

第23回 国土技術開発賞 創意開発技術賞受賞

ICT 活用による消波ブロック 据付作業の効率化

モデルによる数量算出から据付シミュレーション

〔受賞者〕 株式会社森川組

〔本稿執筆者〕 堀田 佳孝^{ほりた よしたか}、佐々木 健吾^{ささき けんご}

以下に、第23回 国土技術開発賞 創意開発技術賞を受賞した「ICT 活用による消波ブロック据付作業の効率化」を紹介します。

1. はじめに

現在、人口減少や少子高齢化による人手不足に伴う建設現場の生産性低下が懸念されていることを背景に、国土交通省主導の下「i-Construction」を推進し、建設現場における生産性の向上を目指している。

当社においても、i-Construction 推進への積極的な取り組みの一環として ICT 業務の内製化を図る中、本稿では、3次元測量や3次元データ等の ICT 技術を活用した消波ブロックの据付作業の効率化について紹介する。

2. 技術概要

(1) 技術開発の背景及び契機

従来、消波ブロックの据付作業は、起重機船オペレーター等の作業員が、現場で消波ブロックの収まる位置や向きを試行錯誤しながら行っており、非効率な面があった。また、既設消波ブロックの破損・沈下状況を把握するために、消波ブ

ロックの上を人の手で計測する必要があり、危険な作業を伴うものであった。

加えて、本技術実施現場においては、新設消波ブロックの海上運搬距離が24 km（片道150分）と時間を要することから、気象・海象等の不測の事態も想定され、限られた作業時間の中で、効率的な施工管理を行う ICT 技術の活用による生産性の向上が必要であった。

(2) 技術の内容

本技術は、消波ブロックの破損・沈下により外郭施設としての機能が低下している防波堤（写真－1、2）を元の形状に修復する工事において、活用した。

消波ブロックの破損・沈下状況について、ドローンによる空中写真測量を行い無人化することで安全性の向上を図り、あらかじめ3Dモデルによ



写真－1 防波堤 消波ブロック破損・沈下状況



写真-2 防波堤 消波ブロック破損・沈下状況

り消波ブロックの据付シミュレーションを行うことで数量を算出するとともに、消波ブロック据付完成形状の3Dモデルを関係者とのコミュニケーションツールとして利用することを目的としたものである。

本技術では、はじめに現況の既設消波ブロックの据付状況を把握するため、ドローンによる空中写真測量（写真-3）を行う。取得した空中写真により、点群データの生成、解析（図-1）を行い、シミュレーションに不必要な海や周辺の建物等を除去する処理を行う。



写真-3 ドローンによる空中写真測量

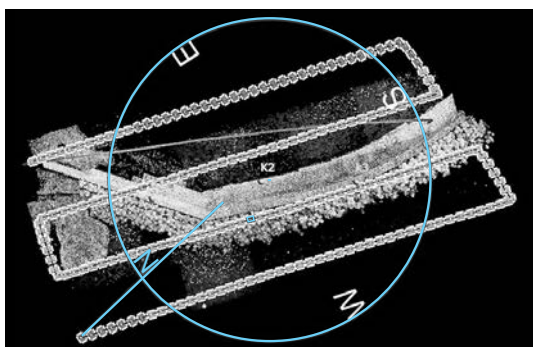


図-1 点群データの生成・解析

次に、ドローンによる空中写真測量では写真に写らず、死角になってしまうブロック相互間の空隙部（データ欠損箇所）を補うため、点群に合わせて既設消波ブロックモデルをはめ込む（図-2）。これらの作業により、より現況に近い既設消波ブロックの据付状況を把握し3次元化する（図-3）。

既設消波ブロックモデル上でブロックが破損・沈下している箇所へ、ブロックの位置や向き、干渉に注意しながら、新設消波ブロックモデルを順次据え付ける（図-4、5）。これに、修復設計面（図-6、7）を被せて比較することにより、新設

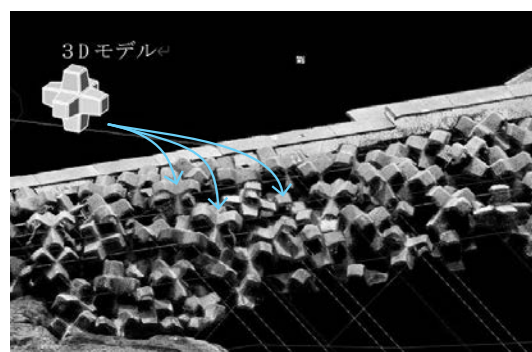


図-2 データ欠損箇所にモデルをはめ込む

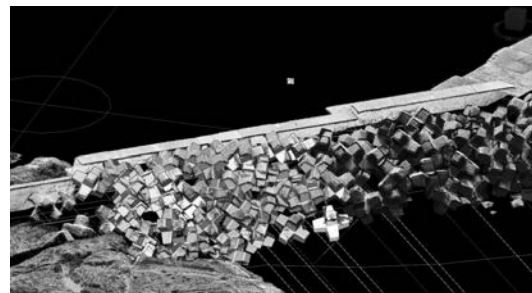


図-3 データ欠損箇所を補完したモデル

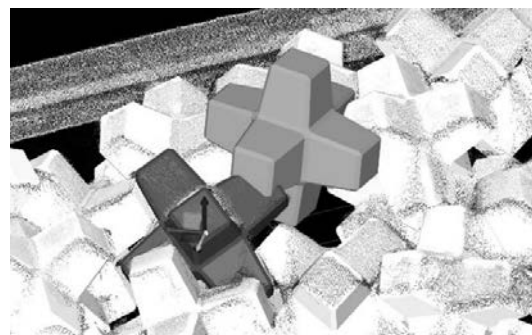
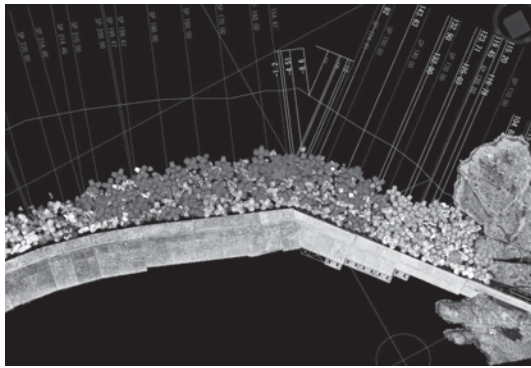
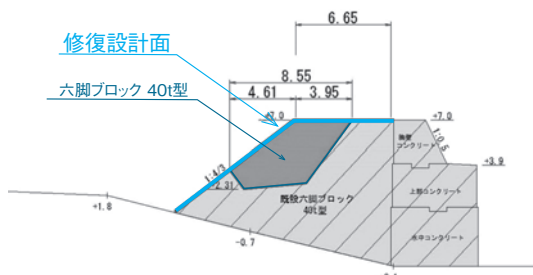


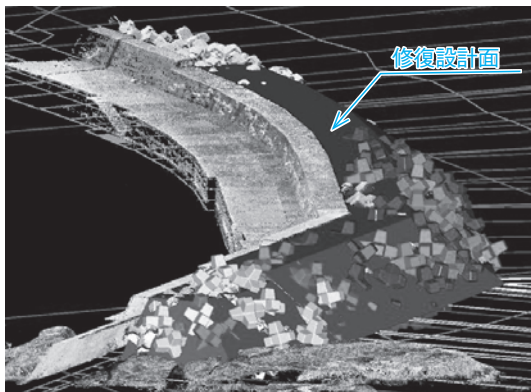
図-4 新設消波ブロックモデル据付状況
（位置・向きを考慮しながら新設消波ブロックモデル据付）



図－５ 新設消波ブロックモデル据付



図－６ 修復設計面



図－７ 修復設計面を被せ比較検討

消波ブロックの据付シミュレーションを行う。

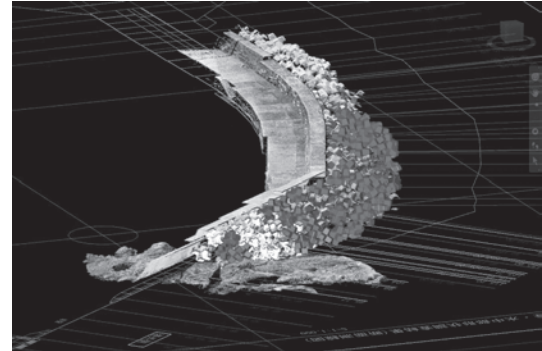
消波ブロックモデルの重心が設計面よりはみ出していれば新設消波ブロックから除外し、はみ出していなければ据付可能と認定した。このシミュレーションを繰り返し行い、新設消波ブロックの据付個数を確定した（表－１，図－８）。

シミュレーションが完成した既設・新設消波ブロックモデルは、そのまま現場の消波ブロック据付完成形状となるため、起重機船オペレーターと情報共有する（写真－４）。

現場において、新設消波ブロックモデル（完成形状）を参考に、想定据付箇所に消波ブロックの位置・向きに留意しながら据付作業を行う（写真－５，６）。

表－１ 新設消波ブロック据付個数

消波ブロック形式	当初数量	変更数量	増減
40t	23 個	22 個	1 個減
50t	67 個	79 個	12 個増



図－８ 新設消波ブロック据付個数確定



写真－４ 起重機船オペレーターと情報共有



写真－５ 新設消波ブロック据付



写真－６ 新設消波ブロック据付完了

(3) 技術の効果

- ① 従来の消波ブロックの起工測量（破損・沈下状況の確認）は、消波ブロックの上を人の手で計測していたが、本技術ではドローンを用いることにより、消波ブロックの上に人が立ち入ることなく、安全な場所から測量し現況を把握することで安全性が向上した。

また、ドローン空中写真測量により、地上型レーザースキャナー等では計測のできない部分（消波ブロックの海側）の計測が可能となるとともに、3Dモデル活用によりブロック相互間の空隙部（データ欠損箇所）を補完することで正確かつ、効率的に現況の既設消波ブロックの据付状況を把握した。

- ② 従来の消波ブロック据付作業は、現場で熟練技能者が経験則により、ブロックの位置や向きを見定め、かみ合わせの良い位置に試行錯誤しながら据え付けていたが、本技術の据付シミュレーションを行った完成形状の3Dモデルを参考に据え付けることで、技術的な難易度が軽減した。
- ③ 従来の方法では、1隻（本技術実施現場では消波ブロック16個）の据付作業に2～3時間要していたが、本技術を実施したことにより、据付作業時間が約1.5時間短縮された。また、出航～据付作業～帰港の行程全体での作業時間を比較すると、約15%生産性が向上した。

本技術実施現場では、消波ブロックの据付作業を行う漁港内に起重機船が進入できず、作業終了後には必ず隣の港に帰港する必要があった。そのため、急な気象・海象の変化などで起重機船にブロックを積んだ状態で荒れた海を航行するような不安定で危険な航行を、出港～据付作業～帰港の行程全体での作業時間を短縮することにより回避し、リスクが低減した。

- ④ 従来の等間隔、断面変化点の据付面積からの

平均断面法による数量算出と比較して、薄い断面箇所に消波ブロックを据え付ける等の事象が起きないため、より実態に近い据付個数の算出が可能となった。

3. 今後の課題

今回、災害時に取得したマルチビームによる水中部の点群データを提供いただき、同様の検証を行ったが、海藻や点群データの精度等によりブロックの詳細な形状を判断できず断念した。今後は、水上部から水中部も含めた連続した3Dモデルを作成し、同様のシミュレーションができるシステムの構築が必要であると考ええる。

本技術を開発、実施するに当たり、ICT業務の内製化、ICT技術に伴う設備（ドローン等の計測機器やソフトウェア、高性能PC等）が整っていたため迅速に対応できた。しかし、ドローン測量は、非常に天候に左右されやすいことやシミュレーションに時間を要することから工程に遅延を与えかねないため、設備やそれらを使用・解析する人材の確保、臨機の対応が必要不可欠であると考ええる。

また、取得した3次元データをどう活用するかなど、ソフトや測量機器の使い手側のさらなる工夫も求められると考える。

4. おわりに

本技術の活用により、工程・安全・生産性の向上の面で大きな効果を得ることができた。工事を進めるに当たり、ご指導、お力添えをいただいた監督職員の皆さま、ならびに工事に携わっていただいた皆さまに深く感謝し、心よりお礼申し上げます。