

誰でも使える点検支援技術を活用した橋梁点検の効率化

株式会社ユニオン 正会員 ○岩佐 瞭

株式会社ユニオン 正会員 溝部美幸

岐阜大学 正会員 羽田野 英明, 六郷 恵哲

1. はじめに

本研究では、橋梁点検の高度化と効率化を両立し、誰でも簡単にロボット等の点検支援技術を活用した橋梁点検を行うことを目的とし、点検方法について近接目視点検との比較・検証を行ったものである。

2. 試行点検

(1) 対象橋梁

新大島橋は一級河川土岐川を渡河する橋梁(橋長 35.5m, 1 径間 PC 単純ポストテンション T 桁橋)である(写真-1)。



写真-1 新大島橋

桁下高が 8.0m 程度であるため、近接目視点検時には橋梁点検車や交通誘導員の確保が必要となり、交通規制による社会的影響や交通事故等のリスクがある。

そこで、誰でも簡単に使用でき、交通規制が不要な機材等を使用した橋梁点検手法を検討した。

本橋において、T 桁下フランジはトイ・ドローン、その他の部材(T 桁ウェブ、床版)は棒付きカメラを用いて画像撮影を行った。

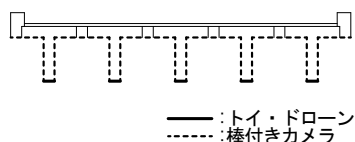


図-1 点検部位

(2) トイ・ドローンを用いた試行点検

a) 使用機材(MAVIC Mini)

MAVIC Mini (DJI 社製)のカメラを上向きに改造したトイ・ドローン((株)AIR ロボ社製)を使用した(写真-2)。そして、撮影した画像よりひび割れ幅の推定した。

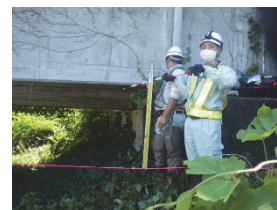


写真-2 MAVIC Mini (株)AIR ロボ社製

b) カメラ性能と適した対物距離の設定

カメラ性能の確認を行い、撮影精度を確保できる

対物距離の設定を行った。その結果、対物距離 1.0m で撮影を行うことで、 $W=0.3\text{mm}$ 以上のひび割れが確認できると分かった。そこで対物距離 1.0m で撮影を行うため、現地にビニルテープで距離の目印を設置し、対物距離の確保を行った(写真 3~4)。

写真-3
ビニルテープ設置状況写真-4
テープ高さ確認状況

c) ひび割れ幅の推定

トイ・ドローンにて撮影した画像より、ひび割れ幅の推定を行った。

ひび割れ幅推定式(ひび割れ幅 = ピクセル数 / 画素数 $\times$ 対物距離 $\times$ センサー幅 / 焦点距離)より値を求め、計算結果と実際の計測結果と対比を行った(写真-5~6)。その結果、計算結果(0.39mm)と実際の計測結果(0.40mm)との差異は 0.01mm でほぼ同一であった。



写真-5



写真-6

主桁下フランジのひびわれ ひびわれ画像(拡大)

(3) 棒付きカメラを用いた試行点検

a) 使用機材(360 度カメラ, コンパクトデジタルカメラ)

棒の先に 360 度カメラ, コンパクトデジタルカメラを取り付け、桁下の状況撮影を行った。そして、取得画像から変状状況(遊離石灰, 欠損等)の把握が可能であるか検証を行った。

キーワード 道路橋, 橋梁点検, 近接目視, 点検支援技術, ロボット技術

連絡先 〒501-0106 岐阜県岐阜市西河渡 2-57 株式会社ユニオン TEL:058-253-3194

b)カメラ性能の確認と対物距離の確保の方法

カメラ性能の確認を行い、撮影すべき対物距離の設定を行った。その結果、対物距離 1.0mで撮影を行うことで、損傷が確認できる画像の品質(W=0.3mmのひび割れ幅が判定可能)を得ることができ分かった。そこで、一脚の先に 1.0mの治具を取り付け、対物距離 1.0mを確実に確保できるようにした(写真-7)。



写真-7

棒付きカメラ（360度カメラ、コンデジカメラ）
(4) 検証結果

360度カメラ画像ビューワを用いて、撮影した画像の確認を行った。その結果、高精細な画像を取得でき、変状(遊離石灰、欠損等)の検出ができた(写真-8~9)。



写真-8 360度カメラによる撮影画像



写真-9 360度カメラ画像ビューワによる変状調査

3. まとめ及び今後の展望

(1)まとめ

a)従来点検と点検支援技術の比較

今回の研究対象とした新大島橋では、従来点検で点検を行った場合、半日程度の現場作業時間が必要となる。また、橋梁点検車や交通誘導員などの経費、道路管理者、地元等との調整、道路使用許可の申請等を要する。さらに、交通規制を必要とするため、渋滞による社会的影響や交通事故等のリスクが挙げられ

る。また、点検技術者が確認した変状を対象にして、損傷図、写真撮影を行うため、変状を確認できなかった場合は、証拠が残らないというデメリットがある。

それに対し、ドローン等の点検支援技術による点検を行った場合、現地作業と画像解析に時間を要してしまう反面、交通規制が不要となり、社会的影響や交通事故等のリスクを低減することができる。また、橋梁の全範囲を撮影するため、変状がない場合の根拠を残すことができるメリットがある。

b)高度なロボット技術と誰でも使えるロボット技術の比較

ドローン等の点検支援技術について、国土交通省の点検支援技術性能カタログに掲載されている高度なロボット技術を活用した場合、メーカーとの事前打ち合わせが必要となる場合があり、また、標準的な歩掛がなく、多大なコストを要する場合がある。

それに対して、本研究で使用したトイ・ドローンや360度カメラ、コンパクトデジタルカメラは比較的安価に入手することができ、誰でも簡単に調査を行うことができる。

表 1 従来点検とロボット技術点検方法の対比

	誰でも使えるロボット技術を活用した点検	高度なロボット技術を活用した点検	従来点検
点検方法	ドローン 360度カメラ コンパクトデジタルカメラ	国土交通省 点検支援技術性能カタログに掲載されている技術	橋梁点検車(BT-200等)
社会的影響	特になし	特になし	通行規制 (片側交互通行)
画像取得にかかる費用	50千円~150千円程度	多大なコストがかかる 300千円~1,000千円程度	橋梁点検車 100千円 オペ 35千円 交通誘導員 100千円 合計240千円程度
点検時間	トイ・ドローン 1.5hr 360度カメラ 0.5hr コンパクトデジタルカメラ 6.0hr 合計 8.0hr程度	8hr程度	3~4hr程度
メリット	変状がない根拠が残せる 規制が不要なため、事前準備が不要となる		ロボット技術を活用した点検と比べ、点検に時間を要さない
デメリット	写真撮影に時間を要する 比較的安価に点検を実施することが可能である 解析等に時間を要する	メーカーとの事前打合せ、現地踏査など、事前準備が必要となる 標準的な歩掛り等がなく、多大なコストを要する場合がある 解析等に時間を要する	損傷を対象に損傷図、写真撮影を行うため、変状がない証拠が残らない 道路使用許可許可、地元との調整等が必要となる 交通規制による事故等のリスクがある

(2)今後の展望

トイ・ドローンを使用して撮影、ひび割れ幅の推定を行う場合、対物距離によって推定値が大きく変化してしまうため、対物距離の管理を一定に保ちながら飛行させる手法、技術を確立することが重要となる。

また、幅員が広い橋梁やT桁間はGPS信号が弱くなり、ドローンが制御不能に陥る可能性があるため、GPS信号に影響されない飛行技術を確立することが必要である。