

2024年10月23日
パシフィックコンサルタンツ株式会社

自動係留装置に関する実証試験を実施しました

パシフィックコンサルタンツ株式会社（住所：東京都千代田区、代表取締役社長執行役員：大本 修）は、北陸地方整備局の発注による、一般財団法人沿岸技術研究センター及び学識者より構成される自動係留装置技術検討委員会に参画するとともに、公共バースでは日本初となる自動係留装置の実証試験を受託し、その効果検証に貢献しました。

当社は、技術検討委員会での審議を踏まえた実証試験の計画立案を担当するとともに、試験運営、各種計測データの分析、船体動揺に関する数値解析等を通じて、自動係留装置の導入効果を明らかにしました。

■自動係留装置とは

昨今、我が国では、「持続可能で新たな価値を創造する物流体系の構築」を目指し、次世代高規格ユニットターミナルの形成に関する様々な取組が進められています。この取組の1つとして、自動係留装置の導入が検討され、船舶の離着岸の自動化及び自動係留装置による船体動揺の機械的制御により港湾オペレーションの効率化・安全性向上が期待されています（図 1）。

自動係留装置は、アームを伸ばし二重真空パッドを船体に吸着させ、パッド内を真空状態にすることで、船体を係留することができる装置です。自動係留装置は、タブレットやPCと無線接続されており、遠隔でアームの伸縮やパッドの吸着等の操作が可能な仕様となっています（写真 1）。



○情報通信技術や自動化技術を効果的に活用することにより、**物流コストの低減やリードタイムの短縮**を図るとともに、モーダルシフトを促進することにより、ドライバー不足等の**国内物流に対する陸上輸送の逼迫感を軽減**

図 1 次世代高規格ユニットターミナルのイメージ

出典：国土交通省ホームページ「PORT 2030」関連プロジェクトに加筆

URL：https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_PORT_2030_00001.html#link2



写真 1 自動係留装置による船舶の吸着状況

■ 自動係留装置実証試験について

自動係留装置の導入効果を評価するために、福井県敦賀港において令和 4 年度及び令和 5 年度に実証試験を計 21 回実施しました。実証試験では、自動係留装置の導入によって期待される離着岸作業の効率化効果及び荷役作業時の船体動揺低減効果を検証しています。実証試験のタイムスケジュール例は表 1 に示すとおりであり、船舶の離着岸前後に作業人員数・時間の計測を行うとともに、着岸後に船体動揺量の計測を実施しました。

●離着岸作業の効率化効果の検証

対象船舶が係留索を用いた通常の離着岸作業状況を記録し、自動係留装置を用いた着岸作業が可能となった場合に離着岸作業が省力化できるかを評価

●船体動揺低減効果の検証

係留索のみで係留する通常の係留状態 (STEP①)、係留索と自動係留装置を併用した状態 (STEP②)、係留索を緩め自動係留装置のみで係留した状態 (STEP③) の3つの係留状態 (図2参照) を対象に船体の動揺状況を計測し、係留状態による動揺状況の差異を評価

表1 実証試験当日の概略スケジュール

作業項目	10時		11時				12時				13時				14時				15時				16時								
	0	30	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40
離着岸作業の記録 船体動揺計測														STEP①	⇒	STEP②	⇒	STEP③	⇒												
計測機器 設置・回収																															

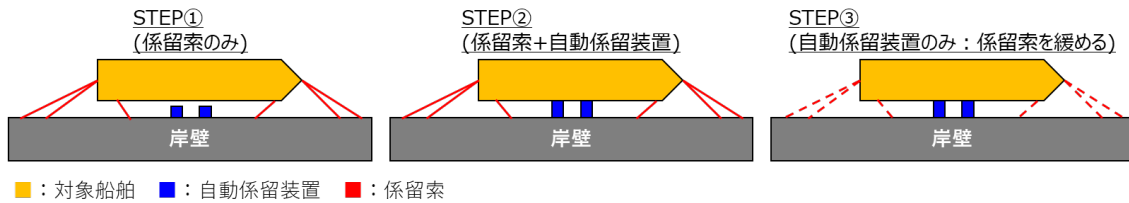


図2 船体動揺計測時の係留状態



写真2 実証実験実施状況

■作業効率化効果の検証について

RORO・フェリー船社及び港運事業者にご協力頂き、通常の係留作業に要する作業人員・時間を計測し、自動係留装置の導入によって離着岸作業を省力化できるか、検証を行いました。その結果、下図赤枠に示す係留に関する作業が省力化される可能性があることが分かりました。

装置による作業効率化効果が発揮されるためには、気象・海象が穏やかな条件であること、RORO・フェリー船のように岸壁上にランプを下す必要のある船種については船舶が十分な船体位置調整を有していること、位置調整が容易な岸壁形状であること（L字型岸壁等）等の制約はありますが、これらの条件を満足すれば、将来的に従来の係留索による離着岸作業に係る作業員・時間を大幅に省力化できる可能性があり、生産性向上・省人化が期待できます。また、離岸時において係留索の回収作業が不要となることにより、災害発生時のクイックリリース効果についても併せて期待できるものと考えられます。

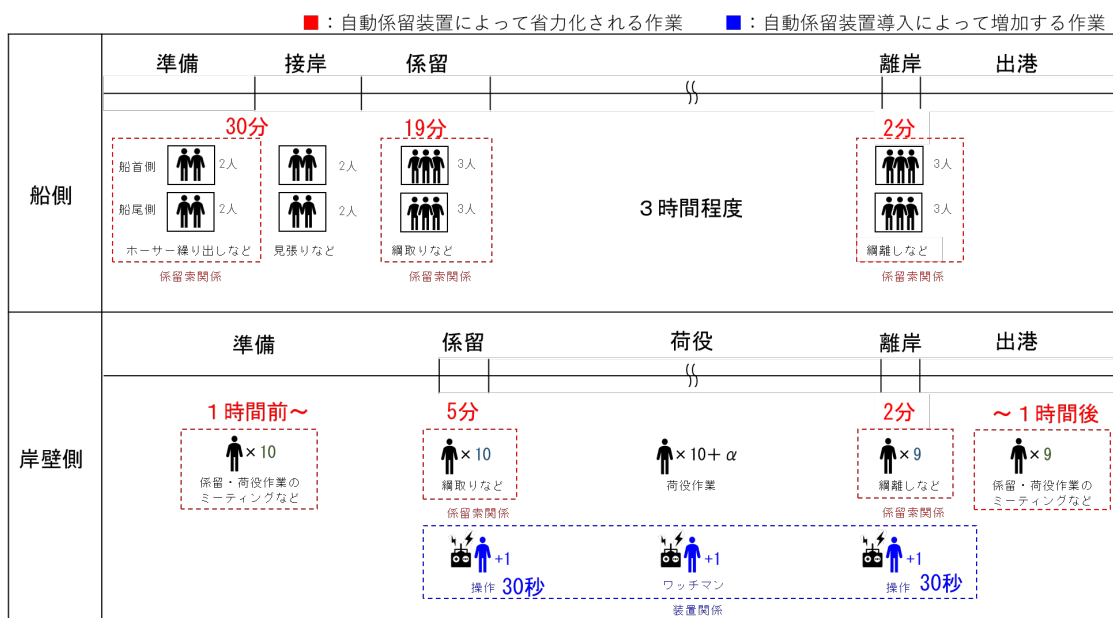


図 3 作業効率化効果の検証結果

■ 動揺量低減効果について

RTK-GNSS センサ¹、ジャイロセンサ及びビデオ映像解析によって船体動揺量を計測し、自動係留装置による動揺低減効果を評価しました。

実証試験期間においては、コロナ禍の影響により船内への立入が制限されたため、LTE を搭載した RTK-GNSS 端末(ソフトバンク社の高精度測位サービス ichimill 対応)をデッキ上に設置し、取得した緯度経度・高度情報を同社の見える化サービスを利用して自動的にクラウドに集約しました。

クラウドに集約したデータを、ALES 社が船体の重心位置情報に基づいて動揺量・動揺角に変換することで、船体動揺量を把握しました(図 4 参照)。

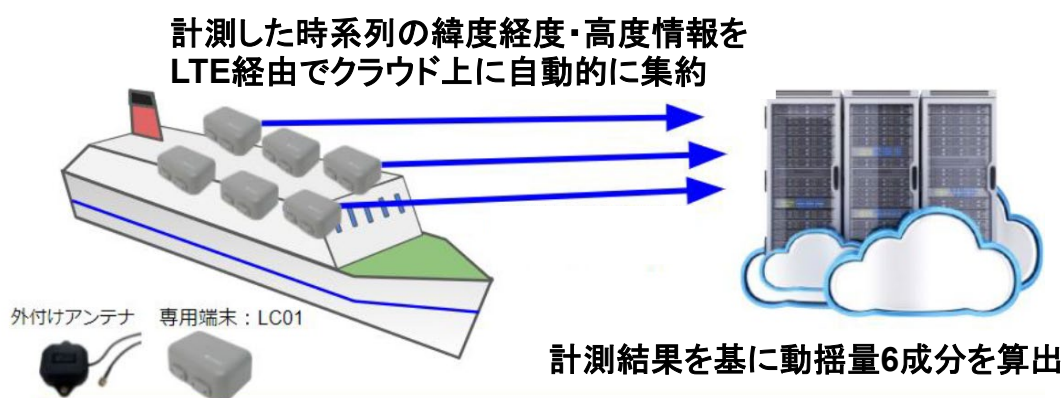


図 4 RTK-GNSS センサによる動揺量計測概要図

計測の結果、従来の係留方法 (STEP①) と比較し、自動係留装置のみによる係留 (STEP③) では、荷役作業への影響が大きい Surge、Sway、Roll 成分の動揺量がいずれも低減されていることが確認されました。自動係留装置導入により船体動揺量が低減されることで安定した係留状態が維持され、岸壁の利用率和荷役作業の効率性が向上し、港湾オペレーションの効率化に寄与することが期待できます。また、船体動揺量が低減されることで、係留索の破断リスクが軽減し、人的・物的被害が軽減されることも期待されます。

¹ RTK-GNSS センサによる船体動揺計測：「高精度測位サービス ichimill (イチミル)」(ソフトバンク社)を使用
<https://www.softbank.jp/biz/services/analytics/ichimill/>

表 1 各係留方法による動揺量計測結果

計測日	係留方法	Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
事例1	STEP1	0.10m	0.04m	0.04m	0.82°	0.07°	0.12°
	STEP2	0.03m	0.03m	0.05m	0.58°	0.07°	0.10°
	STEP3	0.02m	0.03m	0.06m	0.51°	0.08°	0.09°
	STEP2/STEP1	24%	64%	124%	70%	106%	84%
	STEP3/STEP1	22%	62%	131%	62%	109%	74%
計測日	係留方法	Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
事例2	STEP1	0.05m	0.03m	0.02m	0.68°	0.06°	0.09°
	STEP2	0.03m	0.03m	0.02m	0.26°	0.06°	0.11°
	STEP3	0.02m	0.03m	0.02m	0.40°	0.07°	0.07°
	STEP2/STEP1	63%	88%	88%	37%	113%	119%
	STEP3/STEP1	41%	94%	100%	58%	122%	80%

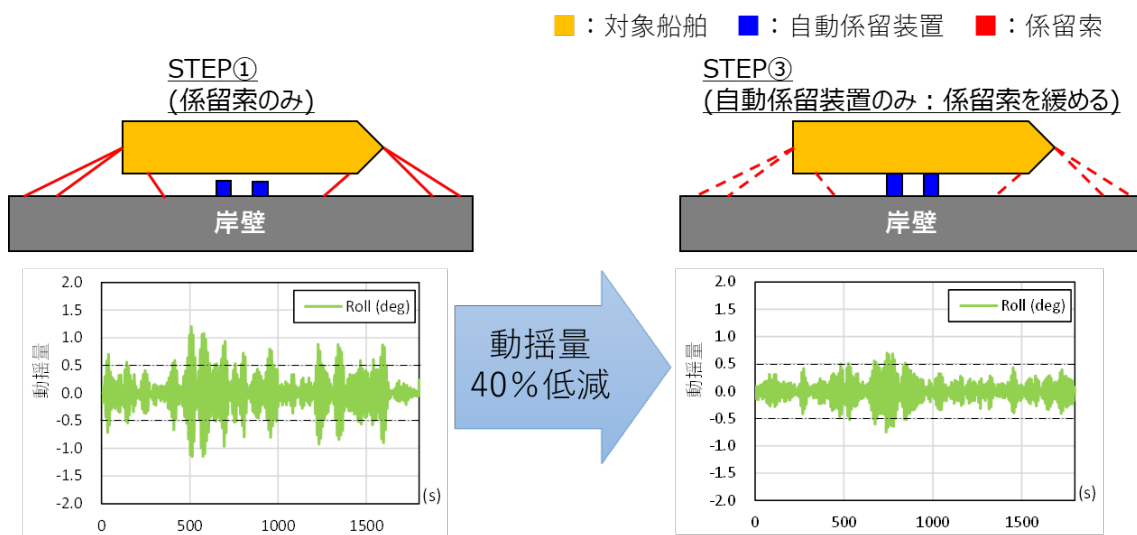


図 5 Roll 成分の動揺量低減効果の検証結果例

■今後の活動

自動係留装置の導入により、船舶の離着岸作業および荷役プロセスがより効率的かつ安全に行われることが期待されています。これにより、港湾オペレーションの生産性が向上し、同時に労働者の安全性が確保されることで、業界全体の発展に寄与するものと考えております。

今後もパシフィックコンサルタンツでは自動係留装置の普及に向けた更なる技術検討を通じて、持続可能な未来の港湾物流の実現に貢献してまいります。