

トラス橋点検における UAV 導入の適用性検証について

西日本高速道路エンジニアリング九州(株) 正会員 古場 堅祐

1. はじめに

高速道路の橋梁は、1 回以上/5 年の頻度で詳細点検を実施している。この詳細点検には、構造物の健全性を把握するために近接目視を基本とし、必要に応じて触診や打音を行う点検と、第三者等に対する被害を未然に防止する観点から近接目視かつ触診や打音により行うことが原則となる点検の 2 種類の方法がある。

近年では点検の精度向上及び点検作業の安全性の向上を目的とした点検支援技術を導入しており、1 つの手法として、高解像度カメラ撮影による近接目視点検の支援技術がある。この点検手法は、撮影画像が近接目視と同等の判定又は評価に必要な劣化・変状情報が得られる場合に適用される。本稿では、更なる点検支援技術の適用拡大と点検効率化を目指した無人航空機（以下、「UAV」という）による、トラス橋での適用性の検証結果と UAV の活用方法について検証するものである。

2. 背景

トラス橋は鋼部材が複雑に入り組んでいるため、橋梁点検車による点検可能部位が限定される。また、検査路からも全ての部材の近接点検はできないため、現在はロープ高所作業による近接点検を実施している。そこでカメラを搭載した UAV の撮影画像により変状の判定が可能となれば、点検作業の効率化が期待できる。

3. UAV 撮影による点検

UAV 撮影による点検は、(1) 動画撮影・静止画抽出 (2) 画像解析による画像合成 (3) 画像による変状判定の流れで実施するものとした。(1) では写真-1~3 に示すとおり、トラス橋の各部材の全ての面を漏れなく撮影する必要があり、特に傾構、斜材、横構及び格点部などは高度な UAV 操縦技術が求められる。また、(2) (3) での作業を適切な画質で行うため、画像の目標解像度は $0.5\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$ /画素以下とする必要があり、今回の撮影で使用した UAV で目標解像度を満足するためには、撮影対象箇所との撮影距離が 1.1m 以内である必要があった。



写真-1 格点部外側撮影



写真-2 格点部内側撮影



写真-3 張出床版下面撮影

4. 検証内容

ロープ高所作業と UAV 撮影による近接目視点検の比較検証を行った。UAV 撮影では、撮影画像の合成の可否も含めて検証を行うこととし、検証内容は次の 2 項目とした。

1) 変状箇所の撮影精度の比較

撮影精度とは、撮影画像から変状状況の把握が可能かを評価するもので、ロープ高所作業で撮影された画像を基準に評価する。

2) UAV 適用可能範囲の抽出

UAV 適用可能範囲とは、撮影対象箇所に対して正対での撮影が可能であるか、撮影精度の良い画像が撮影可能か等を総合的に評価し、UAV 撮影が可能と判断した範囲を示す。

キーワード 点検支援技術, UAV 撮影, トラス橋, 画像解析, 画像判定

連絡先 〒818-0131 福岡県太宰府市水城 2-25-1 西日本高速道路(株)九州支社太宰府社屋 3F

西日本高速道路エンジニアリング九州(株)太宰府点検事務所 TEL 092-921-7331

5. 検証結果

5-1. 撮影精度比較

写真-4 に示す伸縮装置部では、ロープ高所作業、UAV撮影ともに撮影画像から発錆の確認及び判定が可能であり、撮影精度は同等と判断できる。一方で写真-5 に示すとおり、変状発生部材によってはUAV撮影での変状確認が困難な箇所も見受けられる。UAV撮影での条件が厳しく判定が困難な箇所は次の2種類であることが分かった。

- 1) 暗所で照度不足、逆光の状態撮影した箇所
- 2) 雑木等によって接近が困難な箇所、狹隘部でUAVの進入が困難な箇所

5-2. UAV撮影の適用可能箇所の抽出

トラス橋の外側部材は明るく、正対して撮影可能なことから、UAV撮影による点検は実現可能である。一方、内側部材は暗く、構造が複雑で正対しての撮影が困難であるためUAV撮影に時間を要しており、UAV撮影は外側部材に対して有効である。

これらの結果から、図-1 に示すとおり、トラス橋の全部材をUAV撮影にて点検することは困難だが、外側及び橋脚には適用可能で、ロープ高所作業の代替が可能である。

UAV撮影は検証2径間(L=105m)に対して、鋼部材面を全て撮影すると5,075mになる。外側面は1,031mであり、トラス橋の20%程度はUAV撮影での点検が可能となる。

従来のロープ高所作業では、表-1 に示すとおり、トラス橋の点検に19日要しているが、下部工(高橋脚)もUAV等で撮影すれば▲7日(37%)の削減が見込める。

表-1 UAV撮影の適用による従来点検からの削減日数

【トラス橋(A1~A2)・上線:L=171、下線 L=162m】				
項目	従来点検	UAVとの分担割		
	ロープ高所作業	ロープ高所作業	UAV撮影(上部工20%)	削減日数
上部工	11日	8日	2日	1日
下部工	8日	0日	2日	6日
計	19日	8日	4日	7日

6. 今後の展開

検証結果を踏まえて、今後もUAV撮影の適用拡大を目指して以下の項目に取り組む所存である。

- 1) ロープ高所作業とUAV撮影との融合を促進すべく、その他の特殊形状の橋梁についてもUAV撮影を積極的に活用し、複合的な点検手法で効率化を目指す。
- 2) 更なるUAV撮影の実用化に向けて、橋梁点検車による点検を行っているPC桁橋および鋼鈑桁などの桁橋に対して、点検支援技術の適用拡大を図る。
- 3) より解像度が高く、広範囲の撮影が可能な高解像度カメラを搭載したUAVでの広域撮影の実現及び、UAV操縦の労力軽減や撮り漏れ防止のために自動操縦可能な機種を導入を目指す。



写真-4 撮影精度比較

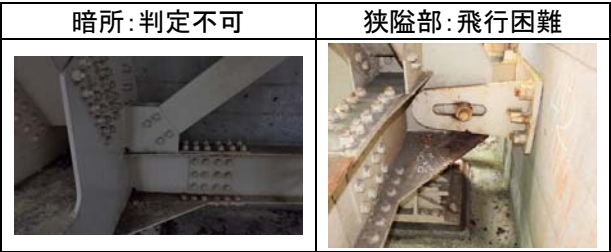


写真-5 UAV撮影困難箇所



図-1 UAV撮影の適用範囲