

東京国際空港D滑走路棧橋部橋脚点検の機械化について

鹿島建設(株) 正会員 ○平佐健一 露木健一郎 平野裕之 渡部知治 胡 昌位
首都高技術(株) 正会員 布施光弘

1. 背景および目的

東京国際(羽田)空港D滑走路は、埋立および棧橋構造からなるハイブリッド構造であり、我が国初の構造形式である。設計供用期間は100年と設定されており、設計・施工に引き続き、供用開始した2010年10月から30年にわたる維持管理業務までを一括契約とし、現在10年目を迎えている。維持管理業務における点検項目は、滑走路・誘導路の路面性状の点検、埋立部の沈下管理、伸縮装置の点検、棧橋内部の桁の点検等、多岐に渡るがこれらの点検は主に人力により行われており、点検中の事故等のリスク軽減あるいは点検評価の個人差をなくし、より正確な点検をするために点検の機械化が必要と考える。今般、棧橋部の棧橋杭の塗装点検の一部機械化および海中点検において、機械化の足がかりを得ることができたのでそれらを紹介する。

2. 磁石式点検ロボット「やもりん」の採用

棧橋構造の棧橋杭は、薄肉ステンレス鋼ライニングを施しているが(図-1)、ステンレス鋼が巻けない箇所は塗装により防食をしている。この塗装は近接目視を行い劣化状況を調べ、塗装補修を行うか判断する。この点検を従来は、写真-1のようにSEP台船に高所作業車を載せ、点検員が近接目視を行っていた。このSEP台船は波が高い場合はSEP台船が浮いてしまい、高所作業車が揺動し安定が図れなくなる場合がある。そのため、安全に点検を行うために人力に代わる点検ロボットの採用を検討した。空港内ではドローンの使用はできないため、自力で垂直に杭の上まで登る点検ロボットを探した。その結果、首都高技術(株)の開発した磁石式点検ロボット通称「やもりん」(写真-2)の使用実績があることが判り、当現場で試験施工を行うこととした。「やもりん」は改良を重ね現在のモデルは3代目であり、キャタピラのコマの一つ一つに強力なネオジム磁石が装着され、無線・バッテリー駆動で鉄製の構造物を這い上がる(写真-3)ことができる。また、上部にカメラを搭載し、カメラは無線で首を振ることができ、Wi-Fiで映像を伝送し、モニターで映像を確認しながら操縦ができる(写真-4)。試験施工を行うにあたり不安材料としては、杭のような丸みのある所では実績が無かったことと、万が一杭から落ちてしまった場合は、海中に没落し使用不能となる点があった。このため、試験施工では杭の丸みに追随するようキャタピラの角度を内側に向ける改造をし、杭から外れてしまっても海に

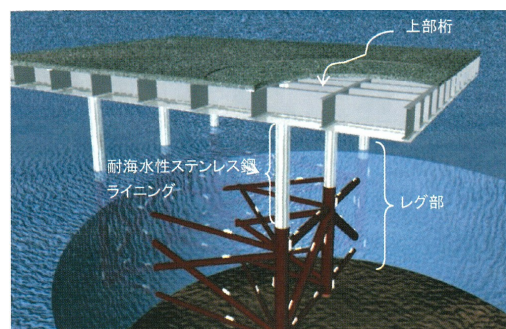


図-1 棧橋杭構造図



写真-1 棧橋杭近接目視点検



写真-2
磁石式点検ロボット「やもりん」

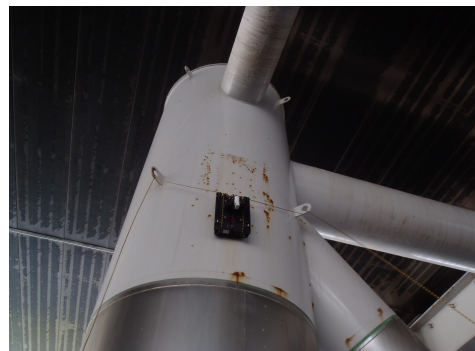


写真-3
「やもりん」による点検状況

キーワード：磁石式点検ロボット、水中音響カメラ

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 KT ビル 鹿島建設(株)東京土木支店土木部 03-6838-2284

没入しないよう補助ロープをつけて試験施工を行った。試験施工の結果、問題なく杭の上部まで上れることが確認できたが、丸みのある分磁石が十分に面で接しないため本来の付着力が発揮できないことが判った。そのため本施工においても海中への没落が無いように補助ロープをつけて行うこととした。その後、127本の栈橋杭に対し適応したが特に問題なく点検ができ、また、従来の方法よりも早く点検ができたため2週間（全工程の20%）の工期低減ができ、工期低減による安全面向上のメリットもあった。

3. 海中点検における音響カメラ「ARIS」の採用試験

栈橋杭の海中部は、流電陽極方式による電気防食工法が採用されているが、多摩川河口流域にあるため流木等が栈橋杭や電気防食にぶつかり損傷する恐れがある。そのため5年に1度ダイバーにより杭の近接目視点検を行っているが、栈橋杭の構造が複雑なためダイバーの送気管が絡まり事故が起きる可能性があり、安全性の向上のため機械化点検のニーズがあった。3年前に現地にてROV(水中ドローン)を使用した実験を行ったが海の濁りが強く、栈橋の下部で暗いため視界は30cm程度となった。このため杭の1本の全貌を把握するためには何回も杭を往復する必要があるため、1本の杭の点検に時間がかかりすぎたため、ROVによる点検を断念した。今回、現場にて試験施工を行った水中音響カメラ「ARIS」(写真-5、表-1)は、照明のスポットライトやサーチライトのように、超音波を対象物へ向けて照射し、反射波を検知して距離や画像を得る水中ソナーの一種であり、約7mの離隔で対象物を把握することができる。従来のROVと比較し大幅な改善が可能となり、杭1本の点検にかかる時間の大幅な縮減ができ、実用化の可能性が高いと判断した。ただし、現状では「ARIS」の水中重量は2.0kgで搭載できるROVが限られているため、今回の実験では「ARIS」を棒に取り付けて(写真-6)船から水中に入れることで実験を行った。実験の結果、写真-7のような画像を得ることができた。画像から栈橋杭とそれに取り付けられた電気防食の陽極を鮮明に確認することができ、杭に漂流物がぶつかった履歴がないことが十分確認できた。また、この画像から1本の杭を確認するために裏表の2方向から撮影すれば杭の健全度が確認でき、ROV搭載時の杭1本あたりの点検時間を従来のカメラの半分にすることが可能である。

4. 今後の展開

磁石式点検ロボット「やもりん」は、十分に使用に耐える性能があり、結果として点検作業の安全性向上および20%の工期短縮を図ることができた。今回はキャタピラでは行くことのできない障害物を乗り越えなければいけない箇所の点検には用いることはできなかったため、今後、複雑な経路にも対応可能な性能を有する機器の開発を期待したい。

今回の検討で、音響カメラ「ARIS」は、羽田の水中で十分実用性があることがわかったため、今後、「ARIS」を搭載したROVを開発し、現場での水中近接目視の実用化を目指す所存である。



写真-4 「やもりん」の栈橋杭撮影状況

機種名	ARIS Explorer 3000
寸 法	26cm×16cm×14cm
重 量	空中 5.0kg 水中 2.0kg
標準有効レンジ	1.8MHzモード15m視認可能 3.0MHzモード 5m視認可能
耐 圧	300m
ケーブル長	20m、150m

表-1 音響カメラの仕様



写真-5 水中音響カメラ「ARIS」



写真-6 「ARIS」取り付け

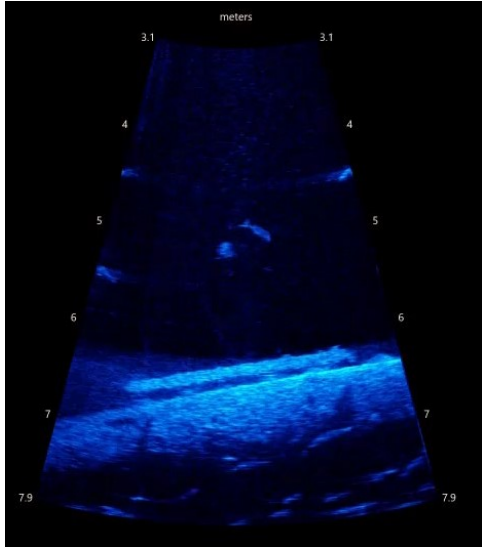


写真-7 「ARIS」の栈橋杭撮影状況