

下新川海岸におけるICTを活用した施工管理の 取り組み～ICT施工導入の効果～

大谷内 啓丞¹・吉田 和弘²

¹黒部河川事務所 工務課 (〒938-0042 富山県黒部市天神新173)

²黒部河川事務所 黒部流域治水出張所 (〒938-0801 富山県黒部市荻生大本7280-3)

ICT技術の活用により、海中部を可視部分として扱うことができるため、これまで実施してきた潜水土による現地確認・測量作業の省力化を図ることができる。ICT技術を下新川海岸の海岸保全施設の施工に伴い導入した効果について報告する。

キーワード 下新川海岸、ICT、3次元設計データ、ICT建設機械

1. はじめに

下新川海岸は、富山県の東部に位置し、黒部市～朝日町（新潟県境）27.9 km のうち、黒部市、入善町、朝日町（西部）の総延長 17.225 km の区間が直轄海岸保全区域となっている（図-1）。当海岸は、生地海底谷をはじめとした多数の海底谷が形成されており、海岸線から遠くないところで海底勾配が急なため、富山湾特有の「寄り回り波」や冬期季節風による高波の発生時には波の勢いを減ずることなく海岸線に押し寄せる。

これにより下新川海岸では、度々、海岸保全施設や背後の住宅地等に多大な被害が発生している。



図-1 下新川海岸位置図

(1) 富山湾特有の「寄り回り波」

「寄り回り波」は、富山湾特有の比較的周期の長いうねり性の高波である。暴風によって日本海北部で発生した波が伝播して周期の長い「うねり」となって富山湾に侵入する波である。

(2) 冬期季節風による高波

冬期の日本海を低気圧がゆっくりと移動し、北西方向からの強風が連吹することにより発達する、比較的周期の短い波浪である。（図-2）

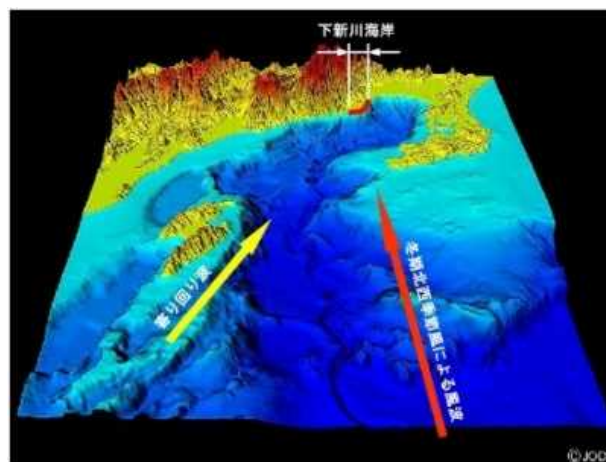


図-2 下新川海岸に來襲する波浪

〔基図：海上保安庁 第九管区海上保安本部海洋情報部ホームページより
http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN9/sodan/kaiteitikei/toyama_wan.jpg〕

(3) 災害の事例

下新川海岸は、富山県内でも特に「寄り回り波」による越波の被害が大きく、住家の破壊や床上・床下の浸水被害が多数発生している。（写真-1）

また、過去には波浪により、堤体土砂の吸い出し（空洞化）による、直立堤の倒壊も発生した。このようなことから下新川海岸では、越波・侵食対策として、海上施設となる離岸堤、人工リーフ等の整備を進めている。



写真-1 過去の被災状況

(4) 海上工事へのICT施工導入のきっかけ

令和5年度から黒部流域治水出張所が新設され河川・砂防・海岸事業の工事監督を行う中で、海岸工事に ICT 施工が導入されていないことが確認された。

海岸工事への ICT 施工の導入が以下の理由から効果的であるため、受注者と協議を行い実施することとした。

[ICT 施工が効果的な理由]

海岸工事である離岸堤、人工リーフの大半が海中（水中）部となることから、これまでは不可視部分として扱ってきたが、ICT 施工導入により可視部分として対応することができる。（写真-2）（図-3）



写真-2 離岸堤

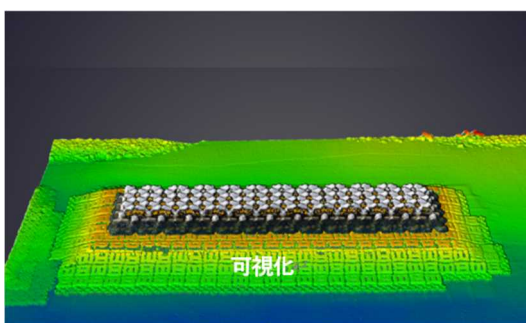


図-3 離岸堤（可視化：3次元）

2. ICT施工導入の目的

従来の測量方法は潜水士が、長時間海に潜って潜水作業を行うため、事故や健康被害のリスクがあることが課題となっていた。現在の測量技術の活用により、海中部を可視部分として扱うことができるため、これまで実施してきた潜水士による現地確認・測量作業を最新の測量技術にて代替し、工期短縮、安全性の向上（リスクの高

い潜水作業の軽減）、出来形の精度向上による工事全体の生産性向上を目指すこととした。

3. ICT施工の実施内容と効果検証

令和5年度にICT施工を実施した離岸堤改良工事を事例とする。（写真-3）（写真-4）



写真-3 着手前（吉原地区）



写真-4 完成時（吉原地区）

(1) 3次元起工測量

海上工事の測量としては、一般的に、ナローマルチビーム測深（音響測深機）を使用する。また、測量船の喫水深が確保できない場合は、UAV（グリーンレーザ）による測量を併用することとしている。

実施時期は、現地着手時を基本とするが、既設離岸堤改良工事等では、既設ブロックが散乱し詳細を把握できない場合には、ブロック撤去後に再度実施する場合もある。

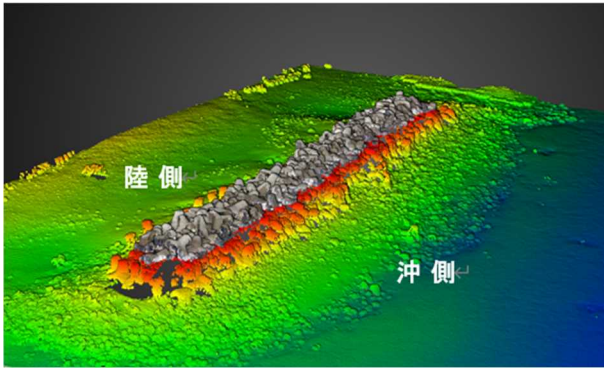


図-4 起工測量結果（3次元）

起工測量結果（図-4）では、3次元点群データで現地を確認できることから2次元では確認できなかった既設ブロックや岩石の散乱範囲が可視化された。また、任意断面を取得することができるため、従来行っていた、基準測線に加えて断面変化点毎の潜水土による追加の測量作業が不要となり省力化がなされた。

(2) 3次元設計データ作成

起工測量結果を基に発注図を用いて3次元設計図を作成する。

数量算出では、海域堤基礎工（本体ブロック据付マウンド）を ICT 求積（3次元設計図による）とすることで、これまでの平均断面法よりも正確な数量把握を短時間に実施できた。

(3) ICT 建設機械による施工

ICT 建設機械の導入については、海上工事で使用できる作業台船数が少なく調達が困難である中、現場では作業効率を向上させるため、ブロック据付時に支援システムの導入を行った。これにより、効果的かつ効率的に作業が行えるようになった。

〔ブロック据付時の支援システム〕

水中部のブロック据付位置と作業台船の位置を GPS による座標で管理する「見える化」を行った。

（写真-5）（図-5）クレーン運転手の操作は、マシンガイダンスにより目的位置（座標で設定）への誘導を高精度で行うことが可能となったため、潜水土の水中作業（ブロックの横取り）が軽減され安全性が向上した。併せて、クレーン運転手と潜水土との無線のやりとり、潜水土同士の合図による水中作業が少なくなり作業効率が向上した。



写真-5 ブロック支援システム

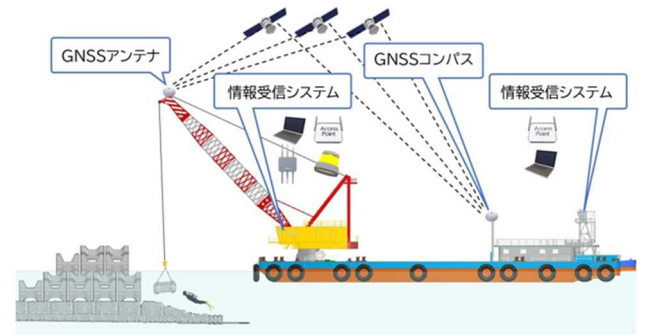


図-5 「見える化」クレーン操作室

(4) 3次元出来形管理

ICT 施工導入により、これまで不可視部分としてきた箇所が可視部分となることから、段階確認の方法を一新した。また、今回から新たな取り組みとして、本体ブロックの据付精度を向上させるために、据付面のヒートマップによる面管理を導入した。

a) 海域堤基礎工の段階確認

従来は、海域堤基礎工完了時（本体ブロック据付マウンド）に、潜水土が現地でリボンテープを使用し写真撮影を行い、その写真を繋ぎ合わせ、机上で段階確認を実施していた。（図-6）

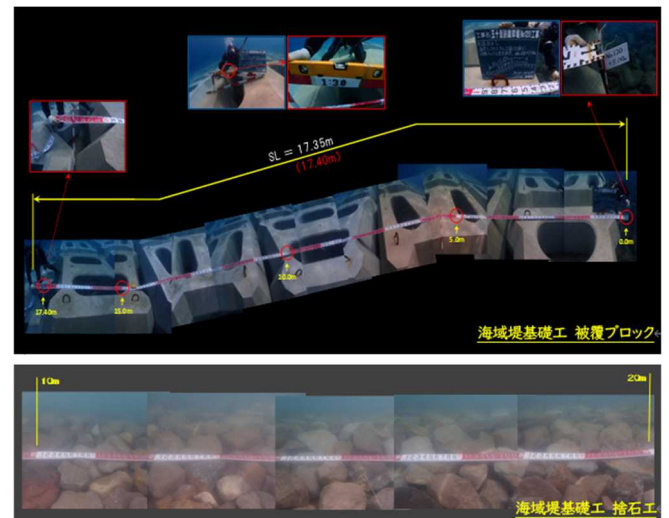


図-6 従来の段階確認（水中部）

今回は、海域堤基礎工完了時に取得した3次元点群データを活用し、机上で段階確認を行った。（図-7）基準高・幅・延長などの出来形は、測線以外の任意箇所でも測定することができるため、より精度が高い出来形確認を実施することができた。

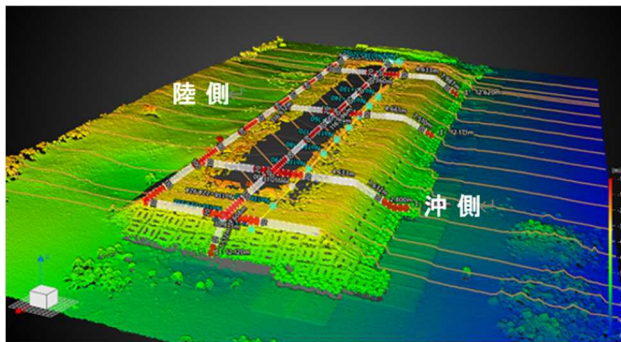


図-7 点群データによる段階確認（水中部）

b) 本体ブロック据付面の段階確認

本体ブロックの据付精度を向上させるため、本体ブロック据付面を対象としたヒートマップによる面管理（出来形評価）を実施した。（図-8）

従来の写真やビデオによる確認と比較して、捨石均し面全体の平坦性を確認できるようになり凹凸のない据付面を施工できた。（写真-6）

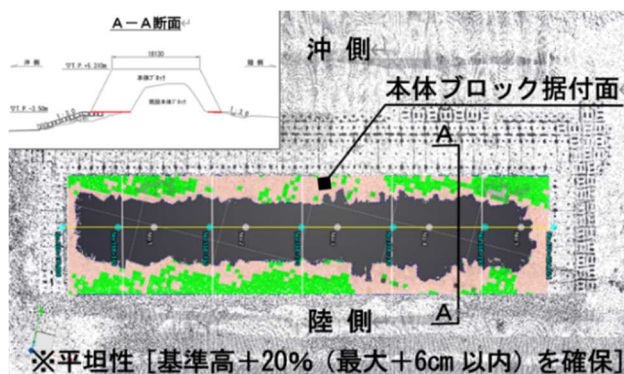


図-8 面管理（ヒートマップ）

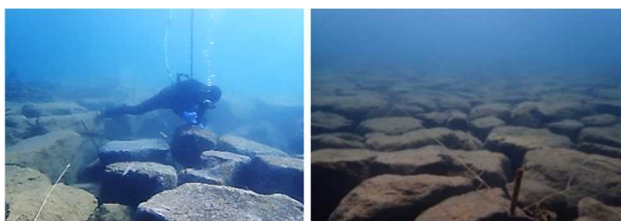


写真-6 捨石（岩石）の敷き均し

c) 本体ブロックの段階確認

今回は、UAV 写真測量から 3 次元点群データを活用し、水上部の本体ブロック据付出来形の段階確認を机上で実施した。（図-9）（図-10）

本体ブロックは乱積据付であり、天端高を揃えることが困難な中、全ブロックが基準値以上の高さとなったことは、ブロック据付箇所の面管理の実施と併せ、既設ブロックの現況を考慮した 3 次元モデル（本体ブロック配置計画図）作成の結果であると考えられる。

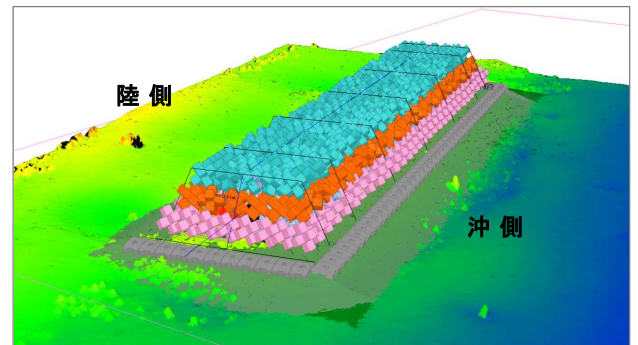


図-9 点群データによる段階確認（水上部）

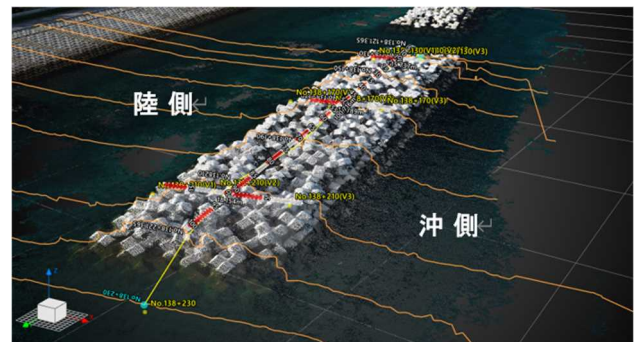


図-10 本体ブロック配置計画図（3 次元）

従来は、リボンテープやレベル・スタッフを使用した測線毎の測定を行ってきたが、足場が不安定なブロックに複数人で登り写真撮影を行い、その写真を繋ぎ合わせ、段階確認を机上で実施していた（写真-7）

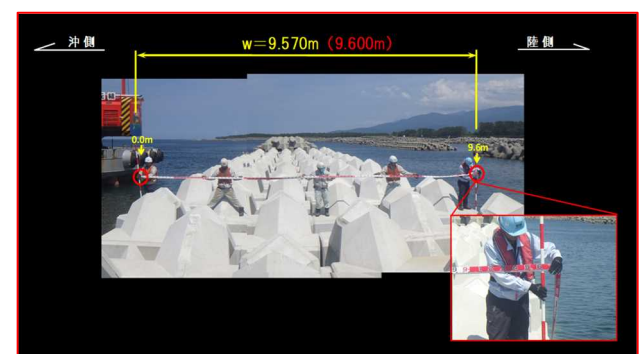


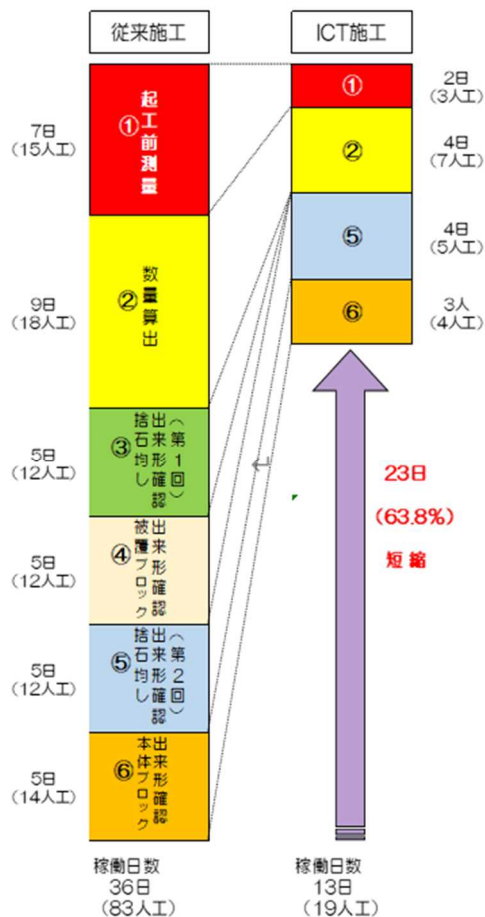
写真-7 捨石（岩石）の敷き均し

4. 結果（ICT 施工による効果）

(1) 工期短縮

今回の事例である離岸堤改良工事では、従来施工と比較し、短縮日数 23 日、作業人工 64 人工を削減できた。

また、同時期に施工した 5 工事での平均短縮日数は 23 日（最大 31 日、最小 19 日）となった。（図-11）



図ー11 従来施工と ICT 施工比較

(2) 安全性の向上

3次元点群データを活用した出来形管理を実施した事で、水中部では、潜水士による寸法測定や水中出来形写真の撮影。水上部においては、足場が不安定なブロック上での寸法測定や、レベル・スタッフを使用した基準高測定が不要となり出来形測定における危険リスクがなくなった。

(3) 出来形管理の精度向上

3次元点群データを活用した出来形管理の実施により、基準測線以外の任意箇所での確認もできることから高精度の出来形管理となった。

また、水中部である海域堤基礎工の全体像は、従来「不可視部」とされていたが、3次元点群データでの「可視化」により、全体の出来栄が一目で把握できることは非常に効果的であった。

ヒートマップによる面管理を導入したことで、本体ブロック据付面全体の平坦性を確認でき、次工程となる本体ブロック各層の据付精度が向上し、施工の手戻りがない安定した据付高を確保できた。

5. 今後の展望・まとめ

下新川海岸において、ICTを活用した施工管理を実施した結果、工期短縮を図ることができた。また、3次元データを活用することで、危険を伴う作業の頻度が減り、安全性が向上した。さらに、水中の不可視部分が可視化されることで、出来形管理の精度向上が図られた。

下新川海岸のICT活用事例は、建設業界におけるデジタル化の更なる推進を後押しし、災害に強いインフラ整備に貢献することが期待される。今後もICTを活用し、省力化、効率化を図り事業を進捗させていきたい。

謝辞： 本論文の作成にあたりご協力いただいた皆さまに、心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 吉田 和弘(2024)：下新川海岸における ICT を活用した施工管理の取り組み～ICT 施工導入の効果、海岸 Vol.60 p27～31
- 2) 国土交通省 北陸地方整備局
黒部河川事務所(2022)：吉原離岸堤(No140)改良工事
令和4年度工事完成図書