

27 その他

漁港工事での基礎捨石工における ICT 技術活用について

(一社) 北海道土木施工管理技士会
株式会社 高木組
監理技術者
井口 誠也

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：砂原漁港外2港東防波堤改良その他工事
- (2) 発注者：北海道開発局 函館開発建設部
- (3) 工事場所：北海道茅部郡森町字砂原
- (4) 工期：令和2年6月16日～令和3年3月26日

本施工は、砂原漁港において、東防波堤の既設の被覆根固めブロックを撤去し、基礎捨石マウンドを拡幅してサブプレオフレーム（新工法）及び被覆根固ブロックを再設置し、既設防波堤の波力抵抗及び越波の際の被覆効果の増大を目的とした改良工事である。（図1）

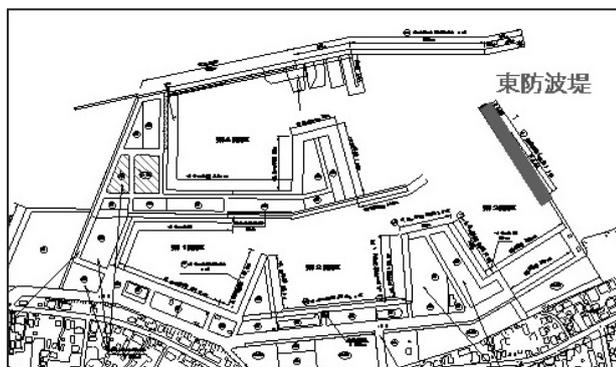


図1 施工位置図

2. 現場における問題点

基礎工における国交省のICT基礎工のアンケート調査では、マルチビームの精度等の関係から出来形測量評価での捨石本均しには適用とならず、

荒均しでの適用となっている。港内外適用としては、本均しは出来形管理規格で測量精度上の課題が生じるからだと思われる。

そのため、波の影響が少なく、水深の比較的浅い港内側の限定として出来形測量評価での捨石本均しが適用できないか検証を実施した。

また、ICTを活用した施工では既設基礎捨石天端を50cm撤去する施工があり、3次元マシンガイダンス（GNSS）を搭載したバックホウ台船を使用したICT施工の有効性の検証も実施した。

3. 工夫・改善点と適用結果

1) 施工方法

- ① 本施工の概要は、既設ブロックの撤去⇒基礎捨石の一部撤去流用及び新材投入による基礎マウンド拡幅⇒製作及び撤去流用からなる被覆・根固ブロックの据付である。

既設ブロック撤去完了後に、現況地盤の確認と既設マウンドの土砂堆積状況の確認を兼ねて、マルチビーム測深機による測定を行った。

（図2、3、4）

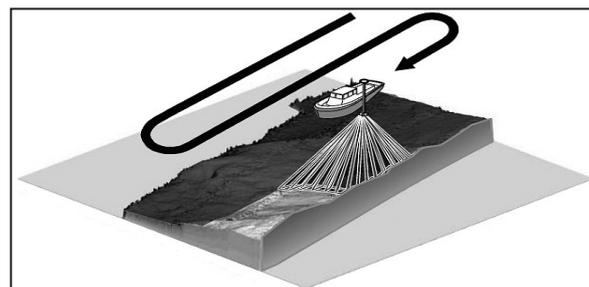


図2 ナローマルチビーム測深機による深淺測量イメージ図



図3 ブロック撤去後 マルチビーム測深

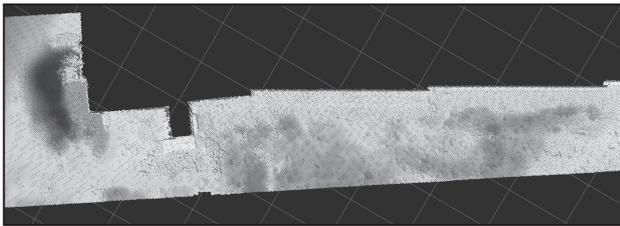


図4 既設ブロック撤去後の点群データ

- ② マルチビームによる測定完了後、3次元マシンガイダンス (GNSS) を搭載したバックホウ台船を用いて既設マウンドの一部撤去 (流用) を行った。撤去箇所が既設堤体の傍であり、過掘りによる既設堤体への影響を考慮し、本施工方法を採用し施工を行った。(図5、6、7)

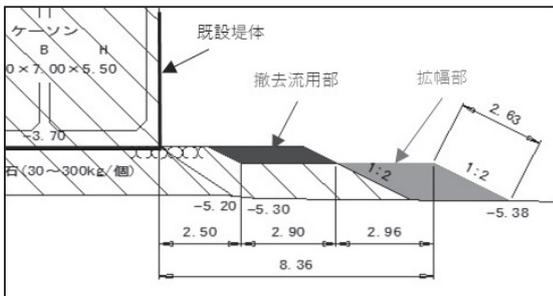


図5 青部分が撤去流用部で、既設堤体から1.5m程度しかない



図6 GNSSによる施工状況



図7 GNSSによる施工状況
モニターに3次元データが表示される

- ③ 既設基礎捨石撤去・流用投入完了後、クレーン付台船にて基礎捨石の投入を行い、潜水士にて本均し及び荒均しを行った。捨石均し完了後は、再度マルチビームによる測深を行い、今回は検証である為、従来通りのレベル等による出来形計測も同時に実施した。

2) 施工結果

- ① 3次元データは、「3次元データを用いた港湾工事数量算出要領 (基礎工編)」より、1.0m平面格子内で3点以上取得し、その中央値を抽出し、出来形評価としてヒートマップを作成した。

作成したヒートマップ (図8) を見ると、大きな異常値が数点発生し、規格値 $\pm 50\text{mm}$ と $\pm 300\text{mm}$ で各々2点ずつの4点発生していた。

測定した評価面積の0.3%以内の棄却点数があり、規格値 $\pm 50\text{mm}$ では1点以下となり、2点であるため異常値ありの判定となった。

また、規格値 $\pm 300\text{mm}$ では2点以下となり、2点であり合格の判定となった。

本均し部分の異常値 $+180\text{mm}$ は、波除提

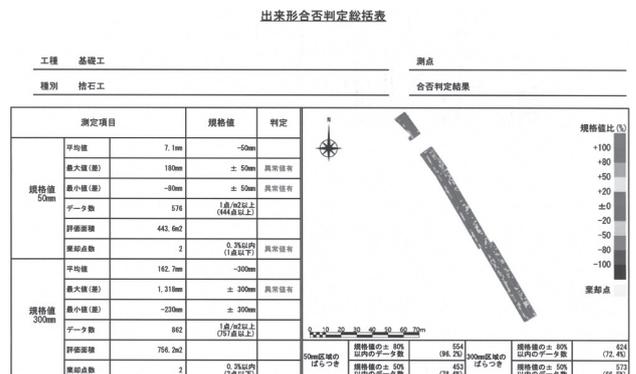


図8 出来形判定総括表

と既設岸壁が直角になりマルチビームを照射した際に、乱反射が起り正確な計測が出来なかったためと考えられる。(図8、9)(測定解析：コンサル談)

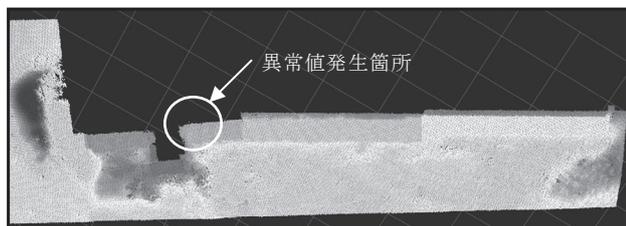


図9 基礎工完了後の点群データ

※所定の出来形確認では、段階確認及び水中部施工調査においても規格値や施工状況も合格となっている。

また、荒均しの法面部では、法面中間付近から全体的に設計基準高さより高く出ている。これは、施工箇所が砂の堆積が生じやすい場所であり、捨石の施工中や施工完了後もエアリフトを使用して砂の除去を行っていたが、マルチビーム計測日の時点で砂が堆積していたことによる。

被覆・根固めブロックの再設置時では、再度エアリフトで砂を除去しながら据付作業を行った。

- ② 3次元マシンガイダンス (GNSS) を搭載したバックホウ台船を使用した既設基礎捨石天端の一部撤去(流用)の施工は、撤去厚さ50cmと薄く過掘りにならない様に行ったが、バックホウの爪で中割石が起き上がり、実質-20~30cm程度の過掘りとなった。

オレンジピール等での施工であれば、これよりもさらに深く掘削されることになり、3次元マシンガイダンス (GNSS) 搭載のバックホウでの施工は、既設堤体保護の点から有効であったと評価できる。

捨石撤去した既設基礎捨石天端の均しは、基準高さより20~30cm低いため、捨石の投入均しでは基準高さより高くなる部分が生じた。

そのため、3次元マシンガイダンス (GNSS) 搭載バックホウのバケットアタッチメントをタンピング用のアタッチメントに取り換え、マシンガイダンスを使用した基準高さの管理で基礎捨石天端のタンピングによる本均しを行った。出来形精度は規格値を十分満足していた。(図10)



図10 既設基礎捨石天端撤去・捨石投入後、本均しタンピング状況

3) 評価及び考察

本施工における基礎捨石工のICT技術活用についての評価を以下にまとめる。

- ① 着工時に現地盤確認としてマルチビーム測深機による深浅測量を行うと、全体像を3Dで可視化でき分かりやすくなるため、問題点や課題の照査がしやすい。
- ② 従来通りのレベル測定等に比べ、職員、作業員等の人員削減、省力化が図れる。(人員は半分以下)
- ③ 既設堤体に近い箇所など構造物の構造により、マルチビームを照射した際に、乱反射が起り測定値に異常値が発生するおそれがある。
- ④ 当施工場所の様に砂が堆積し易い場所など、現場条件を考慮して施工完了後の3次元データの採取を行う必要がある。

- ⑤ 出来形計測から段階確認まで、従来の計測方法では数日間で合否判定ができるが、マルチビームでは計測から結果のとりまとめまで2～3週間程度を要し、次工程がある場合、移行に時間的制約が生じてしまう。
- ⑥ マルチビーム測深における施工費用が高額となる。(ドローンの様な安価な機器であれば自社保有し、適宜データ採取できるようになれば大きなメリットになる、)

考察として、捨石均し出来形測量へのマルチビームの適用については、波浪の影響の少ない港内側で比較的浅い箇所であれば本均し、荒均しへの適用が可能である。

その際、従来の管理規格値の精度評価(規格値の50%以内やおおむね80%程度など)が適用できなくなる。基礎捨石は中割石などの石材であるため、施工後の均しにおいても空隙部分が生じ、測定した点群データが空隙を拾ってしまい精度のばらつきが大きくなる。従来の測定基準は測定点をスタッフ等を使用して計測した部分的な少ない点での測定精度の評価であったが、ICTによるマルチビームでの測深は面であり、測定点(点群)も非常に多くの数となるため、従来の精度評価基準の適用では適正な評価とならず改定が必要と思われる。

また一方で、マルチビームの解析に数週間を要することや測深するのに高額となるため、従来の測量費用とのバランスが保てなく、費用対効果を考えると基礎捨石均しの出来形測定での使用には課題があると思われる。

捨石基礎など次工程があり急ぐ工種の場合の出来形形状の把握や確認検査では、従来の方法での検査を部分的に実施して精度確認を行い、全体形状を簡易で安価なイメージングソナー等を用いて出来形形状の把握を行うなど、他の計測機器の使用も検討して水中部など不可視部分を可視化した施工管理や検査方法の工夫が必要であると思われる。

施工着手前のマルチビーム測深は、水中掘削土量など施工量の算出で非常に有効であるが、施工部分を含め広範囲な水中部の3Dでの可視化は、現状の把握や課題点の洗い出しなど、施工計画において非常に有効な情報を取得することができることが一番の効果と感じている。

また、3次元マシンガイダンス(GNSS)を搭載したバックホウ台船の使用では、従来水中部の見えない場所を感覚的に施工してきたが、バックホウオペレーターのモニターガイド画面による操作で既設基礎捨石を薄層で撤去することができ、過掘りによる既設堤体への影響を防止でき、既設堤体の安全性を確保した施工ができ非常に有効であった。

施工後の感想として、土砂掘削と違い中割石がバックホウバケットの爪で起き上がり20～30cm所定の高さより下がってしまったが、タンピングによる機械均しを当初からの計画として考えていれば、マシンガイダンスの既設基礎捨石撤去高さの設計値の入力値を20cm程度上げ越して施工すれば、捨石を再投入せずにタンピングによる捨石均しができ、生産性も向上出来たのではと感じ、今後の検討課題とすることとした。

4. おわりに

本工事は基礎捨石工でのICT技術活用について、マルチビーム測深による出来形評価及びバックホウ台船でのマシンガイダンスを使用した薄層掘削での有効性を検証した。

水中部ではマルチビーム測深での情報が非常に有効であるが、基礎工の様な次工程に直結するような工種では工程上の課題も生じ、高額で解析にも時間がかかるなど費用対効果は小さいと思われる。

バックホウ台船のマシンガイダンスを使用した水深が浅い水中部の掘削は、掘削出来形精度も良く、大変有効であると評価できる。

今後も、色々なICT技術を活用した施工を積極的に導入し、有効性の検証を継続して行きたいと思っている。