

マリンポートかごしま岸壁築造工事 におけるICT技術の活用

西村 孝太郎¹・二原 和教¹

¹九州地方整備局 鹿児島港湾・空港整備事務所 建設管理官室（〒892-0835 鹿児島県鹿児島市城南町23-1）

国土交通省では、「ICTの全面的な活用（ICT施工）」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組であるi-Construction（アイ・コンストラクション）を進めている。

鹿児島港においても、生産性、施工精度の向上を目的として、ICTを導入しており、マリンポートかごしまの岸壁築造工事における基礎工、本体工での実績を発表する。

キーワード ICT, 3次元データ, ICT基礎工, ICT本体工

1. はじめに

(1) 鹿児島港の概要

鹿児島港は鹿児島湾のほぼ中央の薩摩半島にあり、眼前には雄大な桜島がそびえ立ち、背後には「東洋のナポリ」とも称される鹿児島市の市街地が隣接する自然景観、歴史、文化に恵まれた港湾である。（図-1）

一方、本土と県内離島、沖縄地方を結ぶ離島航路や鹿児島湾内航路を有し、南九州や県内離島、沖縄地方の生活を支える人流・物流の拠点であり、また、LNGの輸入や石油製品、重油を取り扱う南九州のエネルギー供給基地及び県内の自動車集積・配送拠点である。

また、国内外のクルーズ船が多数寄港する港湾で、最近では、新型コロナウイルス感染症の影響による寄港キャンセルが相次ぎ、寄港回数が激減しているが、2017年には、クルーズ船の寄港回数が年間100隻を超え横ばいで推移していた。（図-2）



図-1 鹿児島港位置図

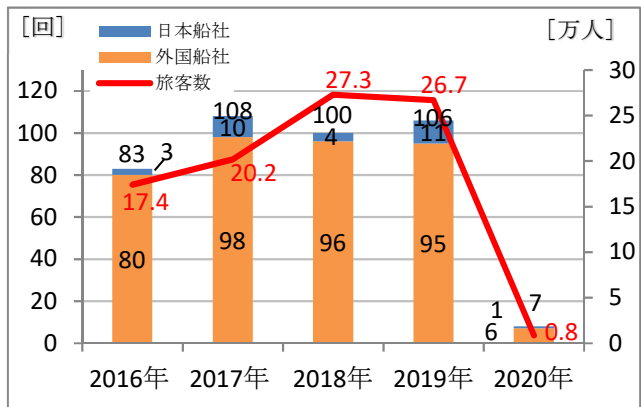


図-2 クルーズ船寄港状況グラフ

(2) 国際クルーズ拠点整備事業の概要

鹿児島港は、2018年2月に「官民連携による国際クルーズ拠点を形成する港湾」として選定され、同年6月に「国際旅客船拠点形成港湾」に指定された。国際クルーズ拠点整備事業は、クルーズ需要が急増しているアジア地域からの寄港回数の増加や近年大型化するクルーズ船に対応するために新たなクルーズ専用岸壁を整備する事業である。（図-3）

22万トン級のクルーズ船対応岸壁として施工延長は440m（うち取付30m）、構造型式は重力式（ケーソン式）とし、既設護岸前出しの標準部（図-4）と突堤部（図-5）にて整備を行った。整備は2019年度からケーソン23函（690t/函～2,486t/函）の製作を行い、続けて岸壁築造工事、上部工工事を行い2022年3月に完成し、22万トン級と16万トン級の大型クルーズ船2隻が同時接岸できるようになった。（図-6）

今回の岸壁築造工事では、基礎工及び本体工においてICTを用いた施工を行った。

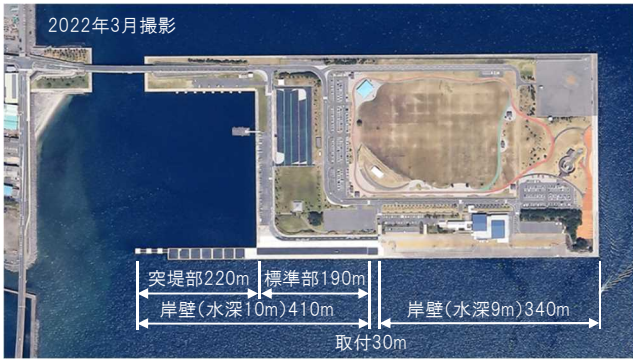


図-3 マリンポートかごしま施設配置

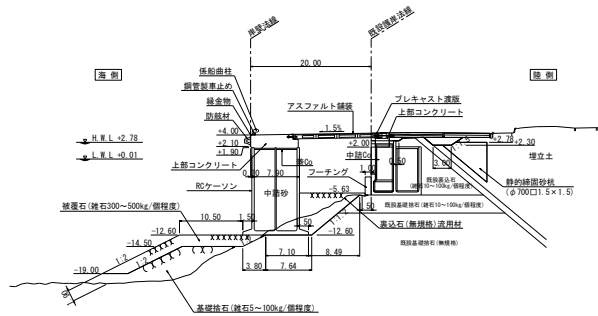


図-4 鹿児島港国際クルーズ拠点岸壁標準部断面図

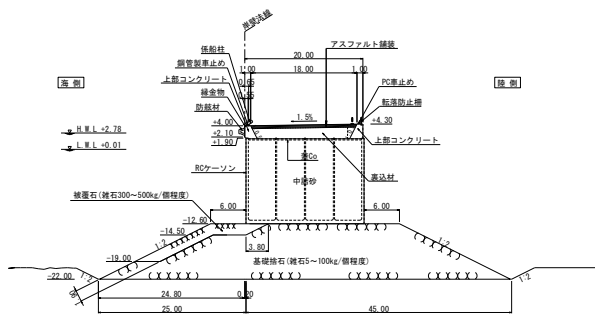


図-5 鹿児島港国際クルーズ拠点岸壁突堤部断面図



図-6 国際クルーズ拠点整備事業完了イメージ

2. ICTの取り組み実績について

(1) 基礎工

a) 捨石投入管理システムの概要

ICTを活用した捨石投入では、現場作業に先立ち、3次元起工測量にて取得した点群データを基に捨石投入モデルを作成する事から実数量の精査が可能となる。

捨石投入管理システムにより、港湾構造物の捨石工等の施工において、作業船の船位(投入位置)誘導及び捨石投入作業の施工支援を行うシステムである。

具体的には、船位(投入位置)誘導システムを地図アプリケーションにより構築したことで、モニタ地図上で自船位置と目視できない投入管理ブロックの位置関係をリアルタイムに確認できる。

さらには、目印旗の設置を必要とせず、入港(入域)から位置決めまでがスムーズに行え、正確かつ効率的な船位誘導が実施可能である。

b) 捨石投入

初めに、マルチビームにより測深を実施し(図-7)、3次元起工測量にて取得した点群データ(図-8)により、実際の施工に必要な基礎捨石投入数量を算出の上で、投入計画を作成した。投入区画、回数は、バケットの大きさや過去の実績を考慮の上で設定した。



図-7 マルチビーム測深状況

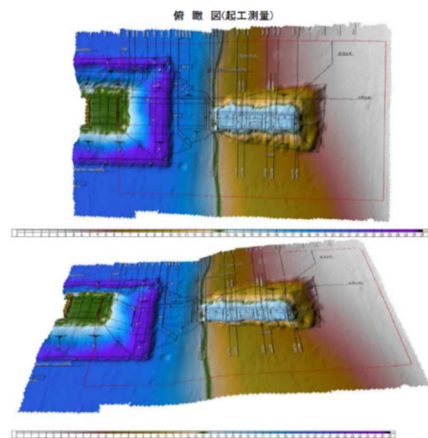


図-8 マルチビーム測量結果 (3D)

『捨石投入管理システム』の使用にあたり、ガット船に機材の艀装を行った。艀装作業としては、クレーンブームトップにGNSS受信機（無線式）、ブリッジ及びその近接にメインPCとサテライトコンパス（方位、船体位置管理）を設置した。取付けにはネオジム磁石式のアンテナ架台を採用したことで、短時間での着脱が可能である。（図-9）

また、クレーンオペレーター室には、管理用モニタを設置した。（図-10）

投入作業は、『捨石投入管理システム』を使用しバケットと投入位置をリアルタイムに管理を行った。（図-11）

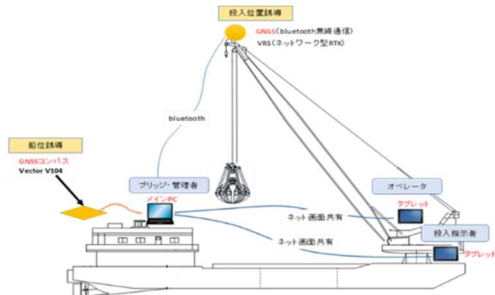


図-9 システム構成図

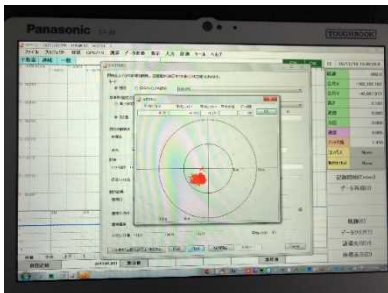


図-10 マルチビーム監視システム

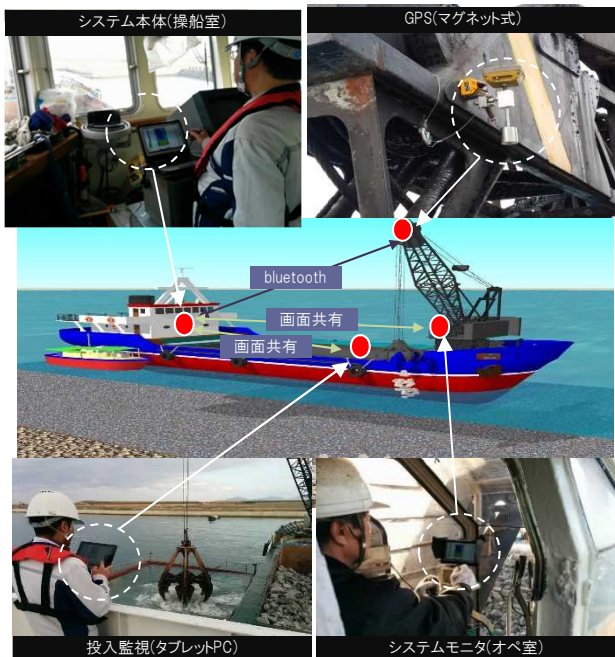


図-11 『捨石投入管理システム』による投入管理概要図

まず、システム画面上的ガット船船体図を確認しながら投入計画位置へガット船を係留した。係留後、基礎捨石の投入を行った。

投入にあたり、水深、投入量をシステムに入力し、投入位置及び投入後の堆積形状（平面・横断・縦断）をリアルタイムに予測し、クレーンオペレーター室のモニタ及び、投入指示者・受注者のタブレットPCに表示する。クレーンオペレーターと投入指示者は無線にて連絡を取り合い、システムの表示をもとに投入管理した。（図-12, 図-13）

投入管理（平面位置）についてはシステムを用いて行うが、基礎捨石の投入量、投入高さについては潜水士及び音響測深機による深淺測量で適宜確認した。

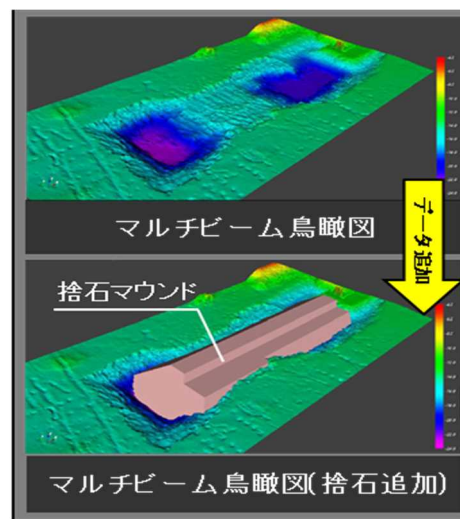


図-12 『捨石投入管理システム』鳥瞰図

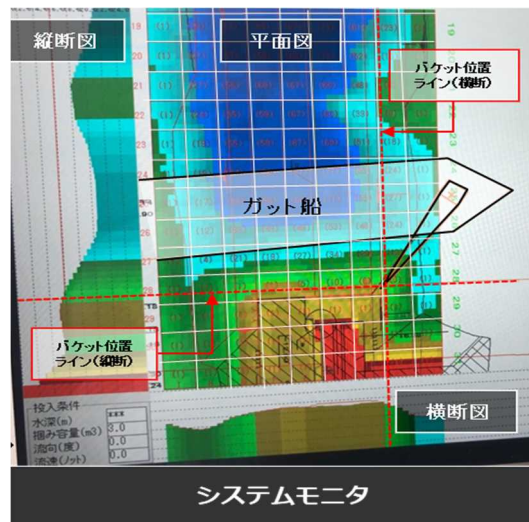


図-13 『捨石投入管理システム』モニタ

(2) ケーソン据付

a) ケーソン自動据付システムの概要

ケーソン躯体に設置した水位計の計測データを利用して注排水ポンプ運転を制御するシステムと、自動追尾式トータルステーションによる測量システムを一体化させることで、浮上しているケーソンの安定を保ちながら迅速に高精度で据付を行うことが可能なシステムである。(図-14)

さらには、誘導管理、注水作業時のケーソン上への作業員の立ち入りが不要であり安全性の向上にもつながる。

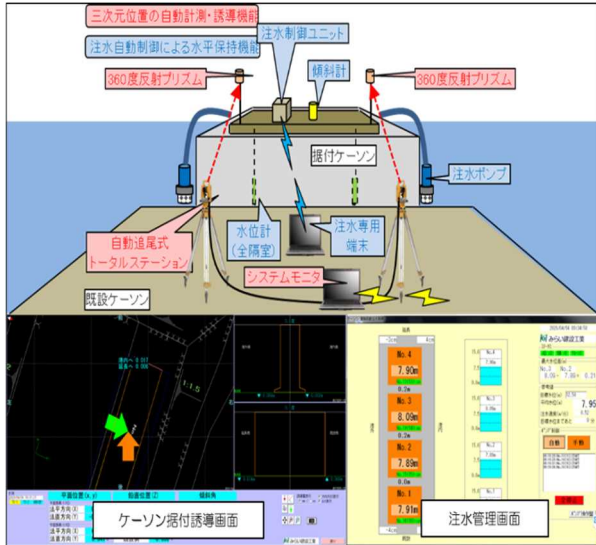


図-14 『ケーソン自動据付システム』概要図

b) ケーソン据付

既設(据付済)ケーソンに設置した2台の自動追尾式トータルステーションにより、新設ケーソン上に設置した360°反射プリズムを測定し、ケーソンの位置データ(平面位置、高さ)を取得する。

各測定器により取得したデータを無線LANで専用ソフト「3次元自動計測システム」に送信することにより、ケーソンの法線に対する出入り、据付目地間隔、天端高の測定データをリアルタイムに図化し、設計据付位置までの誘導情報を画面に表示させる。

表示された誘導情報を作業指揮者が確認し、各作業員に無線でウインチ操作等の作業指示をすることで、ケーソン据付位置を誘導した。据付にあたっては、水位計によるマス内の水位測定、新設ケーソン上に設置した固定式傾斜計により鉛直軸に対する直角2方向の傾斜測定、および遠隔かつ自動で注排水ポンプを制御して行った。(図-15)

このシステムを用いることで、据付用ケーソンの位置と目標据付位置をリアルタイムに可視化し、注排水ポンプ制御を自動化することにより、安全かつ精度の高い据付ができた。(図-16)



図-15 『ケーソン自動据付システム』据付状況

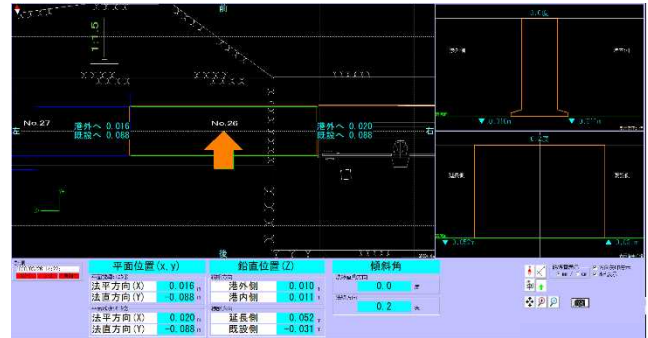


図-16 『ケーソン自動据付システム』管理状況

(3) ICT施工に関する安全管理

ICTを使用した工事は、潜水作業、ケーソン上での作業が軽減されることにより安全性の向上が期待される。一方で、最低限必要な作業や、機器の取付等のICT施工における追加作業は必要である。今回のICT施工に関する安全対策を以下に示す。

- 通常の教育に加えICT施工に関する教育の実施
- 機材の艤装にあたり、GNSSの取付等高所作業になる場合は墜落制止用器具等の必要な保護具の着用
- 作業船乗降時における船舶の動揺への注意
- クレーン及びバケットの稼働中は旋回範囲内立入り禁止
- 気象海象情報を取得及び、作業員への周知

3. まとめ

本稿では、マリポートかごしまの旅客船岸壁整備におけるICT活用の実績を紹介した。

当施設は、水深-20m以上の区間における-12.6mの基礎マウンドの施工、20m×20m×14.5mの大型ケーソンの据付を行う工事であったが、ICTの活用により、基礎工、本体工共に安全かつ精度の高い施工が可能となった。

今後も、ICTを積極的に活用し、高品質で効率的な施工に寄与していきたい。