

ラジコンボートと画像解析による栈橋上部工下面部の劣化度把握技術の開発

広島大学 学生会員 山根愛理
 広島大学 正会員 一井康二

1. 目的

港湾構造物を構成する部材の中でも、栈橋上部工コンクリートについては、鉄筋腐食やそれに伴うコンクリートの剥離・剥落など塩害に起因する劣化現象が問題となる。このような栈橋上部工コンクリートの点検診断は、潜水士や船上からの目視点検により行われる。しかし、調査の実施は、波浪や潮汐等の気象・海象条件、船舶の係留や荷役作業等の施設の利用状況により左右される。このため、より安全かつ簡便な調査方法が必要とされている。

自然災害の記録や構造物の劣化診断に関しては、遠隔操作の無人機を用いた調査が以前から行われており、マルチコプターや車載カメラが使用されている。また、近年、画像解析分野においては高解像度カメラ画像による3次元形状復元が可能となっている¹⁾。本研究では、ラジコンボート上に設置したカメラで撮影した画像から栈橋上部工下面部の劣化状況を把握する技術の開発を行う。

2. 栈橋上部工下面部の劣化度調査用のカメラ搭載ラジコンボートの試作

多少の波浪条件下でも点検者の安全を確保できると同時に、港湾施設の利用に支障をきたさず調査可能な方法として、ラジコンボートを使用する。幅が広く、航行中に安定する点と複数台のカメラを搭載することができる点から、サーフボードを使用して作成した。図1が作成したラジコンボートである。



図1 ラジコンボート

栈橋下ではGPSを利用したボートの位置把握ができないため、全天球カメラと目印を使用してボートの位置推定を行う。図2に目印とボートの位置関係を示す。目印は、色の異なるものを栈橋上から前垂れ下端に設置する。全天球画像上の目印の映り方からボート位置を推定する。

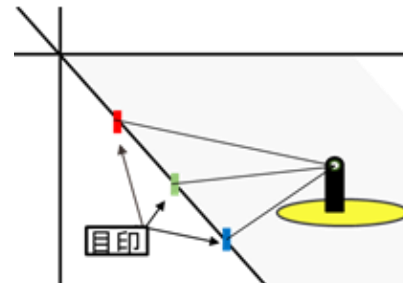
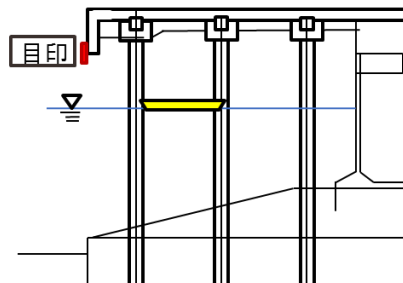


図2 目印とボートの位置関係

操縦時のリアルタイムのボート位置の把握に関しては、ボートが栈橋奥に入っていくにつれて全天球画像上の目印の位置が変化していくため、ボートが栈橋下を航行するときの目印の映り方をあらかじめ予測し、それに合うように操縦を行う。調査後の詳細な劣化位置の把握に関しては、全天球カメラに映っている目印の位置関係から推定する。全天球画像上で目印は図3のように映る。栈橋上から設置した各目印の座標は分かっているため、目印が全天球画像上に3点写っていれば、画面上での各目印と画像中心との距離および中心角からボートの座標を推定することができる。

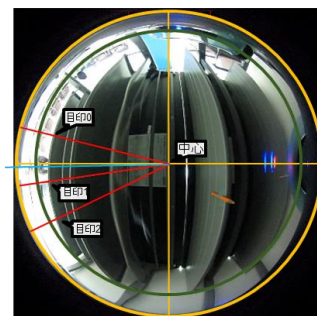


図3 全天球画像上の目印

キーワード 全天球カメラ, 位置推定, 3次元形状復元

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

TEL : 082-424-7819・7828

3. 実証試験

作成したボートの適用性に関する実証試験を行った。

1) ボートの投入・回収方法

本研究では、栈橋上から海上への安全なボートの投入・回収方法として、図4に示すように、ロープによりボートを昇降させることとした。そして、提案方法の有効性を確認することができた。

2) ボートの走行安定性

ラジコンボートによる調査対象は港湾区域の施設であり、防波堤により静穏度が確保されている海域を想定している。実際に走行安定性を検討したところ、図5に示すように、一定の条件下(例えば風速:4.5m/s)では安定した走行を確認することができた。ただし、動力部の馬力不足のため、潮流の作用下では意図した方向に操縦することが難しく、今後の課題として残された。実際に実証試験を行った例を図6に示す。赤・青・緑の位置に目印を設置しており、目印の範囲の調査を試みたが、潮流で流され、約10mほど、左側にボートが侵入する結果となった。

3) ボートの位置推定

図6に示した実証試験例において、目印の位置からボートが流されたため、杭の位置をもとに、ボートの位置推定を行った。図7に位置推定により求められたボート位置を示す。杭式の波除堤下4m程度の位置までボートが進入し、下面の状況を撮影することができた。

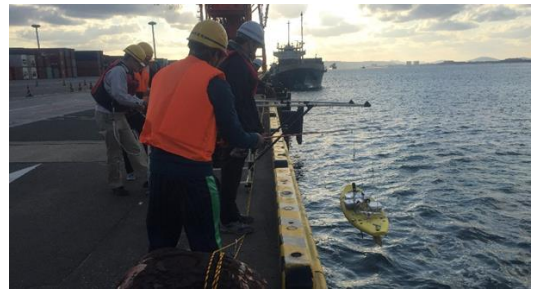


図4 ボートの投入方法



図5 ボートの走行安定性

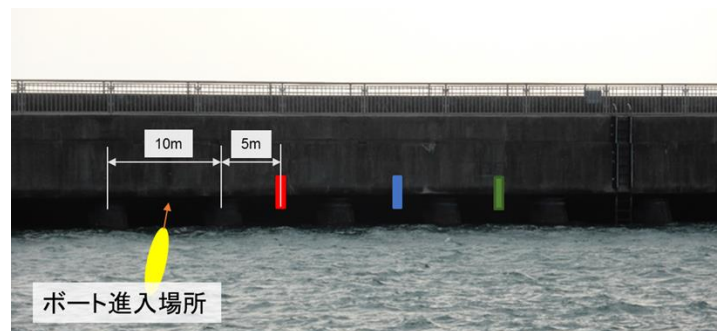


図6 ボートの進入状況

5. 結論と今後の課題

1) 栈橋床板下面の劣化度調査用のラジコンボートを作成した。

2) 実証試験において、ボートの安全な投入および回収方法とボートの安定した走行を確認した。

3) 全天球カメラを用いた栈橋下でのボートの位置推定の方法を提案した。また、実証試験時のボートの位置推定を提案方法で行うことができた。

4) 作成したボートでは栈橋 5m 程度の範囲までは進入して下面の撮影を行うことができた。

今後の課題として、ボートの位置推定の精度の向上、ボートの動力強化等が挙げられる。

参考文献

1) 角田光法・一井康二・玉木徹・石田裕章・小野淳子：地盤構造物の防災・減災における SIFT を用いた画像解析技術の適用可能性，防災・減殺のための地盤構造物の設計・施工法に関するシンポジウム，地盤工学会関東支部，pp. 125-130，2012。

謝辞：本研究は（一財）港湾空港総合技術センター研究開発助成（第 22-6 号）の支援をいただいた。また、実証試験においては、国道交通省等の関係各位のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

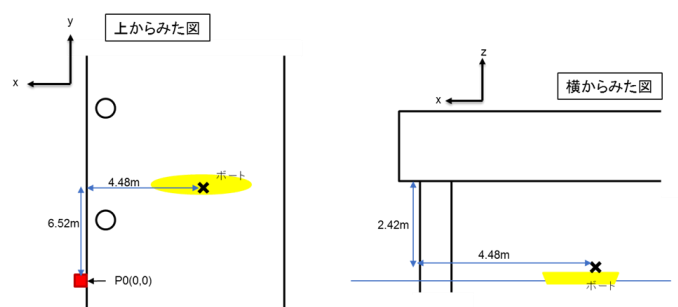


図7 ボートの位置推定結果