

浚渫工事における マルチビーム測量の活用について

徳島河川国道事務所 工務第二課 中野 大翼
徳島河川国道事務所 建設監督官 淀 宏治

平成29年度より浚渫工においてICTの活用が全面的に実施されることとなった。徳島河川国道事務所においてもマルチビーム深浅測量を用いたICT浚渫工事を実施し効果及び課題を整理した。

キーワード：ICT浚渫工、マルチビーム深浅測量

1. はじめに

国土交通省は建設現場の生産性向上に向けて、情報化を前提とした「i-Construction」を導入している。浚渫工についても平成29年3月に3次元データを活用するための基準が示され、全国で導入が進んでいる。

徳島河川国道事務所においても「平成29-30年度新町川橋浚渫工事」にてマルチビーム深浅測量を用いたICT浚渫工事を発注し、起工時や出来形確認時にマルチビーム深浅測量を実施した際の効果を検証した。

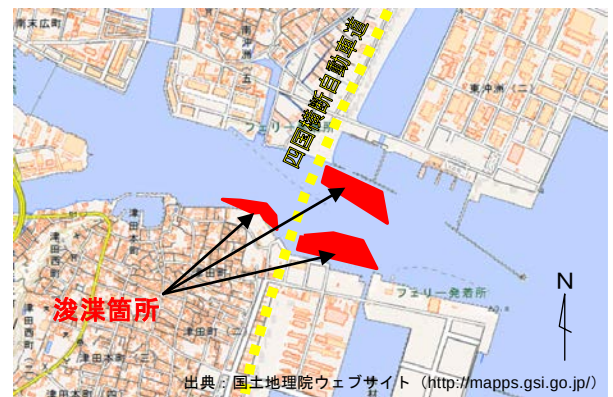


図-1 新町川における浚渫箇所

2. 活用現場の概要

新町川橋（仮称）は四国横断自動車道（阿南～徳島東）に計画されている橋長500m（中央径間250m）の鋼3径間連続鋼床版箱桁橋である。当橋梁はフローティングクレーン船（FC船）による上部工架設を予定しており、FC船の喫水と航路シフト用の水深を確保するため、グラブ浚渫船による浚渫工事を実施した。（図-1）



写真-1 新町川橋（仮称）の完成予想図

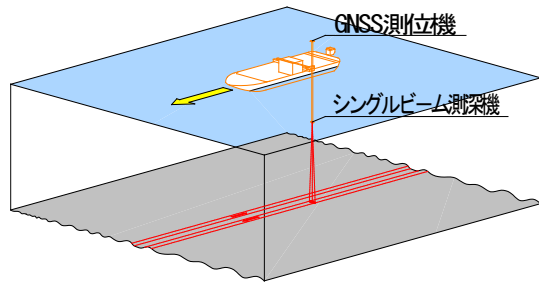
3. 深浅測量

深浅測量とは、主に船から音響測深器を使用して深さを測ることである。

従来の測量方法であるシングルビーム深浅測量はシングルビーム測深器から音波を1本発信し、最も早く返ってきた反射波（最も高い地点）を直下の深さとして採用するもので、斜面部等の誤差が大きく、測量範囲が広いほど時間のかかる測量方法である。

それに対してマルチビーム深浅測量は、マルチビーム測深器を用い水深を面的に測ることが出来る。左右方向に広い扇状の音波（音響ビーム）を測深機の底面から発射し、音波が河床面より反射し返ってくるまでの時間を測り水深を計算する。近年の港湾測量では利用が増加しており、シングルビームでは把握できない河床の地形を詳細に記録することができることから、港湾深浅魚礁の分布などの確認が効率的かつ高密度に実施できるのが特徴である。

シングルビーム測量



マルチビーム測量

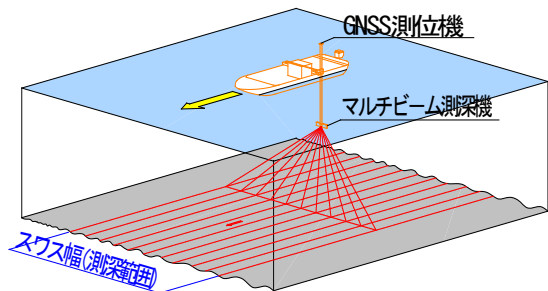


図-2 深浅測量概念図

4. マルチビーム深浅測量

(1) 測定前のテスト

測量を実施する船に音響測深器や GNSS・動揺方位センサーなど、測量に必要な機器類を取り付ける。測量中に位置が動くことの無いよう強固にセットする。

その際、送受波器が水面に対して垂直である必要があるが、今回使用した船は小型船であり垂直に取り付けることは困難であるため、どの程度取り付け角度にずれがあるかを計測するパッチテストを行った。

水面から音響発信器のソナーヘッドまでの喫水値の確認をバーチェック（写真-5）にて行った。専用の反射板をつり下げて数mで固定し、ソナーヘッドから反射板までの距離をマルチビーム測深器で計測した数値を、水面から反射板までの距離から減じることによって喫水値を得ることが出来る。

また、水中を伝わる音の速度は水温や水深、塩分濃度などにより異なるため、より正確な水深の値を得る目的で測深に先立ち水中音速度測定を実施した。（写真-4）

水中音速度測定は、水中音速度計により、対象測量範囲の最深部付近において測量日毎（1回/日）に実施する。その結果は解析ソフトウェアで水深データを補正するために使用される。



写真-2 ナローマルチビーム音響測深機



写真-3 GNSS(上)と動揺方位センサー(下)

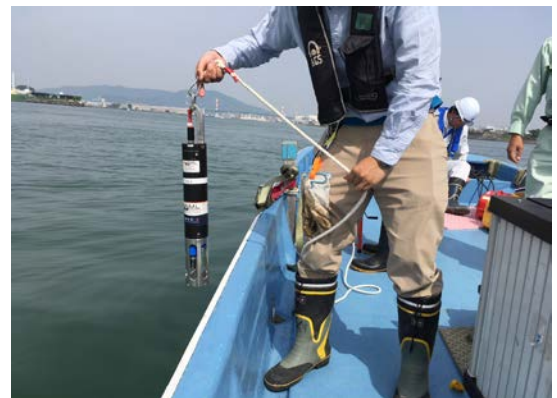


写真-4 音速度測定

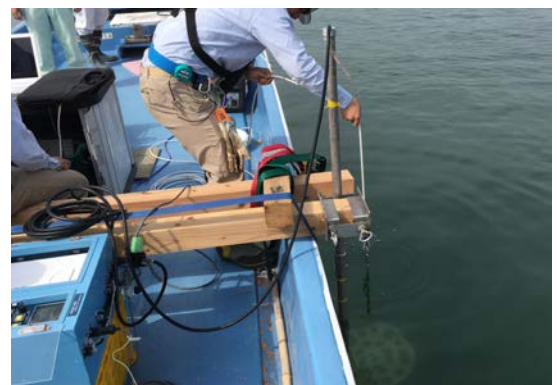


写真-5 バーチェック

(2) 測深

『マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）（案）』に従い、今回の測深ではマルチビームのスワス角（音波の発信角度）を 90° とした。また重複幅は20%とし、測深中の測量船位置と測定幅をモニターで確認しながら測深を実施した。



写真-6 測深状況

(3) 検測

データが正しく取得されているか検証するために検測として井桁測線により行う。井桁測線は左右のビームが100%重複するように2本の平行な測深線及びそれに直交する2本の測深線を設定し、このデータにおける重複部の水深差で精度を評価する。

今回の検証では水深差が $\pm 10\text{cm}$ 以内であり十分な精度で測深されたことが確認された。

5. データ解析

今回の測量により、得られたデータはノイズ処理を行い、水中音速度や潮位などの各種補正を行い、位置座標と水深値に置き換えられたランダム点群データとして作成される。

このランダム点群データは3次元ビューア等の専用アプリケーションにより可視化することが可能となり、水深値を段階的な色別に分けし表現することで河床の現況や浚渫後の地形を詳細に確認することができる。（図-3）

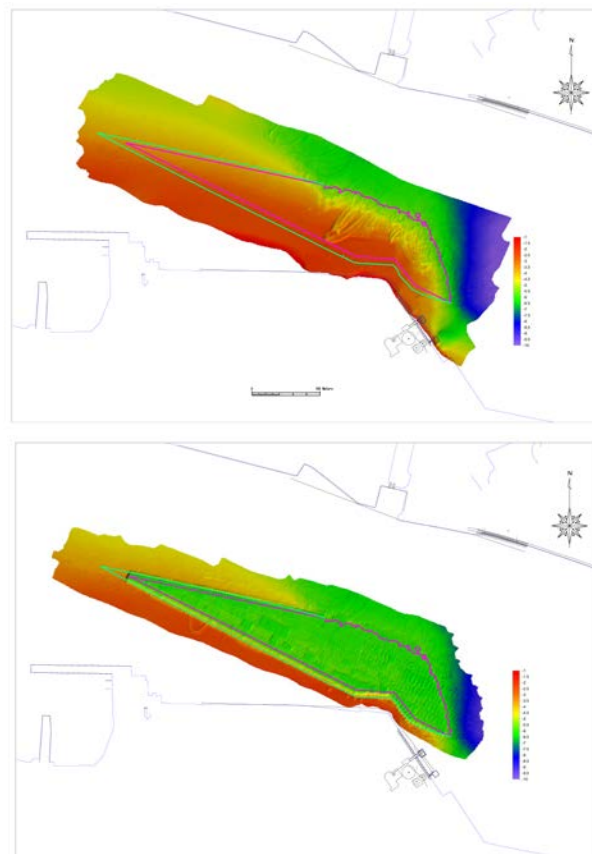


図-3 浚渫前（上）と浚渫後（下）の深浅測量結果

6. 3次元データによる浚渫土量の算出

本工事はICTを全面的に活用する工事として発注されている。従来はシングルビームで測量した各断面毎の平均断面を用い算出されていた浚渫土量が3次元データを用い面的に算出されるため、より正確に算出されるはずである。

今回、浚渫箇所3箇所について平均断面法と3次元データを用いたプリズモイダル法についてどの程度の差があるか比較を行った。

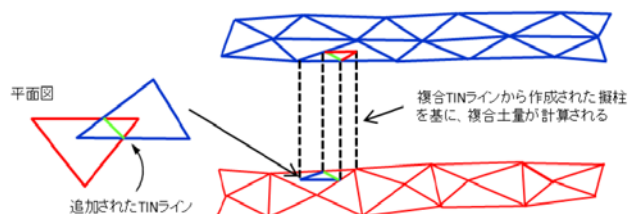


図-4 プリズモイダル法の概念図

出展：3次元データを用いた港湾工事数量
算出要領（浚渫工編）国土交通省

比較したデータを表-1 に示す。

プリズモイダル法での土量算出はパソコンにインストールされた専用アプリケーションにより自動的に算出される。

全ての浚渫箇所で平均断面法よりプリズモイダル法で算出された方が少なくなり、誤差は2%程度以下であった。

下流左岸の差が比較的大きくなったのは、河床に一部石積みされた護岸の法尻部分が含まれているため、凹凸の影響でばらつきが多くなったためと推察される。

表-1 土量比較

	平均断面法 (a) [m3]	プリズモイダル法 [m3]	差 (b) [m3]	割合 (b/a)
上流右岸	61,601.2	62,017.4	-416	-0.7 %
下流右岸	52,136.4	52,282.9	-147	-0.3 %
下流左岸	79,728.4	81,493.5	-1,765	-2.2 %

7. まとめ

ICT 活用工事のメリットの一つに3次元データによる出来形確認があげられる。3次元データにより作成されるヒートマップを用いれば出来形確認が面的に確実かつ短時間で可能である。

図-5 は上流右岸を浚渫した際のヒートマップであるが、出来形不足がないことが視覚的に確認できる。

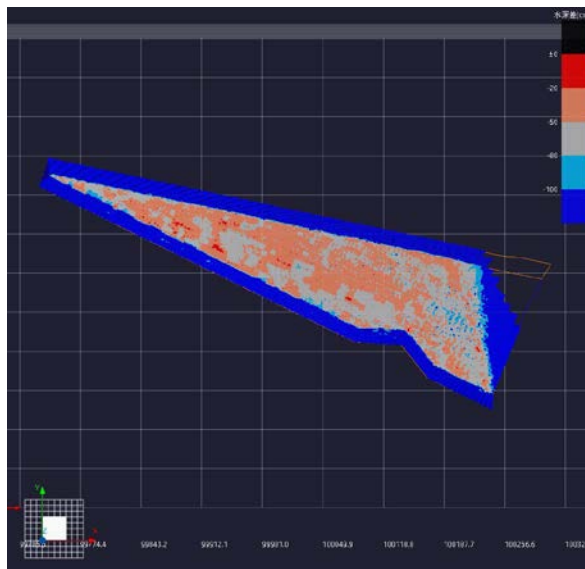


図-5 ヒートマップ（上流右岸）

本工事でマルチビームによる深浅測量を活用し従来の方法に比べ測量作業自体は数日短縮され、全体工程にも余裕が出来た。しかし測量範囲が5万 m2 程度であったため全体工期に対する効果は限定的であった。浚渫範囲がさらに大規模であれば測量日数の短縮も大きく、全体工期の短縮に寄与すると思われる。

また、マルチビーム深浅測量は測量が終了してから水深が確認出来るまで解析時間として2日～3日を要している。これは、データ整理の過程で泡や魚などの水中浮遊物に反応した異常値（ノイズ）の除去等が手作業で行われるためであり、マルチビームが導入されて20年程経過してもなお課題として残っているのが現状である。

このため、本浚渫工事においても解析中は関連機関と調整しながら他の区域の浚渫作業を行い、全体工程に影響の少ない測量計画を立てて実施する必要があった。

今後、測量機器や解析ソフトウェアの研究が進み、ノイズ除去やデータの補正作業が正確かつ短時間に完了出来る技術が開発されることを期待する。



写真-7 新町川の浚渫状況

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局：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30年4月改定版）
- 2) 国土交通省港湾局：3次元データを用いた港湾工事数量算出要領（浚渫工編）（平成30年4月改定版）
- 3) 海洋調査協会：海洋調査技術マニュアル 深浅測量