# 橋梁点検ロボットシステム BRIDGEVIEW の開発

建設技術研究所　正会員　○石田辰英
ハイボット　広瀬茂男
東京工業大学　塚越秀行

## 1. はじめに

橋梁点検の実務では、橋梁点検車や高所作業車、梯子などにより、点検員が対象に近接して目視により点検を行っている。それらの機材・車両による近接目視が困難な場合は、ロッククライミングのようなロープアクセスによる近接も行われている。高所での点検はバケットに人が搭乗して行うため危険を伴う上、大型の車両を橋梁の上に長時間停車させるため、橋の交通を規制する必要があるなどの問題がある。

これらの問題を解決するため、橋梁点検をロボットにより自動化する手法について検討した。橋梁下面を点検するのに、ＵＡＶや磁気・負圧吸着による構造物表面移動方式などがあるが、本開発では、ワイヤ吊り下げ方式が最も確実で実用性が高いと考え試作と実橋における実証実験を行った。ここでは、開発を進めるロボットと実験結果の概要を報告する。

## 2. 橋梁点検ロボット（BRIDGEVIEW）のコンセプトと要求仕様

BRIDGEVIEW は、橋梁点検で問題となる車道規制をなくすため路肩幅 50cm 以内に収まることを前提として開発を進めている。BRIDGEVIEW の概観を図 1 に示す。

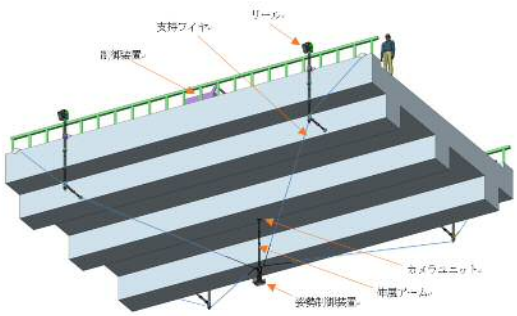


図 1　BRIDGEVIEW の外観

対象とする橋梁形式は、鈑桁形式，箱桁形式，床版橋形式などとし、桁下余裕高 2m 以上で曲線橋、斜橋、バチ橋にも対応できるものとした。

これらを実現するため、ロボットは橋の高欄の外側４隅に支持ロッドを設置し、そこからワイヤを張り吊り降ろす構造とした。支持ロッドは地覆にクランプする構造としている。

橋長と幅員の適用範囲について、国内最大の橋梁点検車 BT400 で点検できる寸法を目標に、一度に点検できる範囲を 30m×30m とした。橋軸方向には、30m 以上の支間長の場合は支持ロッドを図 2 のように移設して対応するものとした。

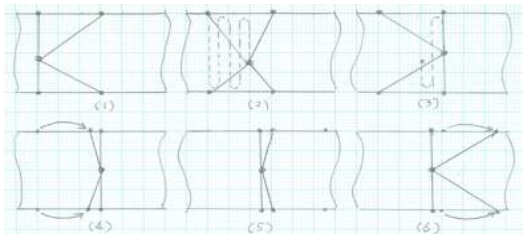


図 2 点検作業シーケンス

橋梁点検では一般に橋の下には簡単に近づけないため、ロボットは橋面から設置できる必要がある。そこでＵＡＶまたはスリングショット（図 3）により、道糸を通しそこに４本のワイヤを繋いで吊り降ろす手法を考えた。複数径間に渡る場合は、径間毎にこの方法を繰り返し、ロボットを移設していく。

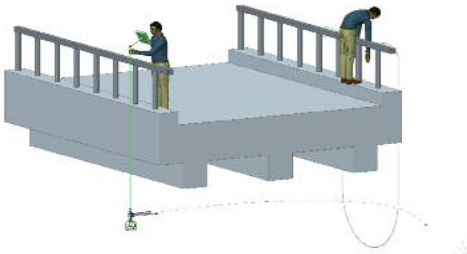

図 3 スリングショット方式による橋梁下への道糸の設置

近接については、吊り下げた点検ユニットに伸展するアームにより実現する。伸展アームの先端にカメラや打音点検装置を搭載し、損傷の確認や打音検査を行えるものとした。

ロボットは決められたコースを、添架物等をよけて自動走行し、点検者が必要に応じてマニュアル操作により制御することで必要な箇所に近接し損傷状況を確認できるものとした。

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. BRIDGE VIEW 試作１号機の概要

BRIDGEVIEW は橋梁点検を行うためのカメラを搭載した伸展アームとその姿勢を制御するアーム駆動制御装置からなる点検ユニット、伸展アームを支持するワイヤの繰り出し・巻き取りを行う支持ロッド、自重を支持する地覆クランプ機構，さらにこれらの装置を搬送するための台車で構成される。また台車には操作システムが搭載されており、カメラ画像をモニターで確認できる。４本のワイヤは点検ユニットに直付けせず姿勢安定用アームを介し接続されている。また現在伸展アーム先端に取り付ける打音装置の開発も進めている。

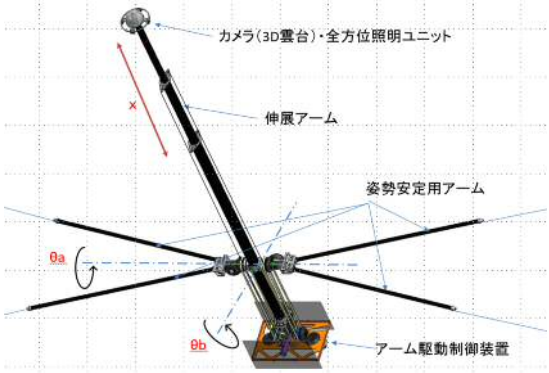

図 4 点検ユニット

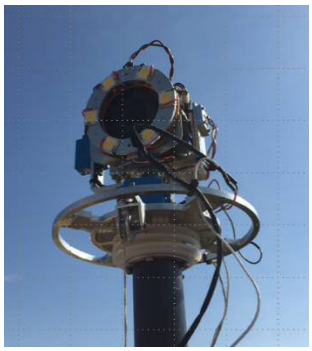
図 5 カメラユニット

近接目視の代替機能については、４本のワイヤに吊り下げた点検ユニット（図4)に装備された 3m まで伸縮する伸展アームと先端に取り付けたカメラにより実現する。カメラは、仰角 0-90 度、方位角 360 度で動作し、伸展アームとカメラの向きを遠隔で制御することで､見たい位置に近接して撮影をすることが出来る。カメラは 2000 万画素で光学ズーム機能を有し､高輝度 LED 照明を付加することで暗部での橋梁表面の欠陥判別分解能を 0.1mm まで向上させることに成功した。

## 4. 実橋での実証実験結果

通行止めされている橋梁を利用し、実証実験を行った。実験では、ＵＡＶやスリングショットを利用した橋面からのロボット設置・撤去を成功させた。またロボットを桁端の狭隘部に移動させ、暗くて確認が困難な伸縮装置下面や支承周囲、床版下面のひび割れなどを近接目視に近い状況で確認出来た。

図 6 桁端狭隘部の点検実施状況

図 7 伸縮装置下面の確認状況

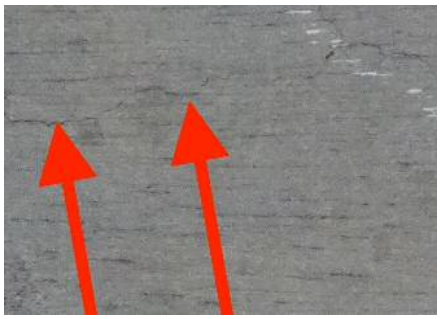
図 8 ﾁｮｰｷﾝｸﾞのないひび割れ

## 5. まとめと今後の展望

１号機の実証実験から、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可能性が十分あることが確認できた。課題としてはロボットの設置・撤去にまだ時間がかかること、また４ワイヤによる移動速度や、制御系のソフトウェアが初期レベルで操作に時間がかかることなどが上げられる。これらの課題に対し、既に２号機の設計・製作に着手しており、今期中に再度実証実験を実施する計画である。

謝辞

本研究は，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] 小松洋音 塚越秀行 石田辰英 Michele Guarnieri Paulo Cesar Debenest Giorgio Valsecchi Giacomo Cimarelli Arturo E. Ceron Lopez 広瀬茂男 4 ワイヤ支持型橋梁点検ロボットシステム BRIDGEVIEW の開発―基本構成の提案と第一次モデルの試作―, 第 34 回日本ロボット学会学術講演会, 2016.