

第VI部門

2024年9月5日(木) 16:50 ~ 18:10 会 C104(川内北キャンパス講義棟C棟)

検査技術(5)

座長：他谷 周一（東海旅客鉄道）

17:50 ~ 18:00

[VI-596] 水中部橋脚基礎部における洗掘調査方法の構築について

*永吉 桃子¹、藤岡 靖¹ (1. 西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社)

キーワード：水中部橋脚基礎、洗掘、マルチビームソナー、3D計測

近年の豪雨災害により、洗掘を起因とした橋脚の沈下や傾斜が多発しており、水中部の橋脚基礎の状態把握を行うことが重要になっている。本稿は、点検困難箇所である水中部橋脚基礎の洗掘状況を把握するため、調査機器を構築し、試行検証を行ったものである。この洗掘調査機器は、無人探査艇に3Dソナーと3Dライダーを搭載し遠隔操作にて調査を行うことで、水中部及び地上部の3D点群データを同時に取得することができる。試行検証を行った結果、3次元データにより河床部の地形状況の把握と、洗掘深さや基礎部までの根入れ深さ等を確認することができた。今後、継続的に調査することで、河床低下や洗掘の進展性を確認することが可能である。

水中部橋脚基礎部における洗掘調査方法の構築について

西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社 正会員 ○永吉 桃子
西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社 正会員 藤岡 靖

1. はじめに

水中部の橋脚・橋台基礎部は点検困難箇所であるため、詳細点検時に遠方目視により確認をしているが、水の濁りや波によって正確な状態把握が行えていない状況である。

近年の豪雨災害により、洗掘を起因とした橋脚等の沈下や傾斜が多発しており、落橋を防ぎ、災害時の緊急輸送道路を確保するためにも、水中部の橋脚基礎の状態把握を行うことが重要となっている。

このような背景の中、マルチビームソナーを用いた水中橋脚の状態を把握する洗掘調査機器を構築した。本稿では、3D計測データ取得とデジタル技術を活用した安全で合理的な洗掘調査方法について述べる。

2. 調査機器の特徴

洗掘調査機器(図-1参照)は、無人探査艇(以下、USV)に3Dソナーと3Dライダーを搭載したものであり、水上走行させることで水中部及び地上部の3D点群データを取得する。無線通信で遠隔操作が可能のため、無人化による安全性を確保した調査機器である。

3Dソナーは、IMU(加速度計)や表層音速度計が組み込まれた小型のマルチビームソナーであり、音響ビームの反射時間から距離を算出するため、濁度に関係なく水中の形状を3Dモデリングする。最大210°の計測幅で、1秒間に約6万点の測深データを得ることができる。3Dライダーはレーザー光の反射時間から距離を算出し、地上の形状を3Dモデリングする。3Dソナーと3Dライダーは各々で取得した3D点群データを自動同期できるため橋脚基礎部の位置把握が可能である。また、USVは双胴船タイプで、3Dソナー及び3Dライダーを搭載できるようにオリジナル製作したものであり、旋回、バック操作が容易で操作性、機動性に優れている。



図-1 洗掘調査機器

3. 試行運用

この調査機器を用いて、九州管内の橋梁を対象に試行検証を実施した。

(1) 現地計測

現地計測にあたり調査機器が適用可能か確認を行った。表-1に洗掘調査機器の適用条件を示す。

現地計測は、現地にUSVを着水させ、①キャリブレーション、②3Dソナー及び3Dライダーによる測定、③水中音速度測定の順で実施した。詳細を下記に示す。

①キャリブレーションでは、GNSS(全地球航法衛星システム)が取得できる水上にて洗掘調査機器を8の字走行させ、IMU(慣性計測装置)の調整を行った。

表-1 適用条件

水深	1.5m以上
気温	-20°C以上,55°C以下
水温	-4°C以上,40°C以下
流速	1.8m/s以下
風速	10m/s以下

キーワード 水中部橋脚基礎, 洗掘, マルチビームソナー, 3D計測

連絡先 〒818-0131 福岡県太宰府市水城 2-25-1

西日本高速道路エンジニアリング九州(株) 太宰府点検事務所 TEL 092-921-7331

- ② 3D ソナー及び3D ライダーによる測定では、洗掘調査機器にて橋脚周辺を横断方向及び縦断方向に水上走行させ、調査を実施した。計測範囲は流れを阻害する橋脚幅の4倍の範囲を計測した。計測には、2つのソフトウェアを使用し、1つ目のソフトウェアでソナーの計測水深範囲やスワ幅、周波数等を調整し、2つ目のソフトウェアで走行ルートや点群取得状況を確認しながらデータ収録を行った。
- ③ 水中音速度測定では、3D 点群データの補正に用いるため、水深1m毎の音速度データ（水温や塩分濃度により変動）を収集した。

(2) 調査結果

調査結果として、宮崎県の河川を横過する橋梁の状況を示す。橋梁諸元を表-2に、全景写真を写真-1に示す。

解析ソフトウェアを用いて、航跡補正や音速補正、3D 点群のノイズ処理等を行い、3D ソナーと3D ライダーの点群データを合成し、任意の高さ毎に着色したものの全景が図-2である。

図-3にP4橋脚の橋軸直角方向の断面図を示す。橋脚の周りの土が局所的に削り取られ洗掘があることがわかる。3次元データであるため、洗掘深さの把握及び基礎部までの残り根入れ深さの確認が可能である。

表-2 橋梁諸元

上部工形式	鋼連続非合成桁
下部工形式	RC 壁式橋脚
基礎形式	RC 場所打杭基礎
竣工年	2010年

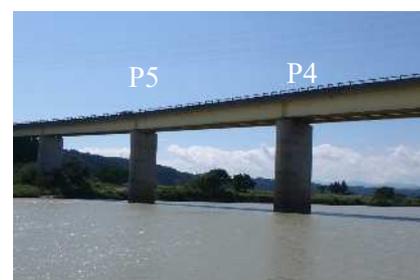


写真-1 全景

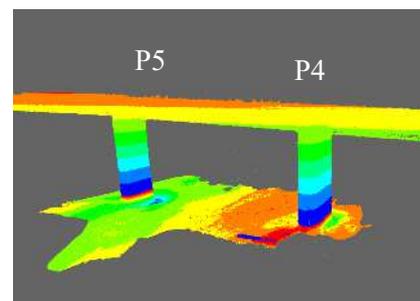


図-2 3D 点群データ (全景)

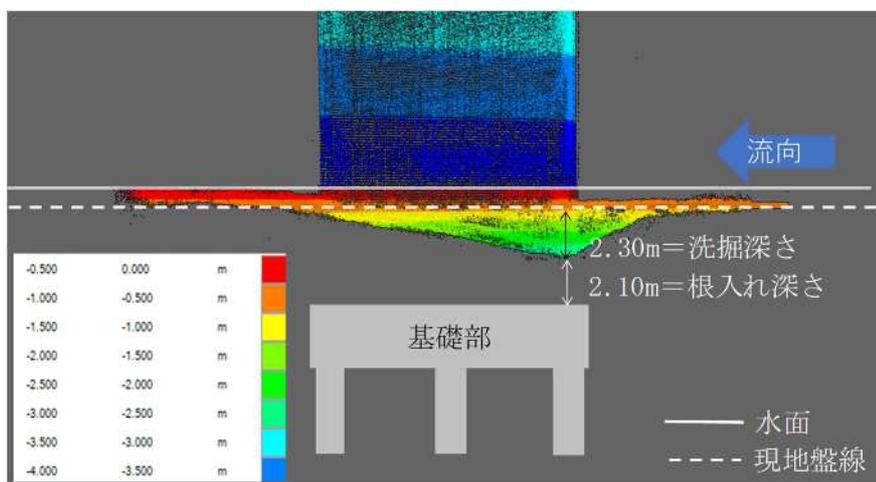


図-3 3D 点群データ (断面図) (橋軸直角方向)

4. 今後の展望

本調査で使用した調査機器は、コントローラーに自動航行が可能なソフトが組み込まれており、計測が2回目等の計測範囲（地形条件、水深等）が既知な状況であれば、プログラミングすることで自動航行が可能となる。そのため、安定したデータが取得可能となり、調査の効率化および安全性の向上が期待できる。

5. おわりに

3D ソナーと3D ライダーを搭載した洗掘調査機器は、水中部の橋脚・橋台基礎部周辺の状態把握、洗掘範囲、洗掘深さの計測を安全かつ効率的に行うのに最適なデバイスである。

また、3D マッピングで表示が可能となることから、維持管理上の視認性が向上し、スクリーニングとしてのデータが確保される。計測時の状態から5年後の状態をモニタリングすることにより、その後の河床低下や洗掘の進展性を確認することが可能となる。

詳細点検に併せて今回の洗掘調査を行うことで、橋梁個別毎の点検の精度が向上することと考える。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局 国道・技術課：水中部の状態把握に関する参考資料（平成31年2月），p4