

UAV を活用した橋梁 3D モデルの作成

埼玉大学大学院 学生会員 ○劉 佳明

埼玉大学大学院 学生会員 藤嶋 斗南

埼玉大学大学院 正会員 党 紀

(株)インフラ・ラボ 正会員 松永 昭吾

(株)建設技研インターナショナル 正会員 中島 隆志

阪神高速道路(株) 正会員 林 訓裕

1. はじめに

近年、社会資本施設の老朽化や建設業における労働人口減少が問題となっており、人材不足の解消、生産性向上を可能とするため、土木分野における AI の活用が進められている。特に、深層学習を用いた画像認識技術の発展がめざましく、社会資本施設の維持管理へ適用することで、作業の合理化・効率化、点検内容の客観性維持といった効果が期待される。また、橋梁定期点検においても、近接目視が困難な箇所での損傷事例が多く見受けられ、点検作業の安全性確保も課題となっている。そこで、近接目視の代替として UAV を活用することによって、点検作業の効率化と安全性を確保することにも着目されている。UAV と 3D モデルを活用することができれば、現地確認は点検時のみとなり、その後は取得データから作成した 3D モデルをクラウド上で共有、更新することで効率的に維持管理を行うことが可能となる。これにより業務時間の大幅な低減が期待される。また、3D モデルと損傷検出を組み合わせることで、橋梁全体のモニタリングも可能となると考えられる。したがって、3D モデルを活用した橋梁維持管理を確立できれば、橋梁モニタリングや施工業者等への情報の引き継ぎがスムーズになり、維持管理サイクル全体での効率化が実現すると考えられる。そこで、本研究では橋梁 3D モデルの作成も実施し、業務に活用可能な精度が得られるのかについてや 3D モデルの活用方法についての検討を実施する。

2. UAV の撮影方法

本研究における 3D モデル作成対象はケニアで UAV による撮影を実施した Kithyoko Bridge, Kavaini Bridge, Kavenge Bridge, Nyuutani Bridge の 4 橋である。UAV での撮影は 3D モデル作成の際における情報の連続性を考慮し、画像ではなく動画での撮影とし、撮影終了後に動画から画像を切り出し、GPS 情報を追加で付与することとした。UAV の機体は主に DJI 社から提供されている Mavic3 を利用した。橋梁の撮影箇所としては、上空からの撮影により、橋梁の全体像の撮影、橋梁の側面や橋脚、橋台、床版等の詳細部の撮影を実施した。本研究においては、自動航行による撮影は実施せず、橋梁撮影の際には UAV を手動で航行させることによって撮影を行った。側面部の撮影は橋梁の上部から下向きに 45° 程度の角度で撮影したもの、側面部の中央を正面から撮影したもの、橋梁の下部から上向きに 45° 程度の角度で撮影したもの 3 方向から撮影を行った。橋脚の撮影は橋脚の上部から下部にかけて橋脚を UAV の正面に捉えた状態で、橋脚を中心に UAV を回転させながら撮影した。床版の撮影に関しても、UAV が床版部を見上げるような姿勢をとるようにして撮影を実施した。

3. 3D モデルの作成方法

計測対象をカメラで複数枚撮影し、画像に写っている特徴点を探し、撮影時のカメラ位置を計算する技術は Structure from Motion (SfM) と呼ばれている。カメラ位置を計算する際、特徴点も 3 次元で復元されるが、特徴点だけでは点群が密ではないので、SfM の後に、Multi-View Stereo (MVS) と呼ばれる手法を用いることで、密な点群を復元する。その一連のプロセスが完成した後、複数枚の写真から計測対象の空間情報を推測する。このような点群データは RGB の色情報だけではなく、XYZ 方向の空間情報も含めている。SfM ではカメラを移動すると同時に写真を撮り、その写真から特徴点を抽出することによって、凹みの三次元モデルを復元可能となる。今回は 3D モデルの作成にあたり Metashape Pro というソフトを活用した。

キーワード UAV, SfM, Metashape, 橋梁, 3D モデル

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科 TEL 080-2841-1044

4. 3D モデルの作成結果

3D モデルによって作成した鳥瞰図を以下の図-1 に示す. 本研究において 3D モデルの作成に使用した画像の枚数は 300~400 枚程度であったが, 4 橋ともに比較的正確な 3D モデルが作成可能であり, 橋梁の大まかな寸法等を測定することも可能であった. 本研究で作成した 3D モデルから寸法を計測したものを以下の図-2 に示す. 橋長, 桁長, 幅員, 有効幅員等を計測することによって, 概略平面図, 概略側面図が作成可能である. また, 3D モデルの作成範囲を調整することによって, 断面の測定も可能となり, 概略断面図の作成も可能であった. 面積, 体積の測定から足場数量の参考値も算出可能となるため, 1 回の撮影のみで様々な箇所の測定情報を得ることができ, 作業の多大な効率化につながると考えられる. さらに, 床版等の詳細情報を撮影した画像をより多く組み込み, 現在のモデルよりも画像の枚数を増加させることによって, より詳細なモデルの作成も可能となる.

5. まとめ

本研究ではケニアで撮影した 4 橋に対して 3D モデルの作成を実施した. Metashape Pro を用いることにより, 比較的正確なモデルの作成が可能であった. 今回のような 3D モデルの精度が得られる場合, 橋梁状況等の説明が容易に行えるようになる他, 現地に行かなくとも橋梁情報の取得が可能となり, 橋梁補修設計に必要な情報が 1 回の UAV 撮影で得ることができ, 損傷認識 AI と組み合わせることにより, より損傷状況の認識しやすい 3D モデル上での損傷図の作成等が可能となり, 業務時間の大幅な低減につなげることが期待される.

参考文献

1) 藤嶋斗南, 党紀, 全邦釘: 橋梁損傷セグメンテーションの背景増強訓練とその効果の検証, AI データサイエンス論文集, 3 巻, J2 号, pp.994-1002, 2022.

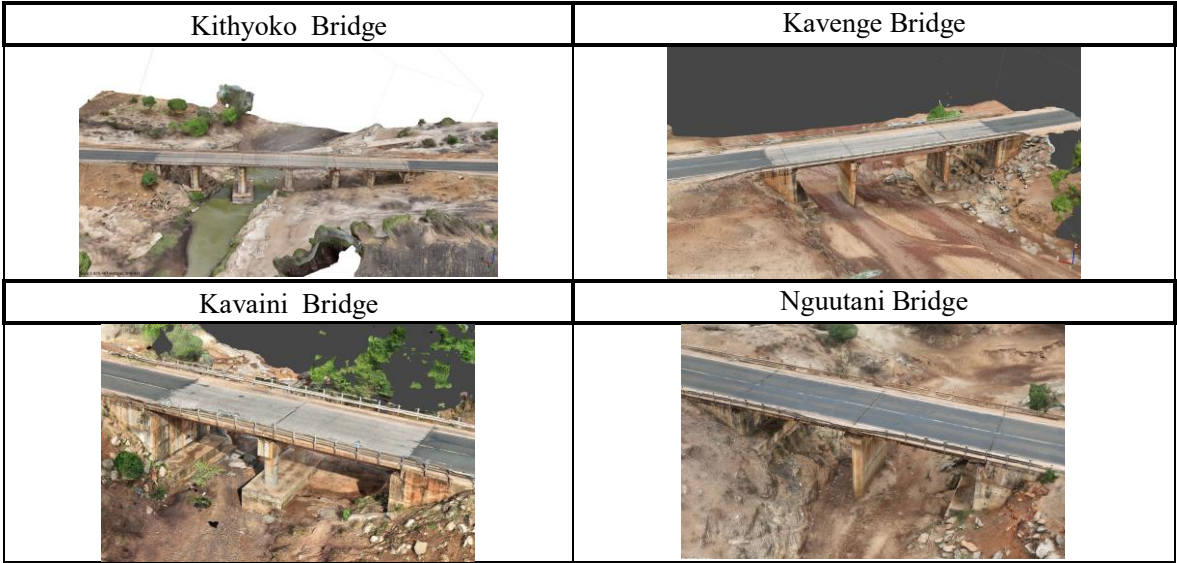


図-1 3D モデルによる鳥瞰図

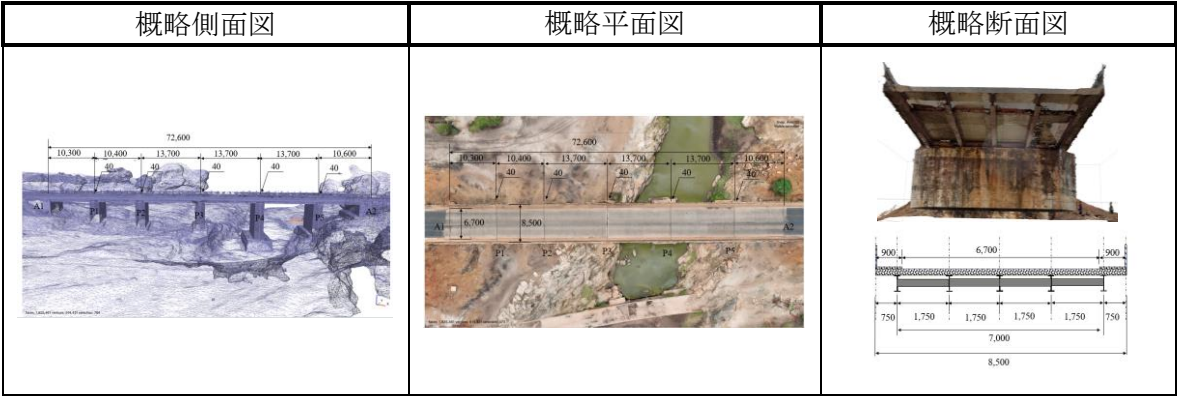


図-2 Kithyoko Bridge の概略図