

5000万画素カメラを搭載した栈橋下面点検ロボット「ピアグ」の現場実証

(株)大林組 正 濱地 克也 正 青木 峻二 ○正 石垣 匠
沼崎 孝義 青山 裕作

1. はじめに

老朽化する社会インフラ施設の点検を、近年の ICT などを活用し、効率的・効果的な対応を可能とする技術の導入が求められている。その中で、栈橋上部工コンクリート下面の点検は、目視するにしても小型船舶や足場が必要となる。栈橋によっては水面ぎりぎりの位置にあるものや栈橋に船舶が頻繁に係留されている場合など、点検を行うにしても制約を受けて時間と労力を要することが多い。当社は NETIS 登録している栈橋下面点検ロボット「ピアグ」(アクアジャスター搭載型 ROV) を保有している。当初のハイビジョンカメラによる撮影だけではひび割れの自動検出までには至らなかった¹⁾ことから、高画質カメラの選定試験²⁾を行い、新しく 5000 万画素カメラを搭載することにした。今回 5000 万画素カメラを搭載したピアグを用いて民間企業が所有する栈橋の下面点検を行った。本報文は、現場実証の結果について記述する。

2. アクアジャスターの機能

当社が開発したアクアジャスターは、東京スカイツリー建設時に威力を発揮したスカイジャスターを水中で使用できるようにした吊冶具で、ジャイロ効果を活用した回転制御できる機能を有する。ジャイロ効果とは、地球ゴマのように物体が自転運動をすると高速になればなるほど姿勢保持できる現象である(図1)。栈橋下面の点検は、通常小型船舶や足場上の点検者により、目視調査や打音調査などが行われている。このジャイロ効果を栈橋下面点検ロボットに付加させることで、波浪の影響を抑えて本体を回転・静止させ、ブレのない映像取得が可能となる。

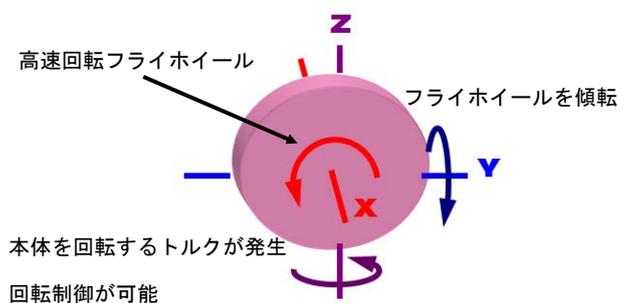


図1 ジャイロ効果の説明図

3. 栈橋下面点検ロボットピアグの機能

栈橋下面点検ロボットピアグのシステム構成図を図2に、現状搭載している装備機能を図3に示す。

①ROV (Remotely Operated Vehicle) 本体：点検を行うロボット本体。アクアジャスター、5000万画素カメラ(センサーサイズ:43.9mm×32.9mm, レンズ焦点距離:55mm)、パンチルト機能付きハイビジョンカメラ、全方位カメラ、高輝度LED照明、推進装置、ラインレーザー、プロファイリングソナー、姿勢センサなどを搭載している(図3)。②テザーケーブル:ROV本体とコントロールユニットを接続する水中ケーブル。送電線、光ファイバー、テンションメンバで構成されている。③コントロールユニット:ロボットシステムを制御するコントローラ。CPUやトランスなどを内蔵している。④操作器:ROV本体の運転を行う。アクアジャスターやカメラの操作用スイッチ、推進装置操作用のアナログスティックなどにより構成されている。⑤モニタユニット:ROVが

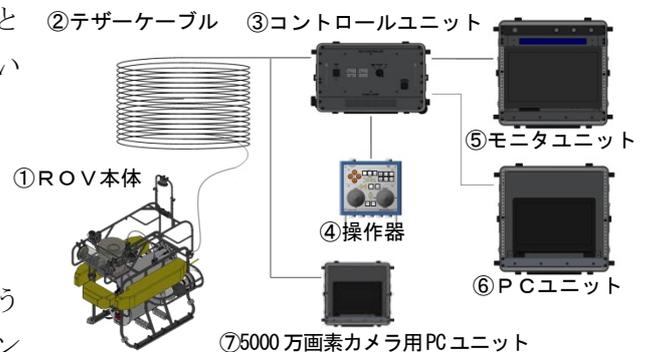


図2 栈橋下面点検ロボットのシステム構成図

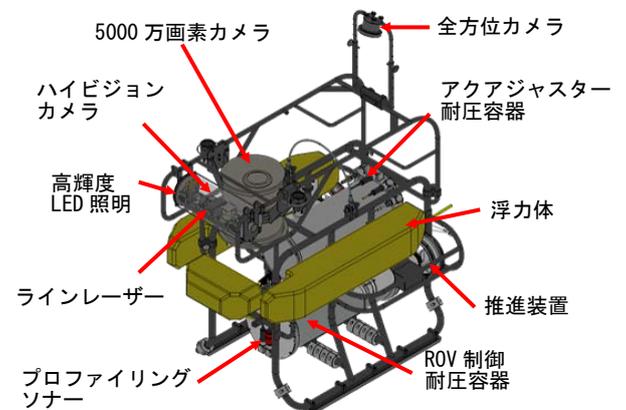


図3 ROV本体の装備機能

キーワード 栈橋下面点検ロボット, ROV, 海上栈橋, 維持管理

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 (株)大林組 本社 土木本部 設計第三部 TEL03-5769-1314

撮影したハイビジョン映像を表示するモニターおよび録画するレコーダー、ROV の方位などの状態表示するディスプレイで構成されている。⑥PC ユニット：ROV の全ての情報を表示し、ログ保存するための PC。⑦5000 万画素カメラ用 PC ユニット：テザーケーブル内の一回線を使って、5000 万画素カメラ操作 PC に接続。

4. 5000 万画素カメラを搭載したピアグの点検結果

5000 万画素カメラを搭載したピアグを用いて、民間栈橋下面の点検を行った。その時のピアグの点検状況を写真 1 に示す。海面からおよそ 1m の高さに位置する栈橋下面の点検を行った。栈橋下の暗い箇所でも撮影できるように高輝度の LED 照明を使用しながら撮影を行った。また、5000 万画素のカメラを搭載したことによる本体の安定性の低下は見られなかった。ピアグに搭載した 5000 万画素カメラ（解像度：約 0.1 mm/pix, ISO 感度：1250, F 値：f/22, シャッタースピード：1/25）で撮影された画像を写真 2 に示す。改良前に使用していたハイビジョンカメラで撮影した画像（写真 4）に比べ、対象物が鮮明に撮影できていることがわかる。

点検完了後、取得した画像および映像をもとにひび割れ検出のための画像解析や写真合成を行った。ひび割れの長さおよび幅の検出をするために、社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」を使用して画像の解析を行った。画像から検出されたひび割れの画像の一部を写真 3 に示す。0.1mm 以下の微細なひび割れも検出できていることがわかる。このような画像の解析と写真合成を繰り返し、当該栈橋の下面のひび割れの位置とひび割れの詳細をまとめることができた。

5. おわりに

今回 5000 万画素カメラを搭載したピアグを用いて民間栈橋の点検を行った。従来のハイビジョンカメラによる撮影に比べて鮮明な画像を取得することができ、より微細なひび割れを自動検出することが可能となった。また、帳票を作成する面で、作成時間の短縮化を図ることができた。

今後の課題としては、5000 万画素の画像を適切にかつ短時間で取得し、栈橋下面のモザイク図を効率よく作成できるようにすることである。そして、効率的に経年劣化の状況を画像で追えるように、開発を進めていきたいと考える。

参考文献

- 1) 濱地 他：栈橋下面点検ロボットピアグの現場実証，第 73 回年次講演会，土木学会，2018.8.
- 2) 濱地 他：栈橋下面点検ロボット「ピアグ」の画像処理，第 74 回年次講演会，土木学会，2019.8.



写真 1 ピアグの点検状況



写真 2 5000 万画素カメラで撮影した画像



写真 3 ひび割れ自動検出結果



写真 4 改良前のピアグで撮影した画像