

栈橋下面点検ロボット「ピアグ」の実用化

(株)大林組 正会員 ○光吉 泰生 正会員 濱地 克也
正会員 青木 峻二 正会員 木谷 億人

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。これまで現場実証や試験を重ね、クラックの自動検出が可能な高画質カメラの搭載や照明の増設などを行うことで、性能を向上させてきた¹⁾²⁾。本報文では、上記のピアグで民間企業が所有する栈橋の点検を行った際の結果を報告する。

2. 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1に、現状搭載している装備機能を図2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、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。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。アクアジャスター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。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スイッチ、推進装置操作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 が撮影したハイビジョン映像を表示するモニタ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。

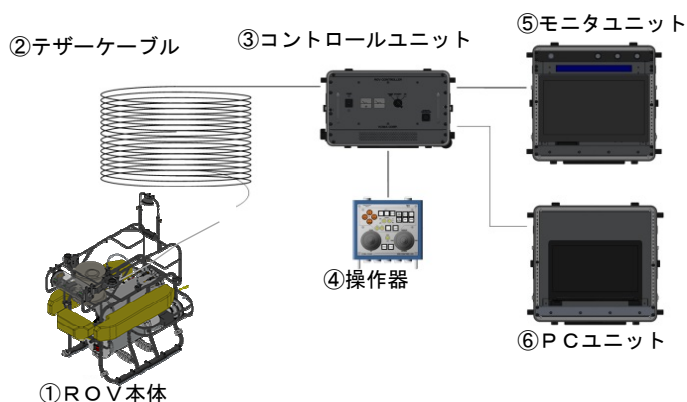


図1 栈橋下面点検ロボットのシステム構成図

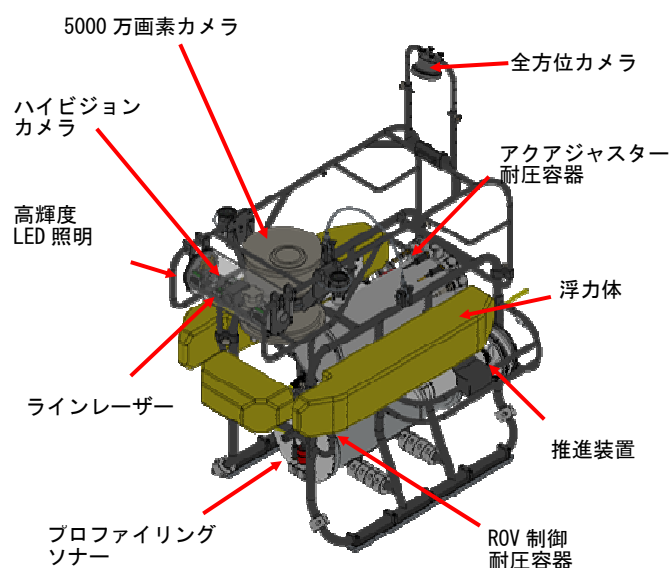


図2 ROV 本体の装備機能

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 品川インターシティB棟 (株)大林組土木本部生産技術本部設計第三部 TEL 03-5769-1314

3. ピアグによる点検結果

民間企業が所有する栈橋のスラブ下面・梁を対象に、ピアグによる点検を行った。表 1 にカメラ規格・撮影条件を、図 3 に 5000 万画素カメラで撮影したスラブ下面の写真を、図 4 に撮影写真をもとにひび割れ自動検出を行った結果を示す。波浪の影響下で移動しながらの撮影であるため、シャッタースピードを 0.01 秒と早くし、また撮影対象が床版下面で比較的暗いため ISO 感度を 1250 と高めに設定した。5000 万画素カメラで撮影することで鮮明な画像を取得できており、その結果微細なひび割れを自動検出することができた。今回の撮影では、一画素あたりの大きさが 0.3~0.5mm 程度となっているため、幅 0.2mm 程度以上のひび割れは検出できていると考える。また、図 5 に示すような結合画像を栈橋全体に対して作成することで、損傷個所や劣化度を視覚的に把握できるため、補修順序を含めた維持管理計画の策定も容易になることが期待される。

4. おわりに

今回、5000 万画素カメラで撮影した写真をもとに、ひび割れの自動検出および結合画像の作成を行った。点検対象となった 540m² (24m×22.5m)の栈橋上部工に対する撮影時間は 1 時間程度、準備や後片付けを加えた作業時間は 3 時間程度と、従来よりも効率的な点検が可能となった。また現地で適切な照度に調整することで微細なひび割れも問題なく検出できることが示された。今後は、現場での撮影から報告書作成までの一連の作業において、自動化や省力化することができないか検討を進めていきたいと考える。

参考文献

- 1) 濱地ら：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, 土木学会, 第 75 回年次学術講演会, 2020.
- 2) 石垣ら：栈橋下面点検ロボット「ピアグ」の画像処理, 土木学会, 第 76 回年次学術講演会土木学会, 2021.

表1 カメラ規格・撮影条件	
カメラ規格	
画素数	8220×6208
センサーサイズ (mm)	43.8×32.9
レンズ焦点距離 (mm)	55
撮影条件	
シャッタースピード (sec)	0.01
F値	8
ISO感度	1250
撮影対象までの距離 (m)	3~5

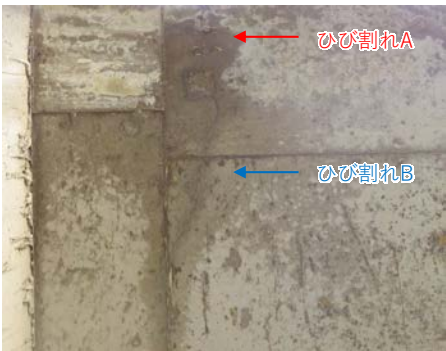


図3 5000万画素カメラによる撮影写真



図4 ひび割れ自動検出結果

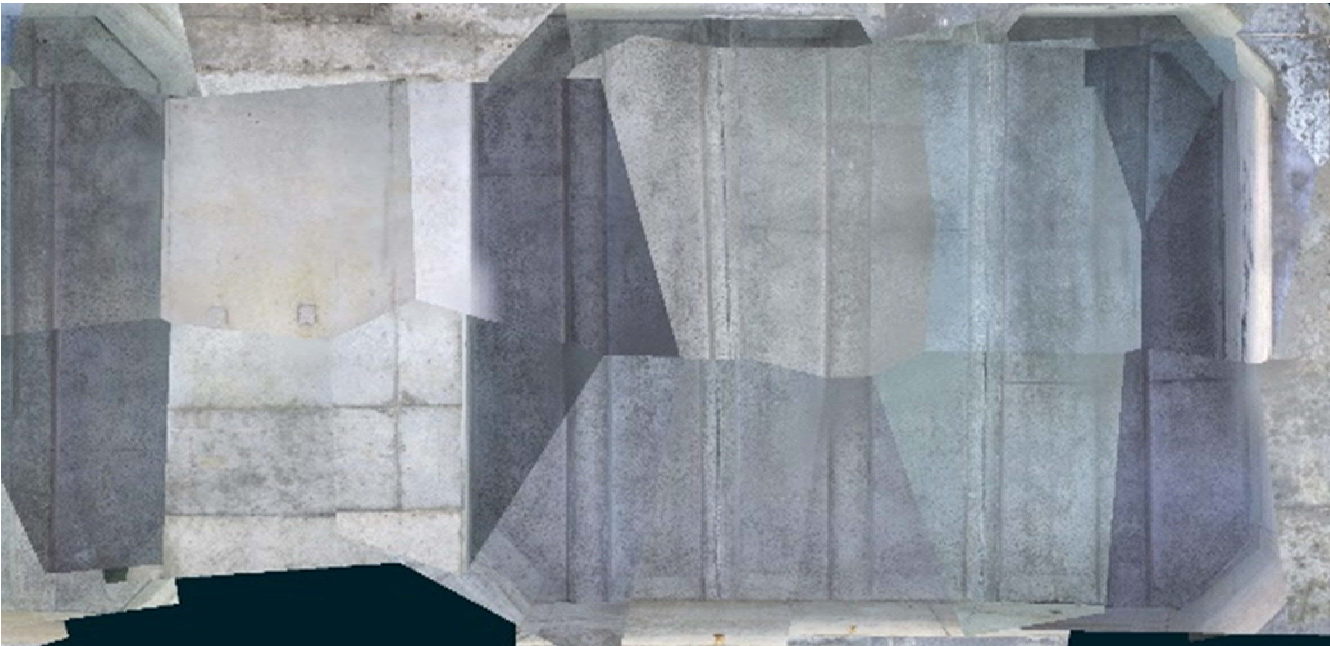


図5 結合画像の一部