箇所と広いため、従来手法（ロープ高所作業）と比較し、短期間での点検が可能（工程：約 50%短縮）。

②経済性の観点

- ・一般的な点検業務におけるドローン点検の費用は、ロープ高所作業と比較し経済性の観点から優位である（費用：約 45%削減）。

以上のような内容から、J2 ドローンによる点検の水管橋への適用性は高いといえる。

5. まとめ

本発表では、水管橋点検業務における小型ドローンの活用事例について紹介した。狭小部に進入可能かつ、高度な飛行性能、カメラ性能を有する J2 ドローンの使用により、従来と比べてより効果的、効率的な点検の実施が可能になったといえる。また、ドローン点検により立体的なデータを残すことで、損傷位置の確認が容易となり、日常点検や補修補強工事等、今後の維持管理に役立つ。

近接目視と同等の健全性の診断を行うことができることに加え、水管橋点検への適用性が高いことから、水管橋点検における点検手法の検討時には、ドローンという選択肢が常にあるものと考えられる。

一方、ドローン点検における課題として、使用に際して、ドローン飛行の規制エリアの確認、高架線等の周辺障害物の確認、風速等の点検実施日における天候の確認が事前に必要になることが挙げられる。また、水管橋への適用性が高いとはいえ、橋長が短い場合や水深が低い場合等によっては、従来手法（ロープ高所作業）の方が経済性、作業性に優れる場合も考えられるため、点検手法の検討には十分な注意が必要である。さらに、より正確な損傷の把握のため、画像処理精度を向上していく必要もある。

上記のような課題はあるが、ドローン点検の特性を生かした新たな点検形態として、遠隔での現場確認が挙げられる。現場にいなくても、発注者等がリアルタイムで点検対象の損傷箇所を確認でき、より効率的な点検および適切な管理が可能となる。

また、ドローンによる画像取得と組み合わせることでより効率的な点検が可能になる技術として、損傷検出 AI が挙げられる。ドローンで撮影した画像から AI により危険箇所を抽出するシステムであり、点検作業時間短縮や費用削減が可能である。今後の業務での活用によって、データを蓄積し、解析精度の向上や判別できる損傷項目を拡大していく必要がある。