

橋梁の点群データを用いたカラーマップによる損傷の可視化

関西大学大学院 学生会員 ○山口 愛加 関西大学大学院 正会員 関 和彦
 関西大学 正会員 窪田 諭 関西大学 正会員 安室 喜弘

1. はじめに

我が国に約 72 万ある橋梁のうち、7 割以上の約 51 万橋が市町村道にある。高度経済成長期以降に建設された橋梁が急速に高齢化し、2029 年には建設後 50 年を経過した橋梁の割合は全体の 52%となる¹⁾。そのため、2014 年に橋梁の 5 年に 1 度の定期点検が規定され、近接目視点検が行われた。定期点検においては、過去の点検結果を活用し、維持管理の計画に参考にできるように、外観形状や損傷程度の状態データを取得する。しかし、点検対象となる橋梁や部位が膨大にあるため、点検に手間と時間を要しており、全ての橋梁のうち、より詳細な点検を行う対象の橋梁を効率的に明確にする一次スクリーニングの技術が必要である。また、高所にある橋梁では、点検車を出して点検するが、コスト、交通規制と安全面の課題があり、点検車を使用する計画を立てるために事前に損傷の状況を把握することが求められる。

そこで、本研究では、橋梁の点検業務の効率化と点検者の安全の確保のために、詳細な目視点検の対象とする橋梁を把握することを目的として、橋梁の 3 次元点群データからカラーマップを作成し損傷を可視化する方法を提案する。

2. 研究方法

(1) カラーマップによる損傷の可視化

点群データを用いてカラーマップを作成するフローを図1に示す。橋梁の点検対象部位をカメラ、または、地上型レーザスキャナ (Terrestrial Laser Scanner: 以下、TLS) で計測して3次元点群データを取得する。カメラで撮影した動画は一定間隔で画像を切り出し、SfM (Structure from Motion) 処理により、点群データを構築する。カラーマップの作成には、点群処理ソフト CloudCompareを用いる。まず、Aligns機能により、取

キーワード 3 次元点群データ、橋梁点検、カラーマップ
 連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号 関西大学 TEL06-6368-1121

得した二時期の点群データの特徴点を手動で選択し位置合わせを行い重畳する。次に、Compute cloud / cloud distanceあるいは、Compute cloud / mesh distance機能により、重ね合わせたデータの差分比較を行いカラーマップを作成する。3次元データに対して閾値を設定して凹んでいれば青く、膨らんでいれば赤く表現する。

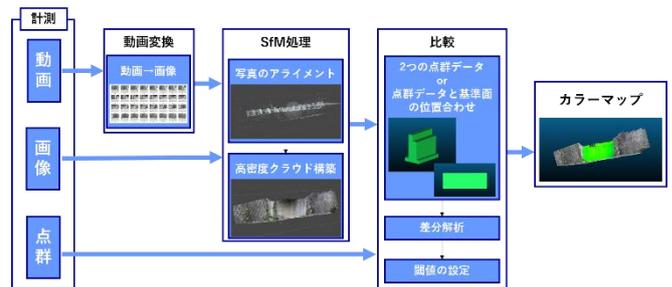


図 1 カラーマップ作成のフロー

(2) 対象の損傷

カラーマップを用いて見付け出す対象の損傷は、橋梁定期点検要領²⁾より、コンクリート部材の浮き、剥離・鉄筋露出、および、ひび割れとする。

(3) 使用機器

本研究では、橋梁の3次元点群データを取得するために、TLSとしてFARO社製のFocus 3D X330を、カメラとして点検時の作業性を考え、簡易に利用できるGoPro社のGoPro Hero9 Blackを用いた。

(4) カラーマップの作成方法

橋梁の3次元点群データからカラーマップを作成するために、現場状況を2つ設定した。一つは対象橋梁の過年度の点群データがある場合、もう一つは過年度の点群データがない場合である。

過年度の点群データがある場合には、過年度と現在の点群データの差分を比較する。その方法として、①二時期のTLSによる点群データの差分解析、②二時期のSfMによる点群データの差分解析に加えて、計測方法が現在と過年度で異なる場合を想定して③TLS点群データとSfM点群データとを比較する。

過年度の点群データがない場合は、損傷がない面を疑似的に再現する基準となる平面を作成し、点群データを比較する。基準平面は、橋梁が建設された当時の

状態が望ましいが、当時のデータや図面がない場合は現在の計測データから作成する。基準平面は、(a) Cloud CompareのPrimitive factory機能を使う方法、(b) 対象橋梁に対応して構築された3次元パラメトリックモデルを用いる方法、(c) RANSAC機能を用いて点群から面を生成する方法によって作成する。

3. 検証実験

大阪府泉南市の童子畑橋と埼玉県鴻巣市の無名橋を対象に提案方法を検証した。

童子畑橋では、損傷を疑似的に表現するために、コンクリートの浮きに見立てた厚さ約1cm～2cmの紙粘土とウォールステッカーを橋台に貼り付けた。貼付前を過年度のデータ、貼付後を現在のデータとした。設定場面①、②、③いずれの場合でも、カラーマップで疑似損傷を貼り付けた位置に色の変化が見られた。

鴻巣市無名橋では、過年度のデータがない場合として、現在のSfMによる点群データを用いて検証した。

図2は、その点群データに2章の (a) Primitive factory機能で作成した基準平面を位置合わせし、損傷を可視化した結果である。カラーマップに周囲と比べて青くなっている箇所を確認でき、現地でも床版の下面にコンクリートの剥落が広く見られた。設定場面 (b) も同様の手順で比較を行った。この方法では、複数の面を同時に解析することができ、3次元モデルがあれば対象部位が平面でなくても比較できる。設定場面 (c) では、点群データから対象面にあう基準平面を自動的に生成できるため、点群と基準平面との位置合わせが不要である。方法 (a)、(b)、(c) のいずれも損傷をカラーマップで確認できた。

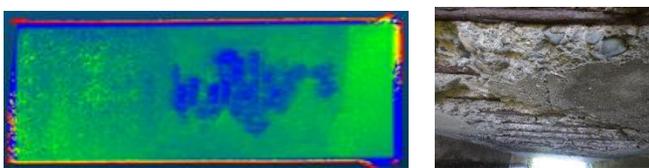


図2 鴻巣市無名橋 (a) のカラーマップ (左) と床版下面 (右)

4. 考察

検証実験の結果、疑似損傷を貼り付けた位置、あるいは、コンクリートが剥離している位置とカラーマップで色が変わっている位置が一致しており、コンクリートの浮きと剥離のように凹凸がある損傷は可視化で

きることが示唆された。ただし、ひび割れがある位置に色の変化が見られなかったため、ひび割れのような凹凸がない、または小さい損傷は可視化できない。

異なる二時期の点群データからカラーマップを作成することにより、経年変化を見ることができ、その結果より損傷の発生時期を推定できる可能性がある。異なる二時期の点群データがない場合では、損傷を可視化するために平面の位置合わせに時間を要し手間がかかることから、計測データによって適した基準平面の作成方法が異なった。そのため、(a)、(b)、(c) の3つの方法の中で最適な方法を決めることは難しい。

検証実験において、図3の赤枠部分で示すように点群データから剥離と思われる箇所を発見したが、カラーマップを作成したところ、同じ箇所に色の変化が見られない場合があった。現地の状況を確認したところ、これは剥離ではなく汚れであったため、カラーマップは損傷を適切に可視化できる可能性があるといえる。

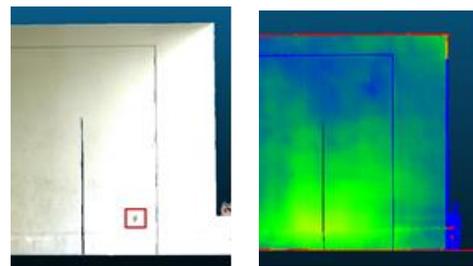


図3 点群データ (左) とカラーマップ (右)

5. おわりに

本研究では、橋梁定期点検の前に行われる現地踏査時に計測した3次元点群データを基にカラーマップを作成し、損傷を可視化する方法を提案し検証した。今後は、ひび割れのような凹凸の少ない損傷をカラーマップで可視化し発見することや、点群データに位置情報を持たせ損傷を定量的に評価する方法を検討する。また、作成したカラーマップや定期点検の結果を3次元モデルに対応させることによって、橋梁の維持管理情報を適切に共有する方法を模索する。

参考文献

- 1) 国土交通省：老朽化対策の取り組み、<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf> (参照：2020/09/07)
- 2) 国土交通省道路局国道・技術課：橋梁定期点検要領，2019.