

橋梁点検ロボット BRIDGEVIEW の実橋実証実験

建設技術研究所 正会員 ○石田辰英 清水隆史
 ハイボット 広瀬茂男 ミケレ グアラニエリ
 東京工業大学 塚越秀行 北野菜穂

1. はじめに

橋梁点検をロボットで行う場合、どのように橋梁下面の任意の位置に近づき、死角無く損傷を確認できるかが課題となる。橋梁点検ロボットには近接方法別に、飛行型、吸着型、桁懸垂型、アーム型等があるが、設置方法や適用範囲、損傷の確認のし易さなどに、それぞれ個別の課題がある。

BRIDGEVIEW では、橋面から車道規制無しにロボットを設置でき、狭隘部を含め桁や床版の任意の位置に様々な方向から近接して橋梁点検が出来ることを目指した。また点検の機能として、自動的に点検を行うことに加え、点検員がロボットを遠隔操作しながら、見たいところを自由に確認できることを目指した。

本論文は、実橋実証実験で上記機能の検証を行った結果について、その概要を報告する。実証実験対象橋梁は、川を渡る 9 径間の鋼橋で、橋長 526m, 全幅員 15.3m, 桁高 2.6m, 実験対象支間の支間長 60m である。

2. 橋面から桁下面への近接方法の検証

BRIDGEVIEW は、点検を径間単位で行い、最初に点検を行う径間まで台車で橋面上を歩道や路肩を利用して運搬する。目的の径間では、まずロボットを吊り下げる支持ロッドを橋の高欄に片側 2 本ずつ設置する。支持ロッドの設置は、壁高欄などに適用性を広げるため文献 1 より変更し、地覆にクランプする方法から、地覆と高欄に引っかけラッシングベルトを V 字に張ることで姿勢を制御する方法とした (図 1)。

次いで、スリングショットや UAV 等で橋の下に道糸を通し、それを使って、支持ロッドから伸びた 4 本のワイヤを 1 箇所に集める (図 2)。その後、ロボットにワイヤを連結し (図 3) 橋面から吊り降ろす。吊り降ろしには、ホイストを利用している (図 4)。設置作業は、片側 2 名の 4 名で実施し、支持ロッドの設置からロボットの吊り降ろしまで、1.5 時間で出来ることを確認した。

BRIDGEVIEW が 1 回の設置で点検できる範囲は支持ロッドで囲まれた矩形の範囲で、最大 30m×30m を仕様としている。そのため本実験対象橋梁のように支間長が 30m を超える場合、支持ロッドを橋面上で移設することが必要となる。今回移設作業についても検証し、1 時間で出来ることを確認した。



図 1 支持ロッドの取り付け状況

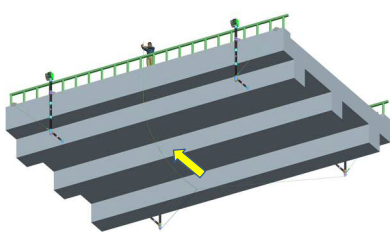


図 2 道糸によるワイヤの牽引

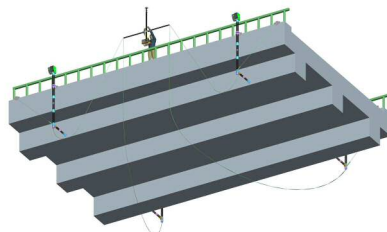


図 3 ワイヤの連結



図 4 橋面からの吊り降ろし状況

今回の実証実験は、橋面の歩道部 (片側 2.5m 幅の両側歩道) を片側 1.5m ずつ占用し、交通誘導員等で安全に十分配慮することで自転車や歩行者の通行を確保しながら問題なく出来ることを確認した。

キーワード：橋梁点検ロボット 近接目視の代替機能

連絡先：〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1 (日本橋浜町 F タワー) 株式会社建設技術研究所
 東京本社 インフラマネジメントセンター TEL 03-3668-4640

3. ロボットの操作と点検

吊り下げられた点検ユニットは、予め決められたルートに沿って自動走行し点検を行う動作に加え、マニュアル操作により必要な箇所に近接し損傷状況を確認できる。マニュアル操作は、ゲームコントローラー(図 5)により行うことが出来るようになっている。マニュアル操作時は、橋面上でロボットの位置、姿勢を把握することが重要となるが、BRIDGEVIEW では支持ロッドに取り付けられたカメラと吊り下げられた点検ユニットのカメラでロボット本体の姿勢の監視が出来る(図 6)。また点検用のカメラで周囲の状況を確認できるため、障害物をかいくぐって目的の場所に近接できる(図 6)。

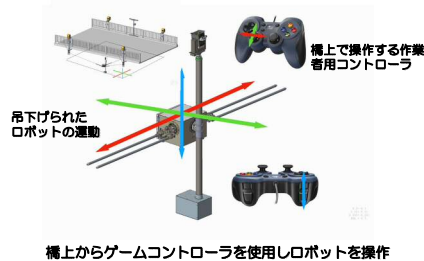


図 5 コントローラによる制御

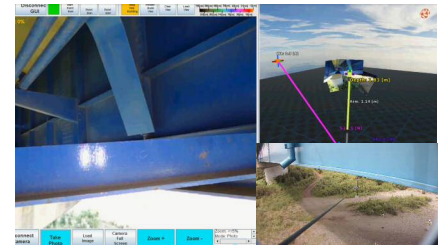


図 6 ロボットの姿勢と橋梁のモニタリング画面

4. 取得した点検データ

橋梁の各部に近接した状況と、取得したデータの例を以下に示す。

図 7 は、下横構を避け、格間に伸展した状態で、図 10 はそこから RC 床版を撮影したもので遊離石灰を伴う床版ひび割れが確認できる。図 8 は、張出床版の点検状況で、図 11 はその張出の縦リブの溶接線を撮影したものである。図 9 は、桁端の狭隘部に入り込んでの支承周辺の点検状況で、図 12 では鋼製支承のカバー紛失を確認できる。



図 7 格間に伸展し床版に近接

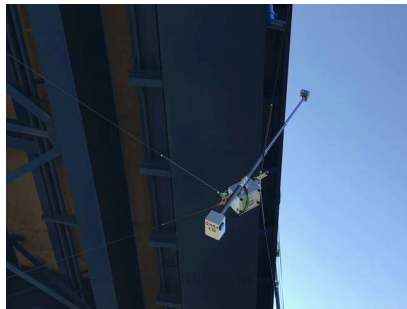


図 8 鋼床版張出部の点検



図 9 支承周辺の点検



図 10 RC床版のひび割れ

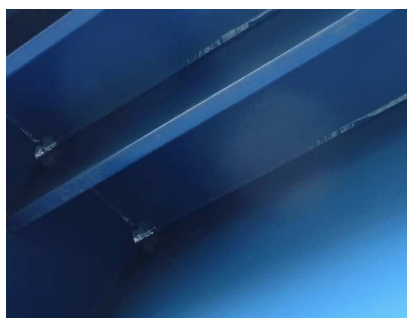


図 11 鋼床版の縦リブ溶接線



図 12 鋼製支承(カバー紛失)

5. まとめと今後の展望

本実証実験で、本ロボットにより技術者が近接するように橋梁の細部を確認できることが検証できた。今後は、ロボットの設置・移設・撤去時間のさらなる短縮(設置目標 30 分等)と作業人員の削減、操作性の向上、点検調書作成のための補助機能を高めた点検記録のデータベースシステム構築を進める計画である。

謝 辞

本研究開発は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理法人: 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)によって実施されました。

参 考 文 献

[1] 橋梁点検ロボットシステム BRIDGEVIEW の開発, 第 72 回土木学会年次学術講演会概要集 VI-911, 2017.9