

マルチコプタ（ドローン）のコンクリート床版橋への展開

大日本コンサルタント（株）

正会員 ○小林 大 正会員 平山 博

川田テクノロジーズ（株）

フェロー会員 越後 滋 金平 徳之

国立研究開発法人産業技術総合研究所 加藤 晋

1. はじめに

道路橋においては、道路法施行規則の一部を改正する省令・告示に基づき、5年に1回の近接目視点検が基本とされた。その結果、毎年およそ14万橋の近接目視点検を行なうこととなったが、点検橋梁の急増に対して予算不足や技術者不足が顕在化することとなった。このような社会問題の解決策として著者らは、橋梁点検用マルチコプタ（ドローン）の開発を進めてきた¹⁾。本稿は、開発中の橋梁点検用マルチコプタの経済性について、実橋を用いて検証した事例を報告するものである。なお、本検証は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」助成事業の内容の一つとして、大日本コンサルタント株式会社、川田テクノロジーズ株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所の3社で共同して実施したものである。

2. 検証対象橋梁及び検証範囲・内容

2.1 検証対象橋梁

著者らが開発中の橋梁点検用マルチコプタは、離れた場所や高所にある部材に対してある程度の間隔を保持しながら飛行し、搭載された光学カメラにより動画（4K 動画）を撮影するものであることから、開放的な空間に面した部材への適用が好ましいと考えている。また、著者らが開発中の橋梁点検用マルチコプタは、3人体制での運用を基本としている点も考慮し、検証対象橋梁は図-1に示す「橋梁点検車及び通行規制が必要」な橋長10.5m、総幅員8.5mのRC橋のうち、幅員中央のRCT桁（旧橋）を挟んで架設された合計幅員5.95mの「RC床版橋」とした。



図-1 検証対象橋梁

2.2 検証内容

検証内容は、著者らが考える橋梁点検用マルチコプタ経済化モデルの前提である、マルチコプタの機動性による外業時間の短縮及び省力化を確認するものとし、図-1に示すRC床版橋に対して「①通行規制を行なったうえで橋梁点検車を適用した近接目視」「②橋梁点検用マルチコプタを適用した動画撮影」を実際に行ない、それぞれに要した時間を計測して総人日数を算出した。なお、橋梁点検用マルチコプタにより網羅できない範囲については、図-2に示すように地上・梯子からの近接目視及びボールカメラを適用した。

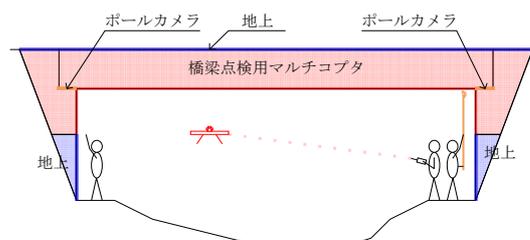


図-2 橋梁点検用マルチコプタ適用状況

2.3 橋梁点検車を適用した近接目視

橋梁点検車を適用した近接目視にあたっては、図-3に示すようにBT-200クラスの橋梁点検車を3人体制で運用するとともに、道路線形などを考慮して片側交互通行規制を5人体制で行なった。



図-3 BT-200クラス
橋梁点検車

2.4 橋梁点検用マルチコプタを適用した動画撮影

(1) 使用したマルチコプタ

使用したマルチコプタは、図-4に示す著者らが開発中の橋梁点検用マルチコプタ「マルコTM」である。本マルチコプタは、ドローン、マルチコプタ、長寿命化、メンテナンス、維持管理、点検

連絡先 〒170-0003 さいたま市中央区新都心11-2 ランド・アクシス・タワー 11F

大日本コンサルタント株式会社 インフラ技術研究所 調査研究部 保全エンジニアリング研究室 TEL 048-615-2224

マルチコプタは、橋の周囲に発生する複雑な風の変化のなかで安定した飛行が可能となるように、ガバナー（调速機）付き可変ピッチ型ローターを装備している。また、撮影画像の精細さを均一とするため、機体と被写体の間隔を自動で一定に保持する機能などの飛行支援機能を実装し、被写体の照度が不足する場合のために照明装置を装備している。



図-4 マルコ TM

(2) 撮影飛行

撮影飛行にあたっては、カメラと床版の間隔が1メートルとなるように飛行支援機能を設定した。これは、0.1ミリ幅のひびわれが検出可能なレベルであり、写る範囲は900mm×520mmとなる。また、隣り合う撮影飛行コース間の画像重複度は50%とし、撮影飛行速さは目測により0.5m/sを目安とした。

表-1 近接目視総人日

	人	日	人日
点検班	3	0.43	1.29
規制班	5	0.43	2.15
		Σ =	3.44

3. 検証結果

3.1 橋梁点検車を適用した近接目視

橋梁点検車を適用した近接目視は、片側交互通行規制開始、近接目視実施から通行規制解除まで204分(0.43日)を要し、総人日は表-1に示すように3.44人日であった。また、作業種別割合は、図-5に示すように地上・梯子及び橋梁点検車を用いた近接目視時間が70%、それ以外の近接目視に係る準備作業時間が30%であった。

3.2 橋梁点検用マルチコプタを適用した動画撮影

橋梁点検用マルチコプタを適用した動画撮影は228分(0.48日)を要し、総人日は表-2に示すように1.44人日であった。図-6に撮影飛行状況を示す。また、作業種別割合は、図-7に示すように地上・梯子からの近接目視、ポールカメラ及び撮影飛行時間が35%、それ以外の撮影飛行に係る準備作業時間が65%であった。

3.3 考察

外業時間は、橋梁点検車を適用した近接目視の方が24分短く、その比率は89%であった。一方、総人日は、マルチコプタを適用した動画撮影の方が2.00人日少なく、その比率は42%であった。本検証においては、マルチコプタの適用により外業時間を短縮するに至らなかったが、大幅な省力化が可能であることを確認できた。橋梁点検用マルチコプタの更なる効率化のためには、時間の短縮が困難な地上・梯子からの近接目視、ポールカメラ及び撮影飛行を除く「撮影飛行に係る準備作業時間の短縮」が課題である。

4. まとめ

マルチコプタは、橋梁点検領域において高橋脚など規模の大きな部材への適用が期待されるが、桁により航法衛星が隠されるなど桁下での自律制御が困難な現状においては、適用(操縦)の難易度が高い。一方、本検証対象のような規模や構造の橋梁であれば適用(操縦)の難易度が低く、また、本検証により経済的にも優位となる可能性が示された。今後は、橋梁点検用マルチコプタの実橋への適用を重ね、撮影飛行に係る準備作業時間の短縮、言い換えれば運用面を洗練させ効率化を図ることにより、コンクリート床版橋への展開が近づくものと期待できる。

参考文献など

- 1) 小林 大：マルチコプタ（ドローン）の橋梁点検への展開，H29年度土木学会 第72回年次学術講演会

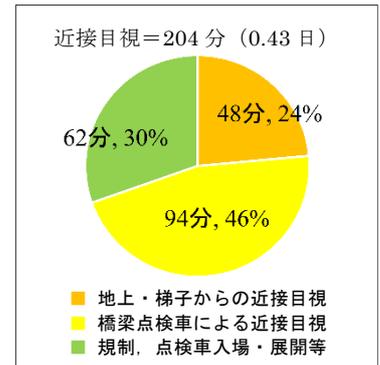


図-5 橋梁点検車作業種別割合

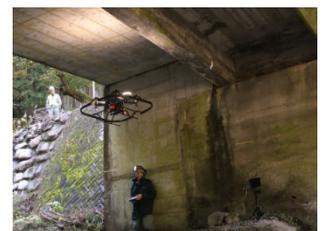


図-6 撮影飛行状況

表-2 マルチコプタ総人日

	人	日	人日
点検班	3	0.48	1.44
		Σ =	1.44

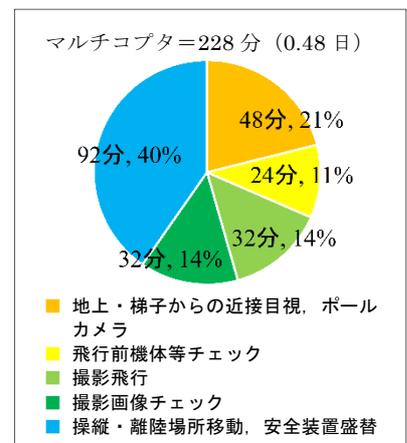


図-7 マルチコプタ作業種別割合