

ケーソン自動制御据付システム「函ナビ-Auto」

起重機船併用機能拡張へ向けた取組み

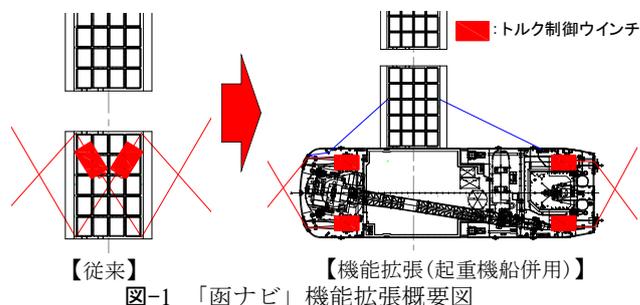
Functional extension of automatic control system for caisson installation by a floating crane

東洋建設(株) 正会員 ○山口陽介, 和田眞郷, 渡瀬陽信
 東洋建設(株) 正会員 山野貴司, 加藤直幸, 大玉昌芳

1. 目的

2017年から国内港湾工事で港湾 i-Construction が導入され、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。著者らが開発したケーソン自動制御据付システム「函ナビ-Auto」は、ウインチ操作自動化システム及び注水自動化システムによるケーソン据付の自動化を実現した ICT 技術である。函ナビ-Auto は、単独のケーソン上に設置したトルク制御ウインチの自動制御により据付を行う仕様であるが、前述の据付方式は主に九州地方で採用されている据付方式であり、東日本で一般的に行われている起重機船併用方式による据付方法でのシステムの運用の実績はない。

函ナビ-Auto は、これまでケーソン上にトルク制御ウインチを配置して運用してきた。函ナビ-Auto の機能拡張として、トルク制御ウインチを起重機船に搭載しケーソンを片舷に係留した状態で据付を行う方式を適用する。(図-1 参照) 起重機船からワイヤーロープを展張するときには、船体の形状による制約があり、ケーソン上に設置した場合と



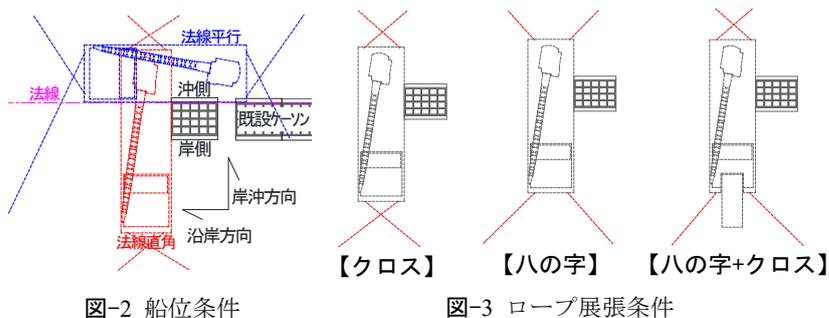
展帳方法が異なり、ケーソンを据え付ける位置によって、起重機船の船位を変えるなど据付条件が現場ごとに変化することが予想される。このような現場条件の違いからウインチ制御プログラムをワイヤの展帳方法と船位に合わせて変更する必要があるため、プログラム変更による施工性(施工時間・位置保持能力)の影響を把握する必要がある。そこで、①搭載したウインチでの船体移動の可否 ②展張方式・船位毎の誘導時間及び操作回数 ③据付位置での引付状態保持の可否下記の3項目について水理模型実験により検討を行った。

2. 実験方法

実験は、L30.0m×W19.0m×H1.5mの平面水槽を用い、模型の縮尺を1/50とした。造波板の前面に既設防波堤の模型を設置し、起重機船模型と横抱きした新設ケーソン模型を浮かべ、シンカーとウインチロープを接続した。実験条件は表-1に示す通りで、「起重機船の船位」(図-2)と「ロープの展張条件」(図-3)を組み合わせる実験を行った。ケーソンの移動は、据付位置から沿岸方向に30cm離れた位置から開始した。計測は、操作開始から据付位置までの操作時間と、水槽内に設置した3台のカメラによって撮影された映像から、起重機船及びケーソン動揺量の計測を行った。動揺計測は、新設ケーソンが据付位置に到着した時から1分間行った。

表-1 実験条件

| 条件項目 | 詳細条件 | |
|------|---------------------|-------------------------------|
| 船の条件 | 船位 | 法線直角 法線平行 |
| | ロープ展張条件 | クロス 八の字 八の字+クロス |
| 波の条件 | 波緒元 (各実験ケース共通項目) | 規則波 水深 h [m] : D.L-13.0 |
| | 波浪条件 | 波高 H [m] : 0.8、周期 T [s] : 8.0 |



キーワード ケーソン据付, 無人化, 自動化,

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

3. 実験結果

①搭載したウインチでの船体移動の可否

ウインチ制御プログラムによって、「引寄せ・遠ざけ」「岸・沖移動」「左・右回転」3方向の操作を行い据付位置まで移動させた。図-3, 4に示す通りロープ展張方法及び船位方向の違いに関わらずウインチ制御プログラム指令通りの動作を確認した。

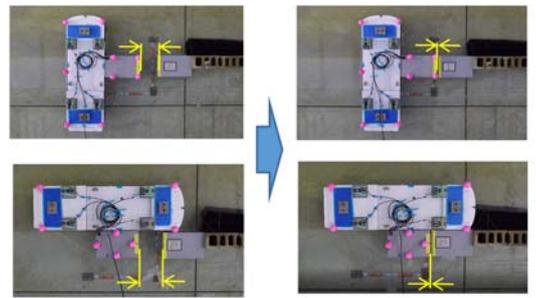


図-3 引寄せ指令動作

②展張方式・船位毎の誘導時間及び操作回数

操作開始から据付位置までの移動時間及び操作回数を図-5に示すように「引付」「位置調整」に分けて比較した。「引付」に要する時間は実験条件ごとに多少の差異はあるものの概ね同様の傾向である。「位置調整」に要する時間は、引付時間と比べて差異が大きいが、要した時間と操作回数から、引付が完了するまでに要する時間は展張方法及び船位の条件に大きな差はなかった。

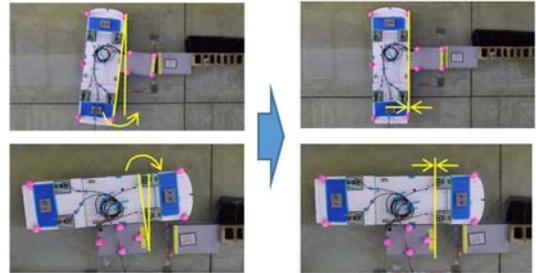


図-4 左右回転指令動作

③据付位置での引付状態保持の可否

本実験においては水平方向の動揺量の結果に着目した。図-6に法線直角、図-7に法線平行の水平方向の動揺量を表したグラフを示す。グラフはロープ展張条件の内「八の字+クロス」の起重機船とケーソンの動揺量を表現した。横軸は時間（秒）、縦軸は動揺量（cm）である。動揺量を船位ごとに比較すると岸沖方向の動揺量は、起重機とケーソンどちらも法線直角船位が、法線平行船位の条件より小さい。沿岸方向の動揺量に多少の差はあるものの、船位条件による大きな差はない。また、紙面の都合上計測結果を示せないが、本実験の結果からロープ展張方法による動揺量の差異は小さいこともわかった。この結果から、ロープ展張方法に拠らず法線直角船位とすることで、ウインチ操作に影響する鉛直方向の動揺量が小さく、より安全な据付が可能と考えられる。ただし、岸沖方向の動揺量よりも沿岸方向の動揺量が多いことから引付の力を高める等、引付状態保持のための工夫が必要である。

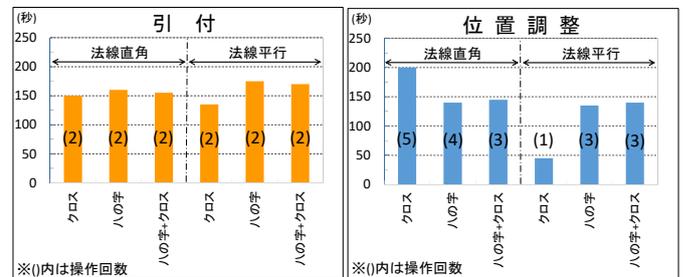


図-5 引付 (左) 位置調整 (右) 時間・操作回数グラフ

4. 考察・今後の展望

本実験結果から、設定した条件や波浪の有無に拠らず、ウインチ自動制御を起重機船へ搭載したケーソンの据付位置誘導も可能であることがわかった。動揺計測結果から水槽内の反射波の影響が確認されたため、今後はより詳細な条件設定のもと実験を行い定量的な検証を行うことで、実施工に向けた検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) 渡瀬陽信ら：ケーソン据付自動・無人化技術の開発と運用, 土木学会第73回年次学術講演会講演概要集, VI-685, 2018.
- 2) 榎ら：防波堤ケーソン据付における無人化施工, 土木学会第67回年次学術講演会講演概要集, Vol67, VI-278, 2012.

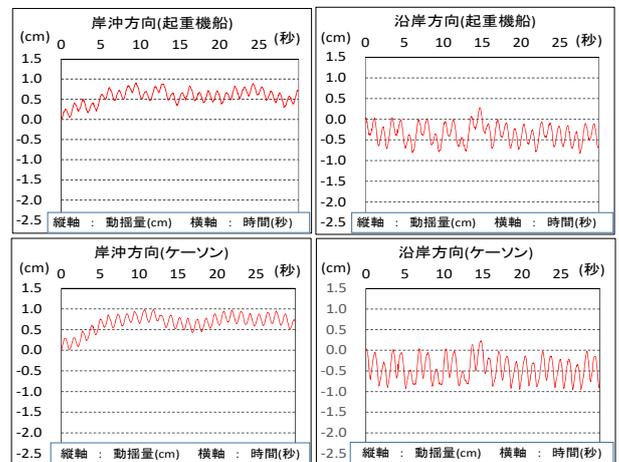


図-6 水平方向動揺量時刻歴：法線直角船位

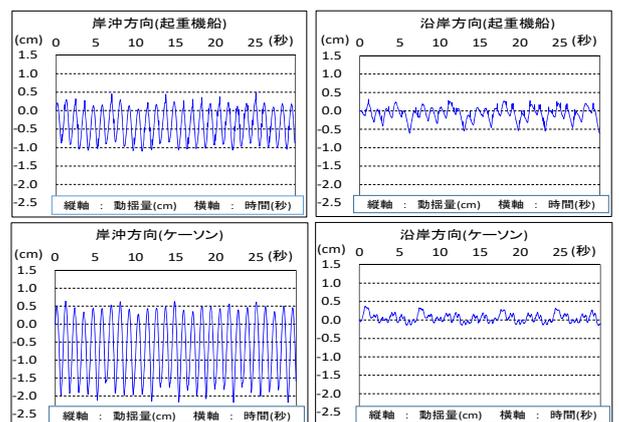


図-7 水平方向動揺量時刻歴：法線平行船位