

簡便な橋脚根固め工移動量把握手法の開発

東海旅客鉄道株式会社	正会員	○舟橋 秀磨
東海旅客鉄道株式会社	正会員	浅野 嘉文
東海旅客鉄道株式会社	正会員	今井 賢一

1. はじめに

当社管内の東海道新幹線富士川橋りょうでは、増水時(図1)には洗掘が懸念されるため、過去より根固め工の施工や河川水位による運転規制など、ハードとソフトの両面から洗掘対策を実施している(図2)。富士川橋りょうでは、過去に河川増水によって橋脚の洗掘が何度か発生している。特に昭和57年8月の台風10号の際には、洗掘対策として施工していた根固め工が流出し、橋脚が著しく洗掘された¹⁾。増水時に橋脚の安定性を保持するためには根固め工が健全であることが前提となるため、河川増水後には橋脚周辺の根固め工の移動量を把握することが維持管理上非常に重要となる。現在、根固め工の移動量把握をヘリコプターによる写真測量で実施しているが、測定に天候の制約があり、データ分析に専門性と時間を要することが課題となっている。このような背景のもと、本開発では3Dレーザスキャナを活用した簡便な根固め工移動量把握手法を確立することを目的とし、根固め工移動量解析システムを構築し、移動量解析から結果出力までの半自動化を行うとともに、計測データの精度、再現性向上のために橋脚に標定点を設置して計測する手法とスキャナ設置治具を考案した。本稿ではその概要について紹介する。



図1 増水時の状況



図2 桁下水位標と根固め工

2. 開発概要

2. 1 根固め工移動量解析システムの検討

通常、3Dレーザスキャナで計測したデータから移動量を算出するためには、熟練した測量専門技術者が数種類のソフトウェアを使用して解析を行い、それらの情報をハンドリングしてニーズに沿うよう加工する必要がある。本開発では、誰もがより簡便に根固め工の移動量を把握することができるよう、①計測データを解析ソフトへインポートしてメッシュ化処理する、②比較対象となる2つの計測データの変化量について差分解析を行う、③差分解析結果の移動量を表示するとともに計測結果レポートを作成する作業の半自動化を行い、一連の作業を簡単なボタン操作で行うものとした(図3)。



図3 操作画面例

2. 2 現場計測方法の検討

現場での計測にあたっては、前節で述べた自動的な解析処理が可能なデータを取得する必要がある。そのために以下に示す2項目について検討した。

(1) 標定点に関する検討

図4に計測点と標定点のイメージを示す。図に示したように橋脚から1径間の根固め工の形状を把握するためには、向かい合う橋脚から各2地点で4隅から計測して各測点の計測データを結合する必要がある。データ結合作業時の手作業を少なくし、かつ時期を変えて計測しても精度良く結合させるためには、位置合せ用のターゲットとなる標定点が必要であるため、

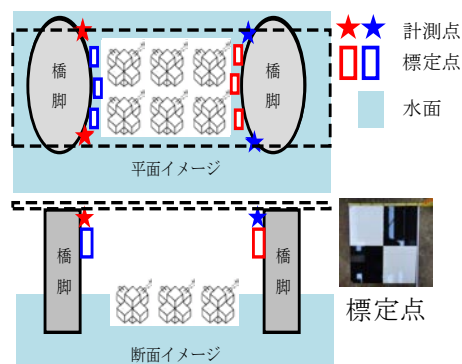


図4 計測点と標定点のイメージ

キーワード
連絡先

維持管理、洗掘、根固め工、3Dレーザスキャナ、自動化
〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 総合技術本部技術開発部 Tel.(0568)47-5380

標定点のサイズ、設置位置について検討した。その結果、測定距離と分解能との関係から、標定点のサイズは 600×600mm、設置位置は1橋脚側面に2点(上下流側各1点)と決定した。

(2) スキャナ設置治具の検討

3D レーザスキャナを設置する固定治具がなければ毎回計測器械点が変わることになり、取得データ範囲等が異なってしまうためデータ解析上も煩雑となることが想定される。そのため、誰もがデータが切り出ししやすく同様なアングルで計測できるよう、スキャナを設置する治具の検討を行った。図5は開発の過程で使用した仮設のスキャナ設置治具である。最終的には、橋脚天端から測定する場合の設置治具と、橋側歩道上の手摺から測定する場合の設置治具の2種類を考案した。

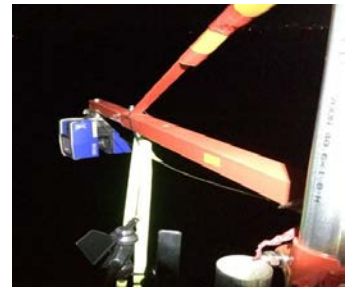


図5 仮設スキャナ設置治具

3. システム性能検証

(1) 現地での性能検証

現地での検証については、開発期間中に現地の根固め工の移動が見られなかったことから、根固め工の上に移動を見立てた「模擬移動体」を仮設し、性能検証を行った。模擬移動体は、形状の異なる2種類とし、三角コーン(h=0.3m)1個、土のう袋1個を用いた。3D レーザスキャナにより、模擬移動体設置前および設置後の計測を行った後、前述した移動量解析システムを用いて、模擬移動体設置前後の根固め工および模擬移動体の移動量について差分解析を行った。図6に差分解析結果を示す。図で根固め工はカラースケールで緑色となり「移動なし」、模擬移動体(三角コーン)は黄色で「高さ0.3mの物体」として正確に検出・表示されていることがわかる。根固め工の移動の有無の検知に加えて、局所的な変化であっても変化が生じた箇所を正確に把握できることを確認できた。

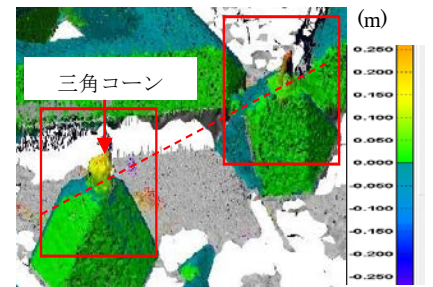


図6 模擬移動体付近の差分解析結果

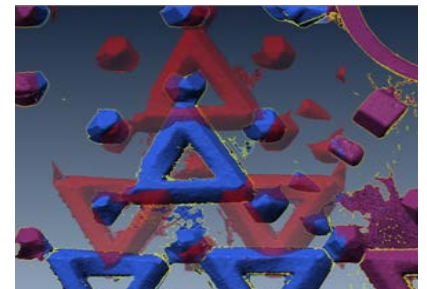


図7 移動量50cm以上の表示例

(2) 仮想モデルでの性能検証と移動量把握機能の最適化

データ上で強制的に変位させた仮想モデルを用いて根固め工の移動量把握機能の性能検証を行った。その結果、差分解析機能は移動量が100cm以上になると他の隣接するブロックを検出することがあることが分かった。そこで根固め工の移動量に応じて2ステップで検出するようシステムを再構築した。第1ステップでは、2時期比較解析機能により、根固め工の移動量が50cm以上の大変位の箇所を抽出する。図7に根固め工を強制的に200cm下流側に移動させた場合の表示例を示す。図中では、基準データが青色であり、根固め工が移動していない箇所が紫色、根固め工が50cm以上移動した箇所が赤色で表示されている。図から、根固め工の50cm以上移動した場合の状況が正確に抽出・表示されていることが確認できる。第2ステップでは、差分解析機能により根固め工の移動量が50cm未満の小～中変位の箇所を抽出する。図8に根固め工を強制的に5cm下流側に移動させた場合の表示例を示す。図から、根固め工の移動が50cm未満の場合の状況が正確に抽出・表示されていることが確認できる。

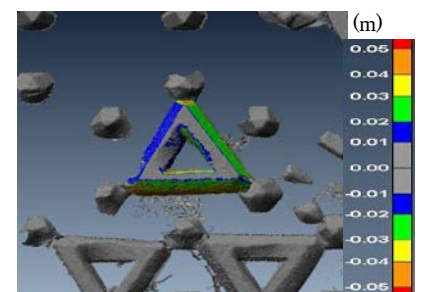


図8 移動量50cm未満の表示例

4. まとめ

東海道新幹線富士川橋りょうに設置されている根固め工を対象に、3D レーザスキャナを活用した簡便な根固め工移動量把握手法を開発した。本手法は、3D レーザスキャナでの測定では、各橋脚に設置した標定点および専用設置治具を用いることで、測定位置や時期を変えても毎回同じ精度で測定することを可能とした。また、解析システムを用いてデータの取り込みから解析、レポート出力までの一連の作業を画面上のボタンを順番に押していくことにより誰でも短時間に簡単な操作でできることを可能とした。28年度から本手法を用いた根固め工の維持管理を行っていく予定である。今後も現状に留まることなく、技術課題の解決および新たな技術開発を継続的に実施していく。

参考文献

- 1) 松本繁治, 今井賢一, 舟橋秀磨: 東海道新幹線富士川橋りょうの増水時自動計測システムの開発, 第51回鉄道サイバネシンポジウム論文集, 2014.11