

小型汎用ドローンを活用した PC 多主桁橋の点検の試み

岐阜大学 正会員 羽田野英明
 (株) テイコク 正会員 ○古澤 栄二
 (株) Air ロボ 松平 隆史
 岐阜大学 正会員 六郷 恵哲

1. はじめに

平成 31 年 2 月に道路橋定期点検要領¹⁾が改訂され、ロボット等の新技術を活用した橋梁点検が可能となった。点検支援技術性能カタログ(案)²⁾で掲載されているドローンは独自の技術ノウハウが組み込まれており、現時点では点検技術者が簡単に操作することは難しい。一方で、一般に販売されているドローンは、GNSS 機能を搭載して操縦性を向上させ、高解像度の写真が撮影可能な機種が低価格で入手可能となっている。ここでは、航空法の規制対象外となる市販の小型汎用ドローンを活用した橋梁点検の試みを紹介する。

2. 低価格ドローンを活用した橋梁点検での必要機能

橋梁の維持管理においては、橋面異常発生時の床版や支承周りの点検、補修部位の最新状況確認、大規模地震時における緊急点検等、橋梁の損傷部位の状況を早急に確認したい場合がある。しかしながら、橋梁点検車両の手配や橋面上の交通規制等の申請手続きもあり、迅速な作業ができない場合も多い。そこで、航空法の規制対象外となる 200 グラム未満の小型汎用ドローンを活用した橋梁点検を検討した。そのような橋梁点検で必要と思われる機能を以下に示す。

- ① ドローン操縦の熟度が低い技術者でも安定して操縦できる。
- ② 点検部位に近接してホバリング状態を保ち、そのカメラ映像から点検部位の状況を遠隔で観察できる。
- ③ 飛行中にはビデオ撮影や写真撮影をすることができる。
- ④ 構造物に接触・衝突しても構造物を損傷することなく、機体も安定した飛行が継続できる。
- ⑤ 橋梁下面を点検するため、ドローンより上側の映像も取得ができる。
- ⑥ 操縦者から 30~50m 程度（橋梁 1 径間分）の距離まで点検でき、橋梁構造物に近接できる。
- ⑦ 撮影した写真の解像度は、コンクリートのひび割れで 0.5mm 程度のひび割れ幅まで認識できる。

3. 検証対象としたドローン

必要機能①~④を有するドローンとして、Mavic Mini (DJI 社製、重量 199g) を 2 台利用した。そのうち 1 台は、⑤の機能を発揮できるようにカメラ視方向を下側から上側に改造した(写真-1,198g)。カメラは、センサ 1/2.3CMOS、画角 83°、静止画サイズ 4000×3000pixel であり、最小撮影距離 1m での撮影精度は 0.3mm/画素で、0.1mm 程度のひび割れが検出可能な仕様である。

4. 橋梁点検に向けた機能確認

橋梁点検での利用に向けた機能確認は、岐阜大学のインフラミュージアムの PC 橋モデルで行った。図-1 に示す部位(赤)を撮影箇所とし、図-2 に示す指標とクラックスケールを撮影対象とした。指標には黒枠内に 2.5~10mm の正方形 9 個を配置した。なお、操縦者は PC 橋モデルから 30m 程度離れた位置で操縦を行った。



写真-1 点検ドローン

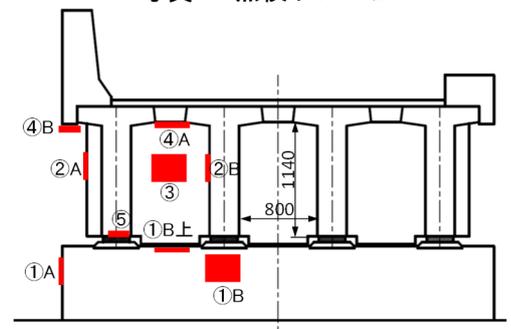


図-1 ドローンによる撮影箇所

キーワード 道路橋、橋梁点検、航空法規制対象外、小型ドローン、汎用ドローン

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 Tel:058-293-2436

- ① 下部工天端の支承付近 (①A, ①B, ①B 上)
- ② 桁端の主桁ウェブ (②A, ②B)
- ③ 桁端の端横桁ウェブ (③)
- ④ 桁端の床版下面 (④A, ④B)
- ⑤ 支間中央部の主桁下フランジ (⑤)

写真-2 に下部工天端の指標 (①B 上) の撮影結果を示す。この画像品質は、支承構造等の確認は可能であるが、精度的には指標 2.5mm 正方形が認識できる程度であった。これは、撮影部位が主桁と端横桁に囲まれた範囲で照度が不十分で露出時間が 1/12 秒と長かったためブレが発生したと思われる。

5. 実橋梁での機能確認

実際の橋梁での機能確認は、岐阜市内の S 橋のポステン PCT 単純桁橋 (写真-3) にて実施した。この橋梁は橋脚高が 9m 程度であり、ドローン操作は桁下の地上面から行った。ここでは、主として桁端部の主桁や横桁、橋座部の確認を行った。写真-4 には主桁間を飛行するドローンを、ドローンが撮影した画像として写真-5 に

は床版下面・主桁・端横桁を、写真-6 には橋座面と支承の状況を示す。なお、写真-4～写真-6 の中央縦方向の 2本の緑色平行線は、寸法計測用指標として照射した緑色レーザー光 (間隔 10cm) である。

6. あとがき

ここでは、維持管理で求められる迅速な橋梁の損傷確認の支援ツールとして、航空法の規制対象外となる 200 グラム未満の小型汎用ドローンを利用した橋梁点検の検討結果を報告した。

岐阜大学インフラミュージアムの PC 橋モデルを活用した機能確認では、撮影精度をさらに向上させるには照度不足を補う対応が必要と思われるものの、0.8m 幅×1.14m 高の狭隘な桁間でのドローン・カメラ操作は、操作熟度が低い技術者でも十分可能であることが確認された。また、30m 程度離れた位置からのドローン操作については、低速飛行モード (C モード) を使うことで比較的容易であり、桁間に隠れた撮影用ドローンの動きをもう 1 台のドローンでモニターし、撮影部位との離隔距離等を確認することで、効率的な撮影ができることが明らかとなった。実橋における実証試験においても、微細なひび割れ幅の検出は難しいものの、PCT 桁橋の狭隘な主桁の間 (1m) に進入しての点検が十分に可能であることが明らかとなった。

今後、小型汎用ドローンを利用した橋梁点検は、橋梁維持管理の有力な支援ツールとなることが期待される。

- 参考文献** 1) 国土交通省道路局：道路橋定期点検要領，2019.2.
2) 国土交通省道路局：点検支援技術性能カタログ (案)，2019.2.

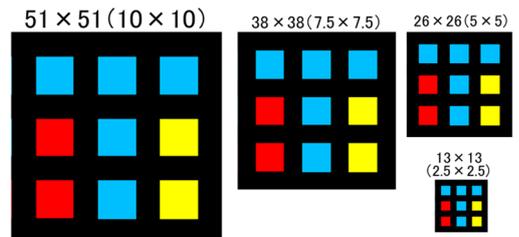


図-2 撮影指標



写真-2 指標 (①B 上) 橋座面

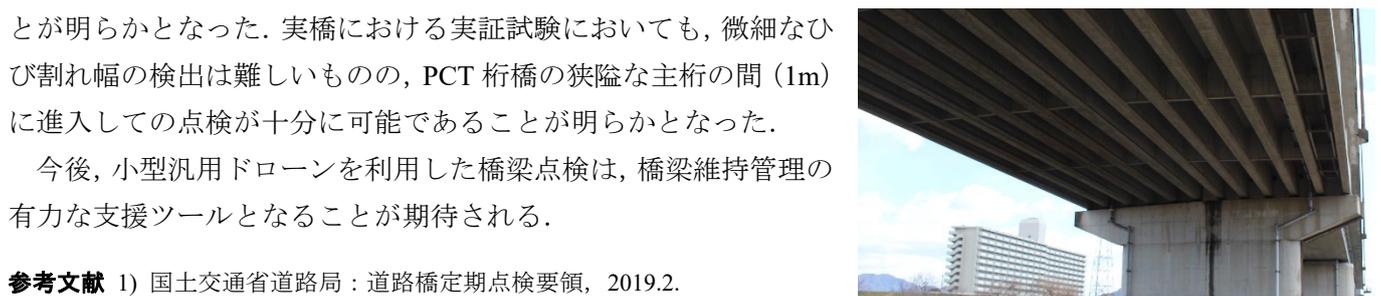


写真-3 対象橋梁 (岐阜市内 S 橋)



写真-4 桁間を飛行するドローン



写真-5 桁端部の床版・横桁



写真-6 橋座面と支承状況