桟橋下面点検ロボット「ピアグ」の画像処理

(株)大林組 正 〇石垣 匠 正 青木 峻二 正 濱地 克也 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,桟橋上部エ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.桟橋によっては水面ぎりぎりの位置にあるものや桟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 登録している桟橋下面 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.現場での実証試験を繰り返す中, 現在搭載している照明の照度では,桟橋の構造や点検の時間帯、海象条件によっては、クラックの自動検出が 難しいことが分かった.そこで,データ取得後の画像データで,クラックの自動検出が可能な照度を確認する 試験を行った.本報文は,必要照度確認試験の結果について記述する.

2. 桟橋下面点検ロボットピアグの機能

桟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(図3).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桟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 1). 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 桟橋下面点検ロボットのシステム構成図



キーワード 桟橋下面点検ロボット, ROV, 海上桟橋, 維持管理
連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 ㈱大林組 本社 土木本部 設計第三部 TEL03-5769-1314

3. 必要照度確認試験

試験は、幅 0.3mm のひび割れを 0.1mm 程度の誤差の範囲 で自動検出できる画像取得を目的にした.ひび割れ検出を行 う撮影対象は、写真1に示すコンクリートひび割れ供試体(縦 1245mm×横 310mm ひび割れ幅 0.3mm)とし、水面から 5.0mの高さにひび割れ面を下にして設置した.また、桟橋下 面にて十分な照度がない中での点検を想定し、試験設備全体 を黒のシートで囲い、ピアグの照明以外の光が入り込まない ようにした.

撮影は、**写真** 2 に示すように水槽内に照明を増設したピア グを浮かせた状態で行った.加えて,撮影時は,海上作業で の動揺を再現するために,水中ポンプやブロアを使って水面 を動揺させた.照度の違いによるひび割れ自動検出の精度を 確認するため、ピアグに増設する照明の数を変えながら撮影 を行った.照度は照度計を用いて撮影時の供試体付近の数値 を確認した.撮影の際は,焦点距離の違う 2 種類のデジタル ー眼レフカメラ用レンズを用いた.シャッタースピードを 1/125~1/500 とし,ISO 感度を 400~800 として試験を行い, ひび割れ自動検出が可能な画像取得に必要な照度の確認に加 え、最適なカメラの設定の検証も行った.

試験結果の一部を表1に示す. 試験の結果, 高さ5.0m では 焦点距離80mmで3501x程度の照度を確保した中で撮影した 場合,供試体のひび割れ幅を0.1mm 以内の誤差で自動検出 できるような精度の高い画像を撮影することができた. 焦点 距離55 mm で撮影した画像から検出されたひび割れ幅には ばらつきがみられた. また, ISO 感度が大きいとひび割れ幅 が小さく,シャッタースピードが速いとひび割れ幅が大きく 検出される傾向がみられた. 画像解析結果の例として高さ 5.0m の供試体を3501xs 程度の照度で撮影した画像の解析結 果を写真3に示す.

4. おわりに

撮影高さが 5.0m程度であれば 350lx 程度の照度を保てばク ラックの自動検出が可能な画像が撮影できることがわかった. ISO 感度が低くシャッタースピードが遅いときに明るくひび 割れ検出精度がよい画像が撮影できたことから, ISO 感度 400, シャッタースピード 1/250 で実際に適用してみたい.

また,今後さまざまな桟橋の構造や点検条件に適した照度や レンズの選定,カメラの設定を行えるようにしていくために, 現場検証や試験を重ねていきたい.

参考文献

1)濱地 他:桟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.



写真1 供試体設置状況



写真2 照明を増設したピアグの点検状況

表1 試験結果

1								
	照度 (Ix)	焦点距離 (mm)	ISO	シャッター		ひび割れ幅		
				スピード	波	自動検出幅	実測幅	誤差
				(秒)		(mm)	(mm)	(mm)
	350	80	400	1/250	あり	0.3	0.3	(
				1/500	あり	0.33	0.3	0.03
			800	1/250	あり	0.27	0.3	-0.03
				1/500	あり	0.27	0.3	-0.03
		55	400	1/250	あり	0.46	0.3	0.16
				1/500	あり	0.4	0.3	0.1
			800	1/250	あり	0.1	0.3	-0.2
				1/500	あり	0.45	0.3	0.15



写真3 ひび割れ自動検出結果