

# UAV を用いたインフラ構造物の調査・点検法に関する研究

長崎大学大学院 学生会員 ○緒方 宇大 長崎大学 正会員 松田 浩  
正会員 森田 千尋  
正会員 出水 享  
(株) 計測リサーチコンサルタント 正会員 西村 正三 正会員 木本 啓介

## 1. 序論

わが国で建設された橋梁などのインフラ構造物は、建設されてから数十年が経過しており、劣化が進んでいるものも多く、維持管理業務の実施が重要事項となっている。現在構造物の点検は、足場の架設やロープアクセスによって人が直接作業を行わなければならない、費用増大や危険が伴う場合がある。また、人が進入できず、点検不可能な場所もある。そこで、遠方・空中からの撮影が可能な無人飛行体 (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) (写真 1) を用いての点検を行った。UAV を用いることで従来の方法よりも低費用で高効率かつ、安全性の高い作業が可能であると考え。本論文では構造物の維持管理手法の一つとして UAV を用い、その利点と課題について評価する。



写真 1 Unmanned Aerial Vehicle

## 2. 概要

### (1) 論文概要

本論文では UAV を用いて様々な構造物の計測を行った結果から、その利点や課題を評価し、UAV を維持管理に用いる上での現状を考察する。

今回は主にダムや橋梁の維持管理に対しての UAV の適用可能性、また、歴史的構造物などの景観保存に対しての有用性についても考察を行う。

### (2) UAV 概要

UAV は 8 枚のプロペラにより機体を制御することで高度な自律機能を搭載している。GPS 等の機能を使用して、予め飛行ルートを座標データとして設定することで、設定した通りのルートでの飛行が可能である。本研究では UAV にデジタルカメラを搭載し、構造物表面の撮影を行う。デジタルカメラは市販されている一般的なものを使用している。UAV は GPS と IMU の搭載により高度な自律飛行が可能である。そのため、構造物撮影の際は主に自動操縦で行う。飛行ルートを設定する際に用いる世界測地系の背景地図は Google Earth または Virtual Earth

ある。これらの座標を含んだ地図に waypoint (飛行予定地点)、向き、高さ、上昇速度を設定し、撮影を行う。また、オペレータの操作でカメラのシャッターを切ることができるが、UAV の自動操縦により、カメラも自動で撮影を行うように設定する。

### (3) 計測概要

図 1 に UAV の飛行ルートの一例を示す。橋梁は橋長 30m 程度の小規模なものから、200m 以上の長大橋までを計測対象とした。人が足場やロープなしでは調査できない海上橋の桁や主塔、トラスの頂部などの箇所を重点的に計測した。ダムはひび割れの抽出までを目的に堤体部分の計測を行った。その他、景観保存のための撮影は対象物やその周囲を俯瞰するように撮影を行った。また、それぞれの撮影結果から 3D モデルを作成し、損傷の位置や程度の把握、オルソ画像からのひび割れ抽出を行った。

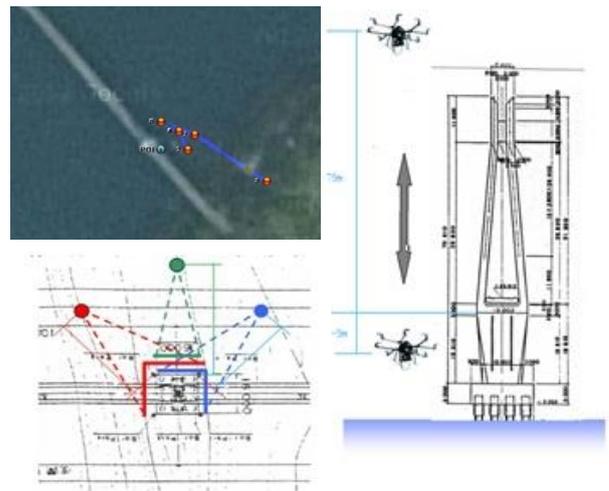


図 1 飛行ルート例

表 1 UAV の仕様

機体重量	1260g
搭載重量	1500g
操縦可能範囲	半径 1km
飛行可能高度	300m
飛行可能風速	12m/s
飛行時間	10~15 分
GPS	1 周波
電源	リチウムポリマー電池

キーワード : UAV, 写真測量, デジタル画像, 3D モデル, 維持管理

住所 : 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院工学研究科総合工学専攻

電話・FAX : 095-819-2590

### 3. 計測結果

#### (1) 橋梁

それぞれの橋梁の UAV からの撮影結果を以下に示す。橋梁 A は基部と桁、橋梁 B は桁とトラス頂部、橋梁 C は主塔の撮影を行った。画像を拡大すると錆や剥離などの損傷を鮮明に確認することが可能であった。図 2、図 3 は橋梁 B、C の画像処理を施したものである。



写真 2 橋梁 A



写真 3 橋梁 B



写真 4 橋梁 C



図 2 橋梁 B の 3D モデル



図 3 橋梁 C のオルソ画像

#### (2) ダム

図 4 はダム堤体のオルソ画像からひび割れを抽出したものである。ひび割れ幅はピクセルあたりの長さから算出した。

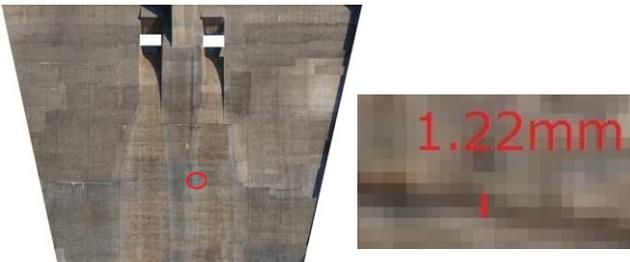


図 4 ダムのオルソ画像

#### (3) 景観保存

図 5、図 6、図 7 はそれぞれ石垣、長崎大学内の建物、軍艦島を 3D モデル化したものである。3D モデル化することでさまざまな視点から対象範囲を見ることができる。



図 5 石垣 3D モデル



図 6 長崎大学 3D モデル



図 7 軍艦島 3D モデル

### 4. 結論

橋梁の点検において、海上のアーチ基部の点検には船舶が必要になる。また、今回撮影した主塔は約 70m の高さがあり、容易に点検することができないのが現状であった。そこで UAV を用いることで従来では点検が困難であったこれらの箇所において、目視と同等な結果を得ることができた。ダムは堤体部分の撮影を行い、ひび割れ幅の抽出まで可能であった。オルソ画像化することで図面として使用でき、損傷の正確な位置を客観的に把握することができる。景観保存に関しては特徴点が明確な構造物であれば精度の高い 3D モデルを作成することが可能であった。

以上、UAV の維持管理への適用可能性を示したが、UAV を用いる上で今後の課題として考えられるのが、GPS の精度と使用できる環境である。今回使用した GPS は 1 周波で受信状況によって位置誤差が最大 5m 程度生じる。また、電波が多い場所や人や車が多く行き交う場所では安全面で使用制限が生じる場合がある。従って UAV の使用は適切な規定を決定する必要があると考える。また、3D モデルを作成する際に、コンクリートであれば問題ないが、鋼材などの明確な特徴点がないモデルの作成は困難なことがあり、解析に時間を要する場合があるので、撮影方法や解析方法を思考する必要があると考える。

#### 【参考文献】

- 1) 西村正三：インフラ構造物の変状調査とモニタリングのための遠隔計測法の開発と評価に関する研究
- 2) 西村正三ほか：光学的計測手法を用いた軍艦島護岸の計測とモニタリング，pp.193-200,2012.9
- 3) 西村正三ほか：3D レーザ・デジタル画像を用いた軍艦島計測と損傷図作成，JSPRS Vol.51,No.1，pp 46-53,2012.3