

防波堤ケーソン据付における無人化施工

東洋建設(株) 正会員 ○榎 正浩, 草刈 成直

東洋建設(株) 塩崎 和行, 岡本 浩典

東洋建設(株) 加藤 直幸

国土交通省九州地方整備局志布志港湾事務所

石貫 國郎, 石田 博史

1. はじめに

近年、建設工事において、施工の省力化・安全性の向上・コスト削減の観点から無人化・自動化システム開発が進んでいる。しかし、海上施工においては気象・海象の自然条件が複雑であることから、いまだに作業員の経験や熟練度による労働力に依存した従来の工法が主流となっている。当社ではケーソン据付において、注水、誘導、ウィンチ操作を無線化し、遠隔にて操作が可能な無人化ケーソン据付システム（以下本システム）を開発し、現場運用を行った。本稿ではシステムの概要と運用状況について報告する。

2. システムの概要

本システムは、ケーソンの注水状況を確認する注水管理システム、ケーソンの誘導状況を確認する誘導管理システム、そしてそれらの情報をもとにケーソンの操函を行う遠隔操函装置で構成されている。図-1 にシステム概略図を示す。注水管理システムは、各室にセンサーを設置し、水位の状況を可視化している。また誘導管理システムは、自動追尾トータルステーション 2 台と二軸傾斜計で構成しており、姿勢管理を行うことができる。それらの情報をもとに遠隔送函装置にてケーソン誘導し、設計位置へ据付する。今回のシステムは図-2 施工フロー図に示す様に、一次注水から据付完了までの過程において運用した。これらの過程を遠隔にて操函することで、ケーソン上を無人化で据付を行うシステムを開発した。

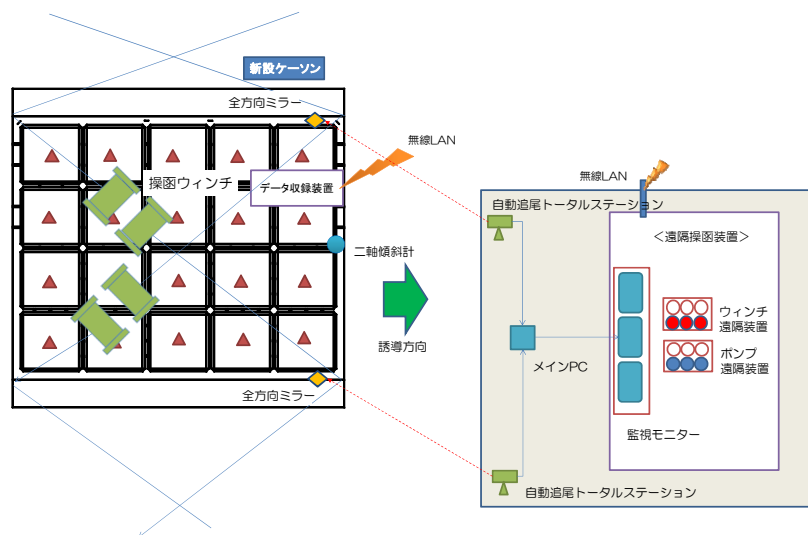


図-1 ケーソン据付システム概略図

3. システムの特徴

(1) ケーソン注水システム

ケーソン注水システムは、各室に水压センサーを設置し、注水時における各室内の水位の計測を行う。そのデータをもとに各室の水位、各室間の水位差管理、目標水位までの予測時間をモニタリングすることができる。また水位差管理を行うことで水位差によって生じる隔壁部の圧力を低減する注水管理を行うことができる（図-3 参照）。

(2) ケーソン誘導管理システム

ケーソン誘導管理システムは、自動追尾トータルステーション 2 台と二軸傾斜計で構成している。これらの機器で構成する

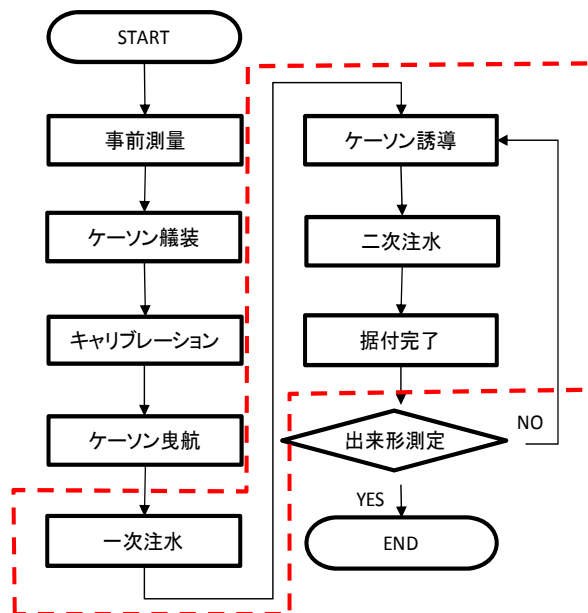


図-2 施工フロー図

キーワード：ケーソン据付，無人化施工，ケーソン注水システム，ケーソン誘導システム

連絡先：〒135-0064 東京都江東区青海二丁目4番24号 東洋建設(株)土木事業本部土木技術部 TEL 03-6361-2914

ことで、ケーソンの位置情報、ヨーイング・ローリング・ピッチングの三次元形状の計測を行い、ケーソンを三次元誘導することができる（図-4 参照）。また起重機などで吊上げて据付ける工法においては、無数の吊ワイヤーで揚重し据付を行うが、その際、ワイヤーとミラーの重なり、トータルステーションによる視準をさえぎられることが予想されるが、傾斜計を用いることでそのデータロスが起りにくい誘導が可能である。

(3) 遠隔操函装置

上記で示したデータは無線 LAN を介して管理室にデータ伝送される。また上記のデータの他に Web カメラの情報も伝送される。これらの情報をもとに注排水ポンプ、操函ウィンチを遠隔操作し注水管理、誘導据付管理を行う（写真-1、写真-2 参照）。

4. 現場運用結果

現場運用した際の気象・海象条件を表-1 に示す。この条件のもと当システムを用いてケーソン据付作業を行った。その結果を示す。

表-1 気象・海象条件

天気	晴
風速	8m/s
風向	北東（陸風）
波高	0.8m

(1) 注水前は、風によりケーソンの揺れが確認されたが、注水を進めていくうちにケーソンが安定した。その際、注水管理システムの利用で、隔壁部に水位差による負荷を与えることなく、注水管理することができた。またケーソンの傾斜状態を把握できるため、水平調整が容易に行えた。

(2) ケーソン誘導に際しては、誘導管理システムを用いることで、ケーソンを 3 次元で誘導することができ、高精度で据付が行えた。また計測もリアルタイムに測量でき、かつトランシットによる計測値とほとんど差が生じなかった（実測値とシステム値の差±1.5cm 以内）。

(3) 一次注水からケーソン据付完了まで遠隔操函装置を用いることで、ケーソン上に人が立ち入ることなく据付を行うことができた。それにより、ケーソン据付時に懸念されるワイヤーによるはねられ事故やケーソンからの転落事故につながる作業を減らすことができた。

5. まとめ

今後は、当システムの計測機器の設置方法や調整の簡略化、安定化、冗長化を図り、ケーソンのみならず海上での据付工事での運用を検討していきたい。



図-3 ケーソン注水システム画面

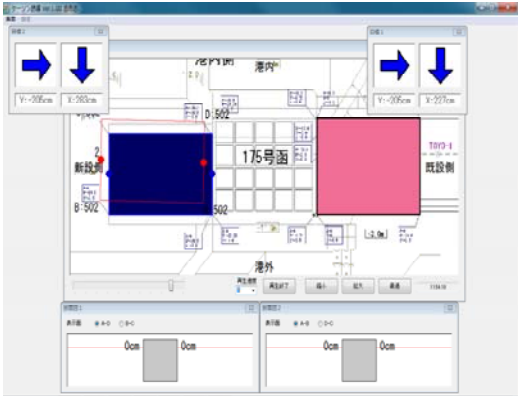


図-4 ケーソン誘導システム画面



写真-1 ケーソン誘導状況



写真-2 誘導システム運用状況