

# 31 i-Construction 等

## 消波ブロック嵩上げ工事における 3次元計測による数量算出について

(一社) 北海道土木施工管理技士会  
株式会社高木組  
現場代理人  
新 栄 隆

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工 事 名：砂原漁港外1港北外護岸改良工事
- (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 砂原漁港
- (4) 工 期：平成31年3月19日～  
令和元年11月12日

本工事は、砂原漁港北外護岸の胸壁コンクリート及び消波工の嵩上げと、消波工の嵩上げに使用するブロックの製作が主な工事であった。

消波工の概要としては、現況の消波ブロック（クリンガーブロック5t型）の上にクリンガーブロック6t型を1層厚分、L=70mの区間に据付を行うものであった。（図-1、2）

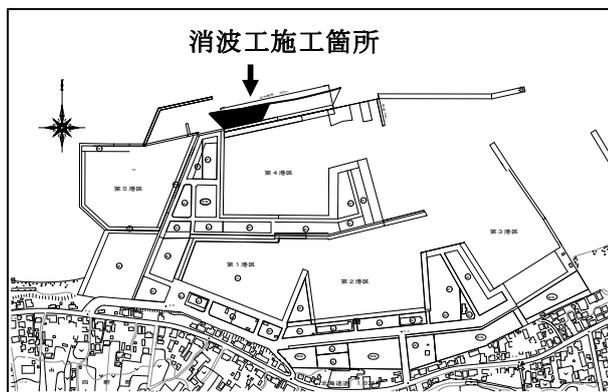


図-1 工事箇所位置図

### 2. 現場における問題点

当工事の消波工は、既設消波ブロックへの嵩上

げ工事であり、ブロックの据付個数照査のため既設消波ブロック据付形状の把握を行う必要があった。しかし、従来の測定方法でのブロックに直接人が上がり測量を行うには、ブロックの空隙及び海中への転落のリスクがあり危険なため詳細には行うことが困難であった。また、この概略的な照査により据付ブロックの個数が不足し、出来形不足となり消波性能を発揮出来ない懸念があった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

当工事では、既設ブロックの詳細な据付形状の把握を安全に行うため陸上部を無人航空機（UAV）による写真測量、水中部をナローマルチビーム測深機（NMB）による測量を併用した3次元計測による数量算出を採用することとした。（図-2、3、4）

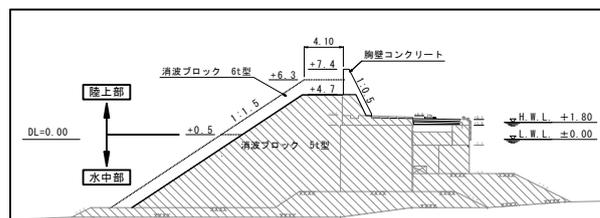


図-2 標準断面図

これにより測定した陸上部と水中部の各3次元データを合成して得られたものが下図の点群データとなる。（図-5）

点群データ作成後、ブロック個数の算出となったが現状では、道路土工、浚渫工の土量算出基準



図-3 UAV測量実施状況



図-4 NMB測定状況

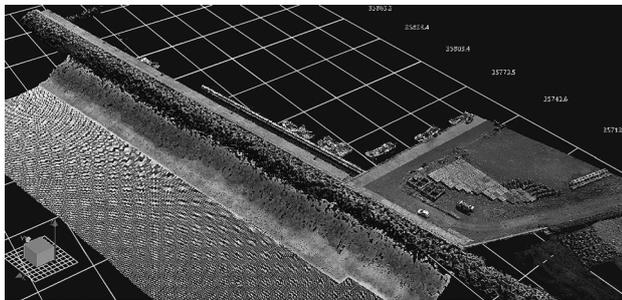


図-5 合成後点群データ

の様に、i-Constructionが普及しておらず、消波工での数量算出においては例が無く基準が定まっていなため、下記による10種類の方法により算出を行った。

- ① 全点群データから胸壁コンクリートスパン毎に横断面を作成し平均断面法により体積を算出 (図-6)
- ② 上記スパンの中間測点を追加し平均断面法により体積を算出
- ③ 全点群を真上から見て三角形の辺長が

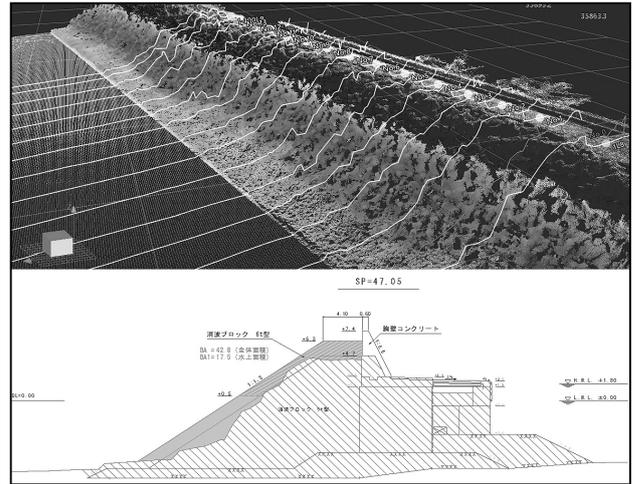


図-6 平均断面法

0.5m以上となる様に作成したTIN (不正三角形網) データと設計面との差で算出 (図-7)

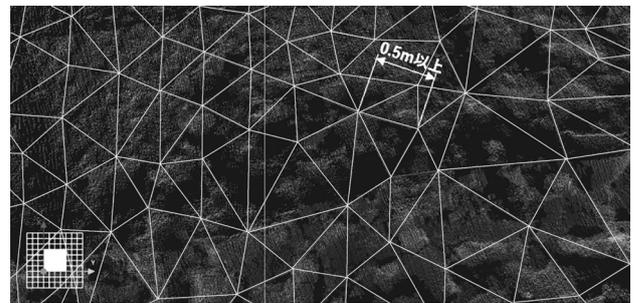


図-7 ③TIN作成イメージ

- ④ 上記③の三角形の辺長を1.0m以上としてTINを作成し算出
- ⑤ 上記③の三角形の辺長を1.5m以上としてTINを作成し算出
- ⑥ 全点群に対し真上から0.5mの平面格子をはめ、その格子内の中央値を1点抽出して点群データを作成し、三角形で結合して作成したTINによる算出 (図-8)

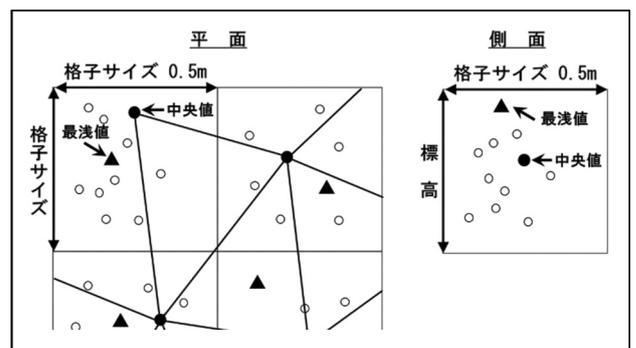


図-8 ⑥TIN作成イメージ

- ⑦ 0.5mの平面格子内の最浅値を1点抽出して作成したTINによる算出
- ⑧ 1.0mの平面格子内の中央値を1点抽出して作成したTINによる算出
- ⑨ 1.0mの平面格子内の最浅値を1点抽出して作成したTINによる算出
- ⑩ 2.0mの平面格子内の最浅値を1点抽出して作成したTINによる算出

上記のうち⑧の算出方法は、国土交通省の「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル（浚渫工編）」（平成31年4月改定版）の土量算出時の手法である。

表-1 算出個数

算出方法	陸上部 [個]	水中部 [個]	合計 [個]
①	259	387	646
②	266	360	626
③	316	556	872
④	337	577	914
⑤	360	580	940
⑥	294	426	720
⑦	254	318	572
⑧※	296	415	711
⑨	219	258	477
⑩	191	193	384

上記により算出したブロック個数は、表-1の算出個数となり、発注者との協議により⑧の算出方法を採用し、陸上部296個、水中部415個、合計711個を使用しての据付となった。また、この⑧の算出個数は、点群データから作成した横断面データによる平均断面法で算出した個数の1割増しとなり、これまでの従来の測量での横断面を作成しての平均断面法での算出とでは著しい個数の差が発生していたと考えられる。

消波ブロック据付の際は、予め測点10m区間毎に据付個数を3次元により算出して作成した個数管理表と胸壁コンクリート天端、消波工法尻部に区間明示を行い部分的な偏りの無い様、据付個数を確認し施工を行った。また、目視による出来栄も考慮し、据付用定規により天端幅及び勾配等を確認し施工を行った結果、目視での確認は良好であった。(図-9、10)

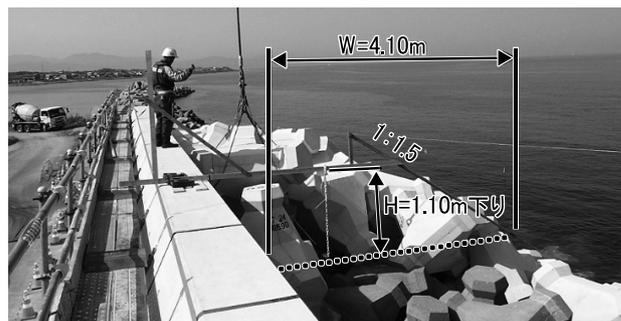


図-9 ブロック据付状況



図-10 ブロック据付完了全景

ブロック据付完了後、数量算出に使用した基準の検証のため、再度UAV及びマルチビームにより3次元計測を行った。

据付後の3次元データ(図-11)を見ると、白いハッチング箇所が設計面に対するブロックの空隙部分となり、設計面より出ている箇所は、着色及びブロックが確認できる。従来、乱積での消波ブロックの据付時の高さは、そのブロックの1/3が設計面より出ている状態が適正であるといわれており、その考えでは今回施工したブロックの水中部は設計面からブロックが出ている箇所が少なく、陸上部では、一定程度設計面より出ていることが確認できると思われる。また、据付後の3次元データと設計面との空隙にて据付個数算出時の③、⑧、⑨の方法でTINデータを作成し過不足個数を算出した結果が表-2となる。

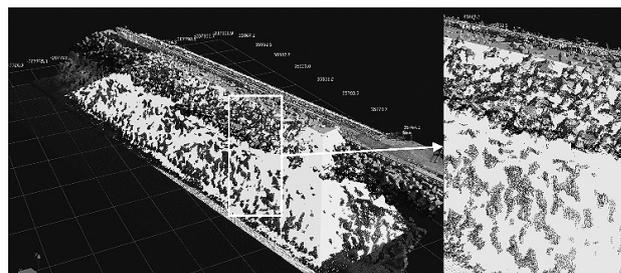


図-11 据付後3次元データ

表-2 据付後の空隙に対する過不足個数表

	陸上〔個〕	水中〔個〕	全体〔個〕	施工前算出個数
設計個数	296	415	711	
実施個数	310	401	711	
差	+14	-14	0	
据付後3次元データによる過不足個数				
③辺長0.5m以上のTIN	-22	-227	-249	872個
⑧1.0m格子の中央値→TIN	+28	-180	-152	711個
⑨1.0m格子の最浅値→TIN	+73	+110	+183	477個

③の算出方法（辺長0.5m以上でのTINによる算出）では、陸上部で22個、水中部で227個不足し全体で249個不足している結果となったが、据付個数711個に不足個数249個を足した場合960個となり、点群データを見た場合、この個数は過大であると考えられる。⑧の算出方法（1.0m格子内の中央値抽出によるTIN）では、陸上部で28個多く、水中部で180個不足となり、全体で152個不足している結果となった。この結果は、前述にも記載の通り、陸上部でブロックが設計面より一定程度出ているのが確認でき、水中部では出ている箇所が少ないことが確認できるため妥当な結果ではないかと考えられる。また、⑧の算出での不足個数152個と据付個数711個を足すと863個となり③の施工前に算出した872個と近似している。⑨の算出方法（1.0m格子内の最浅値抽出によるTIN）（※浚渫工出来形測定基準）では、陸上部で73個多く、水中部で110個多くなっているとの結果が得られたが点群データの空隙を見るとこの結果は妥当ではないと考えられる。

以上のことから、各種個数算出方法での据付個数を見ると、今回使用した算出方法（⑧）より多く算出され且つ過不足個数を加味した結果をみると③の点群から三角形の辺長0.5m以上としてTINデータを作成した算出個数が適正に近いものであったと思われる。また、⑧の算出方法は、据付後の出来形管理や据付個数の検証に使用出来ると考えられ、数量算出時と出来形及び個数の検証での算出方法とを分けて考えるのが良いと思われる。

#### 4. おわりに

ブロック嵩上げ工事での3次元計測による数量算出の利点と課題を下記に記載する。

- (1) 既設ブロックの現況形状を詳細に且つ安全に照査することが出来る。
- (2) 従来の測量手法に比べ、労務者、元請職員の人員を大幅に削減でき、省力化となる。
- (3) 平均断面法と比べ正確に一定の区間割での個数の算出が可能のため、部分的な個数の偏りがなく据付の出来形精度が向上し施工効率も向上する。
- (4) 今回使用したブロックも含め各種ブロックの形状及び規格での数量算出においてどのTINの作成方法が適正かを試行しなければならない。
- (5) 現状では、測量機材の設備投資費用、外注による測量費用が高額である。

最後に、ブロックの個数算出には、空隙率を加味して個数を算出しているが、今回据付後に、3次元データを使用し空隙率を算出した結果、③の算出基準では46.4%、⑧の基準での算出では40.3%と消波ブロックメーカーの掲載空隙率53%より少ないものとなっていた。この空隙率においてもブロック個数の算出に多大な影響を与えているため照査が必要であると思われる。そして、今回明確な基準を打ち出すことは出来なかったが、この結果が今後の消波工の数量算出におけるi-Constructionの躍進に繋がると考えられる。