

## 1. 基本事項

技術番号	BR030006-V0424			
技術名	IoTカメラを用いた支承機能モニタリングシステム			
技術バージョン	Ver1	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社イクシス			
連絡先等	TEL: 044-589-1500	E-mail: ix-s-npro@ixs.co.jp	金野寿哉	
現有台数・基地	30台	基地	神奈川県川崎市幸区新川崎7-7	
技術概要	本技術は、「IoTカメラと画像解析技術」を使用して橋梁支承部のボルトについてゆるみ量、腐食発生状態を計測する技術である。測定対象はボルトであり、測定項目は腐食・ゆるみ・脱落が対象となる。測定インターバル時間を任意で設定する機能を有し、インターバル時刻になると支承部の画像を取得する。取得した画像データは、電話回線を用いて専用外部サーバーに転送される。専用外部サーバーの画像解析アプリケーションは、測定項目であるボルトのゆるみ量、腐食発生状態を算出する。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	支承部(支承本体,アンカーボルト,落橋防止システム,沓座モルタル,台座コンクリート) H形鋼桁橋(支承部(支承本体)) RC床版橋(その他(RC床版橋(支承部(支承本体))))		
	損傷の種類	鋼	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断 ⑤防食機能の劣化	
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰	
		その他	⑩支承部の機能障害	
		共通	⑫漏水・滞水 ⑬変形・欠損	
検出原理	画像(静止画/動画)			
検出項目	ボルトのゆるみ/腐食の発生状態			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		・本計測機器は、画像取得カメラ部+データ収集記録装置+通信装置+内臓バッテリーが一体構造であり、橋脚天端に固定し計測を行うものである。また計測したデータ(画像データ)は、計測機器一体構造の通信装置がLTEで、専用サーバーに転送される。	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	【据置型】 ・本計測機器は、画像取得カメラ部+データ収集記録装置+通信装置+内臓バッテリーが一体構造であり、橋脚天端に固定し計測を行うものである。	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
動力	・動力源:電気式 ・電源供給容量:内臓バッテリーまたは、外部電源供給 ・定格容量:6.0V		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・1回/日×30日(外気温度40℃~-2℃) ・1回/時×2日(外気温度40℃~-2℃)		
設置方法	・計測機器(一体構造)をボルト・ナットにより取付を行う。その際、橋脚天端にボルトを取り付けた専用のアタッチメント(L200mm×W250mm鉄板)が必要である。専用のアタッチメントは、アンカーボルト(M6埋め込み深さ30mm)または、コンクリート用ボンドで固定する。 ・測定対象であるボルト・支承部が測定画像画角内に収まるように位置に設置を行いボルト・支承部の画像取得に支障がない位置に1mm単位(全長100mm)のスケールを設置する。		
外形寸法・重量(分離構造の場合)	・一体構造(計測装置+データ収集記録装置+通信装置+内臓バッテリー): 最大外形寸(L160mm×W160mm×H175mm)、最大重量(1kg)		
センシングデバイス	・カメラユニット部 CCTV方式		
計測原理	・橋脚天端に設置(据置)した計測装置で測定対象部の撮影を行う。取得した画像データの解析を行い測定対象(ボルト)箇所の位置情報を算出する。測定毎に算出された位置情報と計測開始時に取得した初期値画像より算出したボルト箇所の位置情報を比較を行いボルトのゆるみ、脱落などを把握する。 また、色識別機能を使用しボルトの腐食発生状態を同時に把握する。		
計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	・計測機器を測定対象項目により橋脚天端部にそれぞれ設置(据置)する。 ・計測装置は、測定部(ボルト)、支承部の沓座不動点(不動点)の画像を取得できるように位置を調整する必要がある。 鉛直方向及び水平方向1軸 色識別測定1面 設置カメラ1台 鉛直方向及び水平方向1軸 色識別測定2面 設置カメラ2台		
精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・計測毎画像データからボルトのゆるみ・脱落/腐食の発生状態を解析する為、測定箇所と測定レンズの間の視野に障害物が無いように留意する必要がある。障害物等を検出した際は、解析データが特異値として位置座標を算出し正常な指示値を示すことが考えられる。 ・適切な測定結果が得られるよう、測定レンズの汚れや気温変化による曇りなどの発生を防ぐように考慮する必要がある。 ・計測時に計測装置に振動が与えられた場合、画像取得データからの解析による測点位置座標の誤差が発生することが考えられる。 ・画像処理においては、蛍光灯などの波長に影響する場合がある。カメラ設置位置より視通可能な蛍光灯が設置されている場合は、画像を取得し乱れ等が無き事をデータサーバーに画像を送り専用アプリケーションで確認を行う。波長域が被る場合、環境外の波長域、例えば赤外線波長を使用して干渉しないようにする。 ・画像処理においては、測定対象物の色識別判定技術を用いて測定部の腐食検出を行う。泥水等の測定部の汚れなどが検出精度の影響が考えられる。		
計測装置	①橋脚天端に計測機器設置後に計測装置よりボルト、支承部沓座(不動点)画像を取得する。 ②画像取得したデータを携帯電話回線を利用しインターネット網から専用サーバーへ転送する。 ③転送された画像データの支承部沓座部(不動点)2点に座標(水平、鉛直)を入力する。 ※不動点位置は、点検技術者が指定する。部材サイズは設計及び実寸(メジャー等にて測定) ④上記作業により測定部(ボルト形状測定)の初期値座標(水平、鉛直)と部材の色(RGB値)が画像解析アプリケーションで算出される。 本作業で計測初期値座標が算出され記憶された初期値画像データが生成される。 ⑤設定インターバル毎に計測装置よりボルト、支承部沓座(不動点)画像を取得する。 ⑥画像取得したデータを電話回線を利用しインターネット網から専用サーバーへ転送する。 ⑦転送された画像データと初期値画像データを画像解析アプリケーションで重ね合わせ処理を行い(不動点とした支承部沓座(不動点)形状を自動把握し画像を重ね合わせる)。 ⑧重ね合わせた最新の画像データの支承部沓座(不動点)に座標を入力する。(水平、鉛直) ⑨上記作業により測定部(ボルト形状測定)の座標(水平方向、鉛直方向)と部材の色(RGB値)が画像解析アプリケーションで算出される。 ⑩上記作業で算出された測定部座標(水平方向、鉛直方向)と初期値画像データの測定部座標を画像解析アプリケーションで比較し相対変位量を算出する。 ⑪上記作業で算出された測定部(ボルト)の色データ(RGB値)と初期値画像データの測定部色データ(RGB値)を画像解析アプリケーションで色識別判別を行い腐食の発生状況を測定する。		
計測プロセス			

	<p style="text-align: center;">図 処理フロー図</p>
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測定項目 ボルトの変位(ゆるみ)、脱落、腐食(色識別技術)を色データであるRGB数値で表示。</li> <li>・測定データは、テキスト形式ファイルでダウンロードが可能。</li> </ul>
計測頻度	初期値画像データ取得後 測定時間30秒/1回の計測
耐久性	IP66
動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給容量:内臓バッテリーまたは、外部電源供給</li> <li>・定格容量:6.0V</li> </ul>
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・48時間(外気温:0℃~40℃、60分に1回計測の場合)</li> <li>・30日間(外気温:0℃~40℃、1日に1回計測の場合)</li> <li>・180日間(外気温:0℃~40℃、30日に1回計測の場合)</li> </ul>
設置方法	計測装置をボルト・ナットにより取付を行う。その際、ボルト位置の調整が可能な専用のアタッチメント(20cm×20cm鉄板)が必要である。
外形寸法・重量(分離構造の場合)	-
データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・記録メディア(SDカード)に保存</li> <li>・計測機器のデータ収集・通信装置から計測したデータをインターネット(携帯電話回線)経由で専用サーバーに伝送しハードディスクに保存</li> </ul>
通信規格(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・通信方法 LTE</li> <li>・通信規格 2.1GHz帯</li> <li>・通信速度 22Mbps-43Mbps</li> <li>・通信距離 数m~数km</li> </ul>
セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	認証方式:WPA、WPA2-PSK
動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給容量:内臓バッテリーまたは、外部電源供給</li> <li>・定格容量:6.0V</li> </ul>
データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・48時間(外気温:0℃~40℃、60分に1回計測の場合)</li> <li>・30日間(外気温:0℃~40℃、1日に1回計測の場合)</li> <li>・180日間(外気温:0℃~40℃、30日に1回計測の場合)</li> </ul>

## 3. 運動性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
3-1 安定性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

## 4. 計測性能

項目		性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件	
計測装置	4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	絶対誤差 0.42mm	・試験体測定 3データ誤差を平均 ・真値:10mm、31mm、52mm ・測定値:9.5mm、30.7mm、51.4mm	
		標準試験値	標準試験方法 変位 支承部の機能障害(2020) 実施年 2024年 ・橋軸方向 相対差:0.18mm ・鉛直方向 相対差:0.13mm	橋軸方向 サンプル数:10 鉛直方向 サンプル数:10	
	4-3 位置精度(移動しながら計測する場合)	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2020年 ・フルカラーチャート識別可能	-	
	計測レンジ(計測範囲)		性能確認シートの有無 ※	無	
			性能値	変位量=±0.5mm~±100.0mm	-
	感度	校正方法		・メーカー点検保証	-
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比		性能確認シートの有無 ※	-
性能値	-			-	
分解能		性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	未検証	・変位量=±0.1mm カメラレンズから測定部距離が50cmで1ピクセルあたり0.1mm	

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

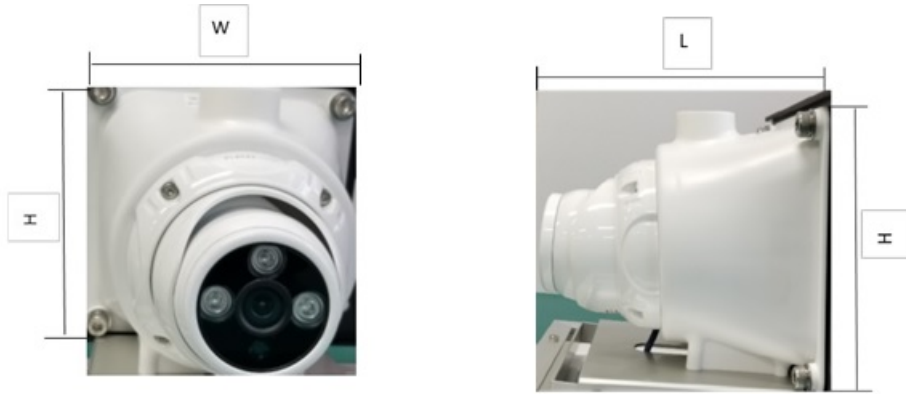
## 5. 留意事項(その1)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	橋脚天端は人が進入し作業ができる箇所約50cm以上の離隔が取れること。	-
	周辺条件	計測機器据置き設置位置である橋脚天端に20cm×20cmの平坦領域が必要かつ測定対象部とカメラレンズ位置は5cm以上の離隔が取れること。	-
	安全面への配慮	計測装置設置時は、一般的な高所作業の対策を実施の事	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	-	-

## 5. 留意事項(その2)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	IoTネットワークカメラ設置マニュアル(イクシス製)理解の事	-
	必要構成人員数	設置作業1人、補助員1人 合計2名	-
	作業ヤード・操作場所	-	-
	計測費用	対象となる橋梁条件を設定し、計測機器の月額レンタル費用を記載する。 ただし、消費税、一般管理費、間接工事費、旅費交通費、諸経費は含まない。 【橋梁条件】 橋種[鋼橋・Co橋] 部位・部材[支承部アンカーボルト] 検出項目:支承部アンカーボルトの腐食・ゆるみ・脱落 月額レンタル費用:70,000円/1台、220,000円/4台	-
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	インターバル機能、自動画像取得、画像データ伝送有	-
	利用形態:リース等の入手性	購入及びレンタル	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポート体制あり	-
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

## 6. 図面



・ 一体構造 (計測装置 + データ収集記録装置 + 通信装置 + 内蔵バッテリー) :  
最大外形寸 (L160mm × W160mm × H175mm) 、最大重量 (1kg)