

3D モデルを活用した港湾工事の ICT 施工事例

Port construction by ICT-adopted 3D-modeling

日立造船 (株) 猿橋正晃
 東洋建設 (株) 正会員 ○山口陽介 加藤直幸 渡瀬陽信
 東洋建設 (株) 清水幸三

1. はじめに

国内港湾工事では港湾 i-Construction が実施されており、3次元データを活用した施工の省力化・機械化が推進されている。著者らが開発した「函ナビ VR」(以下、本システム)は GNSS や自動追尾トータルステーションを使用した位置計測情報を基に、ケーソンをはじめとした大型の海洋構造物を据付け位置まで誘導する ICT 技術である。

2019年12月に岩手県大船渡市で日本初となる海底設置型フラップゲート式防潮堤(以下「FG 防潮堤」)の函体据付け工事で本システムを使用した。本稿ではシステムの概要と FG 防潮堤函体据付け工事での運用結果について報告する。

2. システムの概要

本システムは、現在運用中の「函ナビ」¹⁾に VR 機能を追加したものである。「函ナビ」は誘導対象の構造物の平面位置及び高さの位置情報と構造物の姿勢情報を3次元位置情報に演算処理する。取得した構造物の3次元位置情報から据付け位置までの平面方向の移動距離とマウンドに着底するまでの高さ方向の距離をもとに構造物の誘導を行うことができる。VR 空間内では自由な視点移動が可能のため、現場で目視できない水中部などを確認しながら構造物を誘導することができる。また、本システムは測量から得られた海底地形や周辺既設構造物の地形データを VR 空間に再現することで、据付け対象の構造物と海底地盤や周辺既設構造物との位置関係を視覚的に把握することができる。次項にその詳細を示す。

(1) 3Dモデルの作成・事前計測

はじめに誘導を行う構造物の3Dモデルを作成する。施工前にナローマルチビームの測深データから海底地形データを取得する。また、ドローンに搭載した3Dスキャナー及び写真測量で既設構造物の点群データを取得する。作成した3Dモデルと計測した海底地形データを演算 PC 内で統合し、図-1に示す VR 空間を作成する。

(2) 計測方法

構造物の姿勢は構造物上に設置した傾斜計で計測する。構造物の3次元位置は写真-1に示すように陸上に配置した2台の自動追尾トータルステーションで構造物上に設置したプリズムを視準して計測する。傾斜計及び自動追尾トータルステーションの計測値は無線 LAN を経由して陸上の演算 PC へ送信し、構造物の位置情報や姿勢情報をリアルタイムに表示する。

3. 現場施工での運用事例

(1) 函体据付け事前検討

FG 防潮堤の函体の寸法は、長さ 41m、幅 19.5m、高さ 19m、である。本工事ではこの大型の構造物を起重機船で吊り下ろしながら据付けを行う。函体の据付けでは、予め打設されている56本の鋼管杭を

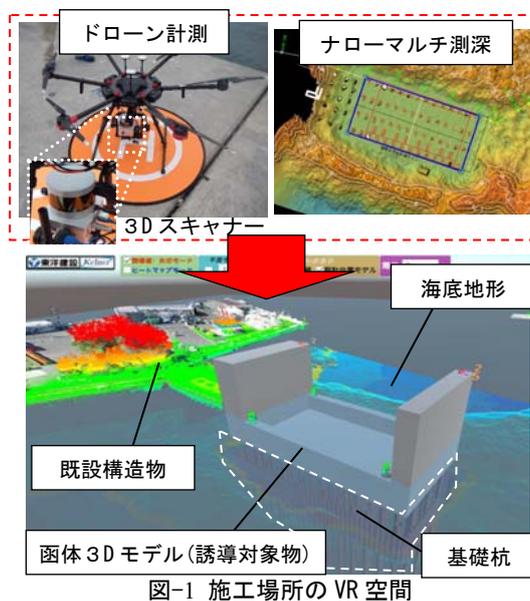


図-1 施工場所の VR 空間

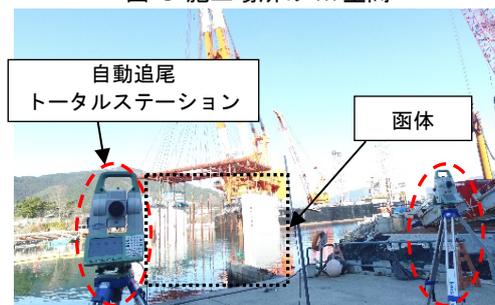


写真-1 函体の位置計測状況

キーワード ICT, CIM, VR, 3次元化, 自動計測

連絡先 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町一丁目 105 番地 東洋建設 (株) TEL : 03-6361-5464

函体内の鞘管に全て挿入する必要がある。据付けは起重機船のクレーンで函体を吊った状態で海中に沈めるため、波浪の影響により函体が動揺する。加えて予め打設されている鋼管杭は設計位置から出来形許容値の範囲内で多少の誤差が生じている。そのため据付け中に鞘管と鋼管杭が擦れる可能性があった。また鋼管杭は4本の誘導杭以外は水中に没していることから、動揺する函体の据付け作業時は鞘管と鋼管杭の位置関係を目視確認できない状態で誘導しなければならない。

本工事では鞘管と鋼管杭が擦れる可能性を考慮し、鋼管杭の出来形を反映したVR空間を使用し据付けの事前検討を行った。鋼管杭の出来形を考慮すると、函体の吊り下ろし高さ毎に函体の誘導位置を変える必要があることが明らかになった。そのため、函体の吊り下ろし高さ毎に誘導目標位置を設定した。

(2) 現場運用結果

函体据付け作業は予定通り鋼管杭先端を鞘管の中に納めて吊り下ろしはじめたが、吊り下ろし中函体に傾斜が生じはじめた。即座にVR画面にて全ての鋼管杭と鞘管の擦れの有無を確認した。擦れている箇所と状態を特定し函体姿勢の修正を行い函体の据付けを完了させた。無線LANを経由し作業指揮者、クレーン操作者、鋼管杭接触監視者がモニタリングを行い、据付け状況を常に確認・情報共有することで函体姿勢の修正を迅速に対応できた。本システムによる計測座標と現地職員による出来形計測座標の比較表を表-1に示す。本システムで計測された出来形座標値は現地出来形計測座標と大きな差がないことが確認できた。また、本システムの函体誘導により据付け出来形基準である設計座標値から10cm以内も満足している。

4. 考察・今後の展望

本システムを使用することで、目視確認することのできない水中部や函体内部で擦れているか確認をしながらの施工が可能となった。VR空間で据付け作業のシミュレーションを行うことで、鞘管と鋼管杭の位置関係などの複雑な構造の施工でも、作業の流れをイメージしやすくなった。本現場での運用が初めての事例であるが、今後は本システムを普及させていき港湾工事でのICT化推進に寄与していきたい。

謝辞

本システムの運用については、岩手県様にご協力頂きました。謹んで感謝の意を表します。

参考文献

1) 山口陽介ら：ケーソン自動据付システムの開発における海上工事のICT取組，建設機械施工，Vol.71 No.12 (No.838)



写真-2 函ナビ VR による事前検討状況

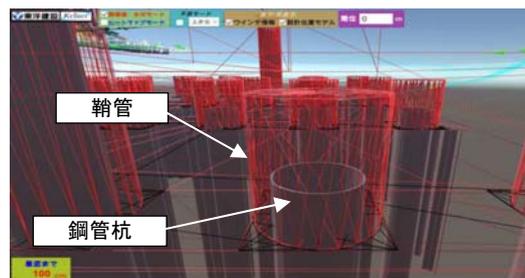


図-2 VR空間による据付けシミュレーション



写真-3 函ナビ VR による据付け状況

表-1 据付計測位置比較表

測定箇所	現地出来形計測座標		函ナビ計測座標		現地計測値との差
	X	Y	X	Y	
①	-108,465.181	76,505.406	-108,465.157	76,505.369	0.044
②	-108,446.685	76,511.617	-108,446.677	76,511.594	0.025
③	-108,459.757	76,550.408	-108,459.765	76,550.449	0.042
④	-108,478.247	76,544.190	-108,478.245	76,544.224	0.034

単位:m

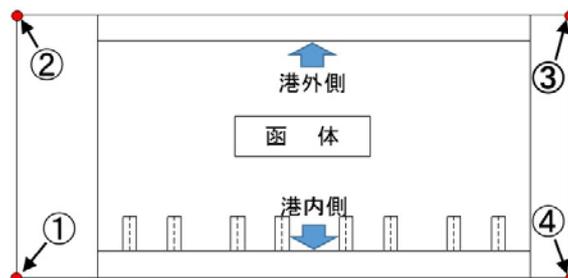


図-3 函体据付け位置計測箇所