

マルチビーム測量無人ボートによる水中部の3次元測量

～ EchoBoat-ASV-G2 ～

パシフィックコンサルタンツ 株式会社 正会員:○畠山 直樹、非会員: 武田 光弘、正会員:佐久間 謙史
株式会社 佐藤土木測量設計事務所 非会員: 永沼 佳洋

1. はじめに

近年のゲリラ豪雨に伴う河川の洪水により、河川を横断する橋梁の橋脚廻りにおいて局所洗掘が発生し、橋脚の沈下・倒壊が発生している。橋脚廻りは、洪水時に高流速となり、一度の出水で急激に深掘れが進展する危険があることから、洗掘の規模・範囲をモニタリングすることは重要である。今回、橋脚廻りの局所洗掘をモニタリングすることを目的に、福島河川国道事務所管内¹⁾の阿武隈川において、3次元計測が可能な「EchoBoat-ASV-G2」により現地計測を行ったため、この結果を報告する。

2. マルチビーム測量無人ボートの概要

EchoBoat-ASV-G2は、図-1と表-1に示すとおり、「小型マルチビーム測深機」、「慣性GPSジャイロ」、「表面音速計」、「HYPACK」、を搭載した「マルチビーム測量無人ボート」の新技術である。マルチビーム測量に必要な基本計測機器がボートに搭載済みであり、従来のような現地での艀装作業が軽減される。搭載されたマルチビーム測深機は港湾、河川、湖沼などの極浅海域深淺にフォーカスされたモデルであり「256本のビーム数」、「1.4°×1.4°のビーム幅」「120°のスワ幅」の性能を有している。計測は「自動航行モード」と「無線遠隔操縦モード」など現地状況に柔軟に対応可能である。高精度なデータ取得のため「RTK-GNSS」も利用可能な機器構成であり、計測時には「音速度プロファイラー」を用いて音速度補正を行う。

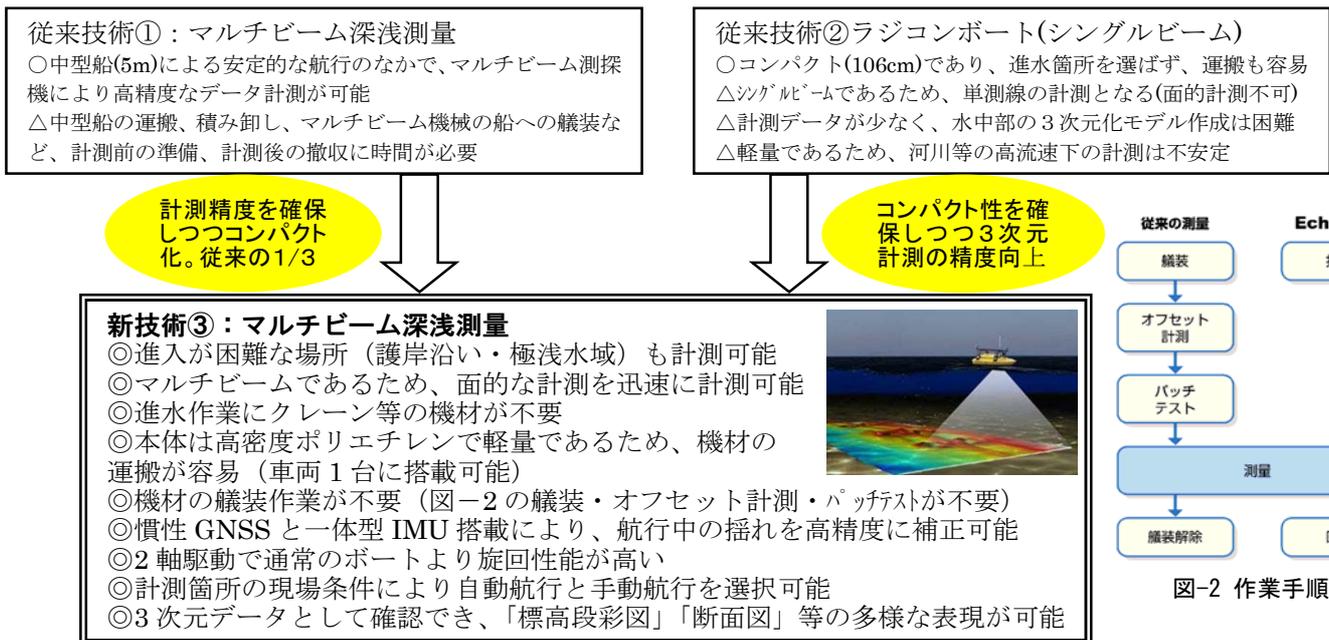


図-1 ボート外観
表-1 ボート諸元

全長	168 cm
全幅	81 cm
重量(ボート本体)	34 kg
巡航速度	3 kts
ビーム数	256 本
最小レンジ分解能	1.8 cm
実用水深範囲	80m
最大可動時間	8 時間
駆動方式	ブラシレス スラスタ×2

3. 従来の水中計測技術との比較

河川の水中測量(深淺測量)は、今まで①マルチビーム深淺測量、②ラジコンボート(シングルビーム)により実施されてきたため、これらの従来技術と今回の新技術を整理したうえで、新技術の特徴を以下に整理する。



キーワード 新技術、マルチビーム、ラジコンボート、水中測量、3次元点群データ、標高段彩図
連絡先 パシフィックコンサルタンツ(株)東北支社 〒980-0811 仙台市青葉区一番町1-9-1 電話 022-302-3972

4. 現地試行結果

洗掘の可能性がある橋梁を対象に、マルチビーム測量無人ボートにより現地計測を行った。計測の結果、左岸側の深掘れが顕著であり、中央部は高く、右岸側も若干深掘れが発生していた。橋脚周辺に着目すると、左岸橋脚部は周辺河床高に比べると5m程度深掘れが発生していることを確認できた。深掘れの範囲は、図-3に示すとおり、橋脚上流側、下流側、側面ともに一様に深掘れが発生していた。加えて、上下流方向に40m程度広がっていることが判明した。最深河床高については、左岸橋脚36.6m(図-4)、右岸橋脚39.5mであるため、左岸は右岸に比べ3m程度深掘れが進行していることが解った。

このように、河床の深掘れ状況を3次元で可視化することができたため、従来の二次元での測量では不可能であった面的な深掘れ範囲を特定することができた。また、今回陸上から据置のレーザスキャナにより計測を行い、陸域と水中部の3次元データを合成した(図-5)。これにより、橋脚と河道の状況(河岸・低水護岸等)の位置関係を明確に把握することができたため、深掘れ要因の推定にも活用することができた。

5. 精度検証結果

右岸側の橋脚部において、今回のマルチビーム測量無人ボートの計測結果と、スタッフによる実測結果の検証を行った。結果は、ラジコンボート:水深3.97m、スタッフ計測:水深3.99mであり、誤差は2cmであった。これに対し、許容値は「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編)」(平成29年3月 国土交通省港湾局)に記載の「±10cm」であるため、十分な精度を確保していた。

6. まとめ

今業務において、初めて新技術である「マルチビーム測量無人ボート」を活用し、橋脚周辺の深掘れを計測した。従来までの深浅測量に比べ、適応性、迅速性、計測精度が飛躍的に向上することを確認できた。この新技術を活用することにより、河床の深掘れ規模・範囲の特定を行い、橋脚の変状の早期発見と応急対策を行い、予防保全型の維持管理として施設の長寿命化に寄与していくものと考えている。

7. 今後の展開

今回の検証により、流速が速い場合は、ラジコンボートが航行不能になることも解った。この点については、流速2m/s程度までは安定して計測することを確認できているが、更なる性能向上を目指し試行・検証を進めていきたいと考えている。この他にも、ラジコンボートに360°カメラ(図-6)やモバイルレーザスキャナを搭載し、陸上部と水中部を同時に3次元計測する手法についても開発を行っていきたいと考えている。調査箇所についても、護岸の根入れ調査、湾曲部の深掘れ調査、ダムの堆砂量調査等にも展開していきたいと考えている。

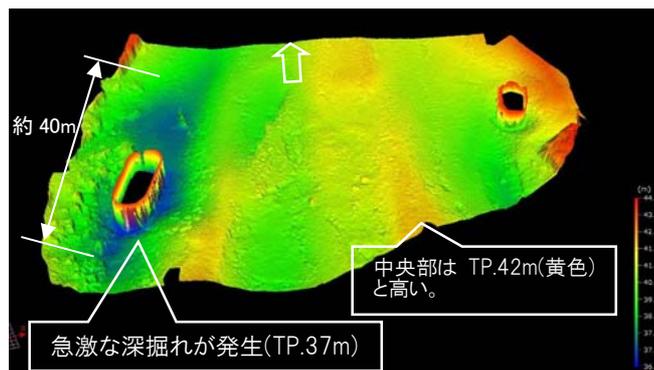


図-3 水中部の深掘れ状況(段彩図)

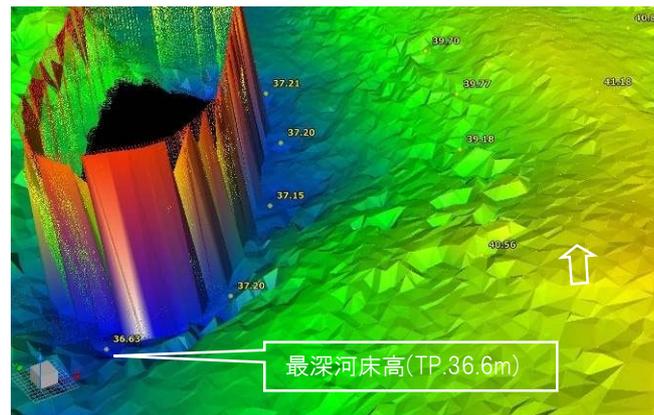


図-4 左岸橋脚部の深掘れ(段彩図)

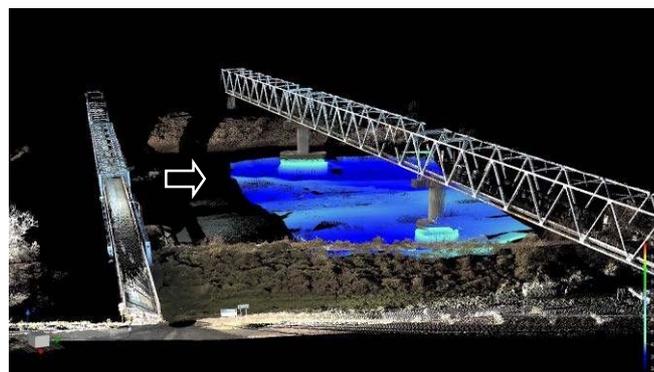


図-5 水中部と陸域の3次元合成(陸域:レーザ)

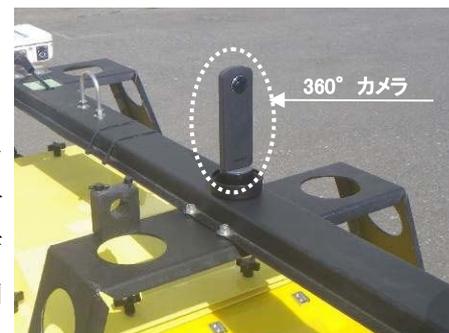


図-6 ボートへの装着(360°カメラ)

1) 出典:阿武隈川上流伏黒管内河川管理施設監理検討業務