

近接目視支援用簡易装置を用いた健全性の診断用画像の取得

東北工業大学 正会員 ○小出 英夫
O・T・テクノロジー株式会社 正会員 鳥海 廣史

1. はじめに

国土交通省による平成 26 年の道路橋定期点検要領¹⁾の改定に伴い、原則、5 年に 1 回の近接目視による橋梁点検の実施が開始された。並行して、国土交通省や経済産業省の後押しを受け、当該点検を行うロボット等の支援技術の開発が進み、点検 2 巡目の開始に伴い平成 31 年改定の道路橋定期点検要領²⁾では、近接目視と同等の点検成果が得られる場合に限り点検支援装置の使用が可能となった。本稿では、一般に目視点検が困難とされる橋梁下面の健全性診断用の静止画像取得を目的として、著者らが開発した、複数台のカメラを有する吊下げタイプの点検支援装置（写真-1）の概要と実橋での点検実施内容等について示す。なお、本点検支援装置は、平成 31 年以降、国土交通省が示す「点検支援技術 性能カタログ」^{3),4)}にも掲載されている。



写真-1 著者らが開発した点検支援装置

2. 当該点検支援装置

本装置は、東日本大震災後の 2012 年度より文部科学省支援事業「復興大学」⁵⁾内の「地域復興支援ワンストップサービス」にて著者らが検討を開始した。誰でも容易に活用でき簡易的で廉価な点検支援装置の開発を前提に、装置全体の仕組みが簡易で使いやすいこと、トラブルが少なく修理等も部分的な交換のみで可能であること、少人数での点検（診断用の画像取得）が可能であること、橋上での交通規制が最小限に収まること、撮影画像の取り扱いが容易であること等を開発の基本コンセプトとした。

当該装置は、写真-1 に示すような外観であり、撮影用の複数のカメラがアルミ製の棒部材（断面は約 40mm×40mm）に設置（点検計画等に従い、予定の位置に固定）されている。棒部材上を 1 台のカメラが移動し撮影する手法も検討したが、基本コンセプトに照らし上記の方法を採用した。また、これにより、どのカメラで撮影保存した写真データであるかによって、容易に撮影位置も特定することができる。棒部材の両端はヒンジ構造であり、それを介して、両端が橋梁の高欄部に設置した専用の装置（写真-2）から吊下げられ、装置全体を橋軸方向に所定の間隔で移動（写真-3）させながら撮影することで、橋梁下面全域の撮影が原則可能となる。アルミ製棒部材は、その力学的安全性とたわみ等による使用性の観点から点検時において最長 12m とし、棒部材端部付近にカメラを設置した場合にはその長さ範囲よりも外側の撮影も可能であることから、原則、幅員 13m までの橋梁を点検対象とした。なお、棒部材は運搬時を考慮し、長さ 0.5、1、1.5、2m の棒部材を専用の「接続部品」で接続することで完成形とし、幅員に
 応じて 0.5m 刻みでの長さ調整が可能である。「接続部品」には接続する棒部材が折れ曲がったように接続されるものもあり、それらを活用することで写真-1 からわかるように、棒部材やカメラの自重によって生じるたわみが見かけ上打ち消され、各カメラがほぼ水平に設置できるなど、点検支援装置の使用性を確保している。



写真-2 高欄に設置する装置



写真-3 橋上での点検作業の様子

点検時に橋梁下に位置する各カメラ（最大 6 台）は、LAN ケーブルを用いて橋上の HUB 及び Wi-Fi ルーター
 キーワード 定期点検、橋梁、橋梁点検、点検支援技術、性能カタログ、画像計測技術

連絡先 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学工学部都市マネジメント学科 TEL:022-305-3506

一に接続される。そして、そこから Wi-Fi にて手持ちのタブレット端末と接続され、専用アプリを用いて、各カメラからのリアルタイム映像を見ながら点検目的に応じたパン・チルト・ズームの各操作、写真撮影・保存が実行される（写真-3、写真-4）。なお、各カメラへの給電は LAN ケーブルを用いて HUB から行うため、点検実行中に各カメラのバッテリー交換のための中断は発生しない。

以上のことから、点検作業中の橋上は写真-3 の状況となる。なお、写真-3 内の小型台車上に、HUB、Wi-Fi ルーター、小型電源装置が置かれている。



写真-4 専用タブレットとアプリ画面

3. 損傷の評価方法

取得した静止画像を用いた、損傷の大きさ等に関する計測手法について、コンクリートのひび割れ幅を一例として説明する。

当該装置では、使用するカメラの解像度等の性能に応じ、幅 0.1mm のひび割れ抽出、幅 0.1mm と 0.2mm のひび割れの区別が可能となる撮影条件（被写体距離、撮影倍率）を定めている。その条件を満たす点検（写真撮影）を実施し、後日、ディスプレイ上にて、取得した写真データとスケールの役目を果たす同一条件で予め撮影されたクラックスケール等の模擬クラックの写真データを同一倍率にて合成表示（写真-5）することで、ひび割れ幅等の計測が可能となる。



写真-5 ディスプレイ上で計測

4. 点検実施例

東北地方を中心に当該装置を使用した点検を実施している。一例を紹介する。

写真-6 は、2018 年度に実施した、山形県内の橋長 10.4m、全幅員 9.2m、単径間単純 PC プレテン床版橋（I 桁）に対する、橋梁下面全域の写真撮影風景である。棒部材長さは 9.5m、被写体距離 60cm（カメラ倍率 1.0）にて、上り側、中



写真-6 山形県内での点検の様子

下り側に分けてそれぞれ 6 台のカメラを用い、橋軸方向に 50cm 間隔で撮影を行った。写真-7 は、上り側の各撮影写真をオーバーラップ部分を重ねずに配列した結果である。カメラ位置が固定されているため、被写体場所が明確で機械的な整理が可能となり、構成する各写真に対してひび割れの抽出、幅の計測等を行い点検調書が作成される。写真-8 は、2019 年度に実施した岩手県内の高さ約 24m、幅約 9m の RC 橋脚側面に対する点検風景である。橋脚上部の検査路から点検装置を吊り下げ、高さ方向に装置を移動させながら撮影することで、橋梁下面と同様に健全性診断用の写真撮影が可能であることがわかった。

5. まとめ

本稿で示した点検支援装置を本装置の特性に合った適切な現場にて使用することで、診断用写真の撮影が容易に行えることがわかった。なお、今後解決すべき事項としては、他の技術との融合による損傷状況が含まれる写真の自動抽出と自動計測化、および、風等による装置の揺れへの対策等がある。



写真-7 撮影写真を配列した画像（撮影範囲：約 10m × 3m）

謝辞 本点検支援装置の開発等に関しましては、文部科学省支援事業「復興大学」、公益財団法人みやぎ産業振興機構、一般社団法人東北地域づくり協会、東北工業大学インフラストラクチャーメンテナンソ研究所等からご支援をいただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

参考文献 1) 国土交通省道路局：「道路橋定期点検要領」、平成 26 年 6 月、2) 国土交通省道路局：「道路橋定期点検要領」、平成 31 年 2 月、3) 国土交通省：「点検支援技術 性能カタログ（案）」、平成 31 年 2 月、4) 国土交通省：「点検支援技術 性能カタログ」第 2 章 画像計測技術、令和 3 年 10 月、5) 沢田康次：“東北の復興・新生を目指して「復興大学」を設立”、<https://www.shigaku.go.jp/files/03.pdf>



写真-8 当該点検支援装置の橋脚への適用事例