

無人飛行体 (UAV) を用いた仮設足場を利用しない橋梁外観点検手法の開発

長崎大学大学院 学生員 ○草野孝俊 緒方宇大

長崎大学 正会員 松田浩 森田千尋 出水亨 上阪康雄 清水建設㈱ 正会員 稲田裕

1. はじめに

長崎県内の離島には、島同士を結ぶ海洋渡海橋が多く存在する。これらの橋梁の検査では、近接目視のためには仮設足場の設置が必要となるため、遠望目視に限られることが多く、目視ができない部位の劣化や損傷の見逃しの発生が課題とされている。このような点検困難箇所の調査を目的とし、無人飛行体 (UAV : Unmanned Aerial Vehicle) を用いてデジカメを使用した遠隔点検方法の研究開発が進められている。本研究では、離島にある海洋渡海橋 2 橋で UAV を用いた点検を行い、遠隔点検の有効性の確認と課題の抽出を図った。

2. 調査概要

調査に用いた UAV (MK-8) とその飛行の状況を写真 1 に示す。機体には GPS とジャイロが搭載されているため、あらかじめ飛行経路を設定することで対象部位を詳細に撮影することが可能である。また、機体下部に取り付けたミラーレスカメラ (画素数 16MPix, 焦点距離 16mm) によってデジタル画像の取得を図った。

以下に調査対象橋梁の概要と調査概要を示す。

(i) A 橋

A 橋の側面図を図 1 に、橋梁全景と撮影状況を写真 2 に示す。図 1 中に示すように、アーチ基部や床版下側へのアプローチが困難なため、その部位のボルト接合の状況の把握を目的として撮影を行った。また、機体の離発着、操縦および地上からの撮影は、図 1 中に青丸で示す A1 橋台脇の海岸において行った。

飛行ルートは、下弦材に平行、P2 橋脚支承部を中心とする等の設定を行い、ルートを変えた 3 回の飛行を行った。1 回の飛行は 10 分程度とし、1 秒間隔で連続的に撮影を行った。また、陸上からの遠望目視との比較のため、UAV 操作位置にも一眼レフカメラ (Nikon D80, 200mm ズームレンズ) を設置し、撮影を行った。

(ii) B 橋

B 橋の側面図を図 2 に、橋梁全景と撮影状況を写真 3 に示す。B 橋においても A 橋の場合と同様に、目視が

困難な径間中央部の補剛桁等の状況の遠隔監視の可能性を検討する。また、側径間の PC 桁部の損傷についての検出の可能性も検討した。なお、機体の離発着、操縦および地上からの画像撮影は、図 2 中に青丸で示す場所から行った。

飛行ルートについては、補剛桁、P3-P4 間、上弦材頂部を撮影するルートの計 4 回の飛行を実施した。



写真 1 UAV と飛行状況

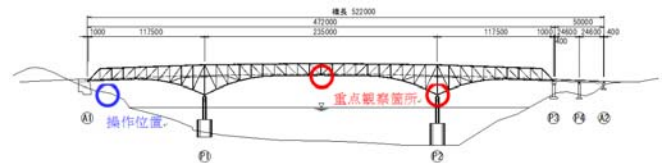


図 1 A 橋の概要



写真 2 A 橋全景と撮影状況

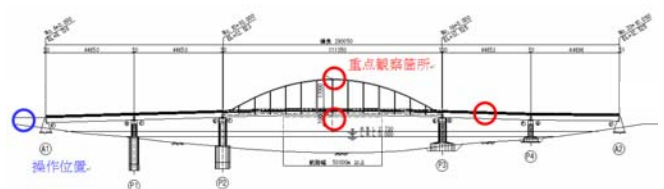


図 2 B 橋の概要



写真 3 B 橋全景と撮影状況

キーワード UAV, 遠隔点検, デジタル画像, 橋梁, 画像解析, 3D モデル

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学文教キャンパス工学部 1 号館 TEL 095-819-2601

3. 調査結果

UAV と地上からの同位置の画像を比較して示す。

(i) A 橋

支間中央部と支承部の撮影画像をそれぞれ写真 4, 写真 5 に示す。なお、各図の左が UAV, 右が地上から撮影された画像である。これらの図より、足場なしでは目視が不可能な箇所や、アプローチが困難な箇所の画像が UAV を利用することにより取得できる。また、両図とも、UAV からの画像ではボルト接合部が鮮明に見られる。この手法により、接合部の腐食やボルトの抜け落ちを検出できることが示唆される。

(ii) B 橋

支間中央部の補剛桁と吊材の接合部の撮影画像を写真 6 に示す。地上画像では観察不可能な吊材下の部分において、軽微な腐食が発生していることが確認される。次に、上弦材上部の画像を写真 7 に示す。この例でも目視が難しい部位の腐食の発生を観察できることを確認した。最後に、P2 橋脚上の支承近くの補剛桁に取り付けられた塗装履歴板について、UAV と地上からの画像を写真 8 に示す。UAV からの画像は比較的鮮明で、拡大すると履歴板の文字が判明できる。

4. 画像解析

B 橋の UAV からの撮影画像を用いて、支間中央付近の床版、補剛材、吊材等の部材の 3 次元モデルを作成した結果を図 3 に示す。本結果では、路面や吊材の一部は 3 次元データが得られているが、特に補剛桁については十分な座標値が得られず、明確なモデルが作成できていない。これは、塗装鋼板表面のような均一な画像からは特徴点抽出が難しいことによる。また、本調査では計測時間等の制限から十分な量の画像を取得していないことも要因として考えられる。コンクリート構造物については良好な 3 次元モデルの作成が可能となっているが、鋼部材については 3D レーザスキャナの併用、部材の表面処理などの対策が必要である。

5. まとめ

UAV を用いることで目視が困難な部位の監視が可能であることが確認でき、比較的風が強い環境下でも撮影操作を行うことができた。極めて短期間での計測であったが、目視困難部位への UAV の適用の有用性を確認することができた。

一方、3 次元モデルは完全には作成することができなかった。しかし、モデルが作成された部位については



写真 4 支間中央部の画像の比較 (左; UAV, 右; 地上)



写真 5 支承部の画像の比較 (左; UAV, 右; 地上)



写真 6 支間中央部の画像の比較 (左; UAV, 右; 地上)

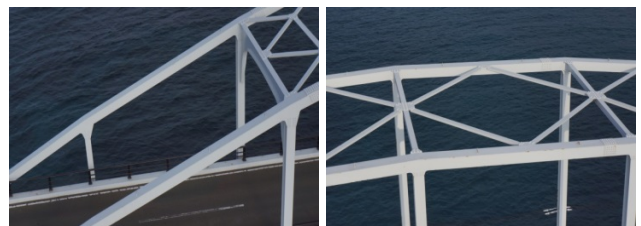


写真 7 上弦材上面の撮影画像 (ともに UAV)



写真 8 補修履歴板の画像の比較 (左; UAV, 右; 地上)

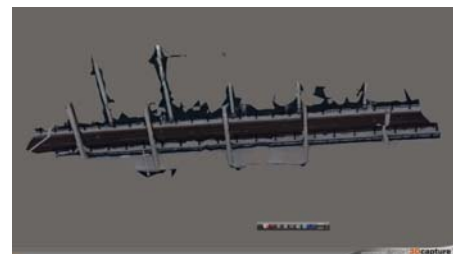


図 3 画像から作成された 3D モデル

任意方向からの観察や定期観測での損傷の監視など、様々な適用可能性があることを確認することができた。今後、取得データを用いて適切な対策を実施し、モデリングの有効活用法等を検討する必要がある。

なお、本試行試験は長崎県土木部道路維持課および関係各位の協力を得て実施したものである。