

近未来を意識した点検支援技術の一考察

広島国道事務所 蔵本 直行
 株式会社 エイト日本技術開発 正会員 堀田 郁男
 株式会社 エイト日本技術開発 正会員 ○松本 俊二
 株式会社 ジャパン・インフラ・ウェイマーク 正会員 春田 健作

1. はじめに

橋梁点検は、橋梁の損傷及び変状を早期に発見し、安全・円滑な交通を確保するための橋梁に関わる効率的な維持管理に必要な基礎資料を得ることを目的としている。国・自治体が管理する約 73 万橋の橋梁点検は、平成 26 年から近接目視を基本とした定期点検（5 年/1 回）に制度化され、1 巡目の点検が終わった平成 31 年 2 月に定期点検要領が改訂された。1 巡目の定期点検結果を踏まえ、今後、2 巡目の定期点検が始まるのに際し、点検方法の効率化が課題となっている。要領改訂の重要ポイントは、橋梁の損傷を把握する方法として、近接目視と同等の状態把握が可能な新技術について、道路管理者と協議・承諾のうえ、適用可能になった。

本報告は、点検支援技術性能カタログ(案)に掲載のない飛行型ロボットが、従来手法で行う近接目視の代替手法として、有効であるかを検証した。また撮影画像は次回点検時の際、点検支援技術の比較検証を行うために、クラウドシステムを用いて 3 次元成果を構築し、今後、更なる効率化に向けた提案を行ったものである。

2. 飛行型ロボットの概要

採用した飛行型ロボットは、調達しやすい汎用性の高い飛行型ロボットを選定（機械性能 表-1）した。ロボットの外観を写真-1、点検状況を写真-2 に示す。

表-1 機械性能（3次元成果撮影用）

項目	諸元・仕様
寸法	322×242×84mm
機体重量	3,800g
操作	手動操作
センサー	6 方向障害回避センサー
狭小進入性能	2×2m
最小ひびわれ幅	0.2mm (E=0.1mm)
カメラ	2000 万画素
飛行可能時間	連続 30 分 (カタログ)



写真-1 ロボット外観



写真-2 点検状況

3. 飛行型ロボットの点検手順

汎用機の飛行型ロボットで行った点検手順を以下に示す。

1. 点検支援技術の活用範囲・活用目的等を検討し、点検支援技術使用計画書を作成し、協議する。
2. 点検対象部材の飛行ルートを検討を行い、必要な関係機関協議・申請等を行う。
3. カメラの精度検証（ひびわれ幅：0.2mm）、ロボットから損傷確認用モニターへの通信状態の確認を行う。
4. 撮影する画素数・撮影ピッチ・センサー制御を調整後、点検飛行・撮影を行う。
5. 飛行点検中は、モニター映像を確認しながら、飛行修正・撮影を実施する。
6. 点検終了後、全写真を PC に取り込み、専用ソフトによる画像合成処理（点群化）をクラウド上で行う。
7. 点群データより、損傷評価（拡大画像）・損傷図作成（拡大画像を CAD 等によるトレース）を行う。
8. Exif 情報から写真データを整理し、画像合成ソフトメタシェイプにより座標抽出とメタデータを作成する。
9. 外部からの確認は、クラウドへのアクセス登録を行い、作成データの閲覧、ダウンロード等が可能となる。

キーワード 橋梁点検、点検の効率化、点検支援技術、3次元成果品、点群データ、クラウドシステム
 連絡先 岡山県岡山市北区津島京町 3 丁目 1 番 21 号 (株)エイト日本技術開発 TEL 086-252-8917
 東京都中央区馬場町 1-6-5 銀座 B ビル 3F (株)ジャパン・インフラ・ウェイマーク TEL 03-6264-4648

4. 点検結果

飛行型ロボットで撮影した画像データの解析(図-1)を行い、桁下面及び下部工の損傷図を作成し、近接目視による定期点検結果と比較検証した結果を表-2に整理する。コンクリート部材の損傷を点検対象とすれば、相当の画素数が撮影可能な汎用ロボットでも、ほぼ近接目視と同程度の損傷内容が確認できた。また撮影画像から点群化し、撮影写真の紐づけを行い、クラウド上のデータをどのパソコンからでも確認できるシステムを活用した。飛行型ロボットによる橋梁点検は、今後、さらに活用が多くなり、蓄積データの高速処理化が期待される。近未来、点検技術者が不足する状況において、まだ活用の初期段階にあるが、表-3に示すような更なる効率化に向けた改良を行えば、より効率性・効果的な点検手法となる。

表-2 汎用性の飛行型ロボットと近接目視との比較

点検箇所	損傷	飛行型ロボット	近接目視	照合結果
床版/地覆/橋脚	遊離石灰/ひびわれ	特定可	特定可	○

×：不一致 △：一部、不一致あり、○：ほぼ同じ

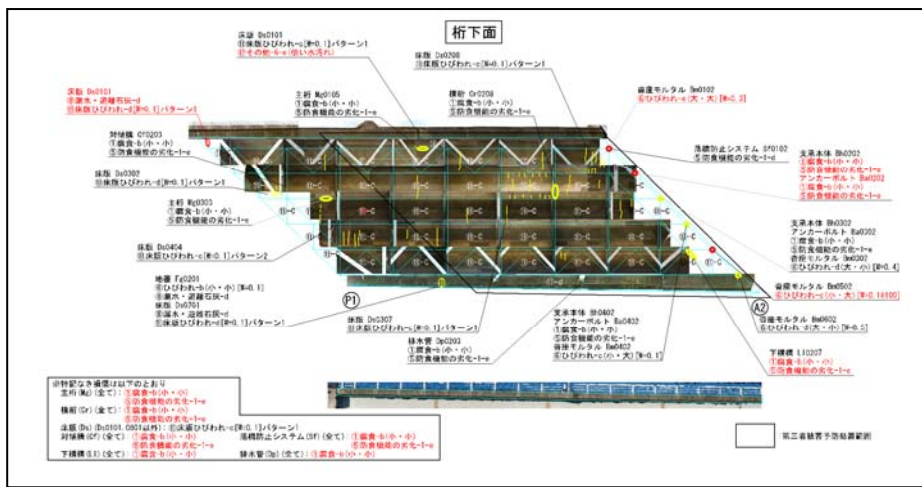


図-1 画像解析結果



点群データ (橋脚)



点群データ (地覆)

表-3 更なる効率化に向けた提案

項目	技術内容	改良策
近接方法	<ul style="list-style-type: none"> 非 GPS 環境では構造物への接近は、操作員の目視と高い操縦性が要求される。 主桁間や桁端部など、複雑な部材取り合い部への飛行は、大型機の接近困難、また遠望操作となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造物への距離検知センサーの高性能化の開発 (容易な操縦性)。 狭隘部接近を可能とする飛行型ロボットの更なる小型化と汎用性 飛行時間の延長化。
撮影	<ul style="list-style-type: none"> 撮影カメラが一方方向のため、点検部材に応じて、適宜、カメラの取替えが必要となる。 桁下面など照度が暗い環境下では、鮮明な画像データが得られにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> 任意のカメラ向きが設定できる 360度カメラの開発。 ロボットに照明、カメラにフラッシュ機能追加などの光量 UP。
画像処理	<ul style="list-style-type: none"> 撮影画像拡大化による損傷評価、トレース図。 撮影距離が異なる画像 (鋼部材) の不鮮明。 蓄積データの統一的な管理手法が未定。 	<ul style="list-style-type: none"> 損傷自動認識と自動損傷図作成。 任意距離の画像処理方法の開発。 共通のクラウドセンター設置。

5. おわりに

橋梁点検は、橋梁の維持管理のため、継続して実施すべき業務である。今後、膨大な既存ストックの維持管理を適切に実施するには、より効率的な点検ツールでデータ取得を行うとともに、後利用可能な位置情報の保持が重要である。近未来では、点検支援技術による撮影画像をクラウドに介して情報共有すれば、道路管理者・専門技術者がリアルタイムに損傷を適切に評価し、損傷に応じた迅速な対応を図ることも可能となる。今回、汎用機によるコンクリート部材を対象とした橋梁点検の有効性と3次元成果品の作成を行ったが、今後、広くロボット技術の活用を検討するためには、前述の効率化に向けた提案に基づく改良が必要である。