

## 小規模橋梁における UAV を用いた点検手法の実践と一提案

第一コンサルタント ○正会員 乾隼輔、正会員 片山直道  
正会員 兵頭学、正会員 西村紘寛

### 1. はじめに

国土交通省では、定期点検業務の効率化を目的に、「新技術性能カタログ」を作成し、新技術導入を促進している。一方、地方自治体が管理する多くの小規模橋梁では、活用可能な新技術の種類が少なく、活用した場合のコスト縮減の面においても課題が多いのが現状である。

このような背景から、弊社では令和2年度より小規模橋梁における UAV 点検の活用検討を行っている。本論文は、これまでの実践による検討結果を踏まえ、UAV を用いた点検手法について提案を行う。

### 2. 使用する UAV

採用した UAV は、アメリカの Skydio 社が開発した「Skydio2+™forEnterprise (以降 J2+ と記す)」である。J2+ は、搭載する 6 つの魚眼レンズを用いて自己位置の認識を行っている。これにより、飛行中も障害物の認知および衝突回避ができ、非 GPS 環境下においても安全な飛行が可能となっている。外形寸法「L=223mm、W=273mm、H=74mm」の小型ドローンであることから、狭隘空間への侵入も容易であるため、小規模橋梁においても死角が少なく、UAV の活用範囲拡大による効率化が期待される。

### 3. 活用における課題

UAV 点検の導入に向け、鋼橋及びコンクリート橋を対象に、UAV 点検と近接目視点検による比較を行った。

比較にあたり対象とした橋梁は、いずれも省力化が期待できる地上からの近接目視が困難な橋梁とした。これにより明確となった課題は以下の通りであった。

#### 【鋼橋】

- ・撮影部材数が多いため、現場作業時間が多大となる。
- ・腐食程度の判断や亀裂の有無の判断が困難。
- ・桁端部等、部材が集中する場所では UAV の進入が困難となる場合があり、コンクリート橋に比べ、死角が多くなる。(図-1)

#### 【コンクリート橋】

- ・桁橋では、ひび割れ幅の把握に必要なアングルの写真撮影や、撮影面に対する距離の確保が困難となる場合がある。
- ・桁橋の桁間へ進入が可能であった場合においても、UAV を安全に飛行させるために必要な距離+撮影面への距離を考慮した場合、必要以上に近接した撮影となり、膨大な作業時間を要する場合がある。
- ・汚れや漏水跡等により、ひび割れ幅の把握が困難となる場合がある。

#### 【共通】

- ・山間部では、照度不足により自己の位置が認識できず飛行が困難となる場合や撮影画像が不明瞭となる場合がある。(図-2)
- ・UAV の飛行を妨げる樹木等の障害物は、障害となる範囲の伐採や撤去が必要となる。

### 4. 点検手法の提案

今回確認された課題のうち、共通の課題については、照明の設置や維持工事との連携により解決可能なものである。一方で、小規模橋梁の点検を効率化するには、最小限の機器で作業を実施することが重要である。

現状の課題を踏まえ、UAV を用いた点検手法を次の通り提案する。

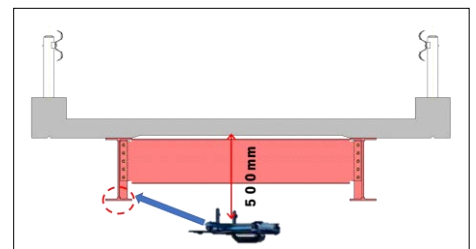


図-1 死角の概要図



図-2 照度不足の画像

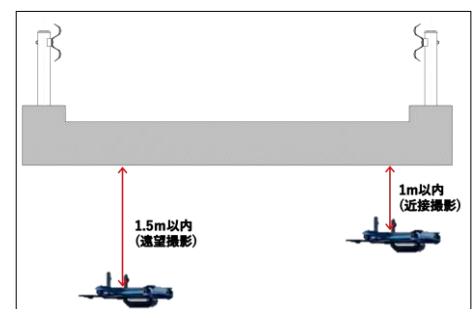


図-3 飛行条件概要図

### 【鋼橋：UAV 点検(遠望)+近接目視点検】

現状、鋼橋全てを UAV 点検に置き換えることは困難であるため対象部材を区別する。鋼部材については、遠望より大まかな撮影を行い、腐食範囲及び腐食箇所の確認を目的に撮影を行う。コンクリート部材については、可能な限り全ての損傷に対して評価が可能となるように撮影を行う。内業にて撮影写真からオルソ画像を作成し損傷を抽出する。評価を確定できない損傷に近接を行うことで、橋梁点検車等の使用日数を削減する。

### 【コンクリート T 桁橋：UAV 点検(遠望)+必要に応じて近接目視点検】

鋼橋と同様に、UAV を用いて可能な限り全ての損傷に対して評価が可能となるように撮影を行う。ひび割れ幅等の詳細な評価材料は、近接目視にて確認する。

### 【コンクリート床版橋：UAV 点検(近接+遠望)】

UAV を用いてひび割れ幅を検出可能な精度で撮影を行い、オルソ画像から評価を行う方法。

## 5. 検証結果

提案の寸法で点検した検証結果について、各橋種の代表事例を下表に示す。検証の結果、今回対象とした橋面積 150m<sup>2</sup> 未満の小規模橋梁では、いずれも省力化が可能という結果となった。

表-1 検証結果比較一覧

種別	橋長 (m) × 全幅 (m)	従来		UAV				累計作業時間		省力化	
		外業	内業	外業		内業		従来	検証結果		
				UAV現場	外業	画像処理	内業				
鋼橋	48.0×2.6	2名・16h	1名・16h	2名・3h	2名・12h	1名・4h	1名・8h	48h	42h	-6h	13%
RCT	9.6×4.2	3名・4h	1名・8h	3名・2h	3名・2.5h	1名・3h	1名・2h	20h	18.5h	-1.5h	8%
RC床版	7.1×4.5	3名・3h	1名・4h	3名・1h	0h	1名・2h	1名・4h	13h	9h	-4h	31%

従来の橋梁点検車等を用いた点検手法では、移動、規制替え等により、実作業時間が 4 時間程度の場合においても複数橋の点検は困難であった。UAV 点検では、作業前後の準備時間が短く、現場作業を 1 日で複数橋実施可能であることが確認出来た。小規模橋梁における 1 橋あたりの省力化効果は小さい結果となったが、これらを考慮すると実質的には表-1 に示す以上の省力化が可能と考えられる。

一方で、現場作業時に照度や樹木等の影響により実施不可、または後日実施となった橋梁がある。これらは、現地踏査時と時刻や季節が異なっていたことが原因の一つであるが、小規模橋梁では、このような問題が著しく影響する。また、UAV 点検の際には、SFM ソフトを活用し、三次元モデルから作成したオルソ画像にて、損傷抽出を行う。SFM での解析時にラップ率不足や特徴点が無い写真では、合成できない場合があり、合成の可否については、現地で判断できないのが現状である。これらを解決するため、弊社では 0.5m の離隔と 1.0m の離隔での撮影を心掛けている。これにより、0.5m 離隔での撮影のみでは不足する特徴点を 1.0m 離隔の写真から検出して合成が可能のため、失敗した際の手戻り作業を減少させることが可能となった。ただし、合成は AI の判断した構造物に対して最も垂直となる画像を合成するため、焦点が損傷であるとは限らない。このため、オルソ画像から損傷確認が困難な場合もあり、その場合は損傷に対する画像から直接確認が必要となる。

## 6. おわりに

今回の検証結果から、小規模橋梁においても経験や工夫を積み重ねることにより省力化が期待出来ることが確認された。小規模橋梁では、1 橋あたりの省力化効果が小さいことから、再点検とならないように現地踏査及び事前の飛行計画が非常に重要となる。また、従来点検手法により実施した場合の費用を平準化するため、同日調査可能な橋梁においても別年度で点検を実施する事例が多く見受けられる。今後 UAV 活用による効率化を目指す上では、同日調査可能な橋梁を同時発注することが重要であると考えられる。

今後は、より効果的な UAV の活用法の検討を進めるとともに、小規模橋梁に対する点検手法の一つとして UAV を活用し、省力化、費用削減に繋がるよう尽力して行きたい。