

第I部門

維持管理 (4)

2023年9月14日(木) 15:10 ~ 16:30 I-4 (広島大 東広島キャンパス総合科学部講義棟 K108)

[I-126] ラジコンボートを用いた小規模な橋梁の点検システムに関する基礎 検討

Basic Study on Inspection System for Small-Scale Bridges Using Radio-Controlled Boats

*粕谷 龍楓¹、佐藤 靖彦¹ (1. 早稲田大学)

*Ryuho Kasuya¹, Yasuhiko Sato¹ (1. Waseda University)

キーワード：ラジコンボート、点検システム、小規模橋梁、スクリーニング

radio-controlled boat, Inspection System, Small scale bridge, screening

現在日本の橋梁は老朽化が進んでいる。全橋梁のうち市町村が管理する橋梁が全体の65%で最多となり、そのうち80%以上が2m以上15m未満の短い橋梁である。こうした現状を正しく理解し維持管理していかなければならない。橋梁の点検は5年に一度の近接目視が義務付けられており、2023年は2巡目最後の年となるが、今後も継続して行うことは現実的とは考えられない。そこで本研究では点検の省力化を目指し、地方自治体に多く存在する小規模橋梁を対象としたラジコンボートによる橋梁点検システムについて検討を行い、システムの骨格を構築した。

ラジコンボートを用いた小規模な橋梁の点検システムに関する基礎検討

早稲田大学 学生会員 ○粕谷 龍楓
 早稲田大学 正会員 佐藤 靖彦
 安曇野市 木村 行男

1. はじめに

現在日本の橋梁は老朽化が進んでいる。全橋梁のうち市町村が管理する橋梁が全体の 65%で最多となり、そのうち 80%以上が 2m 以上 15m 未満の短い橋梁である。こうした現状を正しく理解し維持管理していかなければならない。橋梁の点検は 5 年に一度の近接目視が義務付けられており、2023 年は 2 巡目最終年度となるが、今後の継続にあたり、就業者の高齢化、自治体の技術職員不足や予算を鑑みると将来の負担は大きい。そこで本研究では点検の省力化を目指し、地方自治体に多く存在する小規模橋梁¹⁾を対象としたラジコンボートによる橋梁点検システムについて検討する。

2. 対象橋梁

本研究では橋梁は農業用水路や小さい河川などにかかる 15m 未満の橋梁を対象とする。具体的には、管理する橋梁の 90%以上が 15m 未満の橋梁で多くが農業用水路にかかるという特徴をもつ長野県安曇野市をフィールドとして研究を行う。また、小規模な橋梁かつ下側を通過することができるという似た条件を持つ橋梁が早稲田大学西早稲田キャンパスと隣接する戸山公園もフィールドとして選定した。

3. 点検システム

3.1 概要

本研究で考える点検システムは、一度に数多くの橋梁を対象とした点検システムである。交通量や重要度の面から問題がないことを簡易的に確認することで十分な小規模な橋梁に着目するものであり、自動で橋梁の外観から問題の有無を判断する。例えば、街全体の管理の計画を立てる上での一次スクリーニングとしての役割を想定している。

点検システムの流れを図-1 に示す。まず初めにラジコンボートを用いて橋梁下面の撮影を行う。橋梁

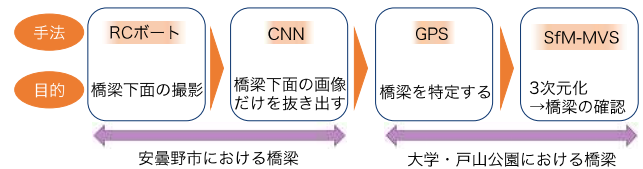


図-1 点検システム

下面を連続で撮影すると橋梁下面以外の画像も大量になる。そこで、CNNを作成し、橋梁下面の画像だけを自動で分類する。次に、分類された橋梁下面の画像だけではどの橋梁かがわからないので、撮影時に格納される位置情報から橋梁の特定を自動で行い、地図上に可視化する。最後にそれぞれの橋梁の下面の画像から 3D モデルを作成する。

本研究でのシステムの特徴としてラジコンボートを用いる点がある。用水路などにかかる複数の橋梁を連続して撮影するため一度に多くの橋梁を対象とすることで効率化を図ることができる。また、人や点検車が入りにくい橋梁でも適用できる、操作が容易、自動化も見込めるなどのメリットがある。2 点目は 3D モデルの活用である。撮影するだけで 3D モデルが作成できれば、多くの橋梁の 3D モデルを作成することができ、情報の蓄積や引き継ぎに役に立つ。さらに、モデルに情報を付与することができればさらに有意義なものとなる。以下にシステムの各段階の詳細について述べる。

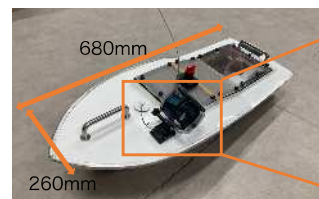


図-2 ラジコンボート



図-3 GoPro HERO11

キーワード ラジコンボート、小規模橋梁、点検システム、省力化、スクリーニング

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 TEL 03-5286-3852

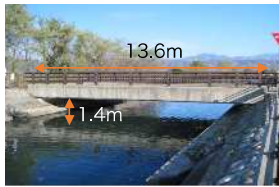


図-4 撮影した橋梁



図-5 撮影画像の例



図-6 入力画像

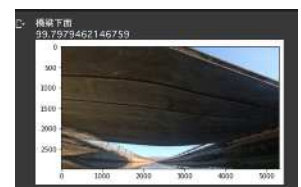


図-7 出力結果

3.2 RC ボートによる橋梁下面の撮影

用いたラジコンボート(図-2 参照)はジェットタイプで水深が浅くても使用可能である。カメラはGoProHERO11 Black を用いた(図-3 参照)。撮影方法や画質などの設定が多様で防水、ブレ防止などの機能が豊富であるため採用した。撮影した橋梁を図-4に、撮影した画像の一例を図-5 に示す。日差しが強く橋梁下面に水面が反射し少し見にくい。さらに画角を一番大きくした結果、歪みが生じてしまったがはっきりと模様や白い線などを確認できた。また、ラジコンボートが浮遊物や藻に引っかかり動かなくなったため、底面にフィルターを貼り付けて対策を行った。

3.3 CNN による橋梁の分類

CNN の作成にあたり、まず教師データを作成した。具体的には、橋梁下面を周回して撮影した画像を目視により、空、橋梁側面、橋梁下面に仕分けてそれぞれラベルをつけた。Google の ColabNotebook にてプログラミング言語は Python で機械学習ライブラリの Pytorch を用いた。主なパラメータとしてバッチ数 32、学習率 0.01、エポック 7 として学習を行った。入力画像と出力画像の一例をそれぞれ図-6 と図-7 に示す。

3.4 GPS を用いた橋梁の特定・可視化

早稲田大学西早稲田キャンパスと隣接する戸山公園にかかる橋梁の下面を通過し撮影を行った。橋梁下面の画像だけからどの橋梁のものかを特定するために、画像を入力すると自動で画像に格納されている位置情報を抜き出し、実際の橋梁の緯度経度から ± 0.00015 度(± 15 m 程度)の範囲以内に収まっていたらその橋梁の画像だと特定するプログラムを Python にて作成した。実際の橋梁の間隔と GPS の精度を考慮してこの条件とした。また、どの橋梁の撮影を行ったのかわかるよう地図上に可視化した(図-8 参照)。

3.5 SfM/MVS による橋梁の 3 次元化

橋梁の 3D モデルは SfM と MVS という技術によって対象物の複数の写真から 3 次元点群データを作

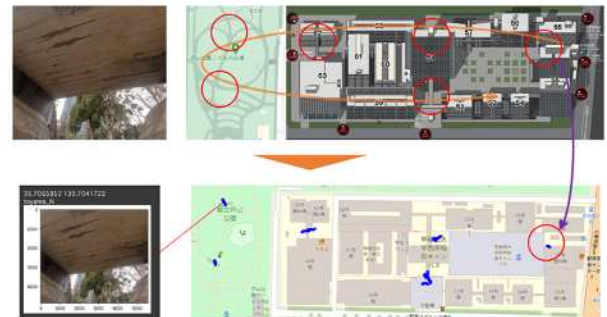


図-8 対象橋梁と特定・可視化結果



(1)1 方向

(2)4 方向

図-9 撮影方向の影響

成し 3D モデルを作成する。作成には市販のソフトを用いた。モデルの精度は撮影方法などによって変わるため、カメラの台数と方向の条件を変えモデルの比較も行なった(図-9)。1 方向、4 方向ともに橋梁の下面は 3 次元化することができ状態を確認することができるが、端部や橋台は橋梁の大きさにもよるが一方のカメラだけでは 3 次元化することができない。どこまで 3 次元化する必要があるか、また情報の付与など 3D モデルの活用については今後検討しなければならない。

4. まとめ

ラジコンボートを用いた一連の点検システムの枠組みを構築した。今後は CNN の精度向上や 3D モデルへの情報の付与など各段階のレベルを上げるとともに、AI によるひび割れ検出や健全度評価の段階を組み込むことや自動走行による撮影の無人化、そして実際の橋梁維持管理への活用を目指す

参考文献

- 1) 安曇野市: 安曇野市長寿命化修繕計画 資料編, 2019.