1. 基本事項

技術番号		BR010004−V0525				
技術名		主桁フランジ把持式点検装置(Turretsタレット)				
技術バージョン		Ver1			作成：	2025年3月
開発者		株式会社イクシス				
連絡先等		TEL：	044-589-1500	E-mail：	ixs-npro@ixs.co.jp	ﾋﾞｼﾞﾈｽﾃﾞｨﾍﾞﾛｯﾌﾟﾒﾝﾄ部門 金野寿哉
現有台数・基地		1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、自走式ユニット機能を有するロボットにてカメラ撮影を行い取得した画像データを用いて専用アプリケーションで床版のひびわれの自動検出と主桁鋼材の腐食状態測定を行う技術である。				
技術区分	橋種	鋼橋				
	対象部位	上部構造（主桁,主桁ゲルバー部,横桁,縦桁,床版,対傾構,横構） H形鋼桁橋（上部構造（主桁）,床版）				
	損傷の種類	鋼	①腐食 ②亀裂 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 ⑪床版ひびわれ			
		その他				
		共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑲変色・劣化 ⑳漏水・滞水 ㉓変形・欠損			
	検出原理	画像（静止画）				

2. 基本諸元

計測機器の構成			・本計測機器は画像取得機能を有した移動式ロボットある移動装置内にセンシングデバイスであるデジタルカメラを専用のアタッチメントにより固定して計測を行うものである。 ・アタッチメント部は、昇降及び橋梁横断方向へ移動する機構を有する装置により測定デバイスレンズ部が測定箇所に近接し画像データを取得することが可能であり、計測したデータは制御用PCに記録・保存される。
移動装置	機体名称		-
	移動原理		【懸架型】 ・橋梁の主桁下フランジを挟む形で本体左右走行ユニットを設置する。 ・下フランジ上を自走し径間方向を、カーボンレール上を観測装置が自動走行し幅員方向を測定し本体に搭載された自動昇降機構（伸縮式）と橋梁横断方向へ移動する機構を有する装置を用いて測定対象物の状況に応じた撮影位置を調整する。 ・撮影終了後、機器を次の点検位置へ移設する。 写真1，走行ユニットの下フランジ設置（把持）状況 写真2，昇降装置
	運動制御機構	通信	・有線式
		測位	・回転式パルスカウンターにて距離を算出し測位（パルスカウンターは、ガイドローラーに装着） ・測定最大距離50m
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量		・一体構造（移動装置＋計測装置）： ・最大外形寸法（L600mm×W3000mm×H300mm） ・合計最大重量（50kgf）、ユニットあたりの重量 15kg程度
	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：外部電源 ・定格容量：100V、5A
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)		-
計測装置	設置方法		・「移動装置と一体的な構造」・橋梁の主桁下フランジを挟む形で本体左右走行ユニットを設置する。 ・隣接する下フランジ間距離は、最短1000mm～最長2800mm以内
	外形寸法・重量(分離構造の場合)		-
	センシングデバイス	カメラ	・センサーサイズ（縦222.5mm×横15.0mm)、ピクセル数（2020万画素）、焦点距離（50mm）
		パン・チルト機構	・水平-180°～+180° ・鉛直-20°～+90°
		角度記録・制御機構 機能	・橋梁縦断横断方向、PAN軸、Tilt軸、ズーム自動制御可能
		測位機構	・回転式パルスカウンターにて距離を算出し測位（パルスカウンターは、ガイドローラーに装着） ・測定最大距離50m以内
	耐久性		-
	動力		・外部電源（発電機等AC100V出力）より移動装置へ専用電源ケーブルにて供給
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		-
データ収集・通信装置	設置方法		・ノート型パソコン（オペレーティングシステム　Windows10）
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)		最大外形寸法（W270 mm×L188 mm×H19 mm) 最大重量　(1.1kgf)
	データ収集・記録機能		・計測機器のデータ収集・通信装置から計測したデータを制御用PC内部に保存
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)		-
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)		-
	動力		・外部電源（発電機等AC100V)より移動装置へ専用電源ケーブルにて供給

	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	-

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　※	無	
	性能値	【懸架型】 ・最小所要空間寸法： 縦、横、高さ（600、3000、1800）（mm）	・最大外形寸法（L600mm×W3000mm×H300mm＋昇降装置H1500mm）が進入できる空間があること
	標準試験値	未検証	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無　※	無	
	性能値	【懸架型】 ・橋軸方向最大：50m 写真1．鉛直方向可動部 写真2．横断方向可動部	・橋軸方向は、最大50m ・橋軸直角方向は桁間距離最大2.8m、鉛直方向1.5m
	標準試験値	未検証	-
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	-	-

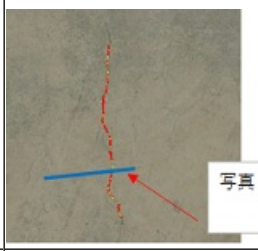
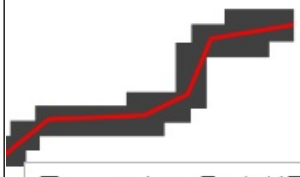
※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

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　※	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	・最小ひびわれ幅：0.05mm ・計測精度：未検証	-
			標準試験値	標準試験方法　ひびわれ　地上（2019） 実施年　2020年 ・最小ひびわれ幅：- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度：0.06mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度：0.10mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度：0.04mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度：0.04mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度：0.52mm	・照度：243.9 lx ・超解像度を使用 ・停止して撮影 ・被写体との距離：1.0m
	4-3 オルソ画像精度	長さ計測精度	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 ・相対誤差：0.17%	・真値：3.007m ・測定値：3.012m ・照度26200 lx ・停止して撮影 ・被写体との距離：3.0m
		位置精度	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 ・絶対誤差（Δx、Δy）＝（0.011、0.023）（m）	・真値（x、y）＝（2.893、0.897）（m） ・測定値（x、y）＝（2.882、0.874）（m） ・照度26200 lx ・停止して撮影 ・被写体との距離：3.0m
	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 (照度 93.8 lx) フルカラーチャート識別可能	・照度93.8 lx ・停止して撮影 ・被写体との距離：1.0m

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順			①ひびわれの自動抽出機能により、ひびわれを抽出する。 ②ひびわれ幅、長さを自動抽出する。 ③撮影した画像を1径間ごとにつなぎ合わせる。ロボットの位置情報等を基に自動でつなぎ合わせる。 ④抽出したひびわれをDXFに自動で変換する。 ⑤ひびわれ以外の変状については、目視にて撮影画像を確認しながら手動で入力する。
ソフトウェア情報	ソフトウエア名		・「イクシスクラウド Ver1.0」（自社開発ソフト） WEBアプリケーションの為、随時バージョンアップをして提供します。
	検出可能な変状		・ひびわれ（幅、長さ） ・腐食
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・画像解析ソフト（自社開発ソフト）による自動検出 検出方法及びひびわれ幅算出 ①取得画像からひびわれ位置を検出（コンクリート部分とひびわれ部の色の違いにより判別） ②ひびわれに直交するピクセル数と解像度よりひびわれ幅を自動算出する。 ・撮影条件・仕様等 　弊社ロボットに搭載のカメラ(撮影条件調整済)にて撮影 【移動方向ラップ率】 30% 【被写体との距離】 ひびわれ幅分解能　0.05mm　　測定距離　0.5m以内 ひびわれ幅分解能　0.2mm　　測定距離　2.0m以内 ・画像解析ソフト（自社開発ソフト）による自動検出に用いる教師データは、コンクリート構造物としてRC床版橋におけるひびわれ、床版ひびわれに関する写真に、技術者による点検成果を重ね合わせ、寸法等の情報を付与したデータ（約5橋分、総数10径間）を解析しソフトウェア開発者が学習させている。  写真1.　ひびわれに直交する線
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅：画像解析ソフト（自社開発ソフトによりひびわれ幅自動（算出） ひびわれに直交するピクセル数と解像度よりひびわれ幅を自動算出する。 ・長さ：画像解析ソフト（自社開発ソフトによりひびわれ沿いの長さを自動（算出）計測 ①ひびわれとして抽出された画像領域(下図黒)を細線化し、形状を折れ線として抽出する ②折れ線を構成する各線分について2点座標間の距離を算出して合計することで、ひびわれの全長をピクセル単位で求める  図1.　ひびわれ長さ解析図
		ひびわれ以外	・人が画像を確認する。
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	・ひびわれの検出：検出率95%（測定対象面積200㎡の場合）
		変状の描画方法	・点群データ(ラスタ画像) ただし、ひびわれの幅・長さを算出する際や、DXFに変換する際に、内部的にベクタとしてひびわれを扱う
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG　(弊社のロボットにて撮影した画像)
		ファイル容量	6MB程度　(弊社のロボットにて撮影した画像)
		カラー／白黒画像	カラー
		画素分解能	ひびわれ幅 ①0.2mmを検出（測定点との距離2.0m以内）　0.3mm/Pixel 以内　(当社計測装置のロボットにて撮影した画像)
		その他留意事項	・超解像技術を利用 ・弊社のロボット以外で撮影した画像に関しては応相談 ・測定対象において勾配がある場合は、勾配率を調査入力が必要
	出力ファイル形式		WEBアプリケーションにてビューワを提供、以下の情報をダウンロードで提供 JPEGで個別の損傷抽出した画像と、つなぎあわせた1径間の画像

	DXFで1径間の損傷位置の図面
調書作成支援の手順	①点検ロボットで計測記録した画像を当社に何らかの手段で引き渡す。 ②当社にてデータの解析及び合成を行う ※損傷抽出機能、複数毎の画像データの合成、画像データのラップ率は30%で重ね合わせ画像データ類似点を検出し重ね合わせる。 ③損傷マップの自動作成機能 前工程で得られた損傷箇所の位置情報から損傷マップを自動作成、ひびわれ幅損傷マップは、ひびわれ幅により色分けして表示される。 ④クラウドから解析結果のデータをダウンロードし、出力する。 ※インターネット網に接続しているパソコンが必要
調書作成支援の適用条件	・以下の条件の画像データが得られるように撮影すること。 1）被写体に対して正対して撮影 2）ひびわれの計測精度が「最小ひびわれ幅0.2mmの場合は、画像の解像度は0.3mm/pix以下となるよう撮影する。測定点と計測装置距離は、2.0m以内
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウエア名	・現地での入力：弊社より提供のPC　(現場での作業時のみ) ・点検調書データのダウンロード：ブラウザ Chrome ・「イクシスクラウド ver1.0」（自社開発ソフト）

6. 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	桁下と移動装置の離隔は、0.4m以上を保持すること。 桁下空間として1.5mが必要。	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	高所作業における一般的な安全事項実施のこと。	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	装置設置位置（橋梁下部工天端）へ立ち入りの際に交通規制を行う可能性がある。	-
	その他	計測装置設置・撤去時作業足場を設けること。	-

6. 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	計測装置設置・測定マニュアル（イクシス社製）の理解	-
	必要構成人員数	操作1人、補助員2人 合計3名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	資格作業は無し	-
	作業ヤード・操作場所	移動装置外観が視通できる範囲	-
	点検費用	対象となる橋梁条件を設定し、その点検費用を記載する。 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I桁橋］ 支間長「50m］ 幅員［10m］ 部位・部材「鋼製桁及びコンクリート床版］ 活用範囲：床版500m2 検出項目：鋼製桁の腐食、コンクリート床版のひびわれ（長さ、幅） 費用：2,000,000円（機器レンタル費＋計測費＋画像解析費）	-
	保険の有無、保障範囲、費用	無	-
	自動制御の有無	無	-
	利用形態：リース等の入手性	レンタル　／画像解析	-
	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	製品提供会社（イクシス社）による自社点検	-
	その他	-	-

7. 図面

・一体構造（移動装置＋計測装置）：
・最大外形寸法（L600mm × W3000mm × H300mm＋昇降装置H1500ｍｍ）
・最大重量（25kgf）

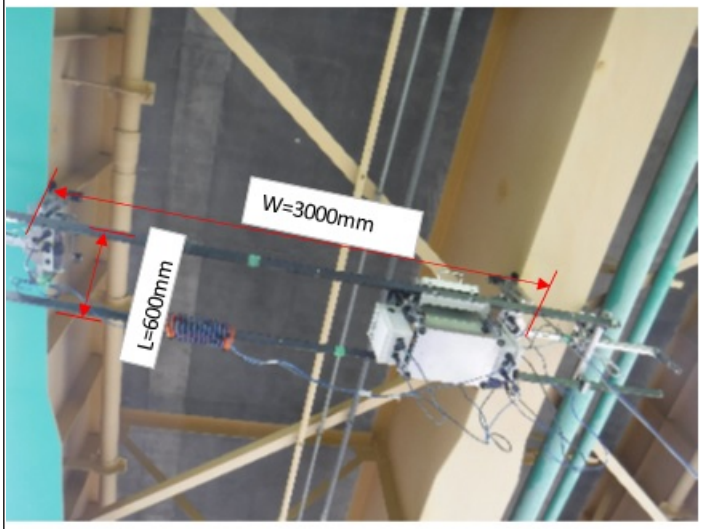


写真1.　外寸図記載

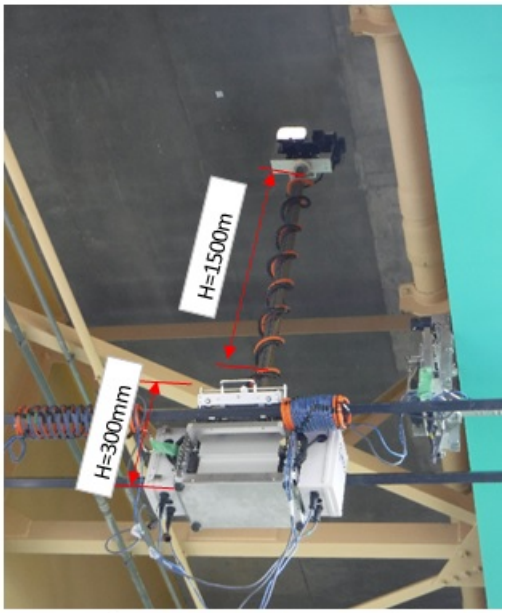


写真２．外寸図記載