

新技術ドローンによる橋梁点検の実践について

岡森 駿¹・堀越 順太²

¹株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク (〒537-0021) 大阪市東成区東中本3-16-23 東成第一ビル

²株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク (〒537-0021) 大阪市東成区東中本3-16-23 東成第一ビル

2014年3月に橋梁(約72万橋)・トンネル(約1万本)は、5年1度の近接目視による定期点検が義務化されてから、現在は2巡目の点検に入り、また橋梁定期点検要領は2019年に改定が行われ、新技術の活用による点検実施作業の効率化が求められている。新技術のドローンを2019年から橋梁点検等の現場で実務作業してきた。その実績を踏まえて、業務に活用していくために必要な結果、方法、考え方を示すことで、今後はより効率的な維持管理が期待される。

キーワード 新技術カタログ, ドローン, 橋梁定期点検, 効率化

1. はじめに

点検作業の効率化を図るために、新技術活用が期待されており、当初と比べ点検に対する考え方も変わってきた。

点検要領が改定され、定期点検の方法としては、近接目視を基本とし、また、これによらない状態の把握を行う場合には、「定期点検を行う者は、健全性の診断の根拠となる道路橋の現在の状態を、近接目視により把握するか、または、自らの近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断した方法により把握しなければならない」¹⁾。こととされており、近接目視同等の健全性が診断ができる機器等の選択にあたっては、「新技術利用のガイドライン(案)」や「モニタリング技術も含めた定期点検の支援技術の使用について」にも記載があるとおり、自由に、しかし、点検支援技術の誤差特性や原理上の適用限界等を把握したうえで、出荷物としての機器等が保証する性能の範囲で活用すること²⁾と記載が追加された。

ドローンを含めた新技術の性能は日々進化しており、近接目視に変わる手段として活用を検討することで、効率化が期待されている。特にインフラ点検での活用が増えてきている。しかし、橋梁点検での活用はまだ、橋梁の全体数に比べて少ない。

株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク(以下、当社は、2019年からドローンによる橋梁点検を実施してきた経験を踏まえて、現場実務での課題や方法等を整理し、活用と新技術との連携について検討を行った。

2. ドローン橋梁点検の実践

当社は、ドローンによる橋梁点検を実施しており、2020年からドローン橋梁点検の実績が総延長約13kmと活用が増えてきており、国土交通省、自治体、高速、鉄道等を実施している。

(1) 機体の基本性能

ドローン点検の際に使用する機体の基本性能を表-1に示す。

表-1 全方向衝突回避機能搭載 J2 機体性能表

名称	J2(skydio R2 for Japanese Inspection)
機体写真	
点検支援技術性能カタログ掲載技術番号	BR01009-V0020
カメラ性能	4K60fps 1200万画素 3軸ジンバル
飛行時間	23分
サイズ(L, W, H)	223×273×74mm
最大近接距離	50cm
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ipadによる直接操作可能 ・障害物自動回避機能(ビジュアルスラム)を搭載 ・小型のため、直径1.2m程度の狭隙部飛行可能 ・上方を撮影可能 ・非GPS環境下でも飛行可能

(2) ドローン点検作業フロー

当社でのドローン橋梁点検を実施する基本の作業フローを図-1に示す。現場での機体準備は、組み立て等が必要なく5分程度で完了する。



図-1 点検実施フロー(例)

4. J2による画像撮影

(1) ドローン撮影画像例

J2の特徴として約 50cm と約 1.0m の離隔設定で撮影することが可能であり、桁間 1.2m 程度であれば、桁内部から撮影することができる。写真-1 は、J2 で橋梁側面を撮影した画像で、ドローンであれば撮影可能な画像である。現地踏査時に徒歩での状況写真撮影が困難で時間が掛かっていた橋梁では、径間撮影のみでも時間の短縮が見込まれる。写真-2 は、支承部を桁間に入り込み撮影した画像であり、沓座モルタル、橋座面、アンカーボルト等を確認することが可能である。写真-3 は、桁間に侵入し、桁内部を撮影したものである。この時に桁内部の画像撮影で気をつける必要があるのは、桁内部及び桁下は照度が低い場合多く、照度の確保が重要となる。図-2 は、モノレール碍子を近接して撮影したものであり、レールの点検等に活用することが可能である。

等がある。このような課題を踏まえて点検の際には、事前に実施可能な箇所や問題点等を把握しておく必要がある。



写真-1 橋梁側面写真



写真-2 支承撮影画像



写真-3 桁間撮影画像

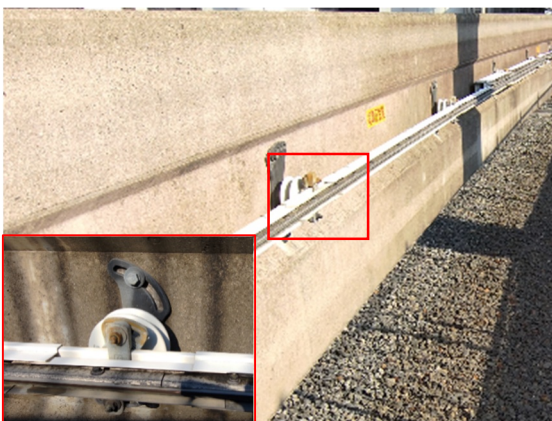


図-2 モノレール碍子撮影画像

(2) ドローン点検の課題

ドローンを使用することで点検の効率化が期待されるが、現場で実践を重ねることで課題も見つかった。

現在考えられる課題として①第三者被害が想定される範囲の打音が必要な箇所②路面 (規制が必要) ③桁端部の伸縮装置④うきなど目視のみで判断が難しい箇所⑤PC ホロー桁等の支承の高さが低いゴム支承等は撮影困難⑥桁間が 1.2m 以下の狭隘部⑦周辺のプライバシー問題⑧天候に左右される

5. 効率化の検討

当社で実施したドローン点検の例を用いて、いくつかのケースで従来工法とコスト比較とドローン点検に於けるタイムスケジュールを整理した。

(1) コスト比較とタイムスケジュール

Case1として、橋梁定期点検要領³⁾に基づいた点検を実施した場合の上部工のコスト比較とドローン点検のタイムスケジュールを図-3、図-4に示す。

条件として、1000㎡の範囲を点検対象とし、比較検討を行った場合、従来手法では、夜間2日で橋梁点検車(BT-400)を使用した。ドローン点検で実施した場合、点検作業は昼間1日となった。内業の作業手間は変わらないが、外業(点検作業)と交通規制費の大幅なコスト削減が見込めることがわかった。

作業実績から1日の平均作業は、800㎡程度となることがわかった。準備と片付けの時間が短く、規制の時間が短縮可能になり1日2径間の作業を可能とすることで効率化が実現された。

Case2として、道路橋定期点検要領⁴⁾に基づいて点検を実施した場合のコスト比較とドローン点検のタイムスケジュールを図-5、図-6に示す。

比較結果としては、図-2の点検同様、外業と交通規制費でコストダウンを見込めることがわかった。作業条件として、従来手法は、橋梁点検車(BT-200)で5径間を2日で実施していたところ、ドローン点検では、0.5日程度の作業となった。

この場合の平均日当り施工量は、今までの実績から平均1500㎡程度となっており、橋梁規模が小さくて、1橋だけの点検作業になるとコスト削減の幅が少ないが、複数橋同時か、橋梁点検面積が1500㎡以上の橋梁であれば、効率化が見込まれることがわかった。

(2) 技術の組み合わせによる効率化

Case3として、図-7、図-8でロープアクセス+ドローンでの点検を行った場合のコスト比較とタイムスケジュールを示す。従来手法として、3橋をロープアクセスで4日で行っていた箇所をドローンで1日で行ったケースである。橋梁点検車、高所作業車等が行けない箇所、ロープアクセスが使われている。

橋梁点検をドローンとロープアクセスを同時に行った場合、ロープアクセスの技術単体の時より、作業ペースが上がる事がわかった。現在、ドローンですべての損傷箇所を撮影する事が難しく、橋座の土砂堆積の撤去や伸縮装置下面など狭隘部の撮影等の困難な問題があった。技術の組み合わせにより、橋梁端部、橋座面等のドローン点検の効率が悪い箇所の改善が見込まれ、常平均日当り作業が800㎡に対して1000㎡～1200㎡程度点検可能なことがわかった。

また、橋梁点検車で複数の橋梁を点検した場合は、橋梁毎で道路規制を行う作業が必要のため、1橋の点検時間が短くなる傾向がある。ドローン点検を行った場合、準備時間が短くなり、作業時間を確保することで効率化が見込まれる。

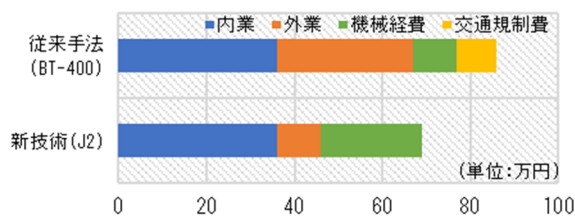


図-3 コスト比較(case1)



図-4 タイムスケジュール(case1)

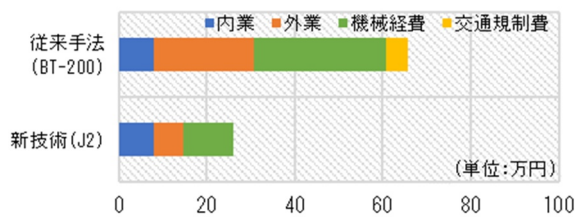


図-5 コスト比較(case2)



図-6 タイムスケジュール(case2)

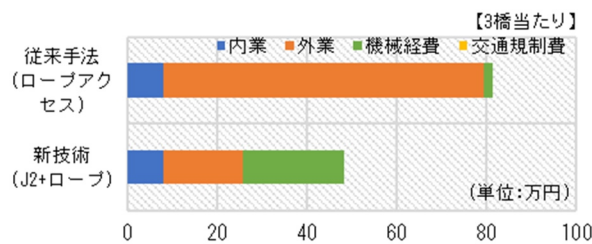


図-7 コスト比較(case3)



図-8 タイムスケジュール(case3)

6. 新技術による展開

(1) 画像処理技術の活用

ドローンで橋梁部材に対して一定離隔で撮影することで、橋梁の桁下面、側面等を撮影した連続画像を一枚の合成画像にすることが可能となった。合成した画像を写真-4、写真-5に示す。この合成画像を橋梁の健全性の判断や一次スクリーニングに使う損傷図の代替え等の使い方が考えられ、今まで手間が掛かっていた損傷図作成の効率化が望まれる。



写真-4 桁下面合成画像

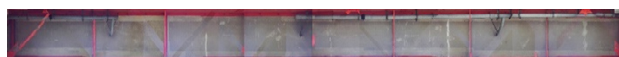


写真-5 横構消し合成画像

(2) ドローン撮影画像によるひびわれ解析

ドローン点検を実施する際に内業として、ひびわれを写真から幅、長さを計測し、トレースして損傷図を作成する作業に時間が掛かっている。

新技術のドローンJ2と社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」(点検支援技術性能カタログ(案)技術番号: BR010024-V0020)を組み合わせ、上部工の桁下面のひびわれ解析を行った結果を図-9に示す。検出結果としては、細かなひびわれまで検出できているが、ひびわれの修正及び確認というところで、まだ、作業時間がかかっており大幅な短縮に繋がっていない。今後、一枚の合成画像として処理を行ってから、前回とのひびわれ図との比較を行い、モニタリングに使用することで、内業の作業時間が短縮されると思われる。

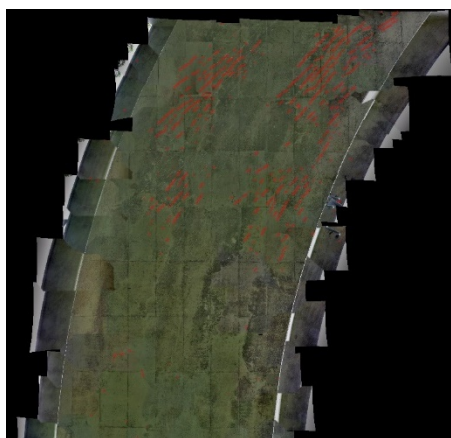


図-9 ひびわれ解析検出画像

(3) 3次元化に向けて

ドローンで橋梁を3次元化するにあたって、ソフトも年々進化しており、ドローンで撮影したもので、図-10のようなものが作成可能である。しかし、橋梁を3次元化するのに必要な撮影方法であったり、ソフト購入等、簡単導入するのが難しいという課題が見える。

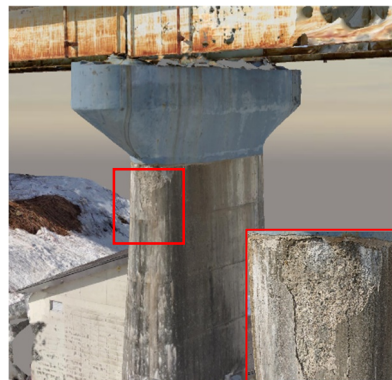


図-10 橋脚3次元データ

(4) AIシステムの活用

ドローン点検の際に膨大な写真データが上がることが多く、管理、整理することに手間が掛かっている。当社では、クラウドシステムの開発をしており、事前準備→フライト→画像解析→点検レポート作成を行うことで、今より効率化を図ることを考えている。また、損傷の抽出を膨大なデータから行う作業をAIで、静止画及び動画からの損傷抽出するシステムの開発も行っている。ドローン活用において、AI技術というのは、非常に重要になっており、1年前よりも手間及び時間をかけなくても、AIを成長させることが可能になってきている。

7. 効率化するために

橋梁毎で、点検手法を固定するのではなく、作業効率上がるように、方法を選択する必要があり、新技術としては、ドローンを点検現場で活用するための方法(案)としては、踏査時の使用、規制を必要とする点検の前に、事前に橋台や検査路の点検を行う時のドローンによる一次スクリーニング、大規模な規制を伴う点検車による点検の代替、ラック足場が必要な橋梁の代替、点検車のバケットがあと一歩届かない箇所での使用等が考えられる。使い方は一通りではなく、作業する人達が簡単で安全に活用してもらうことで、全体の効率化に繋がることを期待する

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：道路橋定期点検要領(平成31年2月)
- 2) 国土交通省道路局：点検支援技術性能カタログ(案)(令和2年6月)
- 3) 国土交通省道路局：橋梁定期点検要領(平成31年3)