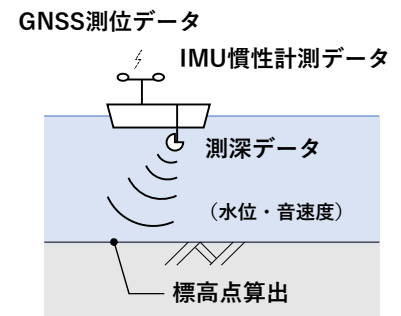


## 鉄道橋におけるソナーを用いた洗掘調査の適用性検討

J R 東海 東海鉄道事業本部施設部土木課 ○正会員 野中 大輔

## 1. はじめに

我が国の在来線は、明治から昭和にかけて基幹となる路線が建設され、現在でも建設当時の多くの土木構造物を適切な維持管理のもと供用している。戦前は人力施工が主体であったため、支持層が深い位置にある場合には、基礎地盤までの掘削が技術的に困難であった。そのため、橋脚の根入れ深さが小さいものが多く、洗掘や河床低下の影響を受けやすい構造となっている。これらの構造物においては、橋脚周囲等の洗掘状況の把握が維持管理において重要な項目となっている。従来、鉄道橋の洗掘管理では橋脚上等からレッドと錘を用いた深浅測量が行われてきた。しかし、この方法は、計測が容易である一方で、測点が限定されることや、河床の最深部を捉えられているか把握しにくい問題点があった。そのため、これらの問題点を補う調査手法として、マルチスキャニングソナー（以下、ソナーと表記する）測量（図－１）の鉄道橋への適用性について検討してきた<sup>1)</sup>。本稿では、鉄道橋へのソナー測量の適用事例と、今後広く適用していく場合の課題や有効性を報告する。

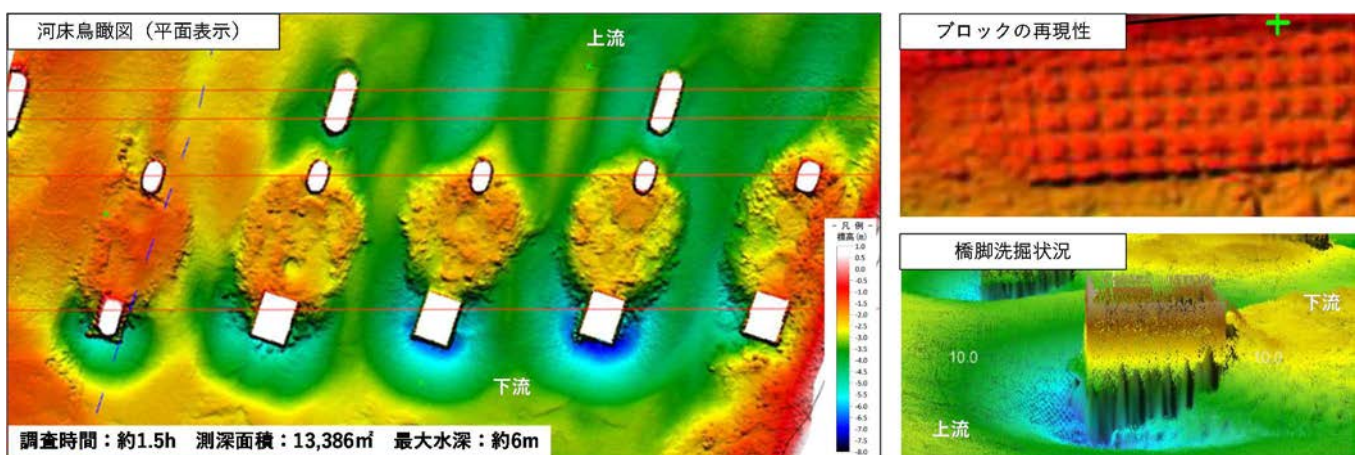


図－１ ソナー測量概要図

## 2. マルチスキャニングソナーの有効性

洗掘管理のための河床測量手法には、レッド等による手検測手法（以下、従来手法と呼ぶ）やソナーによる測量のほかに、スタッフやトータルステーション等を用いた測量、航空レーザー測量（ALB）などがある。また、近年ではカメラ画像解析による 3D モデル解析（SfM）も水中部への適用検討が行われている。ソナー測量は、主に船舶から計測を行うため、準備に時間を要するものの、橋脚まわりの洗掘に対しては高精細な測量結果が得られる利点がある。このため、船舶によるソナー測量は、全般検査において洗掘の恐れがある箇所が抽出されたあとに、個別検査として適用することが有効といえる。

調査結果 A（図－２）は河口近くに位置する河川橋脚のソナー測量結果である。図から分かるように橋脚回りの洗掘とその周辺の河床状況を精度よく把握できている。探査精度を高めた場合では河床波の把握が可能となり、河床変動予測への活用も期待できる。また、目視で確認不可能な水深にある護床ブロックの乱れなども把握が可能である。



図－２ 調査結果 A（河口近くに位置する鉄道橋）

調査結果 B (図-3) は、ダム湖に位置する水深の深い橋脚のソナー測量結果である。水深が深い場合、ビームのスワス角が固定の場合、河床面での探查密度が荒くなるが、洗堀管理の観点から必要とされる密度は確保されており、十分な分解能で計測が可能であった。また、この例では、橋脚上でネットワーク型 RTK-GNSS 法より標高を計測し、ソナー測量結果と合成を行っている。

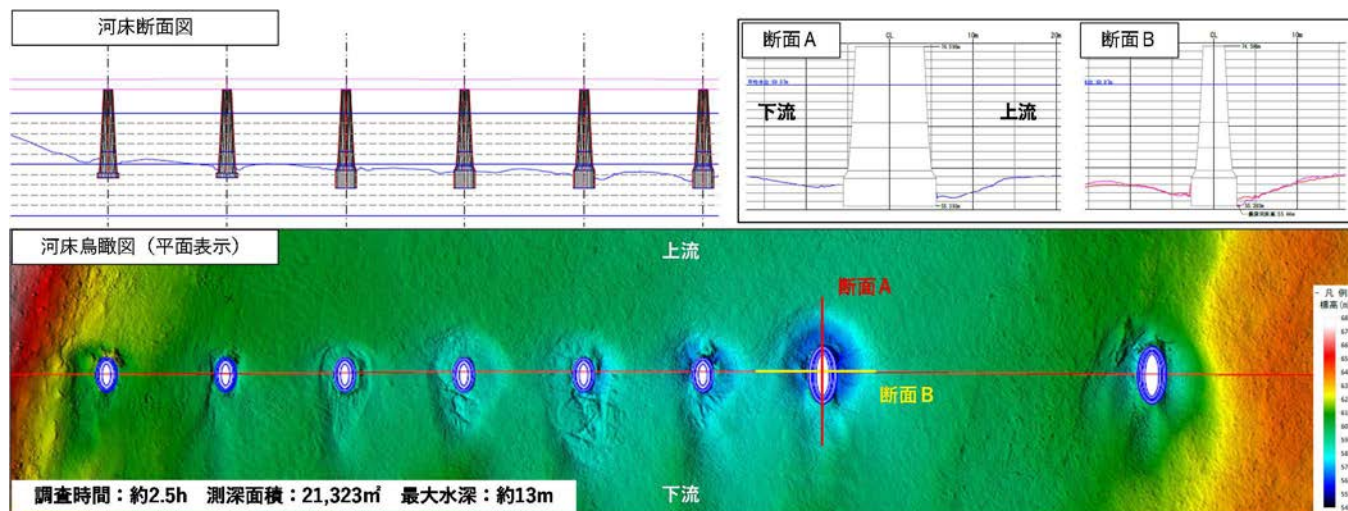


図-3 調査結果 B (ダム湖に位置する鉄道橋)

### 3. 導入に関する課題

鉄道橋へソナー測量を適用する際の課題について整理した。

① **根入れ把握**：ソナーは水中を伝播する音波によって目的物を計測する技術であるため、水上に位置する部分の計測は行えない。このため、ソナー測量単体では橋脚の根入れがどの程度あるか把握することが難しい。ソナー単体で橋脚の根入れ深さを計測するためには、橋脚の駆体水中部に突起状のマーカーを設置し、橋脚の標高点を把握する方法が考えられる。

② **作業時間および経済性**：船舶にて測深作業を実施する場合には、機材の搬入および測深装置の艀装作業が必要となる。環境によって作業時間は変動するが、2 時間から 3 時間程度の準備時間が必要となり、2 日に渡った作業が必要となる場合が多い。一方、小型の無線操作航行が可能な機種を選定した場合では、搬入及び準備時間は半分程度の時間となった。ソナー測量は従来手法と比較し、高精細なデータが取得できる一方、調査費用は割高となる。これまでの検証実績や既往の文献<sup>2)</sup>から、1 日あたりの調査費用は 200～300 万円程度が想定される。このため、測量データの使用は調査段階に留めず、調査から洗堀対策工の設計まで一連の流れ (CIM) で活用するのが望ましい。

③ **維持管理及び洗堀対策工検討への活用**：従来手法では、主に橋りょう上からの測量により、橋脚周囲の河床高さのみを把握していたが、ソナーにより河床全体の状況を把握することが可能となる。これにより、推定洗堀範囲 (図-4) の検討精度を高め、洗堀進行度の評価や対策工施工範囲の適正化によりトータルコスト低減を図ることも可能と考えられる。

検証で得られた知見を今後の維持管理に反映し、長きに渡り維持管理されてきた鉄道構造物を、今後も安全かつ経済的に供用していけるように、維持管理技術の向上を図っていく。

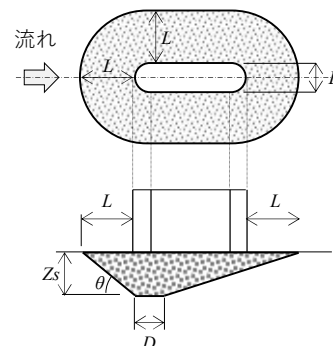


図-4 推定洗堀範囲模式図

- 参考文献 1) 野中大輔 ソナーを用いた鉄道橋りょうの洗堀調査手法に関する一考察 土木学会第 74 回年次学術講演会 IV-788 2019. 9.  
 2) 三上ほか 漁港施設の水中部の点検手法におけるナローマルチビームの適用性検証 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 75, No. 2, I\_91-I\_96, 2019