

海岸工事におけるICT技術の活用と課題について

工 事 名 : 園家副離岸堤(No110)その1工事
 受 注 者 : 株式会社 飯作組
 現場代理人 : 道腰 健吾
 ○監理技術者 : 倉堂 克大

1. はじめに

本工事は、入善町下飯野地先において、新設副離岸堤の一部を築堤する工事である。施工内容として、洗堀防止を目的としたアスファルトマット (t=9cm) を設置し、基礎となる捨石を投入・荒均し後、マウンドを保護するための被覆・根固ブロック (12t・4t) の設置。基礎工完了後に大型本体ブロック (36t・48t) を据付することで、背後地への浸水被害を防ぎ、波浪減殺効果を高めることを目的とするものである。

本文は、今後拡大・普及するであろう海岸工事におけるICT技術を活用した結果とその課題について報告するものである。



【 施工箇所位置図 】

2. 工事概要

- (1) 工 事 名 : 園家副離岸堤(No110)その1工事
- (2) 工事箇所 : 富山県 下新川郡 入善町 下飯野 地先
- (3) 工 期 : 平成 31年 2月 8日 ~ 令和 元年 9月 13日 (218日間)
- (4) 主要工種 : 海域堤防 (天端延長 L=13.3m)

・海域堤基礎工

捨石工	捨石 (海上)	岩石 200~1,000 kg/個	2,334 m ³
	捨石均し	荒均し (±30 cm)	1,590 m ²
洗堀防止工	海岸コンクリートブロック工	異形ブロック 4~12t	153 個
	アスファルトマット	t=9 cm	987m ²

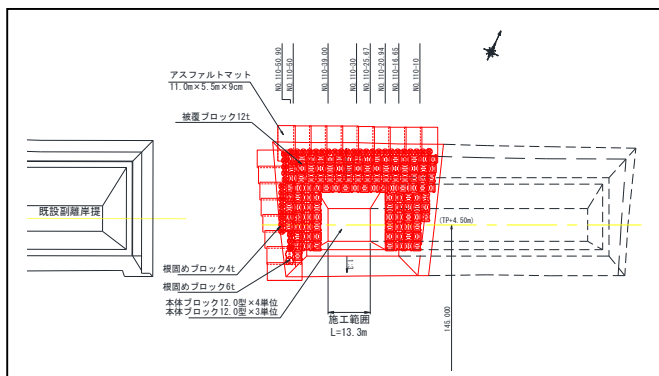
・海域堤本体工

海岸コンクリートブロック工	運搬・据付	本体ブロック 36,48t	64 個
---------------	-------	---------------	------

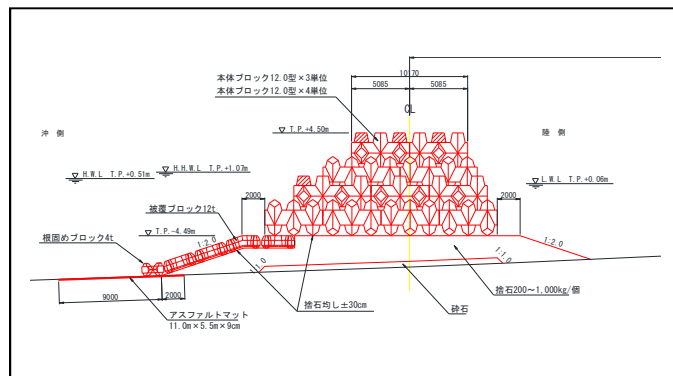
・構造物撤去工

海岸コンクリートブロック工	撤去運搬・仮置・据付	異形ブロック 20t	240 個
---------------	------------	------------	-------

(田中積出基地)



【 平面・ブロック敷設図 】



【 標準断面図 】

3. 着目点及び目的

平成28年度から試行されたICT土工の開始から、現在までに舗装工・浚渫工など様々な工種にICT施工が拡大されてきているが、浚渫工を除く海岸工事では未だ普及されていない。そこで海岸工事において、現在使用可能な技術を実践し、問題点や改善点を検討することで、来るべく海岸工事におけるICT技術の普及に向けて、対応できる体制を整えることを目的とした。

4. 海岸工事におけるICT技術の活用及び課題について

(1) 施工数量の算出

施工数量の算出は、土工と同様に設計図より3次元設計データを作成し、3次元測量データ（現況地形）との差分により行う。現況海底地盤高の測定は『ナローマルチビーム測深システム』を採用し点群データの取得・作成を行った。本技術は、音響ビームを扇状に発射、受信しながら面的に測深し、効率的に広範囲高密度のデータを得ることができるという深浅測量では代表的な技術であるが、下記の問題が生じる。

・捨石工施工数量の算出における問題点

① ナローマルチビーム測深システムにおける問題点

『ナローマルチビーム』は、256本もしくは512本の非常にシャープな音響ビームを扇状に海底に発射し、海底からの反射波を受信することによりデータを取得する方法であるが、そのシステムの特長上、以下のような要因により誤差が発生することがある。

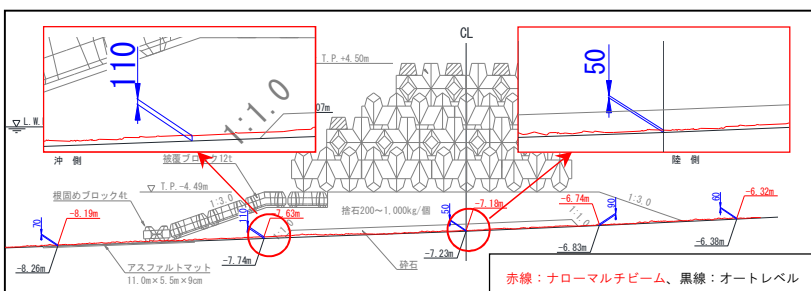
《トンネル効果現象》

平坦な海底地盤の測深データで、送受信器直下の強反射音響ビームが両端部付近の弱反射音響ビームに入り込み、誤って浅い海底と認識してしまう現象。

《スマイルカーブ現象》

平坦な海底において、両端部の音響ビームが弱反射となり、計測しているスリットの重心が内側にズレることで浅く計測される場合か水中音速度測定結果が正しくない場合に発生する現象。

上記2点は、測定範囲の幅を狭め、弱反射となる範囲を減少させるなどの方法により対処できるのでこれらに注意しデータを取得することが必要である。又、当作業所の現況地盤が細砂でありスタップが若干潜ってしまうことも誤差の要因として想定されるが『ナローマルチビーム測深システム』と『オートレベル』での基準高を測定し比較すると当社による実績で平均5cm（最大10cm）程度の誤差が確認された。



【 基準高比較図（標準横断面図） 】

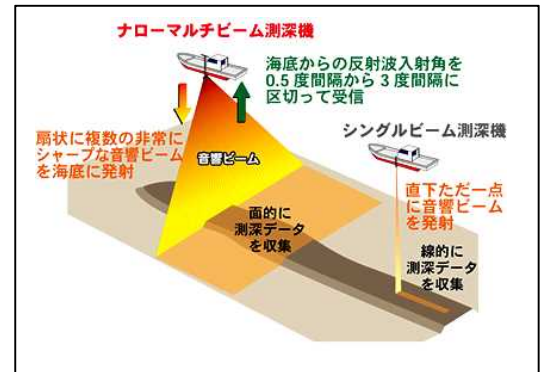
i-Constructionに関する工種拡大

国土交通省

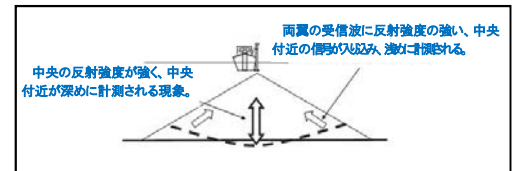
○主要工種から順次、ICTの活用のための基準額を拡充。

平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度（予定）
ICT土工				
ICT舗装工（平成29年度、アスファルト舗装、平成30年度コンクリート舗装）				
ICT浚渫工（港湾）				
ICT浚渫工（河川）				
ICT地盤改良工（適用・中層混合処理）				
ICT法面工（吹付工）				
ICT付帯構造物設置工				
ICT地盤改良工（深層）				
ICT法面工（吹付法改良工）				
ICT舗装工（修繕工）				
ICT基礎工・ブロック据付工（橋脚）				
民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大				

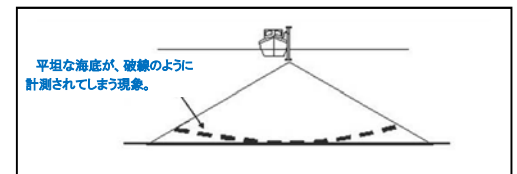
【 参考文献：ICT 施工の対象工種拡大に向けた取組 】



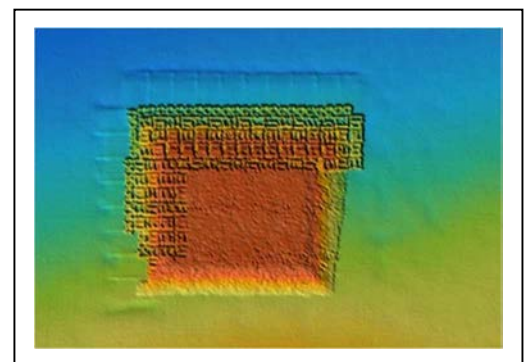
【 ナローマルチビーム概要図 】



トンネル効果現象イメージ



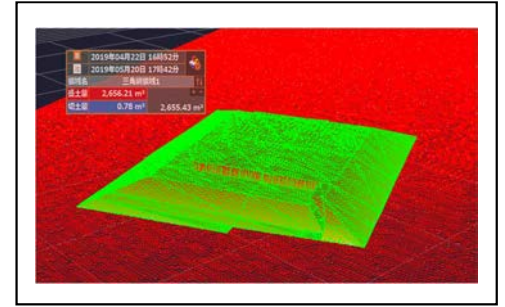
スマイルカーブ現象イメージ



【 ナローマルチビーム鳥瞰図 】

② 施工数量求積方法における問題点

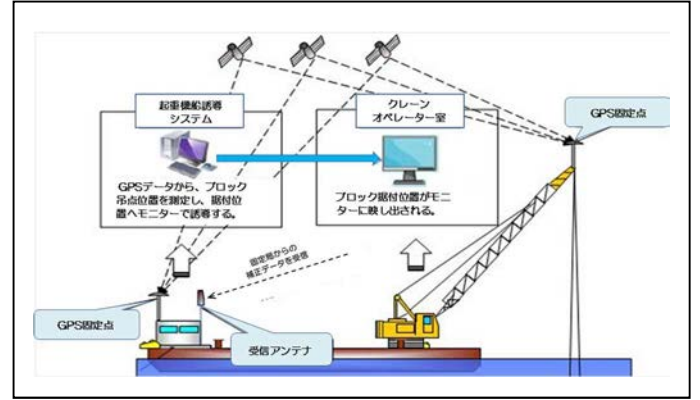
施工数量は TIN 分割等を用いた求積方法にて算出した。簡単に施工数量を算出できるだけでなく、結果をビューア出力できるので容易に提出・閲覧が可能なので非常に有効な技術である。捨石工は高単価工種であるので、ナローマルチビーム等による深淺測量（現況地盤高）の精度確認が重要である。



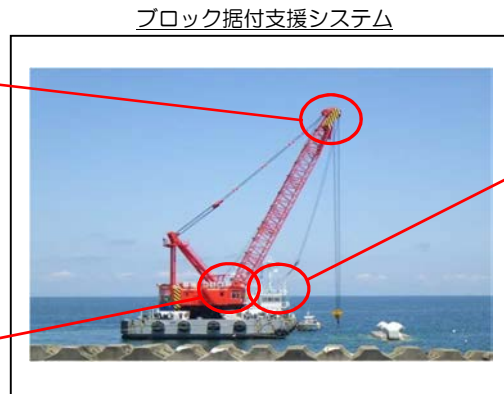
【 TIN 分割等を用いた求積 】

(2) 異形ブロック据付施工

水中部の異形ブロックは、GPS を用いてリアルタイムに、クレーンブーム位置及び現在船体位置をシステム画面に表示する事で、適切な位置への船体誘導及びブロックの据付け箇所迅速に誘導し施工の効率化や安全性の向上を図るため『ブロック据付支援システム (NETIS 登録No.KTK-100013-VE)』を活用し、据付施工を行った。



【 ブロック据付支援システム概要図 】



ブロック層 ブロック番号



今回据付箇所
起重機船位置



・異形ブロック据付施工における評価点

異形ブロック据付施工システムは、施工の効率化や安全性向上等のメリットがあり、乱積施工やケーソンなどの大水深での作業において非常に効果がある技術である。複数層で繊細に積重ねる層積施工においては潜水士の高度な据付技術が必要となるが、本システムを併用することにより所定の据付位置までの潜水士による誘導合図が不要となるので、安全性が向上し施工の効率化が図れた。

(3) 3次元計測及び出来形評価

3次元計測について、水上部はUAV、水中部はナローマルチビーム測深システムを活用し計測を行った。出来形評価については、海域堤基礎工 捨石工を対象として行った。

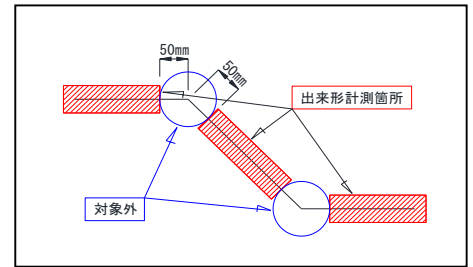
・捨石工 出来形評価に対する問題点

① 捨石マウンドの使用材料について

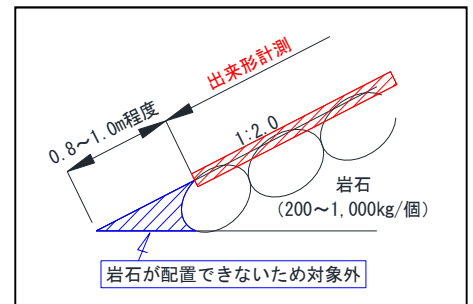
捨石マウンドに使用している材料は岩石（200～1,000 kg/個）である。捨石均し表面には岩石の平面部分が出るように施工を行っているが、土砂のように小粒径ではなく割石なので石の形状による誤差や、岩石の噛み合わせ（凹んだ）箇所の点群を測定してしまい、規格値外であると判定してしまうことがある。

② 出来形測定箇所の対象範囲について

「TLS（地上型レーザースキャナー）を用いた出来形管理要領（案）土工編」によれば出来形計測範囲は、法肩・法尻から水平方向にそれぞれ±50mm以内に存在する計測点は評価から外してよいとされている。（図-1 参照）特に法尻付近において、設計図書は面で標記されているが、本工事の捨石マウンドに使用している岩石は、最小径である200 kg/個でも1辺が450 mm程度であるので、端部には岩石を配置することが出来ない。よって法肩・法尻から水平方向にそれぞれ±1,000 mm程度を評価対象外とするなどの検討が必要であると思われる。（図-2 参照）

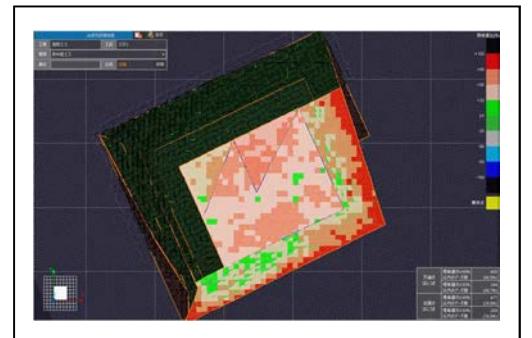


【図-1 土工出来形評価範囲】



【図-2 捨石工出来形評価対象外（案）】

実際にマルチビーム測量で計測した点群データから出来形管理基準を満たす点密度に調整して出来形合否判定を行った結果が右図のとおりとなる。（図-3 参照）一見問題のないように見えるが、任意の検査箇所では判定すると、計測値のばらつきやNGとなる箇所が発生した。（特に法面部）後日TSにより再度計測した結果、施工上は特に問題がなかったので、岩石の頂点部で判定するように再計測・調整したものである。ICT検査方法等も含めてこれらについては今後の課題と思われる。



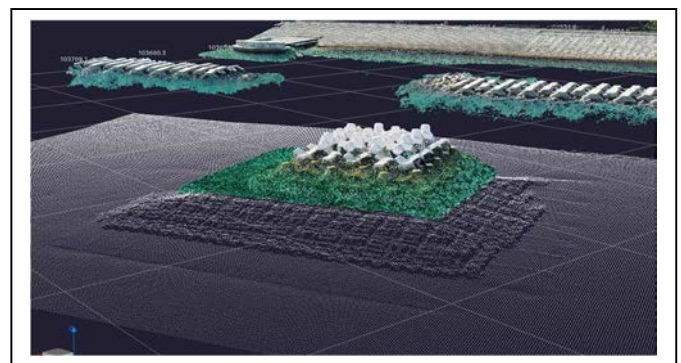
【図-3 捨石工 出来形合否判定】

5. 結果・まとめ

今回の副離岸堤工事において、数量算出・施工・出来形評価の3項目でICT技術の活用を行った。共に改善点はあるが今後、生産性を向上させるため実践していかなくてはならない項目であると感じた。特に、数量の算出と出来形判定は不可視部が大半である海岸工事においては必須項目であると思われる。

6. おわりに

海岸工事の特性として、海岸構造物の設置や海象状況により現況地盤が変化したり、調査・測定機器の費用も高額ではあるが、ICT技術を導入し生産性を向上していくことは重要であると考えます。今回、直面した問題点や答えが見つからなかった項目についても課題を次回にするのではなく、これからは新技術やICT技術を積極的に活用し、高品質で経済性に優れたものを作る仕組みづくりを整えていきたいと思う。



【國ヶ副離岸堤（No110）その1工事 3次元モデル】