

橋梁の3Dモデル構築と点群計測処理による変状寸法の算出技術の開発

(有) 吉川土木コンサルタント 正会員 ○田浦 悠治 非会員 藤原 康太郎 非会員 森 達也 正会員 吉川 國夫
福井コンピュータ (株) 非会員 芦原 興利
東北大学大学院工学研究科インフラ・マネジメント研究センター 正会員 楠葉 貞治 正会員 鎌田 貢

1. はじめに

市町村をはじめとする道路管理者は、人材不足、予算不足、技術力低下のなか、安全・安心な道路インフラを継続的に提供するため、新技術の活用などによる維持管理の効率化が求められている。道路橋梁の維持管理の効率化においては、①点検業務の省力化、②健全度診断の適切化、③修繕措置の合理化、および④長寿命化修繕計画の最適化などによる、維持管理の品質の向上とライフサイクルコストの低減が重要となる。

著者らは、3Dモデルを用いた橋梁点検の効率化や、点検、診断、補修に関する一連の情報をデータベース化して、長寿命化修繕計画の策定などに利活用するインフラ情報システムの研究開発と社会実装に取り組んでいる。

本稿では、これら取り組みのうち、①点検業務の省力化に関する、橋梁全体の形状や変状の状況をコンピュータ上にバーチャルに再現する3Dモデルを用いて変状の種類や場所を確認して記録する技術、および③修繕措置の合理化に関する、3Dモデルの点群計測処理により変状の寸法を算出して記録する技術について、概要を報告する。なお、本技術は、令和5年度版の点検支援技術性能カタログ（国土交通省）に掲載された（技術番号：BR020031）。

2. 開発技術の特徴

本技術は、橋梁の3次元点群データと表面写真のテクスチャマッピング画像とからなる3Dモデルの構築、点群処理システムの表示ツール（移動、回転、拡大／縮小）を用いて変状の種類や場所を確認する機能、および同システムの計測ツールを用いて変状の寸法を算出する機能から構成される。これら機能により、変状などの状態把握と点検作業の効率化、および補修設計のための数量算出の容易化を図ろうとするものである（図-1）。なお、本技術は、国土交通省が取りまとめた「道路行政の技術開発ニーズ」のうち、持続可能なインフラメンテナンス分野における「点検作業（状態の把握、点検結果の記録やとりまとめ）を効率化できる技術」に該当するものである。

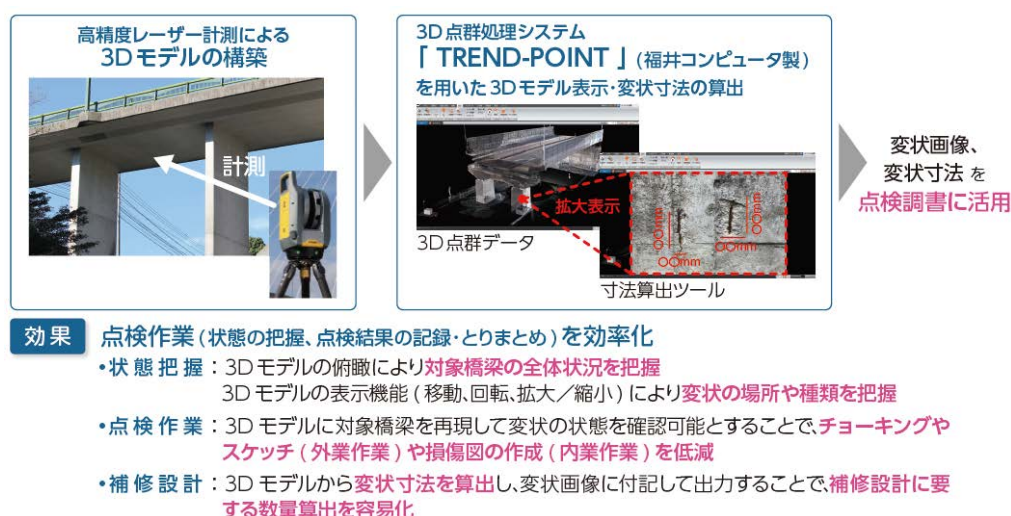


図-1 橋梁の3Dモデル構築と点群計測処理による変状寸法の算出技術

キーワード 橋梁点検、3次元点群データ、3次元点群処理システム、点検支援技術性能カタログ

連絡先 〒852-8001 長崎県長崎市光町10番5号吉川ビル2階

(有) 吉川土木コンサルタント 営業部 森 達也 TEL 095-862-0101

3. 検証試験

本技術の検証試験は、福島ロボットテストフィールドに設置された試験用橋梁（図-2、図面は <https://www.fipo.or.jp/robot/> の関連ページより引用）を用いて実施した。3次元レーザー計測には、スキャニングトータルステーション Trimble SX10（（株）ニコン・トリニブル社製）を、また、3次元点群処理システムは、TREND-POINT（福井コンピュータ（株）社製）を用いた。

試験項目は、(1)桁下に設置された模擬的な剥離・鉄筋露出の検出とその寸法の算出精度、(2)橋台のコンクリート壁に設置されたマーカ間距離の計測精度、および(3)同じく橋台に設置された色見本による色識別精度の3種である。

剥離・鉄筋露出の検出とその寸法の算出結果の例を図-3に示す。

3Dモデルの移動、回転、拡大／縮小表示ツールを用いて、変状の有無、種類、およびその場所を確認できること、また、計測ツールを用いて、変状の寸法を算出できることを確認できた。寸法の計測精度は、試験用橋梁に設置された4箇所の剥離・鉄筋露出について総合すると、長さ（平均154mm）の計測精度：8.3mm（誤差5.4%（ $=8.3/154$ ））、幅（平均55mm）の計測精度：4.7mm（誤差8.5%（ $=4.7/55$ ））となっている。なお、この計測誤差は、3Dモデルの点群密度（本検証の場合の点群密度は $\Delta 10\text{mm}$ ）に基づく計測点位置のズレに起因している。

次に、距離の計測結果を図-4に示す。マーカ箇所P1の座標（0, 0）を基準点とし、P3を既知点としP2の座標（x, y）及びP1-P2間の距離を計測したものである。計測結果は3.892mで、真値3.891mに対する精度は100.02%である。前述のように距離の計測における誤差は点群密度に依存するが、メートル単位の長さに対しては、極めて高い計測精度が得られることが確認できた。

最後に、色識別精度について図-5に示す。3Dモデルにおける色識別能は、計測時の照度の影響などにより色見本とは色調が異なるものの、橋梁点検における漏水、錆汁や石灰分の析出、および鉄筋露出に伴う錆などによる変色を十分に判別できる機能を有することが確認できた。

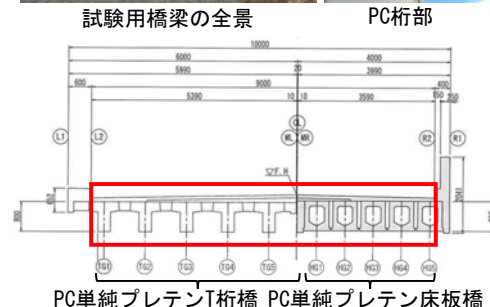


図-2 試験橋梁の概要



図-3 剥離・鉄筋露出の検出と寸法計測

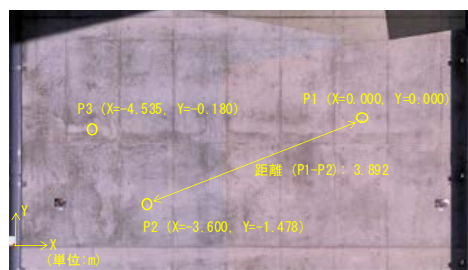


図-4 距離の計測

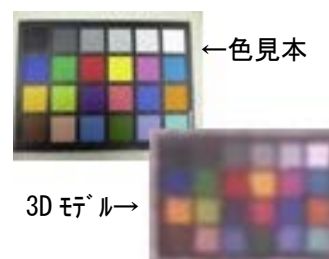


図-5 色識別精度

4. 今後の展開

今後、本技術の直営点検や修繕措置の概算発注への適用性の検証を目的に、地方自治体の道路管理者との共同研究を実施する予定である。また、桁高が低い場合やハイピアな場合など広範な条件の橋梁に対応可能とするため、現行のスキャニングトータルステーションに加えて、スマートフォンLiDAR、ハンディレーザスキャナ、およびドローンの適用や、これらを適宜に組み合わせて用いる3Dモデルの構築技術の開発に取り組む。

5. まとめ

橋梁の3Dモデル構築と点群計測処理による変状寸法の算出技術を開発して、3Dモデルを用いた変状の把握や変状寸法の算出が可能であることを確認した。今後、地方自治体が実施する橋梁の直営点検に適用して更なる検証を行うとともに、技術改良による適用性の向上に取り組み、橋梁の維持管理の効率化に貢献したい。