

UAVグリーンレーザによる 橋脚の局所洗掘深の測定

鉄道橋脚を対象として

キーワード UAVグリーンレーザ, 洗掘深測定

東日本空間情報部
経営企画部/鉄道事業推進部

おおが ともお きた いてつ
大鋸 朋生・佐田 一徹
まさき すみえ
牧 澄枝

はじめに

四国旅客鉄道株式会社では、河川に架かる鉄道橋梁の橋脚洗掘深を測定するために、レッドロープ（ガラス繊維製の目盛り付きロープで先端に重錘が付いている）を用いて人手による測定を行っています（図1）。

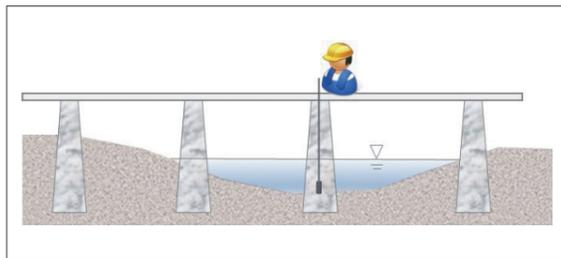


図1 レッドロープによる測定イメージ

鉄道路線には、複数の河川橋が架かっており、各橋梁には複数本の橋脚があります。このため、洗掘深の測定に係る作業量は膨大で、作業に従事する人員（以下、「作業員」といいます）の確保が課題となっています。

一方、顕在化しつつある人口減少により、将来的な作業員の減少が想定されています。これにより、1人当たりのさらなる作業負担の増加が見込まれ、作業自体の省力化が喫緊の課題となっています。

これらの課題を受け、人手による洗掘深測定の代替手段として、近年、目覚ましい技術進展を遂げているUAVグリーンレーザを用いた測定（以下、「UAV-LP」といいます）を試行したので、結果を報告します。

UAV-LPの計測範囲と作業手順

計測範囲は、線路方向の横断面と線路直交方向の縦断面を作成できる範囲とし、横断方向は橋台まで、縦断方向は上流・下流とも橋脚から10mまでとしました（図2）。

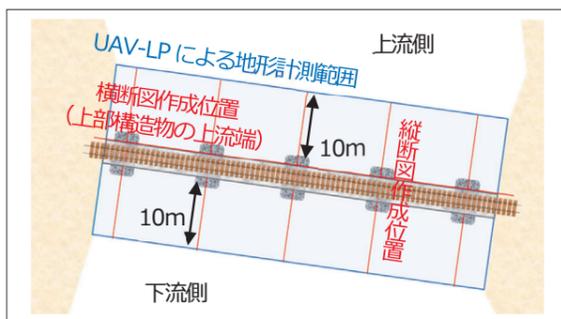


図2 縦横断面作成位置と計測範囲イメージ

作業フローは、図3に示すとおりです。従来は橋脚の上から上流側の1地点を局部的に計測していたため、計測地点のデータしか取得できませんでしたが、UAV-LPでは周辺地形のデータも面的に取得できるため、参考として縦横断面も作成することとしました。

なお、UAVを飛行させて作業を行う場合は、離発着場所を選定し、地権者や管理者の使用許可を得る必要があります。今回は、作業説明資料を作成して事前に現地で説明を行い、使用許可をいただきました。

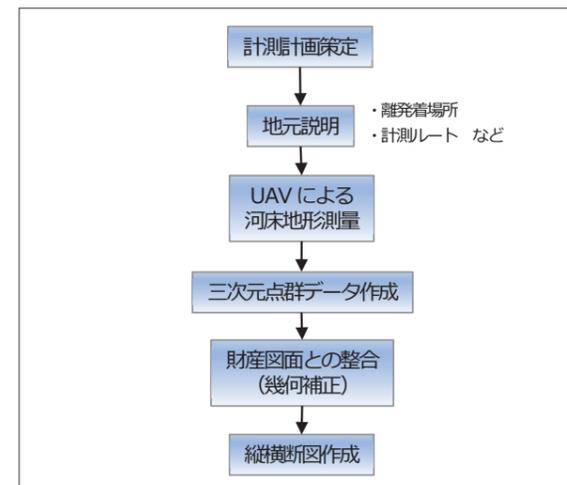


図3 作業フロー

UAV-LPの実施と計測データの調整

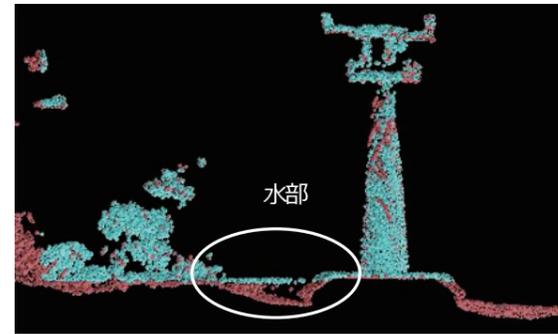


図4 統合調整の事例
(水色：近赤外レーザ、茶色：グリーンレーザ)

計測対象は河川区間であるため、水部の計測ではグリーンレーザを、水部以外では近赤外レーザを使用しました。計測で取得したデータに対しては、座標の調整や上記2種類のデータ統合などを行いました（図4）。

図中の白丸部分は水部で、水色の近赤外レーザの計測ではフラット（水面形状を計測しているため）になりますが、茶色のグリーンレーザでは河床地形を取得できています。

今回の取り組みでは、構造物形状との照合が可能な高密度点群であることを利用して、橋脚位置・形状を「正」とした2種類の三次元点群データの位置合わせと統合を行い、目視でデータに伸縮や歪みがないことを確認しました。

幾何補正と縦横断面図作成

局所洗掘深測定の最終成果は、橋梁立面図に経年の測定結果を記入したものです。竣工時期が古い橋梁は設計図の電子データがないため、財産図面のスキャンデータを用いました。スキャンデータにはスキャン環境に依存する不均一な歪みが含まれるため、三次元点群データをもとに複数の特徴点で幾何補正を行い、位置を整合させました（図5）。

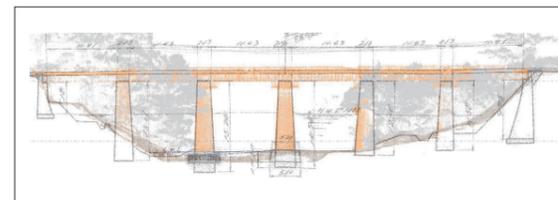


図5 幾何補正の事例
(グレーとオレンジ：点群データ)

この方法は拡大縮小率が同一ではないため、点群データから距離などの数値を取得することはできません。一方、財産図面には寸法が記載されているので、橋脚ごとに比率を計算すれば、上部構造物から河床までの高さを算出することが可能です。

図6は点群データをもとに作成した縦横断面図です。地形

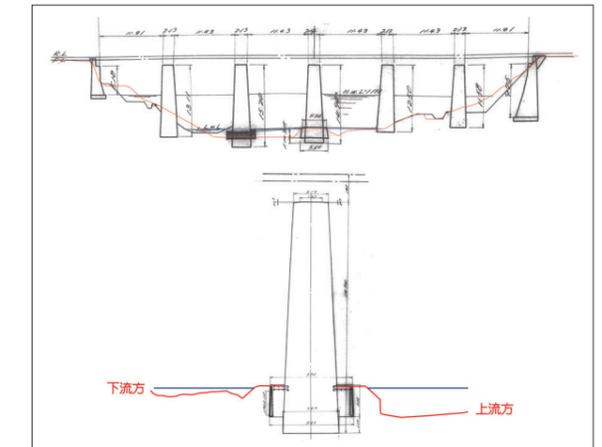


図6 縦横断面図の事例（上：横断面図、下：縦断面図）

は、縦横断面図ともに取得間隔を1mとして、三次元点群データから河床高をトレースして作成しました。また、三次元点群データはランダムに取得されたデータであるため、1m間隔の断面線にデータが存在しない場合は、近傍のデータを用いて内挿補間を行いました。

縦断面図からは、従来の測定方法では分からなかった、橋脚上流側の河床洗掘状況を確認できました。

おわりに

近赤外レーザとグリーンレーザを用いた計測によって、従来の手法では分からなかった河床の洗掘状況を確認することが分かりました。

今回は、橋梁設計図面がスキャンデータであったため、図面との位置合わせに幾何補正を用いました。設計データがあれば一律の拡大縮小率で位置を合わせることができ

ため、上部構造物から河床までの距離をPCモニタの画面上で測定することができます。

一方、UAVの飛行には離発着場所の確認や地元への説明など、事前準備が必要です。今後は対象橋梁を絞り込むなど、UAV-LPの効果的な活用方法を提案したいと考えています。