

UAV を活用したトラス橋および鈹桁橋の3次元モデル作成方法に関する考察

～ ロボット点検の一般化を目指した実橋梁での検証 ～

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○ 下川 光治

(現：アジア航測(株) 先端技術研究所)

国立研究開発法人土木研究所 正会員 服部 達也

国立研究開発法人土木研究所 正会員 森川 博邦

1. 目的

国土交通省では、将来的な担い手不足、インフラの老朽化、維持管理費の増大といった課題への対応として、「i-Construction」やインフラ分野へのロボット導入やAI研究開発の促進に取り組んでいる。土木研究所では、「AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究」にて、メンテナンスサイクルにおける点検・診断・措置の効率化を進めている。

5年毎の橋梁定期点検は、現地での近接目視と点検報告書の作成に多くの労力(人、時間、費用)を必要としている。国土交通省では、橋梁点検の効率化を目的として、「新技術利用のガイドライン(案)」「点検支援技術(画像計測技術)3次元成果品納品マニュアル【橋梁編】(案)」を公開し、点検ロボットの活用を積極的に推進している。

著者らは、橋梁点検に UAV (Unmanned Aerial Vehicle) と SfM (Structure from Motion) を利用した「橋梁3次元データを活用する橋梁点検手法」を提案している。(図1) 本稿では、著者らが検証してきた知見を用いてトラス橋及び鈹桁橋において検証した事例を紹介する。

また、本稿は、内閣府「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」の成果の一部である。

2. 実施概要

2. 1. 検証場所

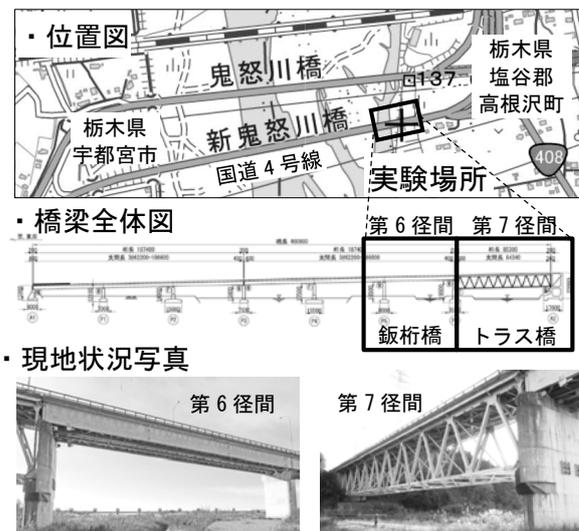
検証は、国土交通省関東地方整備局宇都宮国道事務所が管理する国道4号線の新鬼怒川橋の第6径間(鈹桁橋)と第7径間(トラス橋)で行った。(図-2)

キーワード 橋梁点検、トラス橋、鈹桁橋、3次元モデル、ロボット点検、UAV、SfM

連絡先 〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺1-2-2
アジア航測株式会社 TEL:044-967-6303



図-1 橋梁3次元データを活用する橋梁点検手法



橋梁管理者	国土交通省 関東地方整備局 宇都宮国道事務所
全体	構造: 3径間連続非合成鈹桁橋2連、単純鋼トラス橋 橋長: 460.9m、全幅員: 11.5m
第6径間	構造: 鈹桁橋、支間長: 62.2m、幅: 11.5m、桁高: 2.8m
第7径間	構造: トラス橋、支間長: 62.2m、幅: 11.5m、桁高: 10.0m

図-2 検証場所

2. 2. 検証機材

橋梁の撮影に使用した点検ロボットは「国土交通省策定の点検支援技術性能カタログ(案)」に登録されている点検用小型 UAV (全方向衝突回避センサー搭載) を用いた。橋梁3次元モデルの作成・オルソモザイク画像の作成は、市場で調達できる SfM ソフトウェアとして PIX4D を用いた。3次元モデルの閲覧には、土木研究所と共同研究にて開発を行っている米国イリノイ大学の Reconstruct を用いた。

3. 検証項目

3. 1. UAV 撮影方法

橋梁 3 次元モデルを構築するための撮影方法は、位置座標取得を目的とした遠景撮影と、点検写真取得目的の近景撮影に分けて行い、それぞれ SfM 処理用に重複撮影とした。遠景撮影は、標定点を橋梁上の歩道付近に設置し、橋梁全体を斜めから 30m の距離で撮影した。(図-3) 近景撮影は部材より 0.5m~1m 程度の距離で撮影した。

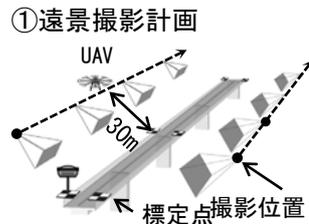


図-3 橋梁遠景撮影方法

(1) トラス橋の近景撮影

トラス橋の近景撮影の飛行経路（以下「撮影コース」という。）は、ガセットを中心に周回し撮影した。この他の床版裏、橋脚、橋台などの部材は、部材表面を網羅するように複数コースで撮影した。(図-4)

(2) 鉸桁橋の近景撮影と SfM 用接続撮影

鉸桁橋の近景撮影は、桁内部を網羅的に撮影した。遠景撮影と近景撮影を接続させるために、桁下面側から離れた接続撮影コースを考案した。(図-5)

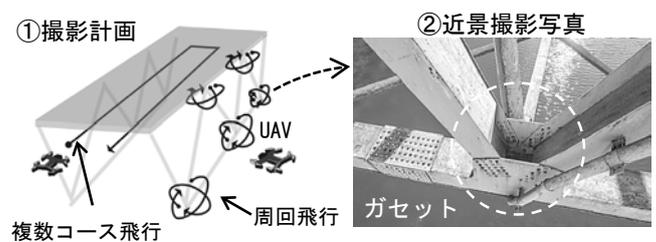


図-4 トラス橋の撮影方法

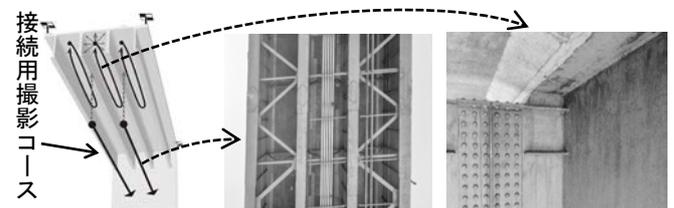


図-5 鉸桁橋撮影方法

図-5 鉸桁橋撮影方法

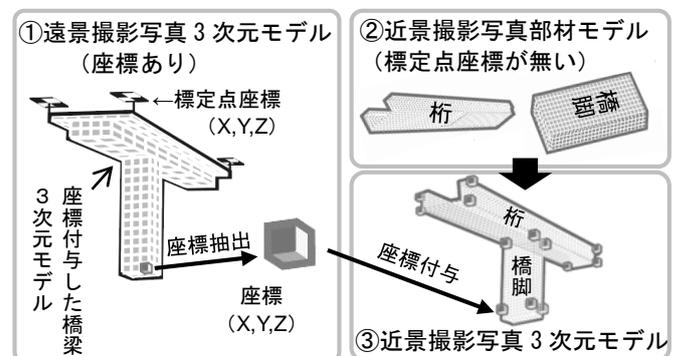


図-6 橋梁 3 次元モデル作成イメージ

3. 2. 3 次元モデルの構築

トラス橋および鉸桁橋の近景撮影写真 3 次元モデルを構築し撮影位置を算出した。橋梁 3 次元モデル構築は、下記の 3 段階で行った。手順 1) 遠景撮影写真と標定点座標を SfM 処理し、橋梁全体の「①遠景撮影写真 3 次元モデル (座標あり)」作成。手順 2) 「②近景撮影写真の部材モデル (座標なし)」の作成。手順 3) ①から座標を抽出し②に付与し「③近景撮影写真 3 次元モデル」を構築。(図-6)

3. 3. 3 次元成果の活用方法

トラス橋および鉸桁橋の近景撮影写真 3 次元モデルと撮影位置を橋梁点検の基礎資料として利用するために、PIX4D からオルソモザイク画像を作成し、さらに Reconstruct に設定した。(図-7)

4. まとめ

本検証により、トラス橋および鉸桁橋において、UAV で撮影した写真から、橋梁点検に資する 3 次元モデル作成方法の知見が得られた。

3 次元モデル作成の検証事例については、土木研究

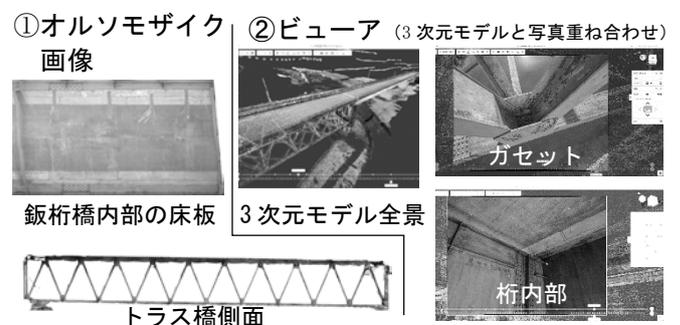


図-7 橋梁点検用オルソモザイク画像とビューア

所ホームページ「研究成果・技術情報、プログラム・要領等の提供」にて「橋梁 3 次元モデルの構築 (検証事例)」として掲載している。

<https://www.pwri.go.jp/jpn/results/offer/index.html>
謝辞: 本検証では、国土交通省関東地方整備局宇都宮国道事務所より検証場所を提供していただいた。ここに謝意と敬意を表する。

参考文献

下川光治, 森川博邦, 服部達也, 榎本真美, 二宮建: 橋梁点検画像の 3 次元管理に関する考察, 令和 2 年建設施工と建設機械シンポジウム, pp. 161-166, 2020