

# 離岸堤工事の ICT 施工に向けて

工 事 名： 吉原副離岸堤(No142)その 2 工事  
 受 注 者： 株式会社 飯作組  
 ○現場代理人： 大川 浩 司  
 監理技術者： 吉 江 久 彦

## 1. はじめに

本工事は、富山湾特有の「寄り回り波」や冬期高波浪による越波、そして海岸侵食から背後の家屋連亘部を守るため、下新川郡入善町吉原地先に前年度の継続工事として、副離岸堤を増築する海岸保全事業である。

施工内容は、現地測量及び既設本体の傾斜や沈下・破損状況の調査後、海域堤基礎工 L=42.7m (アスファルトマット、捨石投入、捨石均し、海岸コンクリートブロック工)、海域堤本体工 L=45.6m (本体ブロック 48t 280 個) 据付する工事である。

本論文では、今後の海岸工事の ICT 施工活用に向けて、副離岸堤全体の点群データ取得の施工に弊社が取組んだ内容について報告する。

## 2. 工事概要

- (1) 工 事 名： 吉原副離岸堤 (No142) その 2 工事
- (2) 工 事 個 所： 富山県 下新川郡 入善町 吉原外 地先
- (3) 工 期： 平成 29 年 2 月 8 日 ～ 平成 29 年 11 月 30 日 (296 日間)
- (4) 主 要 工 種： 海域堤防 (天端延長 L=45.6m)

### 海域堤基礎工

捨石工	捨石(海上)	岩石 200～1,000 kg/個	6,358m <sup>3</sup>
		砕石 50 mm以下	590m <sup>3</sup>
	捨石均し	捨石荒均し±30 cm	3,360m <sup>3</sup>
洗掘防止工	海岸コンクリートブロック工	異形ブロック 3 t ～20 t	128 個
	撤去・移設・再据付	被覆ブロック 20t	73 個
	アスファルトマット		1,360m <sup>2</sup>

### 海域堤本体工

海岸コンクリートブロック工	運搬・据付	本体ブロック 48 t	280 個
	撤去・再据付	本体ブロック 48 t	5 個

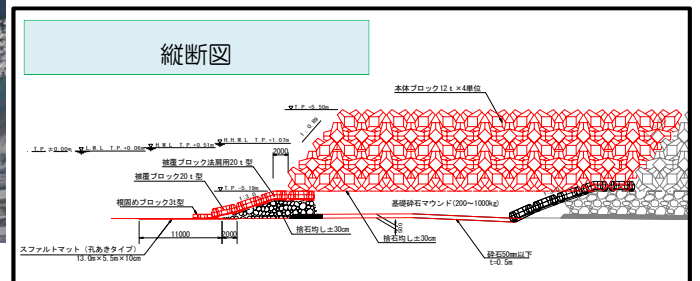
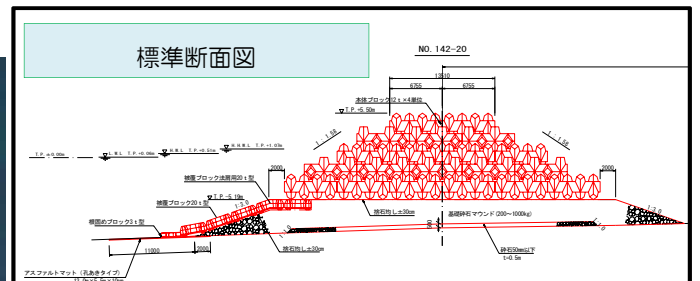
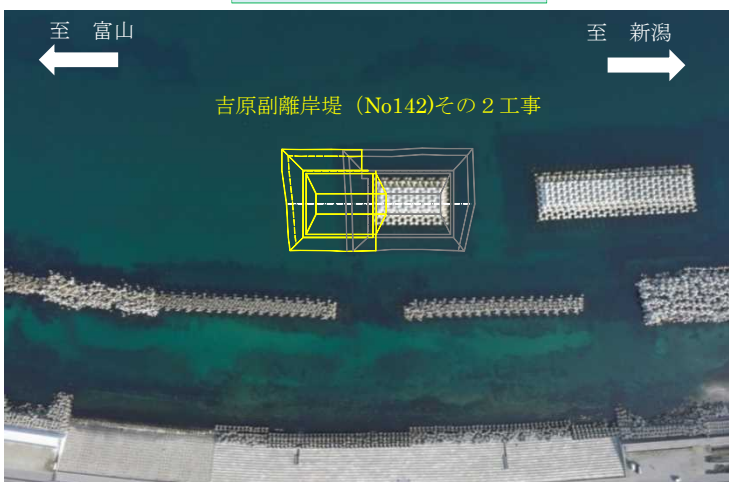
### 鋼製漁礁工

鋼製漁礁組立		シェルナース 2.2 型	2 基
--------	--	--------------	-----

### 人工リーフ補修工

捨石工	捨石均し	荒均し±30 cm	510m <sup>2</sup>
洗掘防止工	アスファルトマット		456m <sup>2</sup>
海岸コンクリートブロック工	運搬・据付	本体ブロック 10 t	79 個
海岸構造物撤去工	海岸コンクリートブロック撤去・運搬		127 個

### 副離岸堤施工箇所



### 3. 目的

近年は i-Construction により 建設現場における生産性向上を目指す新しい取り組みが進んできているが、海岸・港湾工事といった水中部の施工は、潜水士の力量に頼ることが大きいのが現状である。

今回の副離岸堤工事でも、水中部の施工状況、出来形・出来映えの確認は潜水士の撮影した水中写真とオートレベルにより行っている。海上部(海面より上)の確認は目視により確認できるものの、副離岸堤の全体は目視できず、特に水中部の出来映えを面的に評価するのは困難である。

こうしたことから本工事では、海上部は『UAV による空中写真を用いた 3 次元点群測量』を、そして、水中部は『リアルタイム 3D ソナー』をそれぞれ活用し、副離岸堤の水中部を含めた全体の点群データを取得し可視化することに加え、今後の出来形管理・数量計算・情報化施工への活用の検証を目的とした。

### 4. 従来の出来形・出来映えの確認方法による課題

#### (1) 水中写真による出来形・出来映え確認写真

従来は水中部の延長・法長・幅の出来形写真は複数の写真をつなぎ合わせて測点毎の寸法を確認しているが、それ以外の箇所の確認は困難である。【写真①参照】また、潜水士の撮影した水中写真による出来形・出来映えの確認は、海象条件(透明度等)により左右され、写真での副離岸堤全体の把握をするのには限界があるといえる。【写真②参照】

【幅・法長の検尺テープによる出来形写真】写真①



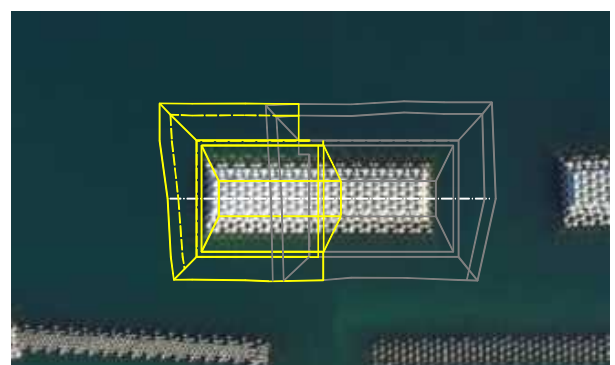
【天端部・法肩の出来映え写真】写真②



#### (2) 空中写真による出来映え

空中写真による出来映えの確認は、海上部は明確に確認できるが、水中部は写真では見えず、副離岸堤全体を目視することできない。【写真③参照】

【空中写真による出来映え確認写真】写真③



## 5. 『UAVによる空中写真を用いた3次元点群測量』について

本体ブロック（48t）据付完了時に、UAVによる空中写真を用いて3次元測量により「3次元点群」作成し、そのデータを基に本体ブロック水上部の出来形管理の3次元化を実施した。

### (1) 『3次元点群』とは

地形に係わる情報の水平位置、標高に加え、空中写真の色情報を属性として、計算処理が可能な状態として表現したものいう。



【ドローン】写真④

・ UAV とは？

**Unmanned aerial vehicle** の略で無人航空機という意味。  
(通称ドローン) 写真④参照

### (2) UAVによる空中写真を用いた3次元点群測量の流れ

①三次元形状復元計算に必要なとなる水平位置及び標高の基準となる標定点(検証点)を設置する。



標定点の設置



標定点の設置



標定点の設置

②UAV を用いて3次元形状復元計算用の空中写真を撮影する。



ドローン操縦

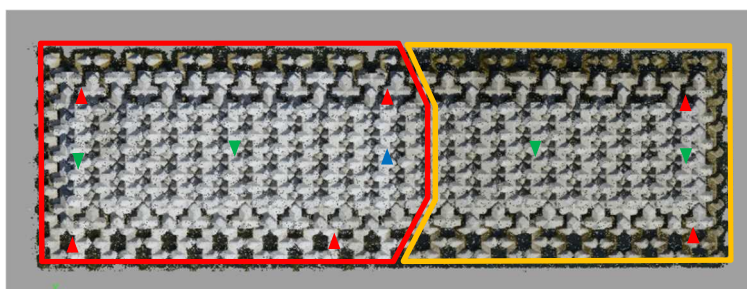


ドローン操縦



モニター確認&撮影状況

### (3) 3次元点群データファイルの作成



H28年度施工  
吉原副離岸堤 (No142)その2工事

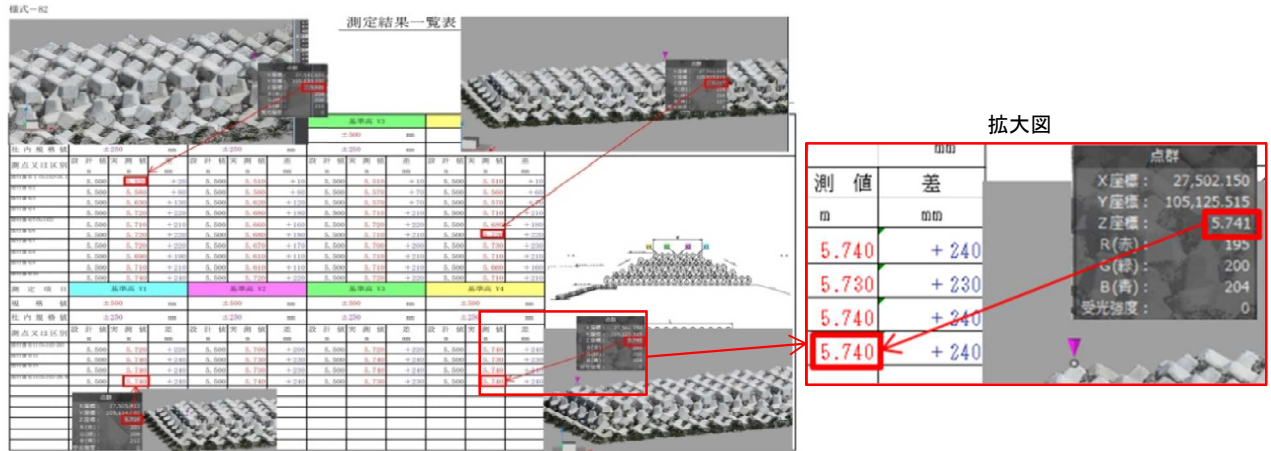
前年度施工  
吉原副離岸堤 (No142)その1工事

#### 標定点及び検証点

- ▲ 外側標定点
  - ・計測対象範囲を囲むように配置し、隣り合う外側標定点の距離は100m 以内
- ▲ 内側標定点
  - ・内側標定点は最低1点とし、内側標定点とそれを囲む標定点との距離は200m 以内
- ▼ 検証点
  - ・標定点の総数の半数以上(端数は繰り上げ)計測対象範囲内に均等に配置

#### (4) 従来方法の出来形測定数値との照合確認

従来方法のオートレベルで測定した基準高や、スチールテープで測定した幅・天端延長の測定値と UAV3 次元点群データにて計測した結果を照会したところ出来形管理として問題ない数値であった。(図①参照)



【従来測定結果と UAV3 次元点群データの基準高確認】 図①

## 6. 『リアルタイム 3D ソナー』について

海岸工事においては、目視による確認が可能なのは本体ブロックの一部である水上部のみであり、大部分が水中部となり、不可視部である。従来、水中部の状況及び出来形は潜水士が撮影した水中写真やオートレベルによる基準高測定により確認・検査を行っているが、今回は、『リアルタイム 3D ソナー』を用いて水中部の 3 次元点群データ取得を実施した。

### (1) リアルタイム 3D ソナーとは

ソナーヘッド(写真⑤)から縦横の音波を同時に送受信し、受信した信号より対象物を 3D 画像にしてモニターに映しながら確認できるシステムである。



【ソナーヘッド】 写真⑤

### (2) リアルタイム 3D ソナーの特徴

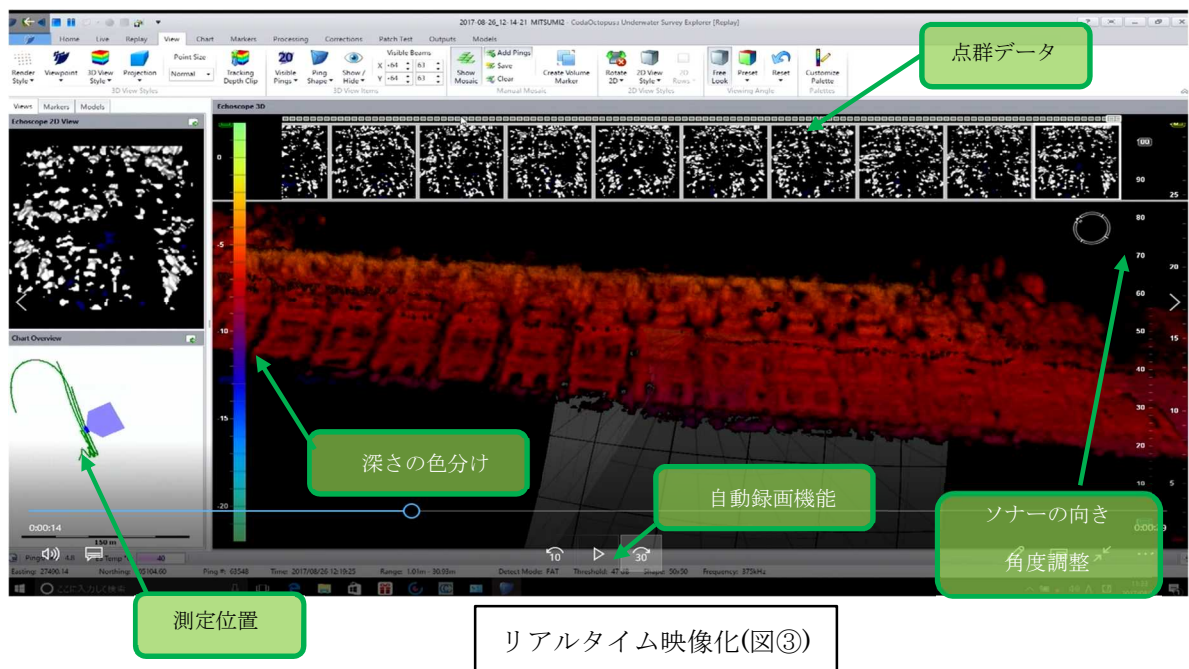
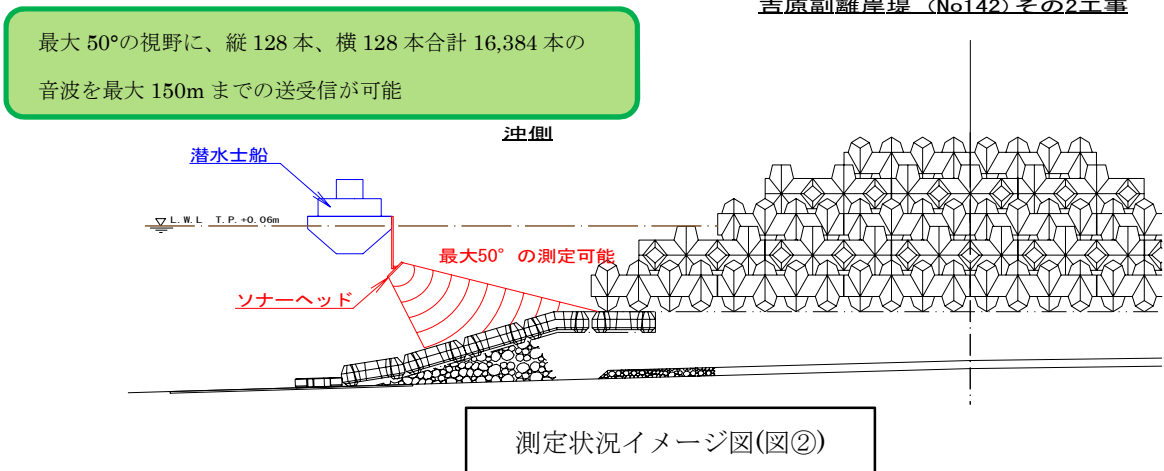
- 世界で唯一、リアルタイムに海中使用できる。
- リアルタイムに高精細な 3D 映像が得られるため現場での工事判断が可能。
- 海外では ROV(遠隔操作型の無人潜水機)・AUV(次世代型巡航探査機)への搭載実績あり。

### (3) リアルタイム 3D ソナーの流れ

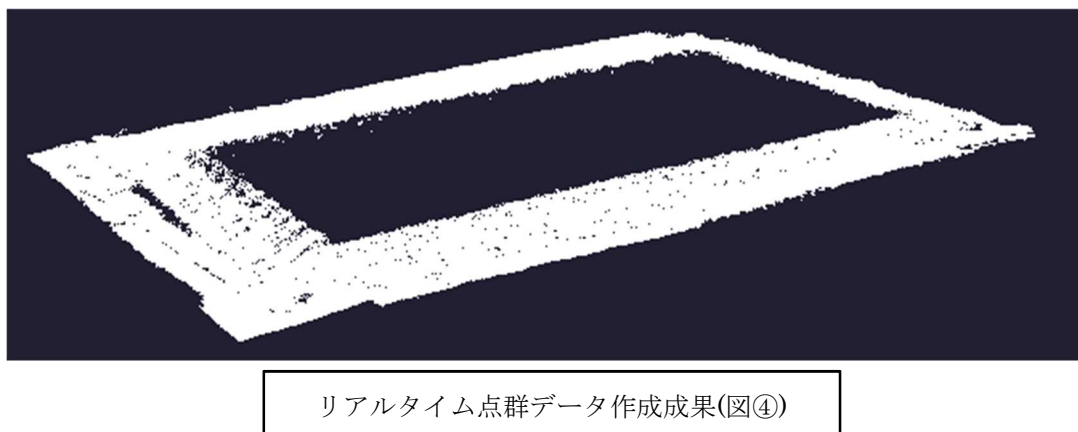


#### (4) 3次元点群データファイル作成成果

『リアルタイム3Dソナー』の測定は、調査船に搭載するGNSS受信機により、GNSS衛星から送信される衛星の位置や高さ等の情報とソナーヘッドの音波を同時に送受信し(図②参照)、受信した信号より3D画像を表示し、即時的に計測して位置データを持った3D映像(図③参照)として確認できる。

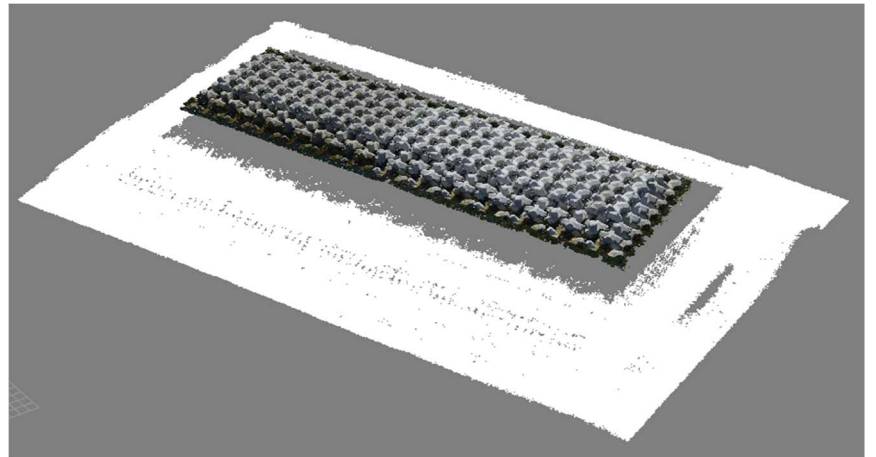


『リアルタイム3Dソナー』の計測したデータを集結することにより基礎マウンドを点群データ化できる(図④参照)



## 7. 結果・まとめ

平成 29 年 8 月に、本体ブロック水上部は、『UAV による空中写真を用いた三次元点群測量』をし、本体ブロックの水中部及び海域堤基礎工を『リアルタイム 3D 水中ソナー』を活用し二つの 3 次元点群データを合成し、海域堤全体を 3D データ化し立体的に確認することができた。  
(図⑤参照)



3 次元の設計データと『リアルタイム 3D ソナー』の点群データを重ね合わせることで、海底地形及び構造物を短時間で広範囲かつ高密度の測深データを収集できるため、出来形測量、数量算出に有効だと実証できた。施工面においては、未だ潜水士の技量によることが大きい『リアルタイム 3D 水中ソナー』技術を活用することで、施工精度・効率の改善に役立つと思われる。今回の副離岸堤工事における捨石工・海域堤本体工の従来施工の場合との問題点・改善点の一部を下表にまとめた。

	従来施工	ソナー使用
捨石投入	ガット船により潜水士が適時レッド(ロープの先に錘をつけた水深測定器)で深度計測しながら投入している。	装置に表示される画面でガット船オペレーター及び潜水士が投入量を確認しながら投入を行い、レッドによる深度計測は不要になり投入精度も向上する。
出来形検測	毎日の捨石均しの高さや出来形検測は、オートレベルや潜水士の計測により記録してきた。	船上により計測できるため人力による測定頻度が減少される。
本体ブロック据付	オペレーターは海中の目視ができない為、潜水士の合図・誘導のみで行うため、据付にかなりの時間と技量が必要とされている。	水中映像によりオペレーターが目視で潜水士の位置・ブロックの状態を確認しながら据付できる。且つ 3 次元データにより据付位置の確認もできる。

『リアルタイム 3D 水中ソナー』を活用することで、ほかにも浚渫工事や大水深の測量等多くの改善に役立つと思われる。また、安全面にもおいても、本体ブロック据付時にはオペレーターが潜水士とブロックとの位置関係を容易に把握することができ潜水士がブロックに挟まれるといった被災リスクが低減できる。

## 8. おわりに

建設現場においては生産性向上技術が進んできており、海岸・港湾工事も近年 ICT 活用した試行工事も導入されつつある。弊社としても平成 27 年度副離岸堤 (No142) その 1 工事で『ナローマルチビーム』を使っての出来形管理・出来映え確認を実施した。

今回は『リアルタイム 3D ソナー』を用いて副離岸堤全体の点群データ取得の実現に加え、施工方法、工事数量計算、又は 1 工種毎の出来形管理など多方面に活用できることが可能であることが確認できた。しかし、測定機器が高価であること、また、海岸工事では、水面際は光の反射などの影響によりデータの取得が難しいことや、撮影時の気象条件等といった問題点も判明したので今後も改善・追及が必要な課題である。

最後に、監督職員をはじめ協力業者の方々のご支援・ご指導のもと無事に工事を完成することができました。今後も会社一丸となって、海岸工事の ICT 活用を検討し常に新しい情報を取入れより良い品質・施工管理となるように取り組んでいきたい。



拡大  
➡

