

# 1. 基本事項

技術番号	BR010001-V0525			
技術名	斜張橋斜材点検装置 コロコロチェッカー			
技術バージョン	-	作成:	2025年3月	
開発者	西松建設株式会社 佐賀大学			
連絡先等	TEL: 03-3502-0218	E-mail:	yuki_tezuka@nishimatsu.co.jp yuusuke_takahara@nishimatsu.co.jp 西松建設 手塚裕紀、高原裕介	
現有台数・基地	2台	基地	神奈川県愛甲郡愛川町	
技術概要	コロコロチェッカーは、斜張橋の斜材保護管表面全周をカメラで撮影するワイヤレスの自走式ロボットである。撮影画像を用いて斜材表面の全周の損傷等の形状・寸法・位置を記録し保存する。損傷検出ソフトによる画像解析によって変状を自動で抽出し、損傷の位置・形状等を展開図などの帳票として出力保存でき、損傷は原画像を拡大することによって詳細を確認することができる。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(斜張橋)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他	その他(斜材保護管表面の亀裂)	
	共通	㊦変形・欠損		
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置 : 自走式ロボット</li> <li>・計測装置 : デジタルカメラ</li> <li>・データ収集 : SDカード</li> <li>・通信 : 無線LAN</li> <li>・機器操作 : 操作用ノートPC</li> </ul>	
移動装置	機体名称	コロコロチェッカー	
	移動原理	(型式)【接触型】【懸架型】本体下側部分を開けて本体内部の駆動車輪と従動車輪により斜材保護管を囲むようにセットして本体下部を閉じる。駆動車輪を電動モーターで駆動させることにより、斜材上を昇降する。	
	運動制御機構	通信	・無線LAN:IEEE802.11n 2.4GHz対応
		測位	・従動輪に設置された距離計(エンコーダー)により斜材上の位置を測定
		自律機能	・自律機能なし
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一体構造(移動装置+計測装置)</li> <li>・最大外形寸法(L500mm×W500mm×H500mm 部分的な凸部を除く)</li> <li>・最大重量(約30kg)</li> </ul>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリー</li> <li>・動力源:電気式・電源供給容量:リチウムイオンバッテリー、容量 348Wh(87Wh×4個)・電源定格出力:電圧14.4V、最大電流10A・モータ定格出力:120W(30W×4個)</li> </ul>	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・2時間(0~40℃ 使用条件などで短くなる可能性がある)	
計測装置	設置方法	・移動装置と一体的な構造	
	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フルハイビジョンビデオカメラ 4台</li> <li>・約207万画素(横1,920画素×縦1,080画素)</li> </ul>
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	・走行機構と共用
	耐久性	・防水、防塵性なし	
	動力	・移動装置、計測装置共有のバッテリーより供給(Vマウント型バッテリーパック)	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・2時間(0~40℃ 使用条件などで短くなる可能性がある)		
データ収集・通信装置	設置方法	・移動装置と一体的な構造	
	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>・操作用ノートPCに送られたリアルタイムのモニタリング画像はモニタリングのみでPCには保存されない</li> </ul>	
	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	・移動装置、計測装置共有のバッテリーより供給(Vマウント型バッテリーパック)	
	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 ※	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 ※	有	
	性能値	【接触型】 ・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ(500、370、500)(mm)	・斜材ケーブル間距離:600mm以上 ・ケーブル間隔が上記以下のツインケーブルでは適用不可 ・機器外寸が500mm×500mm×500mmであり、ケーブル中心から最遠部までの距離は360mm、隣接するケーブルの直径の最大値Φ230mmの場合、 $360+230/2 \approx 500 < 600$ ・性能値は進入可能な最小空間寸法を示すため、上記ケーブル間隔と機器外寸から算出した値である。
	標準試験値	標準試験方法 斜張橋(ケーブル)(2021) 実施年 2024年 ケーブル間隔 4m	・ケーブル間隔4m(上下) ・ケーブル径:φ170、180mm ・角度:24°
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【接触型】 ・最大距離:510m	・操作用ノートPCと本機とのWi-Fi通信が可能な見通し距離300m(周囲の環境や電波状況により変化) ・見通しのよい平地にて510mの距離で操作用ノートPCと本機間のWi-Fi通信が可能なことを確認した。
	標準試験値	標準試験方法 斜張橋(ケーブル)(2021) 実施年 2024年 ・延長:79m	・ケーブル径:φ180mm ・角度:24°
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 ※	有		
		性能値	【接触型】 ・速度:0.087m/s	・撮影(移動)速度:5±0.5m/min(0.075~0.092m/s) ・斜材角度により速度は変動するため、平均移動速度を性能値とした。 ・斜材角度:65°以下	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2024年 ・撮影速度:0.092m/s	ケーブル径φ180mm ・角度:24° ・表面:ポリエチレン ・表面凹凸:無処理 ・風速:0~0.6m/s ・撮影時移動方向:主桁→主塔	
	4-2 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 斜材の変状 (2024) 実施年 2024年 ・検出率:100% ・的中率:88%	・ケーブル径:φ、180mm ・風速:0~0.6m/s ・照度:9.2kLux  ・検出率=正解箇所数/損傷箇所数(真値) =100%(30箇所/30箇所)  ・的中率=正解箇所数/箇所数(誤検出含む) =88%(30箇所/34箇所)	
	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 ※	-	
			性能値	-	-
			標準試験値	-	-
位置精度		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 2024年 フルカラー識別可能	・被写体距離:75.5m ・照度:9.2kLux ・風速:0~0.6m/s		

※「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		<p>・取得した映像について損傷検出ソフトにより下記の処理を行う</p> <p>①映像を再生し、フレーム毎に自動判定で損傷箇所を抽出する。(自動)</p> <p>②損傷箇所の情報を保存し、映像を静止画で出力する。(自動)</p> <p>③出力した映像を目視確認し、汚れなど明らかに損傷ではないと判断できるものは除外する。(手動)</p> <p>(損傷の検出は、画像の濃淡変化から自動判定しているため、キズやひびわれなどの損傷以外に、汚れも損傷として 検出される場合がある。)</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・「傷検知アプリケーションPhase3.0」(自社開発ソフト)		
	検出可能な変状	・斜材保護管表面の傷、亀裂、ひびわれ、変形・欠損		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・該当なし(ひびわれを損傷として検出するが、ひびわれ以外の損傷との区別はできない)	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	-	
		ひびわれ以外	<p>・映像の濃淡変化について、ソフトが自動で輝度のしきい値を決定し、しきい値を超えた部位を損傷と自動判定して抽出する。</p> <p>・カメラ画角内の明るさの差を自動で補正して損傷を判定して抽出することで、ケーブル全面の損傷の検出精度を確保している。</p> <p>・撮影条件・仕様等</p> <p>1) カメラ:フルハイビジョンビデオカメラ</p> <p>2) 撮影設定:シャッター速度固定</p> <p>3) 撮影速度:5±0.5m/min(0.075~0.092m/s)</p> <p>4) LED照明:機器周囲を黒いカバーで覆い遮光することで、日照等の影響を排除</p> <p>5) ラップ率:映像による連続撮影</p> <p>6) 画質:動画、静止画ともに約207万画素(横1,920画素×縦1,080画素)</p> <p>7) 画質フォーマット:動画:mkv、抽出した静止画:JPG</p> <p>・損傷範囲の大きさは、損傷を検知した箇所が含まれる斜材方向および斜材と直角方向の範囲の大きさをソフトにより自動算出する。</p> <p>・画素数から損傷範囲の大きさを演算している。斜材表面とカメラの距離が固定されており、損傷範囲の大きさは、斜材表面のカメラに最も近い場所で画素数当りの長さを基準に算出される。このため、カメラから遠い部分については、長さの誤差が発生する。この誤差は 斜材径が小さいほど大きくなる。</p>	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	<p>・損傷に対する検出精度の検証は行っていない。</p> <p>・損傷の検出は、画像の濃淡変化から自動判定しているため、キズやひびわれなどの損傷以外に、汚れも損傷として検出される場合がある。出力した映像を目視確認し、汚れなど明らかに損傷ではないと判断できるものは除外する。</p>	
		変状の描画方法	・映像の濃淡変化について、ソフトが自動で輝度のしきい値を決定し、しきい値を超えた部位を損傷と自動判定して抽出し、静止画像上に範囲を線で表示する。	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	動画:mkv、抽出した静止画:JPG	
		ファイル容量	4GByte	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		傷の長さ1mmを検出するためには、(0.2)mm/Pixel以下であることが必要		
その他留意事項		・損傷と汚れの選別は技術者の判断で行う。		
出力ファイル形式	帳票:html、帳票一覧表:html、報告書xlsx、映像:mkv、画像:jpg			
調書作成支援の手順		<p>斜材保護管に関する各管理者の点検調書は、管理者により求められる書式が異なる。本技術の損傷検出ソフトから出力した帳票類(帳票:htmlファイル、報告書:EXCELファイル、映像:mkvファイル、画像:jpgファイル)でよい場合は、そのまま提出する。損傷の一覧表については、帳票 一覧表のhtmlファイルの内容をコピーしてEXCEL等の表に貼り付けて活用することが可能である。本技術の専用ソフトによる帳票作成の手順は下記の通りである。</p> <p>①本計測機器により画像データを取得する。</p> <p>②ソフトをインストールしたPCを立ち上げ、所定のフォルダに撮影した動画の全データをコピーする。</p> <p>③ソフトを起動し、路線名、橋梁名、橋梁の諸元等の必要情報を入力する。</p> <p>④出力先のフォルダを選択する。</p> <p>⑤ソフトの開始ボタンをクリックして処理を開始すると出力先のフォルダに調査結果調書の展開図および損傷一覧表が自動作成される。また、損傷箇所の画像ファイルについてフォルダが自動作成され、各画像が自動保存される。</p> <p>⑥自動抽出された調査結果調書の損傷一覧表の画像を確認し、報告書に載せる損傷を選択し、報告書作成ボタンをクリックすると報告書(ケーブルNo.、距離、損傷の大きさ、撮影日等の項目と該当箇所の画像が掲載された表)が自動作成される。</p> <p>⑦調査結果報告書、調査結果調書(展開図、損傷一覧表)、損傷箇所連続画像、動画ファイルを電子データで取りまとめて提出する。調査結果報告書、調査結果調書、損傷箇所連続画像は印刷物として提出する。</p>		
調書作成支援の適用条件		<p>・本計測機器により取得された画像であれば、本技術の専用ソフトによる帳票作成が可能</p> <p>・斜材保護管に関する発注者の点検調書は、管理者により求められる書式が異なる。点検調書が本技術のソフトから出力した帳票類でよい場合は、そのまま提出する。</p> <p>・損傷の一覧表の書式が指定されている場合、帳票一覧表のhtmlファイルの内容が活用可能。</p>		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		・損傷検出ソフト「傷検知アプリケーションPhase3.0」(自社開発ソフト)		

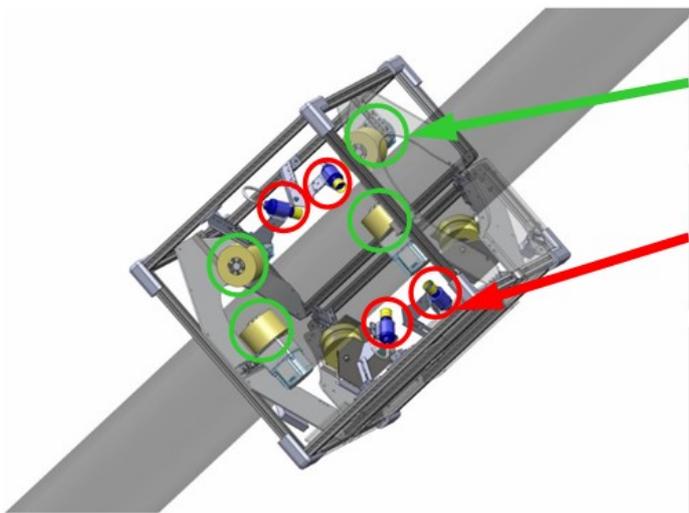
## 6. 留意事項(その1)

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	-	-
	周辺条件	・照明灯などの障害物がある場合は高所作業車を併用する	-
	安全面への配慮	・交通規制の必要がない条件であれば、計測中の交通には支障しない	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	下記の場合には交通規制が必要となる。 ・道路外に搬出入スペースがない場合 ・装置の設置・撤去のスペース(幅1.5m×長さ1.5m)がない場合 ・斜材への装置取付の際、高所作業車が必要な場合  歩道通行止めまたは車道部1車線規制などは斜材位置と搬出入スペースにより異なる。	-
	その他	下記の場合は作業中止 ・降雨、降雪がある場合 ・風速10m/s以上の場合 ・直射日光等の影響により装置内温度が40℃を超える場合	-

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	・専門技術者が実施する	-
	必要構成人員数	技師1名、技術員2名、見張り1名 合計4名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	資格不要	-
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲:操作用PCの配置範囲として4㎡ 搬出入車両1台分駐車スペース 高所作業車が必要な場合は高所作業車駐車スペース 操作場所:計測機器より300m以内	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [斜張橋] 部位・部材 [斜材保護管] 活用範囲 [斜材総延長 5,000]m 検出項目 [保護管表面の傷、亀裂、ひびわれ、欠損] <費用> 合計 5,000,000円 (諸経費除く)	高所作業車が不要の場合
	保険の有無、保障範囲、費用	第三者への損害および橋梁等への損害に対する賠償保険を調査業務の都度加入する。	-
	自動制御の有無	自律制御なし	-
	利用形態:リース等の入手性	斜材保護管調査業務を西松建設が実施する。	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	装置故障時には調査業務を担当する西松建設あるいは 提携コンサルタントが対応する。	-
	センシングデバイスの点検	調査開始前の動作確認	-
その他	下記の場合は適用不可・斜材径φ90~230mm以外。 ・斜材長が300mを超える場合 ・直径5mm以上の段差がある場合 ・斜材角度が65°を超える場合 ・斜材上や近接する場所に回避できない障害物がある場合 ・斜材断面が矩形 ・保護管の被覆がない斜材 ・間隔の狭いツインケーブルの斜材	-	

## 7. 図面



モータ駆動（4輪）で昇降  
（走行速度：5 m/min）

フルハイビジョンカメラ  
（4台搭載）

バッテリー搭載  
（2時間以上連続運転可能）  
※現場で予備バッテリーと交換



無線アンテナ  
（通信距離：約300m）

操作PC  
（ロボット操作、映像監視）

# 1. 基本事項

技術番号	BR010002-V0525		
技術名	超望遠レンズによる高層構造物の外観検査技術		
技術バージョン	R2.2	作成:	2025年3月
開発者	株式会社アルファ・プロダクト		
連絡先等	TEL: 048-485-1655 080-2428-7044	E-mail: info@alpha-product.co.jp coredatasystem@gmail.com	技術担当取締役 原 徹
現有台数・基地	3	基地	埼玉県川口市上青木3-12-18 埼玉県産業技術総合センター503研究室

技術概要	<p>1、特長</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・足場不要で外観検査・クラック調査ができる技術</li> <li>・撮影距離32mで0.1mmクラック検出、撮影距離64mで0.2mmクラック抽出、撮影距離96mで0.3mmクラック抽出可能な画像精度</li> <li>・撮影範囲を厳守することで精度は原理的に維持される</li> <li>・撮影した画像をPCのモニターで拡大表示し、細部を詳細に見ることで鋼構造物の塗装の剥離、腐食、欠損等を把握することができる</li> </ul> <p>2、機器構成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1眼レフカメラ1台、三脚、望遠レンズ、大型ギア雲台、リモートコントロールシャッター、簡易測量機能付レーザー距離計、高出力レーザー</li> <li>・夜間は別途充電式LED照明使用</li> <li>・箱桁内部では充電式大光量ストロボ使用</li> </ul> <p><b>FOCUS<math>\alpha</math></b></p> <p><b>撮影状況と機材</b></p>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版,斜張橋) 下部構造(橋脚,橋台) 支承部(支承本体,落橋防止システム,台座コンクリート) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他) H形鋼桁橋(床版)		
	損傷の種類	鋼	①腐食 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 ⑬定着部の異常 ⑭変色・劣化 ⑳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		<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタル1眼レフカメラ</li> <li>・大型三脚</li> <li>・望遠ズームレンズ</li> <li>・レリーズ(リモートコントロールシャッター)</li> <li>・接眼レンズアダプター</li> <li>・簡易測量機能付きレーザー距離計</li> <li>・レーザー墨出器</li> </ul>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	【人力型】撮影ポイント毎に人間が装置一式をかついで移動する。	
	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	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レーザー距離計で撮影対象との距離を測定し、事前の設定精度に適合する撮影距離の位置を決定する。</li> <li>・三脚をセットし、カメラとレンズ、レンズフード、レリーズ、接眼レンズアダプターを取り付ける。</li> <li>・撮影対象の照度に合わせた露出を設定し、撮影する。</li> </ul>	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタル1眼レフカメラ:幅146×高さ124×奥行78.5mm、約1.0kg</li> <li>・レンズ:AF-S Nikkor 200-500mm f/5.6E ED VRの場合、径約108×長さ268mm、約2.3kg</li> <li>・三脚(Husky3段、折り畳み時:長さ77×幅15×高さ12cm、3.7kg)</li> </ul>	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Nikon D850</li> <li>4575万画素、シャッター速度:1/8000-30秒、ISO 64-25600、AF使用頻度の高いレンズ/AF-S Nikkor 200-500mm f/5.6E ED VR</li> <li>焦点距離:200-500mm、f値:5.6、画角:12度20分-5度</li> <li>レンズは現場条件により適宜選択する。</li> </ul>
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SONY α7R IV</li> </ul>
		角度記録・制御機構 機能	簡易測量機能付きレーザー距離計(LEICA DISTO D810)
		測位機構	-
	耐久性	防塵、防滴構造(メーカー表示に記載はない)	
	動力	カメラ内蔵バッテリー	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約1840コマ(CIPA/カメラ映像機器工業会規格):0℃~40℃、湿度85%以下(結露しない事)	
データ収集・通信装置	設置方法	カメラ本体のスロットにSDカードをセットする。	
	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>・カメラ本体にセットしたSDカードもしくはXQDカードに記録。</li> <li>・8256×5504pix. JPG, FINEモードの場合、1画像サイズは約22MB。</li> <li>・64GBSDカード1枚で約1900枚記録可能。</li> <li>・SDカードはUHSスピードクラス3以上を推奨。</li> </ul>	
	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	-	
	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 ※	-	
	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
4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※		有	
	性能値	-		雨天、降雪、強風時は撮影不可。
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ①0.022m <sup>2</sup> /sec ②0.031m <sup>2</sup> /sec		① ・撮影面積:16.5 m <sup>2</sup> ・被写体距離:15 m ・撮影時間:755 秒 ・風速:0~2.5 m/s ② ・撮影面積:16.5 m <sup>2</sup> ・被写体距離:30 m ・撮影時間:529秒 ・風速:0~1.8 m/s
4-2 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 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2023年 最小ひびわれ幅:- ① ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.51mm ② ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:-mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.48mm		① ・被写体距離:15 m ・照度:2.82~9.93 kLux ・風速:0~2.5 m/s ② ・被写体距離:30 m ・照度:2.94~9.93 kLux ・風速:0~1.8 m/s
計測装置 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:0.96% 実施年 2023年 ・相対誤差:0		実施年 2020年 ・真値:3.029m ・測定値:3m ・カメラ:Nikon D850(4575万画素) ・レンズ:AI AF Zoom-Nikkor 80-400mm f/4.5-5.6 G ED VR ・リモートコードMC36A ・撮影距離:10.5m ・仰角:22~30度 実施年 2023年 ・真値:1.114m ・測定値:1.114m ・カメラ:SONY α 7R IV ・撮影距離:30m
4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※		有	
	性能値	未検証		-
		2-1-12		実施年 2020年 ・真値(x,y)=(-2.893,0.897) (m) ・測定値(x,y)=(-2.945,0.902) (m) ・カメラ:Nikon D850(4575万画素)

4-4 色識別性能	位置精度	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2020年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.052, 0.005) (m)  実施年 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.001, 0.000) (m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レンズ: AI AF Zoom-Nikkor 80-400mm f/4.5-5.6 G ED VR</li> <li>・リモートコードMC36A</li> <li>・撮影距離: 10.5m</li> <li>・仰角: 22~30度</li> </ul> 実施年 2023年 <ul style="list-style-type: none"> <li>・真値(x, y)=(-0.995, -0.502) (m)</li> <li>・測定値(x, y)=(-0.994, 0.502) (m)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラ: SONY α 7R IV</li> <li>・撮影距離: 30m</li> </ul>
	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  実施年 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	実施年 2020年 <ul style="list-style-type: none"> <li>・被写体距離: 3.7 m</li> <li>・照度: 223 Lux</li> <li>・風速: 0.8m/s</li> <li>・カメラ: Nikon D850(4575万画素)</li> <li>・レンズ: AI AF Zoom-Nikkor 80-400mm f/4.5-5.6 G ED VR</li> <li>・リモートコードMC36A</li> <li>・撮影距離: 10.5m</li> <li>・仰角: 22~30度</li> </ul> 実施年 2023年 <ul style="list-style-type: none"> <li>・被写体距離: 30 m</li> <li>・照度: 2.94~9.93 kLux</li> <li>・風速: 0~1.8 m/s</li> <li>・カメラ: SONY α 7R IV</li> <li>・撮影距離: 30m</li> </ul>	

※「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撮影した画像をPCの画面上で拡大し、変状を確認する。 ②腐食や塗装剥離については画像で人間が確認する。 ③確認した変状は種類別にマーキングする。 ④画素サイズから変状の範囲を計算し、画像上で記入する。 ⑤扱いやすい区分で画像を接合する。 ⑥接合画像をエクセルに貼り付け、接合した区分単位で変状の総括表を作成する。 ※撮影時の仰角が大きくなるほど高さ方向の長さが圧縮される。この歪は通常は画像では補正せず、変状の総括表作成後に総括表の対象区分の仰角から、変状の高さのみ一括で補正する。 ※画像の歪補正も可能であるが、費用が追加される。		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	画像接合ソフト/Autopano giga4 画像編集ソフト/Adobe Photosyop エクセル		
	検出可能な変状	腐食、塗装の剥離、変形・欠損		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・床版のひびわれについては目で確認し、長さと幅はピクセル単位で計算する。 ・計測したひびわれは画像上でマーキングし、長さとは変状の総括表に記入する。	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	PCの画像上で、ピクセル単位でカウントし、撮影時の画素の大きさから長さとは幅を計算する。	
		ひびわれ以外	・画像編集ソフトを使用し、画像をモニター上で詳細に確認する。 ・必要に応じてさらに拡大して確認する。 ・画像上で変状をマーキングする。 ・JPGデータで保存し、エクセルに貼り付ける。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	人間が行う	
		変状の描画方法	画像編集ソフトで、画像の変状箇所を手でマーキングする。	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG	
		ファイル容量	制限なし	
		カラー／白黒画像	カラー 白黒画像	
画素分解能		・撮影距離とカメラ、使用レンズによって異なるが、最も性能の高い構成では以下ようになる。 撮影距離96mで撮影画像の1ピクセルあたり0.3mm、撮影距離64mで1ピクセルあたり0.2mm、32mで1ピクセルあたり0.1mm。		
その他留意事項		・解像度を補正する技術は使用しない。 ・A.I.は使用しない。		
出力ファイル形式	JPEG			
調書作成支援の手順	-			
調書作成支援の適用条件	-			
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	-			

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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・歪を最小限にするために、焦点距離70mm以上のレンズを使用するが、その最短撮影距離は1.1m。これにボディとレンズの奥行、撮影者のスペースを考慮し、仰向けに寝て撮影するとして、実際の最短撮影距離は2.0m。</li> <li>・立って撮影する場合の最短撮影距離は3.1m。</li> <li>・明るさについては照明を使用するので問題はない。夜間撮影も問題ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・箱桁内部では充電式の特種ストロボ使用で、密閉空間でも安全に撮影可能。</li> </ul>
	周辺条件	人が歩いて撮影箇所に行ける事	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象との距離を正確に測定するためにレーザー距離計を使用するが、直射日光が強く当たる面ではレーザーが認識されず、測定不能になる場合がある。</li> <li>・上記を避けるために、太陽の角度と対象面の位置を確認し、撮影時間を選定する必要がある。</li> </ul>	-

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	・撮影についてはカメラに対する相応の知識と屋外撮影の経験が必要。(例:日本写真家協会相当の撮影技術保持者) ・要請により上記会員で当社の講習を受けた撮影者を派遣することができる。 ・当社での撮影請負も可能。	-
	必要構成人員数	撮影者1名、補助1名。 (照明が必要な場合※はさらに1~2名必要。)	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	-	-
	点検費用	橋梁条件 橋種:コンクリート橋 橋脚1基全周撮影 高さ:14m、幅8m 適用範囲:300m2 オルソ画像提供 費用:54万円 (税、交通費、宿泊費別)	-
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	-
	自動制御の有無	オートフォーカス、手振れ補正、自動露出	-
	利用形態:リース等の入手性	・機材込みでの撮影者の派遣 ・調査業務の受注も可	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポート制あり	-
	センシングデバイスの点検	撮影前の点検	-
その他	・水濡れは厳禁 ・また湿度が高い状態ではレンズが曇るので対策が必要 ・対象面の明るさが1.28KLux以下の場合には照明が必要	-	

## 7. 図面

FOCUS $\alpha$

### 合成画像



橋脚  
撮影距離30m  
精度0.2mm  
100枚合成

ALPHA  
PRODUCT

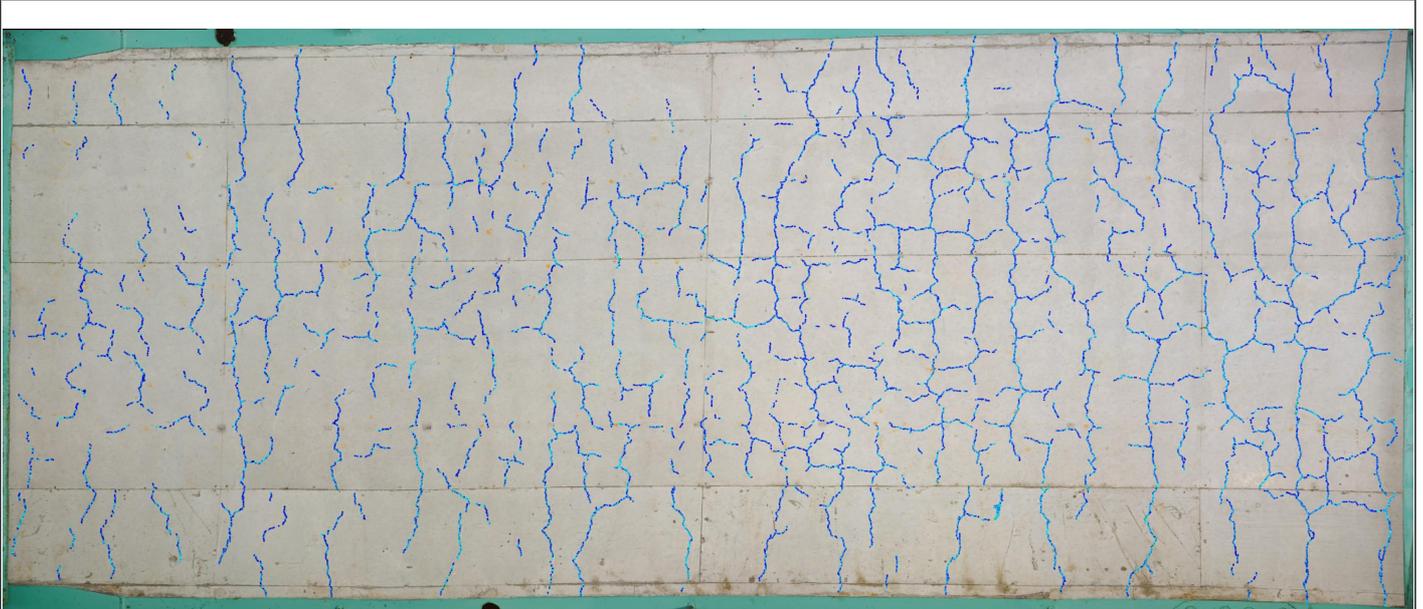


橋脚  
撮影距離30m  
精度0.2mm  
65枚合成

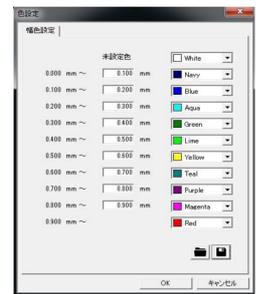
#### ■ 国土交通省技術カタログ精度表記

長さ計測精度：相対誤差0.96% (照度8307Lx)

位置精度：X/絶対誤差0.052m、Y/絶対誤差0.005m (照度8307Lx)



橋梁点検クラック分布図



FOCUS $\alpha$

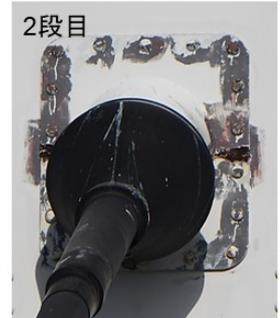
ALPHA  
PRODUCT

## 遠方からの撮影例 (足場不要、近接目視の代替)



斜張橋斜材取付部南東面

撮影距離約70m



# 1. 基本事項

技術番号	BR010003-V0525			
技術名	構造物点検調査ヘリスシステム(SCIMUS:スキームス)			
技術バージョン	-	作成:	2025年3月	
開発者	中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)			
連絡先等	TEL: 03-5339-1738	E-mail: h.katakawa.aa@c-nexco-het.jp	技術営業部 技術開発課 片川 秀幸	
現有台数・基地	2台	基地	神奈川県相模原市緑区橋本台1-10-7	
技術概要	<p>構造物点検調査ヘリスシステムとは、無人航空機(以下「ドローン」という)に搭載したデジタル一眼レフカメラ(以下「カメラ」という)を用いて橋梁を撮影し、コンクリート表面の変状を把握する技術である。撮影は、予め作成した飛行経路プログラムにより、撮影対象となる構造物に対し、最適な離隔距離を確保しつつ撮影対象面全体を自動撮影する。また撮影時はトータルステーションによりドローンを追尾することでドローンの自己飛行位置を推定しながら飛行できるため橋梁上部工の真下のような非GNSS環境下であっても安定した飛行を可能としている。</p>			
技術区分	橋種	コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,床版,アーチ) 下部構造(橋脚,橋台) 排水施設(排水管) RC床版橋(上部構造(主桁))		
	損傷の種類	鋼		
		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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ	
		その他		
共通				
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>基本ベース機器・・・ドローン(6枚羽、電動モーター、バッテリー)、ガードフレーム、GNSS装置、自律飛行装置、飛行制御ボード(衝突防止装置)</li> <li>画像撮影機材・・・デジタル一眼レフカメラ、SDカードに保存</li> <li>カメラ制御機材             <ul style="list-style-type: none"> <li>○カメラ方向制御 3軸電動雲台(自動または手動操作)                 <ul style="list-style-type: none"> <li>可動域 ドローン上側装着時 パン360° チルト 上90°下30°</li> <li>ドローン下側装着時 パン360° チルト 上30°下90°</li> </ul> </li> <li>○カメラ撮影制御 地上画像確認モニタ、シャッター(プロボ、制御PC)</li> </ul> </li> </ul>	
移動装置	機体名称	SCIMUS(スキームス)	
	移動原理	【飛行型】 機体はヘクサドローンであり、トータルステーション追尾による自己位置測位方式またはGNSS測位による自律飛行が可能。現場条件により手動での飛行も可能。	
	運動制御機構	通信	【無線通信】 操作系周波数 2.4GHz帯、画像伝送系周波数 5.7GHz帯、フライトテレメトリー 920MHz帯
		測位	GNSS測位(全地球航法衛星システム) トータルステーション追尾による自己位置測位
		自律機能	測位情報に加えIMU、磁気センサ、パロメータによるデータをフライトコントロールプログラムにより制御する。
	衝突回避機能(飛行型のみ)	衝突防止センサによる自動減速・停止 上方センサ: 測距距離0.2~100m、検知精度 ±10cm 水平センサ: 測距距離1~50m、測距範囲: 機体正面0°として左右90°	
	外形寸法・重量	・外形寸法 軸間(プロペラガード装着時)1,650mm 全高: カメラ上付き時770mm カメラ下付き時 543mm ・重量 約13.9kg(バッテリー、ジンバル、カメラ装着時)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	—	
	動力	・リチウムポリマーバッテリー 355wh 16000mAh 25C 22.2V 2本	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・約13分 風速0m、気温20℃、電圧21.7V(残量30%程度)の場合		
計測装置	設置方法	ドローン機体上部または下部に3軸電動雲台を取付け、カメラ、フラッシュをネジにて取付ける。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・3軸電動雲台 W295mmH308mmD250mm 重量3.2kg(カメラ・ストロボ搭載時) ・Canon製 デジタル一眼レフカメラ EOS R7(レンズ RF50mm F1.8 STM)W132mm×H90.4mm×D91.7mm	
	センシングデバイス	カメラ	Canon EOS R7/レンズRF50mm F1.8 STM CMOSセンサー 22.3×14.8mm(APS-C) 約3230万画素 6960×4640画素
		パン・チルト機構	3軸電動雲台: IMU(加速度、ジャイロ)センサにより、カメラを常に垂直・水平に制御するとともに、カメラのブレを制御する ドローン上側装着時 パン 360° チルト 下向30°~上向90°(正面を0°として) ドローン下側装着時 パン 360° チルト 下向90°~上向30°(正面を0°として)
		角度記録・制御機構 機能	・3軸電動雲台により撮影面に対し正対して撮影を行う。 撮影時(シャッターが切られた時)のカメラの水平角度、鉛直角度、回転角度はドローン機体に飛行ログとして記録する。後処理ソフトにより画像ファイルのジオタグにGNSS位置情報、カメラ水平角度、鉛直角度、回転角度を書込むことも可能。
		測位機構	・ドローン本体に搭載。後処理ソフトにて画像ファイルのジオタグにGNSS位置情報、カメラ水平角度、鉛直角度、回転角度を書込むことも可能。
	耐久性	・防塵・防水・耐衝撃性能無し	
	動力	・Canon EOSR7対応バッテリーパック 1個(交換可能)	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・約3時間(23℃時)		
データ収集・通信装置	設置方法	撮影された画像ファイルはカメラに内蔵されているSDカードに記録。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	一体構造(カメラに内蔵)	
	データ収集・記録機能	カメラに内蔵されたSDカードにJPEG、RAW形式にて記録	
	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	カメラ内蔵のリチウムイオンバッテリー	
	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 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2024年 ・変化量:0cm	・構造物までの距離:0.5m ・風速:3.4m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
3-2 進入可能性	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	-	進入可能な桁下空間は5m以上
	標準試験値	標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2024年 ・桁下空間:高さ5.0m進入可能	風速:4.7m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	未検証	・目視範囲内の飛行
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年 2024年 ・飛行距離 50m	-
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 ※	有		
		性能値	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・撮影速度:0.045 m2/sec	・風速:4.8 m/s ・撮影面積:12.22 m2 ・撮影時間:271 sec ・撮影速度:12.22/271=0.045m2/sec	
	4-2 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 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2024年 ・最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.08mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.16mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm	・被写体距離:4.5m ・照度:4.10~7.60 kLux ・風速:0.0~4.8 m/s ・気温:4.9~5.6 °C ・焦点距離:50mm ・シャッター速度:1/800 秒 ・絞り:F5.6 ・ISO値:100 ・フォーカス:オートフォーカス ・画像Pixel数:6960×4640	
	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 2024年 ・相対誤差:0.0%	・真値:3.758 m ・計測値:3.758 m  ・被写体距離:4.5 m ・照度:5.75~25.3 kLux ・風速:0.0~4.7 m/s
	4-3 オルソ画像精度	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 2024年 ・絶対誤差:( $\Delta x, \Delta y$ ) = (0.000, 0.001) m	・真値:(x, y) = (-3.376, -1.651) m ・計測値:(x, y) = (-3.376, -1.650) m  ・被写体距離:4.5 m ・照度:5.75~25.3 kLux ・風速:0.0~4.7 m/s
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 2024年 ・フルカラーチャート識別可能	・被写体距離:4.5m ・照度:3.97~25.3 kLux ・風速:0.0~4.7m/s		

※「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撮影した画像を部位ごとにオルソモザイク画像を生成する。(自動) ②生成したオルソモザイク画像を変状検知AIソフトウェアにてひびわれ等の変状検知、展開図作成を行う。(自動) ③検知が行われた変状に対し、技術者がチェックし、必要に応じて修正を行う。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・オルソモザイク画像生成: Agisoft社製「Metashape」またはPix4D社製「Pix4Dmapper」 ・変状検知AIソフト: キヤノンマーケティングジャパン製「インスペクションEYE for インフラ Cloud Edition」		
	検出可能な変状	・ひびわれ(幅および長さ)、はく離、鉄筋露出、錆汁、エフロレッセンス、はく落		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	変状検知AIソフトウェアにて自動検出。 検出後、点検技術者のチェック、修正を実施する。	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	変状検知AIソフトウェアにて自動検出。 AIソフトウェアで検知された変状検知結果をCSVファイルにて出力する。CSVファイルにはひびわれ長さ、最大ひびわれ幅、ひび割れの概形を示す折れ線の接点の数(入力点数)と各接点のX、Y座標で出力される。	
		ひびわれ以外	オルソ補正、結合した画像で人が抽出する。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	メーカー公表検知精度 平成30年度国土交通省技術公募の検証結果より $\text{判読可能率} = \frac{\text{AI検知ソフトで判読可能な損傷箇所数}}{\text{従来技術で検出した損傷箇所数}} = \frac{601\text{箇所}}{605\text{箇所}} = 99.3\%$ $\text{検出ひびわれ延長割合} = \frac{\text{AI検知ソフトで検出した全ひびわれ長さ}}{\text{従来技術で検出した全ひびわれ延長}} = \frac{233.6\text{m}}{100.9\text{m}} = 231\%$ ※AI検知結果に対し、点検技術者によるチェック、修正を行うことで検知精度は100%になる。	
	変状の描画方法	・ひびわれ: ポリライン ・ひびわれ以外: ポリゴン		
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	・JPEG形式	
		ファイル容量	・画像サイズ1辺 200~65,500画素かつ総画素数 30億画素以内 ファイルサイズ 1GB以下 画像ファイル名 63文字以下	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		・ひびわれ幅0.2mmを検出するためには0.5mm/pixel以下が必要		
その他留意事項		—		
出力ファイル形式	・JPEG形式(点検画像と変状検知結果の重畳画像) ・画像に対して座標を設定することで、変状検知結果をDXFファイルおよびCSVファイルにて出力。			
調書作成支援の手順	①画像データを取得する。 ②上記変状検出手順①~③により変状展開図が作成される。 ③作成された変状展開図を確認しながら、国土交通省橋梁定期点検要領 付録-1「定期点検結果の記入要領に基づき各様式(Excel)に記録する。			
調書作成支援の適用条件	特になし			
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	特になし			

6. 留意事項(その1)

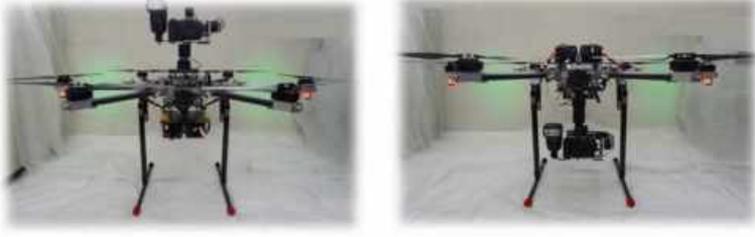
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	・桁下5m未満は適用不可 ・ドローンの離発着箇所(3m×3m)の確保およびトータルステーションを据えることが可能で、飛行空域を視認できる場所が必要。	-
	周辺条件	・構造物に第三者物件(建物・電柱・電線)や樹木が近接(10m未満)している場合は適用不可。 ・トータルステーションからドローンの飛行空域に対し遮蔽物がある場合は適用不可。	-
	安全面への配慮	点検中の注意喚起の表示 飛行空域への第三者の立入管理措置の実施。 気象観測装置(風向風速)の設置	-
	無線等使用における混線等対策	・2.4GHz:2.4GHz帯の周波数帯域でスペクトラム分散方式で行う。 ・5.7GHz:飛行の前日までにJITMの無人移動体画像伝送システムにて運用調整を実施する。	-
	道路規制条件	・基本的に必要なし。	・橋梁下に道路が横断している場合、ドローンが通過している際に一時的な車両等の立入管理措置のため交通誘導員が必要な場合があります。
	その他	雨天時、強風時(5分平均風速5m以上)の場合は飛行不可 点検対象の橋梁上部工の地覆以上の高度での飛行は不可(通行車両等の視界に入らないようにするため)	-

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	・ドローンを飛行させる技能(知識および操縦能力)が必要。 ・高解像度カメラでの撮影に関する知識が必要。
	必要構成人員数	現場責任者1名 ドローン操縦者1名 操縦補助者1名 監視者1名 計4名 ・現場条件により監視者は増える場合がある。
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・ドローンパイロット:①~③の条件を満たすもの ①2等以上の無人航空機操縦士技能証明を保有するものまたは10時間以上の飛行経歴を証明できるもの ②第三級以上の陸上特殊無線技士の資格を保有するもの ③点検に使用する無人航空機の特定飛行許可(DID・目視外飛行)に記載されているパイロットであること
	作業ヤード・操作場所	・ドローンを目視可能かつトータルステーションを据えることができる場所 ・平らな場所で3m×3m程度のドローン離発着場所が必要。
	点検費用	橋梁条件 橋種:[コンクリート橋] 部位・部材 床版 活用範囲 800㎡/日 検出項目 ひびわれ 550,000円/日  橋種:[コンクリート橋] 部位・部材 橋脚 活用範囲 2,000㎡/日 検出項目 ひびわれ 450,000円/日 ・現場状況や対象数量により積算条件が異なるため、案件ごとに見積り対応。 ・左記は現場での点検における直接費の参考価格であり、現地踏査、計画準備、調査作成、旅費交通費、一般管理費等の諸経費は含まない。
	保険の有無、保障範囲、費用	施設賠償責任保険加入済み(人身10億 物損10億)
	自動制御の有無	有
	利用形態:リース等の入手性	機器のリースは不可。調査業務としての受託
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	自社サポート
	センシングデバイスの点検	計測ごとに、現地で、撮影機器のキャリブレーションを行う。(シャッタースピード、ISO感度)
その他	第三者影響範囲(交差道路、民家)は適用不可	

7. 図面

SCIMU機体およびカメラ仕様

名称	構造物点検調査ヘリシステム (SCIMUS) (イームズロボティクス社：E6106FLMPのカスタマイズ機)
飛行時間	約13分 ※離陸重量13.9kg、バッテリー残量30%で着陸した場合
サイズ	軸間1,650mm × 全高：カメラ上付き時770mm カメラ下付き時 543mm
機体重量	13.9kg ※バッテリー、ジンバル、カメラ含む
最大離陸重量	15.0kg
最高飛行速度	80km/hr
最高飛行高度	4,000m
電波到達距離	送信機、画像伝送：1,000m テレメトリ：1,200m
耐風性能	10m/s以下
搭載飛行システム	トータルステーションコントロール飛行システム、ノンコンパス飛行システム
外観	左はジンバルを上付きに接続、右はジンバルを下付きに接続 
搭載カメラ仕様	
メーカー・商品名	Canon EOS R7
型式	デジタル一眼ノンレフレックスAF・AEカメラ
レンズマウント	キャノンRFマウント
有効画素数	約3440万画素
撮像素子	22.3×14.8mm CMOSセンサー (デュアルピクセルCMOS AF対応)
ダスト低減機能	自動/手動、ダストデリートデータ付加
使用レンズ	RF 50mm F1.8 STM

計測状況

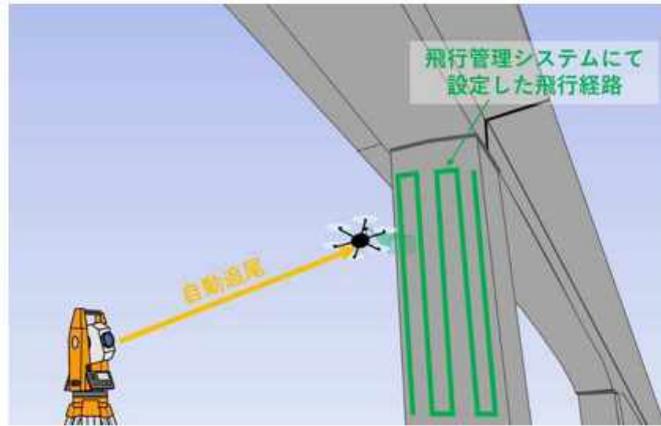


トータルステーションによる自動飛行の概要

トータルステーションによるSCIMUSの自動飛行概要



トータルステーションによる追尾



床版下面撮影状況



橋脚撮影状況

SCIMUSは、高解像度カメラを搭載できる中型の無人航空機で、機体上部に高解像度カメラと3軸ジンバルを搭載できるため、床版下面の撮影でも、構造物に対し常に正対して高精度の撮影が可能です。

また、SCIMUSはトータルステーションによる測位情報の送信により、GNSS信号が取得しづらい床版真下であっても安定した飛行が可能で、飛行管理システムにて設定した飛行経路を自動で飛行できるため、操縦者の技量によらない安定した高品質の点検画像を撮影することができます。

# 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: ixo-npro@ixs.co.jp	ビジネスイノベーション部門 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 ⑨床版ひびわれ	
		その他		
		共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑪変色・劣化 ⑫漏水・滞水 ⑬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		<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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付近に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。</li> </ul>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	<p>【懸架型】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・撮影終了後、機器を次の点検位置へ移設する。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真1. 走行ユニットの下フランジ設置 (把持) 状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真2. 昇降装置</p> </div> </div>	
	運動制御機構	通信	・有線式
		測位	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> <li>・測定最大距離50m</li> </ul>
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一体構造(移動装置+計測装置):</li> <li>・最大外形寸法(L600mm×W3000mm×H300mm)</li> <li>・合計最大重量(50kgf)、ユニットあたりの重量 15kg程度</li> </ul>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給容量:外部電源</li> <li>・定格容量:100V、5A</li> </ul>	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「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。</li> <li>・隣接する下フランジ間距離は、最短1000mm～最長2800mm以内</li> </ul>	
	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水平-180°～+180°</li> <li>・鉛直-20°～+90°</li> </ul>
		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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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)</li> <li>・測定最大距離50m以内</li> </ul>
	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)	2-1-31	
	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	<p>【懸架型】</p> <p>・橋軸方向最大:50m</p> <p>写真1. 鉛直方向可動部</p>   <p>写真2. 横断方向可動部</p>	<p>・橋軸方向は、最大50m</p> <p>・橋軸直角方向は桁間距離最大2.8m、鉛直方向1.5m</p>
	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	-	-

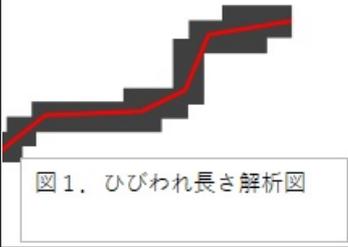
※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

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		
	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%	
		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)	
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			

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>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。</p>	
<p>ソフトウェア名</p>	<p>・「イクシクラウド 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。</p>	
<p>検出可能な変状</p>	<p>・ひびわれ(幅、長さ)                  ・腐食</p>	
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ひびわれ</p>	<p>・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)を解析ソフトウェア開発者が学習させている。</p> 
	<p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p>	<p>・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</p> 
	<p>ひびわれ以外</p>	<p>・人が画像を確認する。</p>
	<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>・ひびわれの検出: 検出率95%(測定対象面積200㎡の場合)</p>
	<p>変状の描画方法</p>	<p>・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</p>
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p>	<p>JPEG (弊社のロボットにて撮影した画像)</p>
<p>ファイル容量</p>	<p>6MB程度 (弊社のロボットにて撮影した画像)</p>	
<p>カラー／白黒画像</p>	<p>カラー</p>	
<p>画素分解能</p>	<p>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)</p>	
<p>その他留意事項</p>	<p>・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</p>	
<p>出力ファイル形式</p>	<p>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</p>	

	DXFで1径間の損傷位置の図面
調書作成支援の手順	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p>
調書作成支援の適用条件	<p>・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。</p> <p>1)被写体に対して正対して撮影</p> <p>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</p>
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	<p>・現地での入力:弊社より提供のPC (現場での作業時のみ)</p> <p>・点検調書データのダウンロード:ブラウザ Chrome</p> <p>・「イクシスクラウド ver1.0」(自社開発ソフト)</p>

## 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)

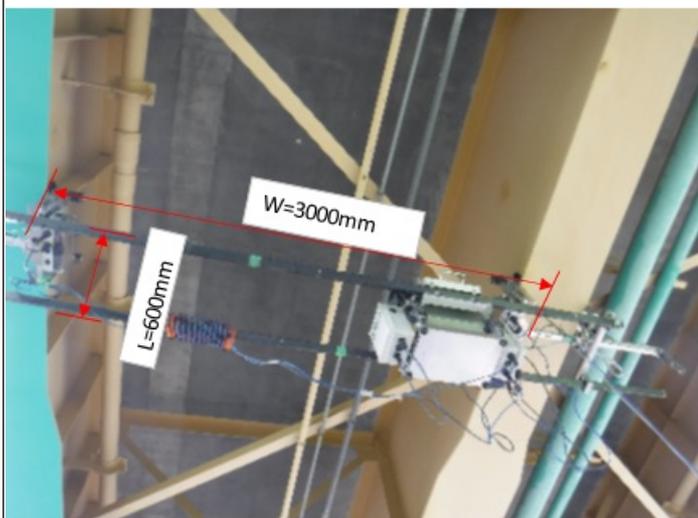


写真1. 外寸図記載

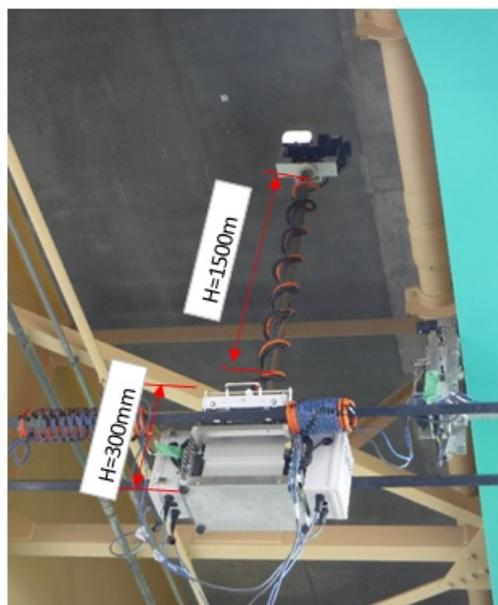


写真2. 外寸図記載

### 1. 基本事項

技術番号	BR010006-V0525		
技術名	光波測量機「KUMONOS」及び高解像度カメラを組み合わせた高精度点検システム「シン・クモノス」		
技術バージョン	-	作成:	2025年3月
開発者	クモノスコーポレーション株式会社		
連絡先等	TEL: 072-749-1188	E-mail: nakaniwa.kota@kumonos.co.jp	KUMONOS技術部 中庭幸太
現有台数・基地	3セット(KUMONOS+カメラ) ※KUMONOSのみは10セット	基地	大阪府箕面市、神奈川県川崎市、福岡県福岡市
技術概要	<p>・本技術(シン・クモノス)は、遠方より損傷の形状や幅を計測できる光波測量機「KUMONOS」(※1)と高解像度カメラ(※2)の撮影・補正を組み合わせることで、構造物表面の変状確認が可能な技術である。</p> <p>・「KUMONOS」で計測した形状や幅をもとに写真を補正することができるとともに、現地の情報をデジタルデータとして保存できる。</p> <p>・KUMONOS単体でも確認は可能(※3)だが、高解像度カメラ画像を組み合わせた作業でも、損傷の量に関係なく、一定の時間で現場作業を進めることができる。</p> <p>※1. 光波測量機にクラックスケールを内蔵し、対象物及び損傷の形状や幅を遠方より正確に計測・自動図化できるシステム。                  ※2. フルサイズセンサーのデジタル1眼レフカメラ                  ※3. 損傷量が少ない場合、KUMONOS単体による調査が可能。カメラでの撮影を行わないため、画像は出力されない。CADデータのみ出力となる。</p>		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版,アーチ,ラーメン,斜張橋) 下部構造(橋脚,橋台) 路上(高欄) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版) RC床版橋(上部構造(主桁))	
	損傷の種類	鋼	
		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	⑱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		<p>・本計測機はクラックスケール内蔵トータルステーション「KUMONOS」及び高解像度カメラにより構成する。「KUMONOS」にて対象物の形状や代表的な損傷(ひびわれ等)の位置座標を計測し、高解像度カメラにて損傷を画像に保存する。損傷の量や計測箇所から構造物までの位置関係で配置を任意で確定し、各装置を設置し、計測する。データは各機器のSDカードに保存され、専用解析ソフトを用いて図化処理及び画像処理を実施する。</p> <p>〈KUMONOS計測手順〉</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 損傷及び形状を直視できる箇所にKUMONOSを設置する。</li> <li>2. 目視にて形状を確認し、KUMONOS内蔵プログラムを用いて変化点を計測する。 ※写真補正のための形状を計測する。</li> <li>3. 目視にてひびわれ・損傷を確認し、KUMONOS内蔵プログラムを用いて幅・形状を計測する。</li> <li>4. 計測したデータをパソコンに保存し、KUMONOS専用解析ソフトを用いてCAD図化する。</li> </ol> <p>〈高解像度カメラ撮影手順〉</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 損傷及び形状を直視できる箇所にカメラを設置する。</li> <li>2. 形状と損傷が抽出できる画角で撮影する。</li> <li>3. 撮影した画像をパソコンに保存する。</li> </ol> <p>KUMONOSの計測データを基にカメラで撮影した画像のあおり補正を行う。</p>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	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	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	対象物及び損傷が直接目視確認できる地上部分に三脚を用いて機器(KUMONOS及びカメラ)を設置する。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	KUMONOS:203×226×325(mm) ※測量三脚を除く 高解像度カメラ(以下「カメラ」と記載):152×117×76(mm) ※望遠レンズを除く	
	センシングデバイス	カメラ	[カメラ] ・CANON製カメラ 型番 5DS ・センサーサイズ(縦24mm×横36mm)、ピクセル数(縦5,792pixel×横8,688pixel)、焦点距離(24mm~600mm)
		パン・チルト機構	[カメラ] 使用するカメラ用三脚のパン・チルト可動範囲 ・水平0°~360° ・鉛直-30°~90°
		角度記録・制御機構 機能	[KUMONOS] ・2級A光波測量機(5")の性能に準ずる精度。 [KUMONOS及びカメラ] ・計測・撮影者が調整ねじを利用して直接制御をおこなう。
		測位機構	[KUMONOS] ・KUMONOSにより基準点観測を行うことで任意の座標系における測位を行う。
	耐久性	[KUMONOS] ・IP66 [カメラ] ・3分程度の小雨	
	動力	・動力源:電気式 ・電源供給容量:バッテリー ・定格容量:11.1V、5.9Ah(KUMONOS)、7.2V、1865mAh(カメラ)	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	KUMONOS ・連続稼働時間8時間(外気温:-20度~55度) カメラ ・連続稼働時間1時間45分(外気温:23度)		
設置方法	[KUMONOS及びカメラ] 移動装置と一体的な構造		

データ収集・通信装置	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	-
	データ収集・記録機能	[KUMONOS及びカメラ] ・記録メディア (SDカード) 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	[KUMONOS及びカメラ] ・移動装置のバッテリーより供給
	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 ※	-	
	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 ※	無		
		性能値	・撮影速度:1000㎡/日	・静止状態で撮影者が任意の速度でカメラ撮影を行う。 ・1日1,000㎡程度の撮影が可能である。 ・画素分解能:0.5mm/Pixel ・移動方向に垂直な方向の視野:2,896mm ・移動方向ラップ率:30%	
		標準試験値	未検証	-	
	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:0.007mm ・計測精度:未検証	・最小ひびわれ幅0.007mm(器械から対象物までの距離が1.5mの場合) ・デモクラックパネルを使用	
		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:0.02mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.12mm	・撮影速度:静止状態 ・被写体との距離:一般的に市販されている望遠レンズ(600mm)を使用し、1ピクセル当たり0.5mmを確保できる距離は約70mとなる。 補助手段:KUMONOSを併用する	
	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:0.03%	・真値:3.029m ・測定値:3.03m
		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)=(0.002, 0.009) (m)	・真値(x, y)=(-2.893, 0.897) (m) ・測定値(x, y)=(-2.895, 0.896) (m) ・撮影角度:対象面から45度以下が望ましい
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	・カメラのシャッター速度を調整することで、曇天時や日陰部分の識別も可能。		

※「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		①KUMONOSで計測したデータを自社開発KUMONOS解析図化ソフトでCAD化する。(自動) ②画像解析ソフトにCADデータを読み込む。(手動) ③撮影した画像を1枚ごとにあり補正しつなぎ合わせる。補正及びつなぎ合わせでは、KUMONOSにて計測した形状を使用する。画像はJPEGにて保存する。(手動) ④ひびわれの自動抽出機能(下記アルゴリズム参照)により、ひびわれ形状・幅を抽出する。(自動) ⑤抽出したひびわれ形状・幅を目視で確認し、DXFデータにて保存する。(手動) ⑥CADソフトにて自動抽出データ・画像・KUMONOS計測データを合成する。(手動) ⑦CADソフトにてひびわれ形状及び幅を確認し、起終点及び変化点を手動でつなぐ。(手動) ⑧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抽出する。(手動) ⑨自社開発数量抽出ソフトにて損傷の数量を抽出する。(自動)	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・自社開発KUMONOS解析図化ソフト ・市販CADソフト ・市販画像解析ソフト(ただし、CADが読み込み可能で、1ピクセルの1/5程度の幅のクラックが自動抽出できるものとする) ・自社開発数量抽出ソフト	
	検出可能な変状	・自動抽出:ひびわれ(形状・幅・長さ) ・手動抽出:写真から確認できる損傷(ひびわれ・遊離石灰・剥離・鉄筋露出・豆板等)	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	撮影条件・仕様等 1) カメラ:デジタル一眼レフ 2) 撮影設定:絞り優先設定 3) ISO感度:ISO200以下 4) ラップ率:オーバーラップ 30%程度 5) 画質:5,030万画素 6) 画質フォーマット:JPEG 7) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しないこと ・コンクリート部分とひびわれ部の色の違いによる自動検出(ひびわれのみ、その他は手動検出)
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅:画像解析ソフトによる自動抽出及びKUMONOS計測した幅 ・長さ:CAD上起終点及び変化点を人力で指定する。 ・長さ:数量抽出ソフトによりひびわれ長さを集計
		ひびわれ以外	・KUMONOSにて計測した損傷を自社開発解析図化ソフトでCAD化する。 ・人が画像を確認して、変状を人力でトレースする。
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	・テストパネル(ひびわれの輪郭がはっきりしたもの)の場合、100%ひびわれ形状・幅を抽出可能。
		変状の描画方法	・ひびわれ:ポリライン ・ひびわれ以外:ポリゴン
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG
		ファイル容量	撮影画像1枚当たり20MB程度
		カラー/白黒画像	カラー
画素分解能		・ひびわれ幅0.2mmを検出するためには1mm/Pixel以下であることが必要 ※自社基準として0.2mmを計測する場合は0.5mm/Pixel以下を使用	
その他留意事項		・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難 ・コンクリート表面が著しく汚れている場合は検出が困難 ・対象面が球体の場合は検出不可能 ・現場の明るさが281?以下で撮影した画像の場合は検出が困難 ・表面被覆箇所等、施工目地がなく寸法がわからない箇所の損傷を撮影した場合は検出が困難(対象物にマーキングを行う場合は対応可能) ・トンネル内部や橋脚柱部側面の円柱形状について、断面形状が複雑に変化するものは検出が困難	
出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 画像ファイル:JPEG 図面データ:DWG・DXF		
調書作成支援の手順	本システムより出力した成果を活用し、調書作成を目的として、調書に貼り付けるために損傷図等を作成することができる。 <手順> ①適応条件に記載の条件により画像データおよび図面データを取得する。 ②調書の様式をパソコンに取り込み、パソコン上で画像データおよびCADデータの確認、操作が可能となるように調整する。 ③画像データおよび図面データをパソコンに取り込み、各編集ソフトを起動する。 ④調書の様式に従い、径間番号、部材名、要素番号を手動入力する。 ⑤損傷が映っている写真を手動で抽出し、調書の所定の項目に張り付けるとともに、損傷の種類、その状況を旗揚げする。 ⑥調書に使用できる形式(JPEG等)で損傷図を変更し、保存する。		
調書作成支援の適用条件	・適応条件に記載の条件により取得した画像データおよび図面データであること。		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	・画像データ・CADデータ編集用パソコン:OS Windows10 Pro ・画像解析ソフト(市販ソフト) ・CADソフト(市販ソフト)		

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	点検員が桁下にアクセス出来ること。点検員が進入できないほど水量が多くないこと。	-
	周辺条件	損傷が直接目視でき、機材を設置できる足場があること。	機材設置に必要な最小スペース 幅1m,高さ1.5m
	安全面への配慮	・光波測量機が発射するレーザーを車・人等に向けない。 ・機材設置場所をカラーコーン等で明示する。	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	・歩道上に機材を設置する場合は交通誘導員等が必要、道路上に機材を設置する場合は道路規制が必要。	-
	その他	高解像度カメラを使用した場合、最大70m離れたところから撮影できる。 大雨の場合、計測不可。	1ピクセル0.5mmで撮影するためには600mmの望遠レンズを使用する必要がある。テレコンバーターを使用することで撮影距離を延長することができる。

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	クモノス技術者検定(レベル1)の終了 クモノス技術者検定(レベル2)の終了	自社にて年1回実施。 レベル1:壁面・平面が計測できる レベル2:曲面が計測できる
	必要構成人員数	最低必要人員は1名。 カメラと光波測量機を同時に使用する場合は2名。	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	クモノス技術者検定(レベル1)の終了 クモノス技術者検定(レベル2)の終了	自社にて年1回実施。 レベル1:壁面・平面が計測できる レベル2:曲面が計測できる
	作業ヤード・操作場所	-	-
	点検費用	KUMONOS技術者が現場で橋脚を計測した場合、KUMONOS計測の場合、1,000㎡計測費用約26万円/1,000㎡(直接人件費)、解析費用約27万円/1,000㎡(直接人件費) レンタルの場合、約41万円/週 (技術指導費2人含む) 【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 50m 全幅員 20 m 部位・部材 [ 床版・橋脚 ] 活用範囲 [1000]m2 検出項目 [ひびわれ/床版ひびわれ/変形・欠損/漏水・滞水/遊離石灰/鉄筋露出]	-
	保険の有無、保障範囲、費用	任意	-
	自動制御の有無	無	-
	利用形態:リース等の入手性	1. KUMONOS技術者が現地計測 2. 購入 3. レンタル(自社にて対応)	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポート体制有。計測サポート・成果作成サポート体制を社内にて構築している。但し、弊社から購入・レンタルした企業に限る。	-
センシングデバイスの点検	測量機器の校正点検を1回/年実施する	-	
その他	計測・撮影する際の精度を担保するための照度は281Lxとする。	-	

## 7. 図面

ひび割れ計測システムKUMONOS



<https://youtu.be/KbFOMYmZuw>

高解像度カメラ



# 1. 基本事項

技術番号	BR010007-V0525			
技術名	画像解析を用いたコンクリート構造物のひびわれ定量評価技術			
技術バージョン	Ver.01	作成:	2025年3月	
開発者	大成建設株式会社			
連絡先等	TEL: 045-814-7228	E-mail: hnzmsm00@pub.taisei.co.jp	技術センター 本澤昌美 ☆導入相談問い合わせ先 成和コンサルタント株式会社 t.wave@seiwac.jp	
現有台数・基地	-	基地	大成建設(株)技術センター 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1	
技術概要	<p>本技術は、コンクリートのひびわれをデジタル画像から画像解析により抽出し、定量評価する技術であり、画像解析にウェーブレット変換を用いることを特徴とする。また、ひびわれを抽出して、定量的に評価するためには、いくつかの処理プロセスを経る必要があるが、本技術ではこれらを手順通りに実施できるようにひとつのプログラムソフトに集約してシステム化している。これにより、コンクリートのひびわれ図(CAD図)を半自動で描画できる。また、ひびわれ幅ごとのひびわれ長さのヒストグラムを自動で描画し、ひびわれ総延長、平均ひびわれ幅、およびひびわれ密度(単位面積あたりのひびわれ長さ)を自動で算出できる。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ①床版ひびわれ	
		その他		
共通				
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		本技術は、①撮影条件設定、②分解能計算、③あおり補正、④画像合成、⑤ひびわれトレース、ならびに⑥ひびわれ画像解析の各プログラムから構成されており、これらをひとつのプログラムソフトに統合してシステム化したものである。	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	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	-	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	-	
	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	-
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	-
	耐久性	-	
	動力	-	
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	-	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	-	
	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	-	
	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 ※	-	
	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 ※	有		
		性能値	-	-	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 0.013m <sup>2</sup> /sec		・撮影面積:16.5 m <sup>2</sup> ・被写体距離:3.2 m ・撮影時間:1237秒 ・風速:0.0~7.3 m/s
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	-	-	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2023年 最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.11mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.23mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.22mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.10mm		・被写体距離:3.2 m ・照度:8.12~74.6kLux ・風速:0.0~7.3 m/s
	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 ※	-	
			性能値	-	-
			標準試験値	-	-
		位置精度	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	-	-		
	標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2023 ・フルカラーチャート識別可能		・被写体距離:3.2 m ・照度:10.3~66.8 kLux ・風速:0.0~5.5 m/s	

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>本技術では、コンクリートのひびわれをデジタル画像から抽出し、ひびわれの幅や長さを定量的に評価できる。ひびわれの抽出結果や定量的な評価結果は、以下に示すような処理プロセスごとの個別のプログラムソフトを実行することで得られるが、各プログラムソフトをひとつに集約して、ひびわれ画像解析システムとしている。</p> <p>①撮影条件設定(半自動): 目標とする空間分解能のデジタル画像を撮影するために、使用するカメラやレンズごとに撮影距離や焦点距離を設定する。</p> <p>②分解能計算(半自動): 撮影画像が、目標とした空間分解能で撮影されていることを確認する。</p> <p>③あおり補正(半自動): 画像内に矩形の隅角部を基準点に指定して、正対画像に補正する。</p> <p>④画像合成(半自動): 分割して撮影した画像の重なる領域を指定して、ひとつの画像に合成する。</p> <p>⑤ひびわれトレース(手動): ひびわれ直上をひびわれ幅より数倍太い線でトレースする。</p> <p>⑥ひびわれ画像解析(自動): トレース範囲内の全ての画素を対象に、ウェーブレット変換による画像解析を実行する。また、この結果に基づいて、ひびわれ図やひびわれの幅、長さなどを出力する。</p>
<p>ソフトウェア名</p>	<p>「コンクリートのひびわれ画像解析プログラムt.WAVE(ティー・ドット・ウェーブ)」(自社開発ソフト) 必要スペック: Windows10 64bit, MS Excel2013以降</p>
<p>検出可能な変状</p>	<p>ひびわれ (幅、長さ、ひびわれ密度(単位面積あたりのひびわれ長さ)をひびわれ全画素に対して算定)</p>
<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>ひびわれ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影画像に対してウェーブレット変換による画像解析を行い、画素ごとに得られるウェーブレット係数に基づいて、画素ごとにひびわれの判別を行う。</li> <li>・ウェーブレット変換による画像解析は、ひびわれ位置の画素とその周囲のコンクリート面の画素の輝度値を用いた解析処理の結果に基づいてひびわれを判別しており、単に輝度値の差のみに基づくひびわれの判別よりも、画像の明るさや色合いなどの影響を受けにくい。</li> <li>・撮影条件・仕様等             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 本画像解析技術を適用できる撮影画像の空間分解能の範囲: 0.2~0.8mm/pixel</li> <li>2) カメラ: デジタル一眼レフカメラ(推奨), デジタルカメラ</li> <li>3) 撮影設定: 三脚固定の場合は絞り優先設定(F6.3以上を推奨) UAV撮影の場合は露出速度優先設定(1/500秒以下を推奨)</li> <li>4) ISO感度: 200以下</li> <li>5) ラップ率: 30%</li> <li>6) 画質: 最高(ファイン)</li> <li>7) 画質フォーマット: JPEG</li> <li>8) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しないこと</li> </ol> </li> </ul> <p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p> <p>【ひびわれ幅】 ひびわれと判別された画素のウェーブレット係数は、ひびわれ幅の実測値と高い相関がある。これを用いて、本画像解析システムには、予めウェーブレット係数からひびわれ幅を算定する計算式が組み込まれているため、ひとつの画素ごとにひびわれ幅を算定できる。 ただし、これにより算定できるひびわれ幅は、撮影画像の空間分解能の1/4倍から2倍の範囲となる。例えば、撮影画像の空間分解能が0.8mm/pixelの場合、算定できるひびわれ幅は0.2mmから1.6mmの範囲となる。</p> <p>【ひびわれ長さ】 撮影画像の空間分解能と、ひびわれと判別された画素の数を乗じて算定される。ただし、隣り合う画素が斜め45°方向の部分については、空間分解能を<math>\sqrt{2}</math>倍した長さで算定される。</p> <p>ひびわれ以外</p> <p>-</p> <p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p> <p>実際のコンクリートのひびわれ幅の実測値と本手法による解析値を比較したところ、以下の通りであった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影画像の空間分解能が0.4mm/pixelの場合 測定点数144点に対して、解析値が実測値の±0.2mmの範囲にある割合は79%, ±0.3mmの範囲にある割合は93%</li> <li>・撮影画像の空間分解能が0.8mm/pixelの場合 測定点数216点に対して、解析値が実測値の±0.2mmの範囲にある割合は68%, ±0.3mmの範囲にある割合は81%</li> </ul> <p>なお、実測値は2人の点検員が同じ場所のひびわれ幅をクラックスケールで計測したものであり、解析値はカメラを3機種用いて同じ場所のひびわれ幅を本手法により推定したものであり、ここではその全てのデータに対して比較している。</p> <p>変状の描画方法</p> <p>ひびわれ: ポリライン</p>
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ファイル形式</p> <p>JPEG</p> <p>ファイル容量</p> <p>制限無し</p> <p>カラー/白黒画像</p> <p>カラー</p> <p>画素分解能</p> <p>本画像解析技術を適用できる撮影画像の空間分解能の範囲は0.2~0.8mm/pixelである。この時に算定できるひびわれ幅は、撮影画像の空間分解能の1/4~2倍の範囲である。 ・例えば、空間分解能0.4mm/pixelの場合、検出可能なひびわれ幅は0.1~0.8mmとなる。 ・例えば、空間分解能0.8mm/pixelの場合、検出可能なひびわれ幅は0.2~1.6mmとなる。 ただし、定量的に評価できるひびわれ幅の最小値は0.1mmである。すなわち、空間分解能0.2mm/pixelの画像であっても、この場合に評価できるひびわれ幅の最小値は、空間分解能の1/4である0.05mmではなく、0.1mmとなる。</p> <p>その他留意事項</p> <p>ひびわれ直上がチョーキングされている場合は、ひびわれを正確に検出することが難しい。また、検出された場合でも、ひびわれ幅を正確に定量的に評価することも難しい。</p> <p>出力ファイル形式</p> <p>JPG/DXF/MS Excel</p> <p>2-1-54</p>

<p>調書作成支援の手順</p>	<p>本画像解析を実行すると、出力結果がJPG形式やDXF形式、MS Excelファイルとして、自動的に所定のフォルダー内に保存される。また、これらをMS Excelのシート上に一括して貼付したファイルが自動的に生成される。                  本画像解析を実行して得られる結果は以下のファイルである。                  1)入力画像(あおり補正、画像合成などを実施した後の画像)(JPG形式)                  2)ひびわれ図(DXF形式)                  3)入力画像上にひびわれ図を重ねた画像(JPG形式)                  4)ひびわれ幅ごとのひびわれ長さに関するヒストグラム(MS Excelファイル)                  このひびわれ図は、ひびわれ幅の範囲ごとに色分けして表示することができる。また、Excelファイルのヒストグラム上には、以下の値が自動的に表示される。                  5)ひびわれ総延長                  6)平均ひびわれ幅                  7)ひびわれ密度(単位面積あたりのひびわれ長さ)                  なお、予め書式に合わせたMS Excel形式の出力フォーマットを作成しておけば、書式に合わせて出力を自動化することもできる。</p>
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>・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) 撮影画像の空間分解能が、0.2~0.8mm/pixelの画像であること。                  2) 検出したいひびわれの最小幅に対して、空間分解能をその最小幅の2倍以下の範囲に設定した画像であること。                  (例えば、検出したいひびわれの最小幅が0.2mmのとき、撮影画像の空間分解能を0.8mm/pixel以下に設定)                  3) 被写体に正対した時の法線に対して、30°以内の角度で撮影した画像であること。</p>
<p>調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名</p>	<p>・コンクリートのひびわれ画像解析プログラムt.WAVE(ティー・ドット・ウェーブ)(自社開発ソフト)                  ・Windows10 64bit                  ・MS Excel2013以降</p>

## 6. 留意事項(その1)

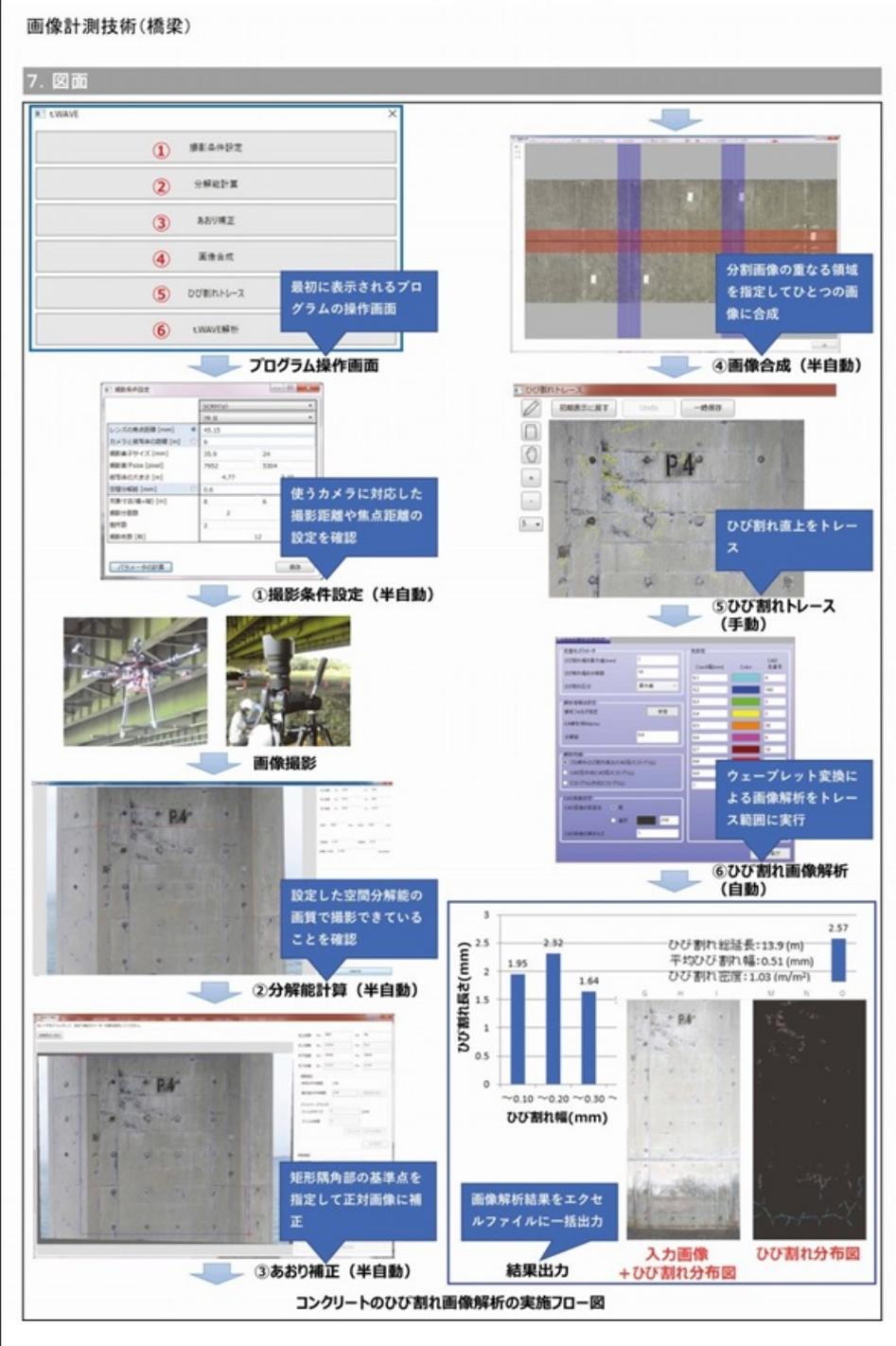
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	-	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	-	-

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	特に必要なし	マニュアルに従って操作すれば解析可能
	必要構成人員数	ひびわれ画像解析プログラム操作1人	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	現場, オフィス等	-
	点検費用	橋梁条件 橋脚の側面 3,000m <sup>2</sup> (高さ10m×周長15mの橋脚側面20面) ※橋梁橋脚の側面を地上から視認して操縦可能なUAVを用いて撮影して, 本技術によるひびわれ画像解析を実施した場合(現地撮影費用と屋内画像解析費用の合算) 調査費用:100万円(現地撮影), 200万円(画像解析) 機械経費:30万円(UAV使用) その他費用:100万円(交通費・管理経費など) 合計:430万円	-
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	クラウドでの解析. 年間契約者は月300枚まで追加料金なしで利用可能 少量利用者:1000円/枚(クラウド版のみ) 年間契約者:240万円(スタンドアロン版(3ライセンス)インストール可能)	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	プログラムの導入および使用方法に関するサポートあり	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面

コンクリートのひび割れ画像解析の実施フロー図



# 1. 基本事項

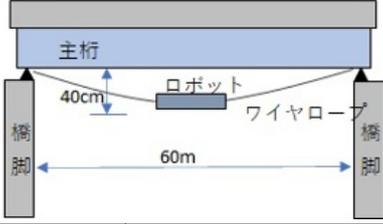
技術番号	BR010008-V0525			
技術名	ワイヤ吊下式目視点検ロボット			
技術バージョン	バージョン1	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社イクシス			
連絡先等	TEL: 044-589-1500	E-mail: ixS-npro@ixS.co.jp	ビジネス開発ロボット部門 金野寿哉	
現有台数・基地	4台	基地	神奈川県川崎市幸区新川崎7-7	
技術概要	本技術は、構造物の高所の目視点検をワイヤ架設式の移動式ロボットにてカメラ撮影を取入れて行う技術で、取得した画像データを用いて専用アプリケーションで床版のひびわれの自動検出を行う技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋		
	対象部位	上部構造(床版) H形鋼桁橋(その他(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 ⑬変色・劣化 ⑭漏水・滞水 ⑮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		<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・アタッチメント部は、姿勢自動調整装置により測定デバイスレンズ部が測定箇所に対し常時正対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。</li> </ul>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	<p>【懸架型】</p> <p>計測装置は懸架型であり、測定起点側と終点側のそれぞれ2箇所ずつ計4点で固定されたロープ2本の上にガイドローラーを設置する機構で、計測位置に移動し停止して測定(静止画撮影)する作業を一定間隔で繰り返す。撮影位置への位置調整は、本体の設置されているワイヤーを手動または、自動巻取りウインチ装置で行う。</p>  <p>図1. 計測装置設置図</p>   <p>写真1. ワイヤ敷設状況</p>	
	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)
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一体構造(移動装置+計測装置):</li> <li>・最大外形寸法(L600mm×W600mm×H300mm)</li> <li>・最大重量(15kg)</li> </ul>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給容量:外部電源</li> <li>・定格容量:100V、2A</li> </ul>	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	<p>・「移動装置と一体的な構造」移動装置の側面部左右2箇所(計4箇所)に専用アタッチメントで2本のロープを挟みこむ様に設置する。</p>  <p>写真1. 移動装置設置状況</p>	
	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CANON製カメラ 型番EOS70</li> <li>・センサーサイズ(縦222.5mm×横15.0mm)、ピクセル数(1800万画素)、焦点距離(18mm)</li> </ul>
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水平15°~-15°</li> <li>・鉛直15°~-15°</li> </ul>
		角度記録・制御機構 機能	・PAN軸、Tilt軸自動制御可能
測位機構		・移動装置測位機構と共用	
耐久性	-	2-1-60	
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 (1.1kg)
	データ収集・記録機能	・カメラで取得した画像データを記録メディア(SDカード)または制御用PCに保存する。
	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 ※	-	
	性能値	-	
	標準試験値	-	
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	【懸架型】 ・最大ロープの長さ:50m	・ロープは2本、長さは、最小5m～最大50m範囲で径間 起点側と終点側に敷設すること。 ・ロープには、980Nの張力を掛けること
	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 ※	無	
	性能値	-	
	標準試験値	-	

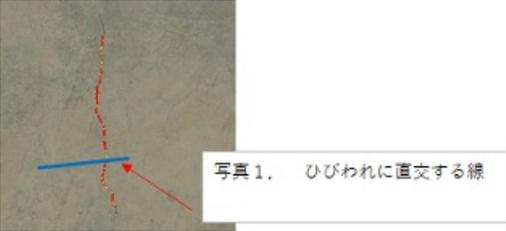
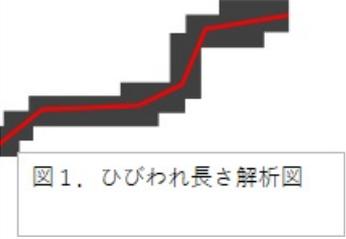
※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

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	未検証		-	
		標準試験値	未検証		-	
	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:0.03mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.09mm		・超解像度を使用 ・撮影速度:0m/s (停止して撮影) ・被写体との距離:1.0m ・照度:261.3 lx	
	4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※		有		
		長さ計測精度	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:0.86%		・真値:3.029m ・測定値:3.003m  ・撮影速度:0m/s (停止して撮影) ・被写体との距離:3.0m ・照度:91.2 lx
			性能確認シートの有無 ※		無	
		位置精度	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)=(0.069, 0.044) (m)		・真値(x, y)=(2.893, 0.897) (m) ・測定値(x, y)=(2.824, 0.853) (m) ・照度:91.2 lx
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 フルカラチャート識別可能		・撮影速度:0m/s (停止して撮影) ・被写体との距離:1.0m ・照度:91.2 lx		

※「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ひびわれ箇所の自動抽出機能(下記アルゴリズム参照)により、ひびわれを抽出する。 ②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。 ③ひびわれ幅、長さを自動抽出する(下記アルゴリズム参照)。	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・「イクシスクラウド Ver1.0」(自社開発ソフト)	
	検出可能な変状	・ひびわれ(幅、長さ)	
	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。 
		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 
		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を扱う	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG (当社計測装置にて撮影した画像)
		ファイル容量	6MB程度 (当社計測装置にて撮影した画像)
		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 ・当社計測装置以外で撮影した画像に関しては応相談	
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		
		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 2-1-64 ※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。	

<p><b>調書作成支援の手順</b></p>	<p>③損傷マップの自動作成機能 前工程で得られた損傷個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</p>
<p><b>調書作成支援の適用条件</b></p>	<p>・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 ※センシングデバイス(カメラユニット)部は、内臓の角度計で傾き値を取得し自動鉛直補正正対する機能を有する。 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</p>
<p><b>調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名</b></p>	<p>・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)</p>

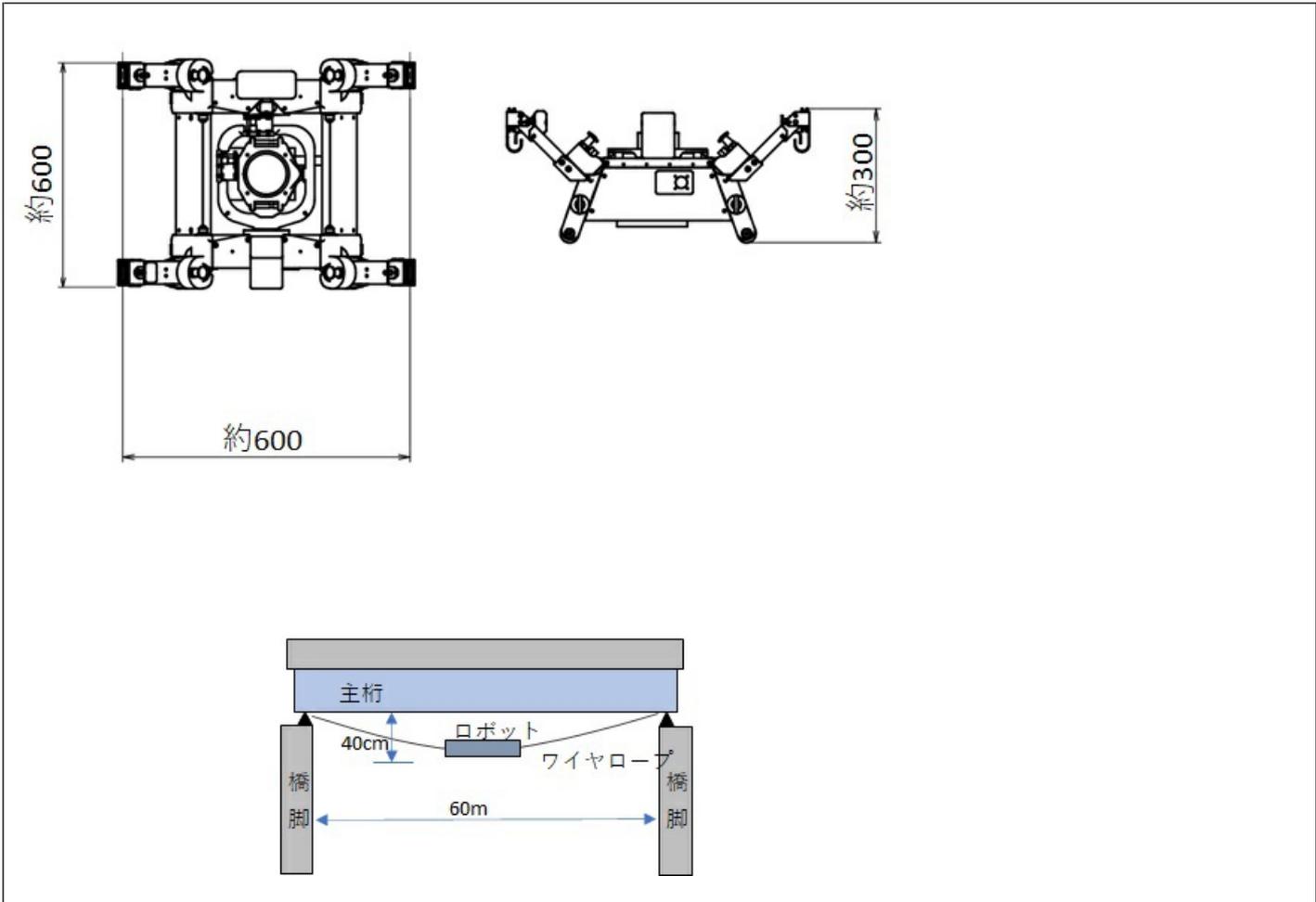
## 6. 留意事項(その1)

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幅は、0.4m以上を保持すること。	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	高所作業における安全事項を実施のこと	-
	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(橋脚天端)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[鋼桁橋] 支間長[最大50m] 幅員[10m] 部位・部材:[コンクリート床版] 活用範囲:500m2 検出項目:ひびわれ(長さ、幅) 費用:¥1,000,000(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	-	-
	自動制御の有無	無し	-
	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	自社点検項目に従い実施
その他	-	-	

### 7. 図面



1. 基本事項

技術番号	BR010009-V0525			
技術名	全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術			
技術バージョン	-	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク			
連絡先等	TEL: 03-6264-4648	E-mail: jiw_dbk@jiw.co.jp	事業推進部 インフラDX推進担当 (建設土木担当)	
現有台数・基地	J2(以下「J2」):100機 X2(以下「X2」):2機 S2+(以下「S2+」):50機 X10(以下「X10」):2機	基地	〒104-0061東京都港区六本木7-10-25 〒537-0021大阪府大阪市東成区東中本3-16-23 NTT東成ビル3F	
技術概要	<p>本技術は狭小部(直径1.2m空間)に進入可能なインフラ点検用ドローンに関するものである。本計測機器は飛行中、画像処理によって構造物をリアルタイムで3次元空間として把握し、画像処理の機能によって一定の離隔(J2,S2+,X2,X10:1m, 50cm)を確保しながら障害物との衝突を自動的に回避するドローンである。これらの機能は非GPS環境下に於いても動作する。前面部にはsonyのセンサーを用いたデジタルカメラを搭載している。点検用途で利用するための角度変更が可能なチルト、およびブレ防止のジンバル(3軸ジンバル)によって動作を制御する。</p> <p>本技術を利用した場合、ドローンによる橋梁の狭小部(部材間)をタブレット端末またはプロボ(送信機)を用いて撮影することができる。狭小部への進入に際して障害物を自動的に回避する機能を有することから、桁間、トラス部材間、フランジ上面、支承付近など、塗装剥がれやひびわれ、腐食状況などを撮影することができる。</p> <p>X2では、J2の機能をそのままに、赤外線カメラ、ズーム機能等を備えている。</p> <p>X10では、赤外線カメラ、ズーム機能、照明等を備えており、オプションパーツにより機能を変更できる。</p> <p>ドローンで撮影した画像をオルソモザイク作成及びひびわれ図、3Dデータ作成等を可能としている。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	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,主構トラス,アーチ,ラーメン,斜張橋,外ケーブル,PC定着部) 下部構造(橋脚,橋台) 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) 路上(高欄,防護柵,地覆,遮音施設,照明施設,標識施設,舗装) 排水施設(排水管) 点検施設 添架物 袖擁壁 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁,周辺地盤) H形鋼桁橋(上部構造(主桁),床版,支承部(支承本体)) RC床版橋(上部構造(主桁),支承部(支承本体))		
	損傷の種類	鋼	①腐食 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 ⑨抜け落ち ⑪床版ひびわれ	
		その他	⑮舗装の異常 ⑯支承部の機能障害 ⑰その他	
共通		⑩補修・補強材の損傷 ⑭定着部の異常 ⑲変色・劣化 ⑳漏水・滞水 ㉑変形・欠損 ㉒土砂詰まり		
検出原理	画像(静止画/動画)			

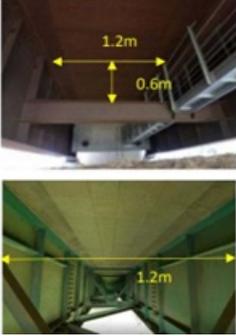
## 2. 基本諸元

計測機器の構成		[J2, X2, S2+, X10] ・移動装置:ドローン ・計測装置:ドローン一体型ジンバルカメラ ・データ収集・通信:SDカード	
移動装置	機体名称	J2, X2, S2+, X10 (skydio)	
	移動原理	[J2, X2, S2+, X10] 〈飛行型〉 ・機体は4枚羽のドローンであり、搭載された6点の魚眼カメラの映像から周囲との距離を計算し、360°を常時画像解析することで一定の離隔を常に確保し続け、障害物との衝突を回避する。画像処理によって飛行する傍ら、GNSS測位による計測データへの位置情報付与なども可能である。	
	運動制御機構	通信	[J2, X2, S2+] 無線通信を利用。 周波数:2.4GHz帯、出力:10mW/MHz [X10] 無線通信を利用。 周波数:2.4GHz帯、出力:10mW/MHz 周波数:5GHz帯
		測位	[J2, X2, S2+] ・GPS ・GLONASS ・V-SLAM [X10] ・GPS ・GLONASS ・Galileo ・BeiDou ・V-SLAM
		自律機能	[J2, X2, S2+, X10] ・自律機能有、V-SLAMによる制御機構への入力には6点の魚眼カメラ及びメインカメラの映像信号。
		衝突回避機能(飛行型のみ)	・映像信号を用いた全天球方向の近接物認識により、プロペラから約1mの離隔を確保する。アグレッシブモードという近接撮影モードを利用する際は、プロペラから50cmまでの距離での近接が可能となる。
	外形寸法・重量	[J2] ・一体構造(移動装置+計測装置):(L223mm×W273mm×H74mm) ・最大外形寸法:(L223mm×W273mm×H74mm) ・最大重量(775g) [X2] ・一体構造(移動装置+計測装置):(L663mm×W569mm×H211mm) ・最大外形寸法:(L663mm×W569mm×H211mm) ・最大重量(1325g) [S2+] ・一体構造(移動装置+計測装置):(L229mm×W274mm×H126mm) ・最大外形寸法:(L229mm×W274mm×H126mm) ・最大重量(800g) [X10] ・一体構造(移動装置+計測装置):(L790mm×W650mm×H145mm) ・最大外形寸法:(L790mm×W650mm×H145mm) ・最大重量(2110g)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	仮設電源:無し [J2] ・動力源:電気式 ・移動装置のバッテリーより供給 ・定格容量:11.4V、-4,280mAh(48.79Wh) [X2] ・動力源:電気式 ・移動装置のバッテリーより供給 ・定格容量:11.4V、-8200mAh(95Wh) [S2+] ・動力源:電気式 ・移動装置のバッテリーより供給 ・定格容量:11.07V、-5,410mAh(59.89Wh) [X10] ・動力源:電気式 ・移動装置のバッテリーより供給 ・定格容量:18.55V、-8419mAh(156Wh)	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	[J2] 23分(外気温:-5~40℃の場合) [X2] 35分(外気温:-5~40℃の場合) 2-1-70 [S2+] 27分(外気温:-5~40℃の場合)	

		※連続飛行をする場合、一度手元に戻し、電源断→バッテリー交換→電源入(約2分)が追加される 【X10】 40分(外気温:-20~45℃の場合)	
計測装置	設置方法	【J2, X2, S2+, X10】 移動装置と一体的な構造	
	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	【J2, S2+】 ・SONY製カメラ 型番IMX577 ・センサーサイズ(1/2.3インチ)、ピクセル数(4056pixel×3040pixel)、焦点距離(20mm[35mm換算]) 【X2】 SONY製カメラ 型番IMX577 ・センサーサイズ(1/2.3インチ)、ピクセル数(4056pixel×3040pixel)、焦点距離(20mm[35mm換算]) 赤外線カメラ FLIRボソン320(ジンバル) ・センサー(非冷却マイクロボロメーター)、ピクセルサイズ(12μm)
			【X10】 ・SONY製カメラ 型番IMX989 広角レンズ ・CMOS(1インチ)、8192 X 6144、焦点距離(20mm[35mm換算]) 望遠カメラ ・CMOS(1/2インチ)、8000 X 6000、焦点距離(190 mm[35 mm 相当]) 狭陰カメラ ・CMOS(1/1インチ)、9248 X 6944、焦点距離(46 mm[35 mm 相当]) 赤外線カメラ Flir Boson+ Uncooled VOx Microbolometer ・センサー(非冷却マイクロボロメーター)、ピクセルサイズ(12 μm)
		パン・チルト機構	【J2, X2, S2+, X10】 ・鉛直-110°~90°
		角度記録・制御機構 機能	【J2, X2, S2+, X10】 ・ジンバルにて方向制御可能。角度記録なし。
		測位機構	【J2, X2, S2+】 ・GLONASS、V-SLAM、IMU、飛行運動制御機構と共用 【X10】 ・GLONASS、Galileo、BeiDou、V-SLAM、IMU、飛行運動制御機構と共用
	耐久性	-	
	動力	【J2, X2, S2+, X10】 ・移動装置のバッテリーより供給(直接接続)	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	【J2, S2+】 ・5時間 【X2】 ・3時間 【X10】 ・5時間 外気温が高いときには、冷却時間が必要。	
データ収集・通信装置	設置方法	【J2, X2, S2+, X10】 移動装置と一体的な構造 移動装置のmicroSDスロットにSDカードを挿入する	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	【J2, X2, S2+, X10】 ・記録メディア(microSDカード)に保存 ・計測機器のデータ収集・通信装置から計測したデータを有線接続された送信機経由でタブレット端末に伝送し、内部ストレージに保存、もしくはmicroSDを取り出し、パソコンなどの内部ストレージにコピーする	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	【J2, X2, S2+, X10】 機体内部のmicroSDカードに保存する	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	-	
	動力	移動装置と一体であるバッテリーから供給	
	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 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	<p>標準試験方法 地上・自然風(2019)                      実施年 2022年                      &lt;機種J2&gt;・変化量:0cm                      &lt;機種X2&gt;・変化量:0cm                      &lt;機種S2+&gt;・変化量:0cm</p> <p>実施年 2024年                      &lt;機種X10&gt;・変化量:0cm</p> <p>標準試験方法 室内・人工風(2023)                      実施年 2024年                      &lt;機種J2&gt;                      ・風速:3.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:17cm(10cm)                      鉛直方向 最大移動量:18cm(5cm)                      ・風速:5.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:12cm(62cm)                      鉛直方向 最大移動量:25cm(79cm)                      ・風速:8.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:22cm(176cm)                      鉛直方向 最大移動量:19cm(67cm)                      &lt;機種X2&gt;                      ・風速:3.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:5cm(7cm)                      鉛直方向 最大移動量:3cm(1cm)                      ・風速:5.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:9cm(14cm)                      鉛直方向 最大移動量:2cm(3cm)                      ・風速:8.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:16cm(25cm)                      鉛直方向 最大移動量:4cm(2cm)                      &lt;機種S2+&gt;                      ・風速:3.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:16cm(16cm)                      鉛直方向 最大移動量:6cm(8cm)                      ・風速:5.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:18cm(35cm)                      鉛直方向 最大移動量:9cm(6cm)                      ・風速:8.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:37cm(43cm)                      鉛直方向 最大移動量:14cm(6cm)                      &lt;機種X10&gt;                      ・風速:3.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:6cm(10cm)                      鉛直方向 最大移動量:3cm(2cm)                      ・風速:5.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:13cm(15cm)                      鉛直方向 最大移動量:2cm(2cm)                      ・風速:8.0m/s 正面(側面)                      水平方向 最大移動量:23cm(26cm)                      鉛直方向 最大移動量:8cm(4cm)</p>	<p>・計測器が雨に晒されないこと                      ・風速11m/s未満の自然風であること</p> <p>&lt;機種J2&gt;                      ・構造物までの距離:1.0m                      ・風速:2.4m/s                      ・停止飛行時:水平移動無し                      ・ホバリング:60秒間</p> <p>&lt;機種X2&gt;                      ・構造物までの距離:1.25m                      ・風速:4.4m/s                      ・停止飛行時:水平移動無し                      ・ホバリング:60秒間</p> <p>&lt;機種S2+&gt;                      ・構造物までの距離:1.0m                      ・風速:6.2m/s                      ・停止飛行時:水平移動無し                      ・ホバリング:60秒間</p> <p>&lt;機種X10&gt;                      ・構造物までの距離:1.0m                      ・風速:2.2m/s                      ・停止飛行時:水平移動無し                      ・ホバリング:60秒間</p>
性能確認シートの有無 ※	有		
性能値	<p>【飛行型】                      &lt;機種J2&gt;                      ・最小所要空間寸法:縦、横、高さ                      (-、1200、-) (mm)                      &lt;機種X2&gt;                      ・最小所要空間寸法:縦、横、高さ                      (-、3000、-) (mm)                      &lt;機種S2+&gt;                      ・最小所要空間寸法:縦、横、高さ                      (-、1200、-) (mm)                      &lt;機種X10&gt;                      (-、3000、-) (mm)</p>	<p>&lt;機種J2,S2+,X2&gt;                      ・風速:11m/s                      &lt;機種X10&gt;                      ・風速:12.8m/s</p>	
	<p>標準試験方法 桁間に進入する場合(2022)                      実施年 2022年                      2-1-72                      【飛行型】                      &lt;機種S2+&gt;</p>		

3-2 進入可能性能	標準試験値	<ul style="list-style-type: none"> <li>・5.6m×3.7m×3.7m進入可能</li> </ul> 実施年 2024年 <機種J2> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2.8m×2.4m×3.7m進入可能</li> <li>・3.7m×3.7m×5.6m進入可能</li> <li>・8.4m×2.4m×8.4m×2.4m進入可能</li> </ul> <機種S2+> <ul style="list-style-type: none"> <li>・2.8m×2.4m×3.7m進入可能</li> <li>・3.7m×3.7m×5.6m進入可能</li> <li>・8.4m×2.4m×8.4m×2.4m進入可能</li> </ul> 標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2024年 <機種X2> <ul style="list-style-type: none"> <li>・桁下空間:高さ5.0m進入可能</li> </ul> <機種X10> <ul style="list-style-type: none"> <li>・桁下空間:高さ5.0m進入可能</li> </ul>	実施年 2022年 <機種S2+> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風速:4.7m/s</li> </ul> 実施年 2024年 <機種J2> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風速:2.4m/s</li> </ul> <機種X2> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風速:4.4m/s</li> </ul> <機種S2+> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風速:6.2m/s</li> </ul> <機種X10> <ul style="list-style-type: none"> <li>・風速:4.6m/s</li> </ul>
			
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	【飛行型】 <機種J2,S2+> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大距離:300m</li> </ul> <機種X2> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大距離:500m</li> </ul> <機種X10> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大距離:500m</li> </ul>	<機種J2,S2+> <ul style="list-style-type: none"> <li>・操作場所からの最大距離300m (狭小部進入による電波の回り込みを含む)</li> <li>・周囲に電波を発するものがないこと</li> </ul> ※送信機のカタログスペック上、3.5kmまで電波伝送可能だが、本計測装置と併用して通信距離が200mを超える場合には、計測装置からタブレット端末への映像伝送に乱れが生じる場合がある。 <機種X2><機種X10> <ul style="list-style-type: none"> <li>・操作場所からの最大距離500m</li> </ul>
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年 2024年 <機種J2> <ul style="list-style-type: none"> <li>・飛行距離 50m</li> </ul> <機種X2> <ul style="list-style-type: none"> <li>・飛行距離 50m</li> </ul> <機種S2+> <ul style="list-style-type: none"> <li>・飛行距離 50m</li> </ul> <機種X10> <ul style="list-style-type: none"> <li>・飛行距離 50m</li> </ul>	
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
4-1 計測速度(撮影速度)	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 2022年 <機種J2> ・移動速度:0.7m/sec <機種X2> ・移動速度:0.17m/sec <機種S2+> ・移動速度:0.086m/sec 実施年 2024年 <機種X10> ・撮影速度:0.024m2/sec	<機種J2> ・風速:1.4m/s <機種X2> ・風速:0.1m/s ・飛行距離:6.0m ・所要時間:36秒 <機種S2+> ・風速:3.5m/s ・飛行距離:12.0m ・所要時間:2分20秒 <機種X10> ・風速:0.0~5.5m/s ・撮影面積:16.5m ・所要時間:11分27秒
4-2 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 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2022年 <機種J2> ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.17mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0mm <機種X2> ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.08mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.31mm <機種S2+> ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.095mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.16mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.11mm 実施年 2024年 <機種X10> ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.04mm <sub>2-1-74</sub> ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.03mm	<機種J2> ・被写体距離:2.0m ・照度:253.2lux <機種X2> ・被写体距離:1.5~2.0m ・照度:11.9~76.8kLux ・風速:0.1~1.2m/s <機種S2+> ・被写体距離:0.5~1.0m ・照度:8.8~79.7lux ・風速:0.3~1.2m/s <機種X10> ・被写体距離:2.0m ・照度:6.60~63.8kLux ・風速:0.0~5.5m/s

計測装置	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅0.3mm</li> <li>計測精度:0.03mm</li> <li>・ひびわれ幅1mm</li> <li>計測精度:0.00mm</li> </ul>
			性能値	未検証		-
			標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2022年 <機種J2> ・相対誤差:0.03% <機種X2> ・相対誤差:1.62% <機種S2+> ・相対誤差:1.9%  実施年 2024年 <機種X10> ・相対誤差:1.3%		<機種J2> ・真値:3.029m ・測定値:3.030m ・被写体距離:2m ・風速:1.7m ・照度:16000lux  <機種X2> ・真値:5.056m ・測定値:4.974m ・被写体距離:4m ・風速:1.6m/s ・照度:14.7~40.7kLux  <機種S2+> ・真値:5.590m ・測定値:5.484m ・被写体距離:2.7m ・風速:1.2 m/s ・照度:13.1~79.7kLux  <機種X10> ・真値:3.828m ・測定値:3.779m ・被写体距離 5.0m ・風速:0.0~2.6 m/s ・照度:10.3~45.4kLux
			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 2022年 <機種J2> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.001, 0.001) (m) <機種X2> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.014, 0.151) (m) <機種S2+> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.032, 0.190) (m)  実施年 2024年 <機種X10> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.039, 0.031) (m)		<機種J2> ・真値(x, y)=(-2.893, 0.897) (m) ・測定値(x, y)=(-2.824, 0.896) (m) ・被写体距離:2m ・風速:1.7m ・照度:16000lux  <機種X2> ・真値(x, y)=(-4.456, -2.389) (m) ・測定値(x, y)=(-4.442, -2.238) (m) ・被写体距離:4m ・風速:1.6 m/s ・照度:14.7~40.7kLux  <機種S2+> ・真値(x, y)=(-5.077, -2.340) (m) ・測定値(x, y)=(-5.045, -2.150) (m) ・被写体距離:2.7m ・風速:1.2 m/s ・照度:13.1~79.7kLux  <機種X10> ・真値(x, y)=(-3.551, -1.431) (m) ・測定値(x, y)=(-3.512, -1.400) (m) ・被写体距離:5.0m ・風速:0.0~2.6 m/s ・照度:10.3~45.4kLux
	4-4 色識別性能	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 2022年 <機種J2> ・フルカラーチャート識別可能 2-1-75 <機種X2> ・フルカラーチャート識別可能		<機種J2> ・照度:90.3lux  <機種X2> ・照度:11.9~76.8kLux
			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 2022年 <機種J2> ・フルカラーチャート識別可能 2-1-75 <機種X2> ・フルカラーチャート識別可能		<機種J2> ・照度:90.3lux  <機種X2> ・照度:11.9~76.8kLux

	標準試験値	<機種S2+> ・フルカラーチャート識別可能  実施年 2024年 <機種X10> ・フルカラーチャート識別可能	<機種S2+> ・照度:13.1~79.7kLux  <機種X10> ・照度:10.7~42.4kLux
--	-------	---	--

※「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手元モニターで損傷部を目視で確認して、撮影を行う。 ②内業で自社システム(WayMark Note)を使用し、1m及び50cmで損傷部を撮影したデータと事前に撮影しているキャリブレーションデータを比較し、測定を行う。 ③野帳に損傷位置、状態、幅、長さを記載し、提出する。		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	自社ソフト(WayMark Note)		
	検出可能な変状	・ひびわれ0.05mm以上、漏水・遊離石灰、剥離・鉄筋露出		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	現場でひびわれを撮影するときに50cmか1.0mでの離隔で撮影を行うことで、画像サイズから実際の寸法の計測を行う。 あとは、システム上でサイズ指定し、寸法を算出する。	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	現地で撮影した損傷画像にクラックスケールのキャリブレーション画像を当てて計測する。 橋梁の部材寸法を計測し損傷と比較をして計測する。	
		ひびわれ以外	撮影画像で確認できる損傷を同尺度のクラックスケールを当て込み幅及び長さの計測を行う。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	—	
		変状の描画方法	画像上にパソコン及びタブレットを使用して、直接描画する。	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG	
		ファイル容量	-	
		カラー／白黒画像	カラー 白黒画像	
画素分解能		検出性能:ひびわれ幅0.2mmのひびわれ:0.6mm/画素		
その他留意事項		画像の品質に精度が伴う。		
出力ファイル形式	JPEG			
調書作成支援の手順	依頼内容によって作成メニューは変わります。 【対応可能項目】 ①飛行前検討で、橋梁資料及び現地状況データを受領し、点検可否及び費用算出を行う ②計画書作成 ③現場撮影(自社システム) ④データ整理(自社システム) ⑤損傷図作成 ⑥点検調書作成 ⑦ひびわれ解析 ⑧3D点群作成 ⑨データを納品			
調書作成支援の適用条件	桁内や曇天時は光量が足りず撮影が困難です。 ドローンを移動しながら撮影する場合は、1mph内の速度とし、1shot/sの撮影間隔で撮影する必要がある。 内蔵カメラはISO200より上げると画質劣化の可能性があります。F値 F2.8 対象から正対して撮影する必要があります。			
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	現地での撮影: J2、X2、S2+、X10 データダウンロード、OS: windows8以上、ブラウザ、Chrome、autodesk			

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	【J2, S2+】 桁下高さ1m程度は進入のために必要 【X2】 桁下高さ2m程度は進入のために必要 【X10】 桁下高さ3m程度は進入のために必要	植生がある場合伐採が必要
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	【J2, X2, S2+, X10】 飛行中は操縦者および補助者による監視し、作業中看板の設置。 バッテリーと移動装置を配線構造ではなく、マグネットの接続端子構造にしているため、衝撃を受けた際に本体と外れることにより、発火の危険性が少ない構造となっている。	-
	無線等使用における混線等対策	事前に無線の混線状況を確認すること	-
	道路規制条件	-	路面上での作業を行う時は、第三者及び影響範囲においては、管理者と協議の上、規制等を行う。
	その他	【J2, S2+】 ・現場での離着陸箇所の確認を行うこと ・夜間計測不可 ・雨天計測不可 ・風速(11.2m/s)以上は飛行不可 ・照度が100lux以下は離陸不可(設定上) 【X2, X10】 ・現場での離着陸箇所を確認を行うこと ・雨天計測不可	-

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	飛行ソフトウェア操作性について一般的な知識が必要 機体の特性および仕様の専門的な知識が必要	当社の講習を受講すること 橋梁のドローン点検においてはJIWの作業を基本としている
	必要構成人員数	現場責任者1人、操作員1人、補助員1人 合計3名	現場条件により、現場責任者は操作員又は補助員を兼ねることも可、その場合の必要構成人員数は2名となる
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	当社が実施する講習を受講しており、当社が認可していること	目視外飛行やその他法令で制限される事項については国土交通省の定める「無人航空機 飛行マニュアル」に準ずる
	作業ヤード・操作場所	【J2、X2、S2+】 一般的な無人航空機の飛行環境に準ずる 作業ヤード範囲:1㎡ 操作場所:計測機器より300m以内 【X10】 一般的な無人航空機の飛行環境に準ずる 作業ヤード範囲:2㎡ 操作場所:計測機器より500m以内	【J2、S2+】 照度が確保できない閉空間は飛行不可(箱桁内部など) 離着陸箇所の機体から上空が2m未満の場所は飛行不可【X2】 離着陸箇所の機体から上空が2m未満の場所は飛行不可【X10】 離着陸箇所の機体から上空が3m未満の場所は飛行不可
	点検費用	【J2、S2+】 【橋梁条件】 直轄国道 橋梁定期点検要領による目安 橋種 [コンクリート/鋼橋] 橋長 100m 幅員 20m 部位・部材 [上部工・下部工・路面除く] 活用範囲 [2000㎡] 検出項目 [静止画、動画] 〈費用〉合計 600,000円(税込)(経費含む) 作業時間:1日 3人1班体制時 成果品:画像データ、野帳(自社システムなど) 【X2、X10】 見積対応	・基本撮影条件、橋種、点検面積によって作業内容が異なるため見積り対応となります。 標準項目:事前調査、飛行撮影検討、飛行前現地確認、現場撮影、データ整理、データ分析、損傷図作成 ・データの納品手法(3次元化、オルソモザイク作成)は別途計上
	保険の有無、保障範囲、費用	【J2、X2、S2+、X10】 対人・対物補償保険有	-
	自動制御の有無	【J2、X2、S2+、X10】 対象物へ接近するための自動飛行モード有	特定箇所への接近動作を自動で行うものであり、ウェイポイントによる広域の自動航行ではない
	利用形態:リース等の入手性	当社の研修受講者及び認可しているものにて点検実施	技術対応の例 本技術は、業務委託で実現し提供します。機体の機能確認等に関しては、レンタル及び販売も利用可能。
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	【J2】 不具合時対応は、当社講習を受講者が実施	-
センシングデバイスの点検	【J2、X2、S2+、X10】 飛行前にセンサーカメラに付着した塵・汚れなどは清潔な布で拭き取ること	-	
その他	-	-	

## 7. 図面

### 機体一覧

S2+	X2	X10
		
		
<p>縦 : 223mm 横 : 273mm 高さ : 74mm</p>	<p>縦 : 663mm 横 : 569mm 高さ : 211mm</p>	<p>縦 : 789mm 横 : 650mm 高さ : 144mm</p>



## ドローンでの 3D データ取得可能

skydio での 3 次元データ取得も行っております。  
お気軽にご相談ください。

対応例

- 点群データ
- テクスチャモデル



サンプル画像

株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク  
事業推進部 建設・土木担当  
mail: [jw\\_dbk@jiw.co.jp](mailto:jw_dbk@jiw.co.jp) TEL: 06-6736-5355  
〒537-0021  
大阪府大阪市東成区東中本 3-16-23 東成第一ビル 3F



### 1. 基本事項

技術番号	BR010010-V0525			
技術名	デジタルカメラを用いた画像計測ソリューション			
技術バージョン	1.5.0.0	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社 ニコン・トリムブル			
連絡先等	TEL: (03)3737-9411	E-mail:	gs-info@nikon-trimble.co.jp ジオスペーシャル事業部マーケティング部マーケティング課	
現有台数・基地	量産可能	基地	-	
技術概要	<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>デジタルカメラとタブレットPC (Windows10, 11) を接続して使用する。</li> <li>現場に合わせて、一脚や台車付き三脚と組み合わせて、人力により撮影を行う。</li> <li>望遠レンズを使用することで、17m遠の0.2mm幅のひびわれを計測できる。</li> </ul> <p>【ソフトウェアによる撮影・画像合成】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>カメラからタブレットPCに画像を取り込むことで、リアルタイムに確認用合成画像を生成し、取り漏れがないことを確認しながら撮影ができる。</li> <li>環境に合わせて、カメラの設定をひびわれ計測に適切な値に自動で調整します。</li> <li>撮影後に、高解像度合成画像を生成する。</li> </ul> <p>【自動ひびわれ検出・幅計測】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高解像度合成画像から、自動でひびわれを検出・幅計測ができる。</li> <li>計測したひびわれは、画像と合わせてDWG/DXFとして出力できる。</li> </ul> <p>【ソフトウェア構成】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高解像度合成画像の生成、自動ひびわれ検出・幅計測は、クラウド/オフィスPCのどちらでもできる。</li> </ul>			
技術区分	橋種	コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版) 下部構造(橋脚, 橋台) 溝橋(ボックスカルバート)(側壁・底版・隔壁・その他)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ①床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		移動装置:なし(手持ちで人力で移動) 計測装置:指定機種のデジタルカメラ データ収集:タブレットPC(Windows10, 11)	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	【人力】 ・撮影面に対し、略正対した姿勢で撮影を行う。(相対角30°以内) ・床版に対し水平に移動し、対象領域を網羅するように撮影を繰り返す。	
	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	-	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	一脚に雲台を介して、カメラを取り付ける。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・デジタルカメラ寸法・重量 - 外形寸法:約126.5mm x 93.5mm x 229mm - 重量:約1.0kg ・タブレットPC(例として、Panasonic FZ-M1を記載) - 外形寸法:幅202.7mm×奥行132mm×高さ18mm - 重量:約0.54-0.55kg ・一脚(例として、SLIKSポールIIを記載) - 外形寸法:550-1,610mm - 重量:580g ・雲台(例として、SLIKマスターデラックス ブラック雲台を記載) - 外形寸法:135mm - 重量:800g	
	センシングデバイス	カメラ	カメラ:(株)ニコン製デジタルカメラZ50 レンズ:(株)ニコン製レンズAF-S DX Micro NIKKOR 40mm f/2.8G またはAF-S Micro NIKKOR 60mm f/2.8G ED またはNIKKOR Z 20mm f/1.8 S またはNIKKOR Z MC 50mm f/2.8 またはNIKKOR Z 85mm f/1.8 S またはNIKKOR Z MC 105mm f/2.8 VR S センサーサイズ:23.5mm x 15.6mm ピクセル数:5568x3712 焦点距離:40mm (AF-S DX Micro NIKKOR 40mm f/2.8G)または90mm (AF-S Micro NIKKOR 60mm f/2.8G ED) または20mm (NIKKOR Z 20mm f/1.8 S)または50mm (NIKKOR Z MC 50mm f/2.8)または85mm (NIKKOR Z 85mm f/1.8 S)または105mm (NIKKOR Z MC 105mm f/2.8 VR S)
		パン・チルト機構	鉛直方向:上下90° 水平方向:360°
		角度記録・制御機構 機能	・撮影済み画像とのオーバーラップが適切な値になったとき、自動撮影を行う。 ・タブレット上に、確認用合成画像をリアルタイムに生成する。 ・合成画像上に、視準している領域枠を重ねて表示することで撮影位置の調整をサポートする。 ・カメラ画像により、撮影開始場所からの相対位置および、面に対する相対角を記録する。
		測位機構	・高解像度合成画像の生成時に、各画像の撮影位置および自己位置を測位する。 ・目印となるマーカなどの座標値を記録しておくことで、ひびわれ自動計測ソフトウェアへの取り込み時に、測地系座標を付与できる。
	耐久性	防水・防塵なし	
	動力	カメラは、内蔵バッテリーにて駆動する。	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約320コマ撮影可能 (標準的な使用例で約1時間に相当)	
	データ収集・通信装	設置方法	・データはタブレットPC(Windows10、市販品を使用可能)に保存される。 ・一脚に、タブレットホルダを介し、タブレットPCを取り付ける。 ・カメラとタブレットPCをUSBケーブルで接続する。
外形寸法・重量(分離構造の場合)		使用するタブレットPCにより変動する。	
データ収集・記録機能		タブレットPCの記憶装置に保存する。 <sup>2-1-83</sup>	
通信規格(データを伝送し			

置	保存する場合)	USB規格の有線通信により、デジタルカメラとタブレットPCは通信を行う。
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	
	動力	タブレットPCは、内蔵バッテリーにて駆動する。
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	使用するタブレットPCにより変動する。 例としてPanasonic FZ-M1で約3時間、使用可能

### 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	【接触型】 ・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ(300、300、300) (mm)	・30cm角の間口があれば進入、撮影可能
	標準試験値	未検証	-
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 ※	無	
	性能値	未検証	・撮影中は測位精度の管理を行っていない。
	標準試験値	未検証	-

※「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	・移動速度:0.10m/s	・撮影は停止して行う。撮影位置間の移動は、人力のため、使用者による。 参考実験値 ・0.10m/s (AF-S DX Micro NIKKOR 40mm f/2.8G、距離 5.0m) ・0.10m/s (AF-S Micro NIKKOR 60mm f/2.8G ED、距離 5.0m) ・雨天のもとでの作業不可 ・目安として照度1000lx以下のときは、下記のいずれかの対策が必要 ・投光器を使用する ・ジンバルなどでカメラのブレ対策をした上で、シャッター速度を長く設定する ・対象面に対し、相対角30°以内
		標準試験値	未検証	-
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	・ひびわれ幅0.2mm 計測誤差:±0.1mm以内	・雨天のもとでの作業不可 ・目安として照度1000lx以下のときは、下記のいずれかの対策が必要 ・投光器を使用する ・ジンバルなどでカメラのブレ対策をした上で、シャッター速度を長く設定する ・対象面に対し、相対角30°以内
		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:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.07mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.08mm	・照度:122.2lx ・AF-S Micro NIKKOR 60mm f/2.8G ED使用、距離 4.0m
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%	・真値:3.029m ・測定値:3.029m ・照度:10100lx ・雨天のもとでの作業不可 ・目安として照度1000lx以下のときは、下記のいずれかの対策が必要 ・投光器を使用する ・ジンバルなどでカメラのブレ対策をした上で、シャッター速度を長く設定する ・対象面に対し、相対角30°以内
	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) <sub>2-1-86</sub> =(0.004、0.013) (m)	・真値(x,y)=(-2.893、0.897) (m) ・測定値(x,y)=(-2.889、0.910) (m) ・照度:10100lx ・雨天のもとでの作業不可 ・目安として照度1000lx以下のときは、下記のいずれかの対策が必要 ・投光器を使用する ・ジンバルなどでカメラのブレ対策をした上で、シャッター

<b>4-4 色識別性能</b>			スピードを長く設定する ・対象面に対し、相対角30°以内
	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	・照度 57.9lx ・雨天のもとでの作業不可 ・目安として照度1000lx以下のときは、下記のいずれかの対策が必要 ・投光器を使用する ・ジンバルなどでカメラのブレ対策をした上で、シャッター速度を長く設定する ・対象面に対し、相対角30°以内

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>①撮影画像の合成とあおり補正を行う。合成およびあおり補正は、画像のオーバーラップ部や撮影ログ情報などから自動で行われる。(自動)                  ②作成した合成画像にスケールを与える。スケールは、撮影距離もしくは合成画像上の2点間距離の指定で付与する方法と、3点以上の既知点を指定しスケールと位置情報を付与する方法がある。(手動)                  ③合成画像から、ひびわれの自動抽出、自動幅計測を行う。(自動)                  ④出したひびわれをソフトウェア画面上で目視で確認し、ひびわれ以外の抽出結果を削除する。(手動)                  ⑤CAD機能を用いて、名称付与ルールに基づき、ひびわれの番号・名称の記載を行う。(自動)                  ⑥ひびわれ以外の変状の記載、床版外形のトレースを行う(オフィスPC版のみ)。(手動)                  ⑦表計算ソフトを用いる場合はひびわれリストの出力を行う。また、CADを用いる場合はDXF/DWGの出力を行う。(自動)</p>	
<p>ソフトウェア名</p>	<p>オフィスPC版自社開発ソフト Trimble Business Center Ver.5.30以降                  クラウド版自社開発ソフトSightFusion for Inspection Ver.1.0以降</p>	
<p>検出可能な変状</p>	<p>ひびわれ(幅および長さ)</p>	
<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>ひびわれ</p>	<p>・画像解析による自動検出                  画像上の陰影の違いを利用した機械学習による輪郭抽出を適用する。                  撮影条件・仕様等                  1) 本計測機器を使用して撮影を行う                  2) 撮影モード: マニュアルモード                  3) ISO感度: ISO500以下                  4) ラップ率: オーバーラップ 50%                  5) 画質: 最高(ファイン)                  6) 画質フォーマット: JPEG</p>
<p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p>	<p>・事前準備: 合成画像上に写っている2点間の実際の距離を別途計測しておく(例: コンクリートブロックの角と角)。この計測結果を基準に計算した1ピクセルの大きさをういて幅・長さを算出する。                  ・幅: 検出されたひびわれ近傍の陰影の強度分布を解析する。陰影の強さと見えの関係のキャリブレーション情報を内部に有するため、1ピクセル以下の幅も計測可能(0.5ピクセル程度まで)。ただし、キャリブレーション情報はカメラとレンズの組み合わせにより、異なるため、指定のカメラ・レンズの使用が必要。                  ・長さ: 検出されたひびわれの始点と終点の画像上の座標に、1ピクセルの大きさを乗ずることで算出する。</p>	
<p>ひびわれ以外</p>	<p>・人が画像を確認して、変状を人力でトレース</p>	
<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>・ひびわれの検出: 再現率90%                  (0.2mmのひびを有するサンプルについて、下記の[画素分解能]に記載の距離で撮影、ひびわれ計測を行い、[計測結果のひびわれ長さ/実際のひびわれ長さ]を再現率としている。)</p>	
<p>変状の描画方法</p>	<p>・ひびわれ: ポリライン                  ・ひびわれ以外: ポリゴン</p>	
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ファイル形式</p>	<p>本計測機器を使用して撮影した、画像およびプロジェクトファイルを使用する</p>
<p>ファイル容量</p>	<p>1プロジェクトあたり、最大200枚まで撮影可能</p>	
<p>カラー／白黒画像</p>	<p>カラー</p>	
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>画素分解能</p>	<p>ひびわれ幅が約0.5ピクセル以上の大きさを持つことが必要となる。                  使用するレンズと計測する最小ひびわれ幅の組み合わせは、下記の通り。                  最小ひびわれ幅0.10mmを計測する場合                  NIKKOR Z 20mm f/1.8 S                  :推奨距離1.5m以下                  AF-S DX Micro NIKKOR 40mm f/2.8G                  :推奨距離2.5m以下                  NIKKOR Z MC 50mm f/2.8                  :推奨距離3.0m以下                  AF-S Micro NIKKOR 60mm f/2.8G ED                  :推奨距離4.0m以下                  NIKKOR Z 85mm f/1.8 S                  :推奨距離7.0m以下                  NIKKOR Z MC 105mm f/2.8 VR S                  :推奨距離8.5m以下                  最小ひびわれ幅0.20mmを計測する場合                  NIKKOR Z 20mm f/1.8 S                  :推奨距離3.0m以下                  AF-S DX Micro NIKKOR 40mm f/2.8G                  :推奨距離5.0m以下                  NIKKOR Z MC 50mm f/2.8                  :推奨距離6.0m以下                  AF-S Micro NIKKOR 60mm f/2.8G ED                  :推奨距離10m以下                  NIKKOR Z 85mm f/1.8 S                  :推奨距離14m以下                  NIKKOR Z MC 105mm f/2.8 VR S                  :推奨距離17m以下</p>
	<p>・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難</p>	

		その他留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・濡れた面のひびわれは検出が困難</li> <li>・対象面との相対角30°以下(7. 図面を参照)</li> </ul>
	出力ファイル形式	DXF/DWG	
調書作成支援の手順		-	
調書作成支援の適用条件		-	
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		-	

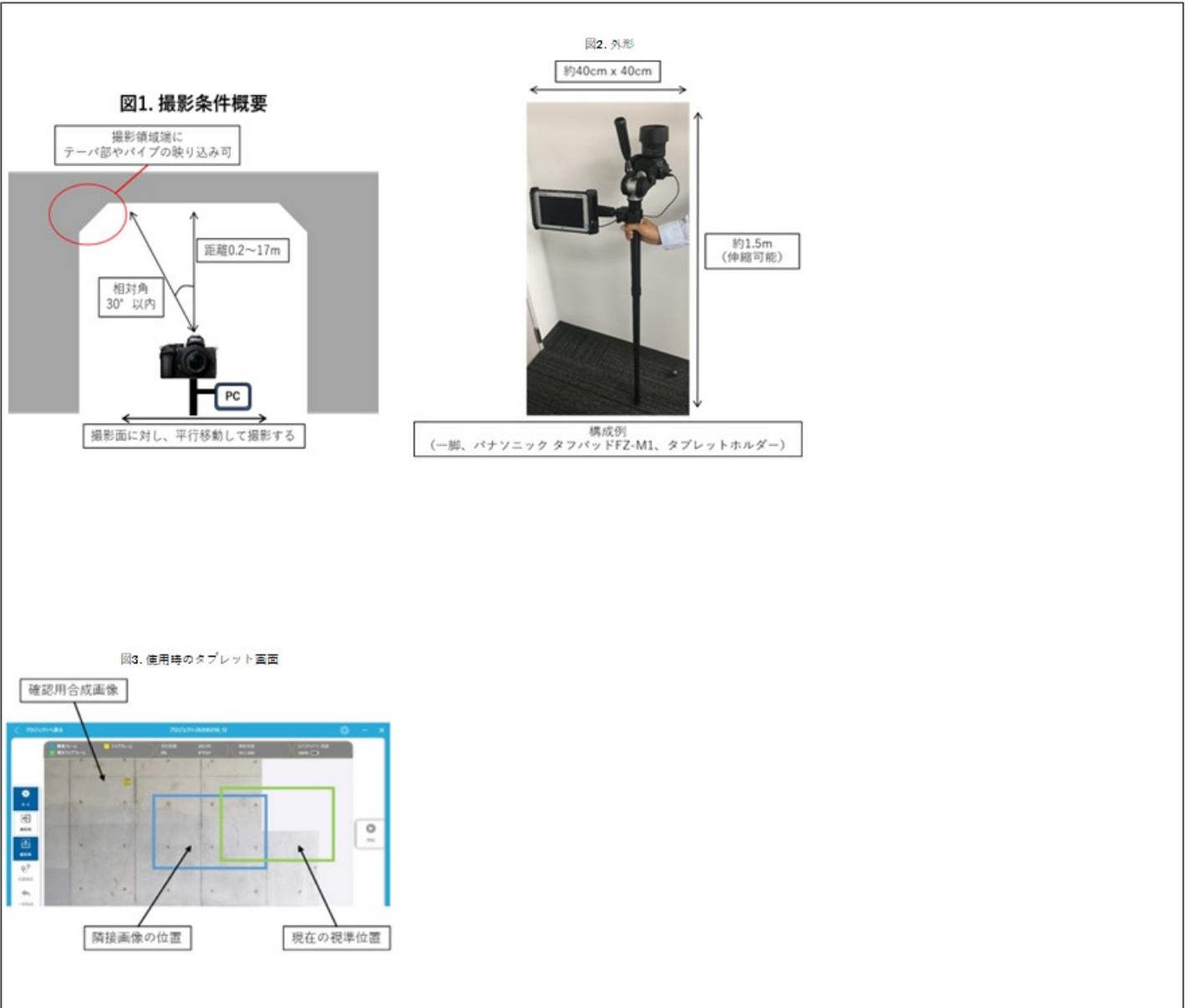
## 6. 留意事項(その1)

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	床版の直下で作業可能なこと	-
	周辺条件	目安として照度1000lx以下のときは、下記のいずれかの対策が必要 ・投光器を使用する ・ジンバルなどでカメラのブレ対策をした上で、シャッタースピードを長く設定する	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	桁下が道路である場合は、作業場所について制限が必要	-
	その他	・平面であること ・R形状は不可	-

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	-	-
	必要構成人員数	作業者1人	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	・床版の直下(相対角30°以内で撮影できる位置) ・床版から10m以内	-
	点検費用	クラウド版自社開発ソフトSightFusion 使用料 月額10万円~	詳細は、本カタログ記載の連絡先までお問い合わせ下さい。
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	あり 指定オーバーラップになったときに、自動シャッターを行う	-
	利用形態:リース等の入手性	・ソフトウェアは、購入または月額課金制 ・カメラ、レンズは指定機種を使用する ・タブレットPCはOSがWindows10のものを使用する ・機材について未所有の場合は購入	詳細は、本カタログ記載の連絡先までお問い合わせ下さい。
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	有り 担当営業経由にてサポートを行う	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	最新の対応カメラ、レンズについてはお問合せ下さい。	-	

## 7. 図面



## 1. 基本事項

技術番号	BR010011-V0525			
技術名	画像計測ソリューションNivo-i			
技術バージョン	1.1.1.2	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社 ニコン・トリンプル			
連絡先等	TEL: (03)3737-9411	E-mail:	gs-info@nikon-trimble.co.jp ジオスペーシャル事業部マーケティング部マーケティング課	
現有台数・基地	5台	基地	東京都大田区南蒲田	
技術概要	本技術は画像センサを内蔵したサーボトータルステーションを用いて撮影を行い、自動でひびわれを検出・幅計測を行う技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ①床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		移動装置:なし(三脚にて位置を固定) 計測装置:画像計測ソリューションNivo-i データ収集・通信:USBメモリ	
移動装置	機体名称	画像計測ソリューションNivo-i	
	移動原理	【据置】 測量用三脚にNivo-iを固定して計測を行う。	
	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	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	測量用三脚に本機を固定する。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・約173mm x 174mm x 315mm ・約5.2kg	
	センシングデバイス	カメラ	画像計測ソリューションNivo-iの内蔵カメラ ピクセル数:1920x1080
		パン・チルト機構	鉛直方向:-40°~90° 水平方向:360°
		角度記録・制御機構 機能	・本体のタッチパネル部から、撮影領域を指定する。 ・撮影領域から撮影計画を生成し、自動撮影を行う。このとき、内部に有するモーターにより、水平軸および垂直軸を回転する。これを繰り返すことで、指定した領域を自動撮影する。 ・撮影時の角度および対象までの距離を記録する。
		測位機構	・測距・測角センサによる後方交会法などにより、自己位置を測位できる。 ・撮影時の測距・測角値により、撮影した画像位置および画像上のひびわれの位置を測位できる。
	耐久性	IP55	
	動力	・動力源:電気式 ・電源供給容量:バッテリー	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約8時間		
データ収集・通信装置	設置方法	移動装置と一体的な構造	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	内部記憶装置またはUSBメモリに記録する。	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	USB規格	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	-	
	動力	-	
	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 ※	-	
	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 ※	無		
		性能値	①撮影速度:0.84m2/分 ②撮影速度:1.68m2/分	上段①:約0.014m2/秒(距離20m) 下段②:約0.028m2/秒(距離40m) ・雨天のもとでの作業不可 ・照度500lx以下の時は、投光器が必要 ・対象面に対し、相対角45°以内	
		標準試験値	未検証	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	・ひびわれ幅0.2mm 計測誤差:±0.1mm以内	・雨天のもとでの作業不可 ・照度500lx以下の時は、投光器が必要 ・対象面に対し、相対角45°以内	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2020年 検出可能な最小ひびわれ幅 0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度0.04mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度0.05mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度0.07mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度0.13mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度0.08mm	・照度:135lx ・正対距離7.9m ・雨天のもとでの作業不可 ・照度500lx以下の時は、投光器が必要 ・対象面に対し、相対角45°以内	
	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%	・真値:3.029m ・測定値:3.029m ・照度:10100lx ・雨天のもとでの作業不可 ・照度500lx以下の時は、投光器が必要 ・対象面に対し、相対角45°以内
		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)=(0.000, 0.000) (m)	・真値(x, y)=(-2.893, 0.897) (m) ・測定値(x, y)=(-2.893, 0.897) (m) ・照度:10100lx ・雨天のもとでの作業不可 ・照度500lx以下の時は、投光器が必要 ・対象面に対し、相対角45°以内
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	・照度:57.9lx ・雨天のもとでの作業不可 ・照度500lx以下の時は、投光器が必要 ・対象面に対し、相対角45°以内		

※「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撮影画像をあおり補正し、位置を付与する。あおり補正、位置付与は、測角・測距情報から行われる。(自動) ②あおり補正済み画像から、ひびわれの自動抽出、自動幅計測を行う。(自動) ③抽出したひびわれを、ソフトウェア画面上で目視で確認し、ひびわれ以外の抽出結果を削除する。(手動) ④CAD機能を用いて、名称付与ルールに基づき、ひびわれの番号・名称の記載を行う。(自動) ⑤ひびわれ以外の変状の記載、床版外形のトレースを行う。(手動) ⑥表計算ソフトを用いる場合はひびわれリストの出力を行う。また、CADを用いる場合はDXF/DWGの出力を行う。(自動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	オフィスPC版自社開発ソフト Trimble Business Center Ver.5.20以降		
	検出可能な変状	ひびわれ		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・画像解析による自動検出 画像上の陰影の違いを利用した輪郭抽出を適用する。検出感度は調整可能。 ・撮影条件・仕様等 1) 本計測機器を使用して撮影を行う 2) 撮影設定は自動で調整される	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・事前準備：画像までの斜距離を本計測器は得ることができる。この計測結果から計算した1ピクセルの大きさを用いて幅・長さを算出する。 ・幅：検出されたひびわれ近傍の陰影の強度分布を解析する。陰影の強さと見えの関係のキャリブレーション情報を内部に有するため、1ピクセル以下の幅も計測可能(0.5ピクセル程度まで)。 ・長さ：検出されたひびわれの始点と終点の画像上の座標に、1ピクセルの大きさを乗ずることで算出する。	
		ひびわれ以外	・人が画像を確認して、変状を人力でトレース	
		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：再現率85% (0.2mmのひびわれを有するサンプルについて、下記の「画素分解能」に記載の距離で撮影、ひびわれ計測を行い、「計測結果のひびわれ長さ/実際のひびわれ長さ」を再現率としている。)	
		変状の描画方法	・ひびわれ：ポリライン ・ひびわれ以外：ポリゴン	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	本計測機器を使用して撮影した、画像およびXMLファイルを使用する	
		ファイル容量	1プロジェクトあたり、最大1000枚まで撮影可能	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		ひびわれ幅が約0.5ピクセル以上の大きさを持つことが必要となる。 本計測器における最小ひびわれ幅との組み合わせは、下記の通り。 最小ひびわれ幅0.10mmを計測する場合 推奨距離20m以下 最小ひびわれ幅0.20mmを計測する場合 推奨距離40m以下		
その他留意事項		・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難 ・濡れた面のひびわれは検出が困難 ・対象面との相対角45°以下		
出力ファイル形式	DXF/DWG			
調書作成支援の手順	-			
調書作成支援の適用条件	-			
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	-			

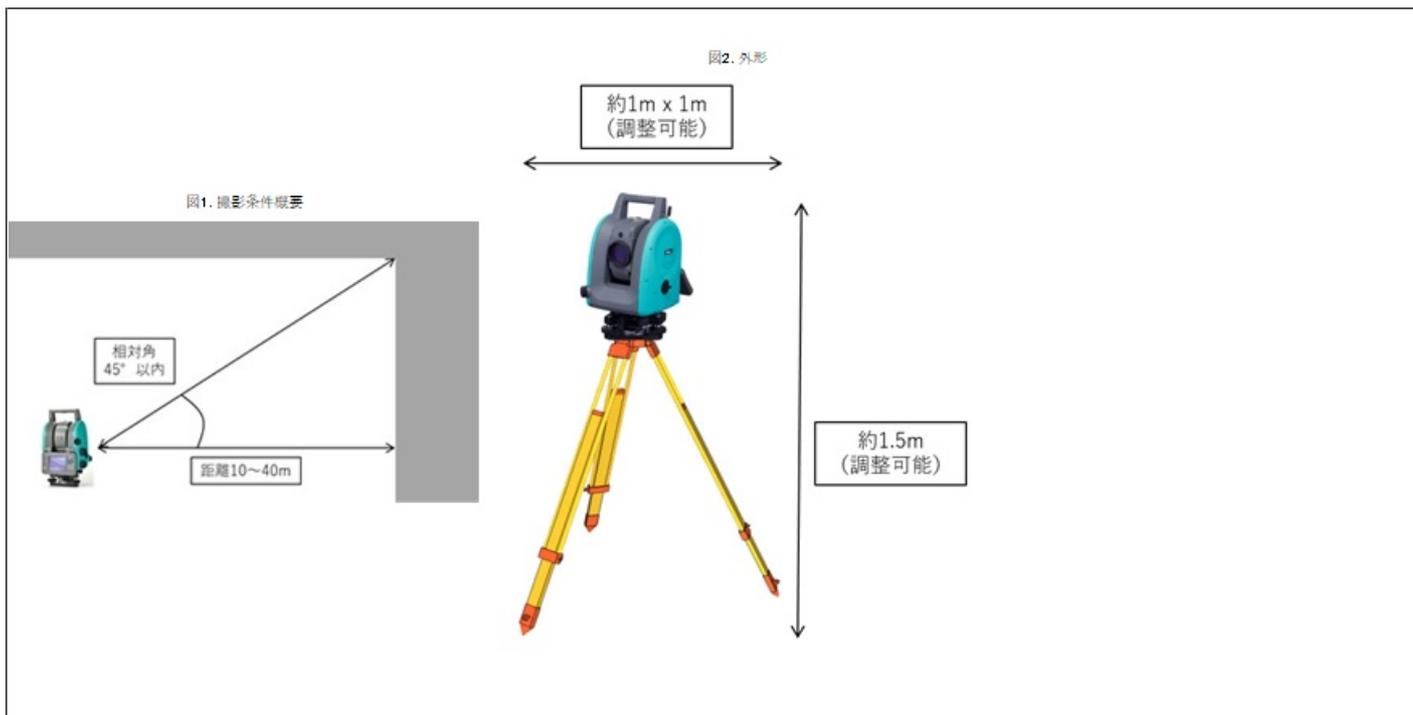
## 6. 留意事項(その1)

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	-	-
	周辺条件	照度500lx以下の時は、投光器が必要	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	・平面であること ・R形状は分割すれば撮影可能	-

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	-	-
	必要構成人員数	作業員1人	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	・橋脚・橋台の全体を視認可能な位置 ・相対角45°以内で撮影できる位置 ・橋脚・橋台から10~40m以内	-
	点検費用	・Nivo-iレンタル費用 35万円/月~ ・Trimble Business Center購入標準価格 100万円 (ソフトは購入のみ)	詳細は、本カタログ記載の連絡先までお問い合わせ下さい。
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	あり 自動で回転、撮影を繰り返すことで対象面を自動で撮影する	-
	利用形態:リース等の入手性	・ソフトウェアは、購入またはレンタル ・Nivo-i本体はレンタル	詳細は、本カタログ記載の連絡先までお問い合わせ下さい。
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	有り 担当営業経由にてサポートを行う	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

## 7. 図面



1. 基本事項

技術番号	BR010013-V0525			
技術名	高精細画像による橋梁下面や主塔のクラック自動抽出システム			
技術バージョン	R2	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社アルファ・プロダクト			
連絡先等	TEL: 048-485-1655 080-2428-7044	E-mail: info@alpha-product.co.jp coredatasystem@gmail.com	技術担当取締役 原 徹	
現有台数・基地	3	基地	埼玉県川口市上青木3-12-18 埼玉県産業技術総合センター503研究室	
技術概要	<p>1、特長 NETIS KT 130046-V</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高精細画像から自動でクラックを抽出するシステム。最小精度はクラック幅・長さとも0.1mm。</li> <li>・撮影範囲を厳守することで精度は原理的に維持される。</li> <li>・複数年度のデータを比較することで、クラック経時変化の確認も行える。</li> </ul> <p>2、機器構成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・デスクトップパソコン</li> <li>・自動抽出ソフト</li> <li>・画像接合ソフト</li> </ul> <p>3、測定原理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影するカメラのセンサー画素数に設定精度を乗じた数値が撮影範囲になり、1画素が設定精度となる。</li> <li>画素数6000×4000のカメラで設定精度を0.2mmとすると、撮影範囲は1.2m×0.8mとなる。</li> <li>こうして撮影された画像を自社開発の抽出ソフトで処理することにより、ピクセル単位でクラックがカウントされ、ピクセル2個の幅のクラックは幅が0.4mmと計算される。</li> </ul>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ①床版ひびわれ	
		その他		
共通				
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		-	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	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	-	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	-	
	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	-
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	-
	耐久性	-	
	動力	-	
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	-	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	-	
	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	-	
	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 ※	-	
	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	-	-

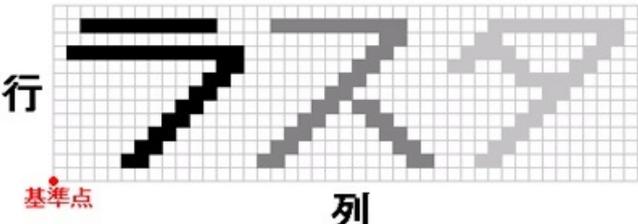
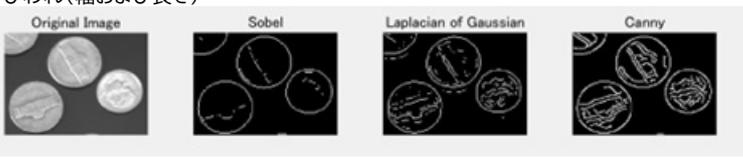
※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

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	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:0.05mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.06mm	-	
	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:0.96%	・真値:3.029m ・測定値:3m
		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)=(0.052, 0.005) (m)	・真値(x, y)=(-2.893, 0.897) (m) ・測定値(x, y)=(-2.945, 0.902) (m)	
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	-		

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>①設定した精度に合わせ、幅別表示の色を設定する。精度0.2mmであれば、0-0.2mm、0.2-0.4mmというように、0.2mm単位で幅別の表示色を設定する。※                  ②ひびわれの自動抽出ソフトを起動し、画像を認識させる。                  ③デフォルトのガウス係数で(1.5)ガウス型ラプラシアンフィルターを適用する。※1                  ④デフォルトの輝度設定で(128)2値化する。※2                  ⑤ここでクラックがピクセル単位で認識される。                  ⑥デフォルトの閾値で(孤立点除去半径:5)孤立点を除去する。※3                  ⑦デフォルトの亀裂長さ閾値(3)と走査間隔(1)で亀裂を接合する。※4                  ⑧クラックの長さど幅が計算され、幅別に設定したい炉dr表示される。                  ⑨ベクターデータに変換する。※5                  ⑩画像をさらに扱いやすい大きさに接合し、(トンネルでは1スパン)JPEGデータで保存する。                  この時に、画像のみ、あるいはクラックと画像両方での保存のどちらかを選択する。</p> <p>※1、コンクリートクラックは割れであるから、断面は3角形となり、割れに入射した光は入射方向には反射しない。また、コンクリート表面は微細なスポンジ状であり、人工的な目地等ではその縁は細かいギザギザなので、精細に見れば目地の境界線のコントラストはシャープではない。しかしクラックは割れであるので、境界線のコントラストはシャープである。この2点から、クラックは周囲との明暗差が大きく、エッジがシャープである。この特徴でクラックを選別するが、さらにその差を強調するフィルターがラプラシアンフィルターであるが、ノイズに対する感度が高いため、ある程度の平滑化をガウシアンフィルターで前処理している。ガウシアンフィルター+ラプラシアンフィルターである。</p> <p>※2、ガウス型ラプラシアンフィルターでコントラストを高めてから2値化する。フルカラーでの明度の段階は256階調であり、クラック判別のために中間値128以上をクラック、それ以下はクラックでないとする。つまり階調を捨てて、白と黒だけの2値画像に変換する。クラックは黒となる。</p> <p>※3、上記の工程を経ても、ノイズ等が残る。ノイズとクラックの違いは連続する点であるかどうかなので、半径5ピクセル以内に点がない場合はノイズとして消去する。</p> <p>※4、ある長さのクラックが、白の1ピクセルを間にしてまた続く場合は、連続するクラックとしてよいので、3ピクセル以上のクラックが1ピクセル開けて連続する場合は接合する。</p> <p>※5、これまでの2値画像データはラスタデータ(座標軸上でのビットマップデータ)で、各ピクセルはxyの座標で表されるが、多数のクラックを扱うとデータ量が大きくなるため、ベクターデータに変換する。                  ベクターデータでは、ある点からの方向と長さの数式でクラックが記録される。                  ※幅別色分け表示とは別に、クラック長さどクラック幅の平均値、及びクラック最大幅の位置を数値で表し、1本の黒い線で表示したクラックの横に表示するモードも選択できる。</p> 										
<p>ソフトウェア名</p>	<p>・クラック自動抽出ソフト FOCUS-α Ver.2.85                  ・画像接合ソフト AUTOpano giga 4</p>										
<p>検出可能な変状</p>	<p>ひびわれ(幅および長さ)</p> 										
<p>ソフトウェア情報</p>	<table border="1"> <tr> <td>ひびわれ</td> <td>変状検出手順参照</td> </tr> <tr> <td>ひびわれ幅および長さの計測方法</td> <td>ピクセル単位でのカウントによる。設定精度が0.2mmであれば、1ピクセルが0.2mmとして幅と長さについてカウントし、測定値とする。</td> </tr> <tr> <td>ひびわれ以外</td> <td>対応しない</td> </tr> <tr> <td>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</td> <td>計測性能に記載</td> </tr> <tr> <td>変状の描画方法</td> <td>ピクセル単位のビットデータをベクター変換し、DXFもしくはJPGに変換する。</td> </tr> </table>	ひびわれ	変状検出手順参照	ひびわれ幅および長さの計測方法	ピクセル単位でのカウントによる。設定精度が0.2mmであれば、1ピクセルが0.2mmとして幅と長さについてカウントし、測定値とする。	ひびわれ以外	対応しない	画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	計測性能に記載	変状の描画方法	ピクセル単位のビットデータをベクター変換し、DXFもしくはJPGに変換する。
ひびわれ	変状検出手順参照										
ひびわれ幅および長さの計測方法	ピクセル単位でのカウントによる。設定精度が0.2mmであれば、1ピクセルが0.2mmとして幅と長さについてカウントし、測定値とする。										
ひびわれ以外	対応しない										
画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	計測性能に記載										
変状の描画方法	ピクセル単位のビットデータをベクター変換し、DXFもしくはJPGに変換する。										
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<table border="1"> <tr> <td>ファイル形式</td> <td>JPEG</td> </tr> <tr> <td>ファイル容量</td> <td>制限なし</td> </tr> <tr> <td>カラー/白黒画像</td> <td>カラー 白黒画像</td> </tr> <tr> <td>画素分解能</td> <td>2-4-105 ・最小分解値の制限はないが、撮影するカメラのセンサー精度とレンズの分解能が精度の限界となる。通常では0.1mm。 ・経験での最小値は0.065mm。この場合の最大撮影距離は10m。</td> </tr> </table>	ファイル形式	JPEG	ファイル容量	制限なし	カラー/白黒画像	カラー 白黒画像	画素分解能	2-4-105 ・最小分解値の制限はないが、撮影するカメラのセンサー精度とレンズの分解能が精度の限界となる。通常では0.1mm。 ・経験での最小値は0.065mm。この場合の最大撮影距離は10m。		
ファイル形式	JPEG										
ファイル容量	制限なし										
カラー/白黒画像	カラー 白黒画像										
画素分解能	2-4-105 ・最小分解値の制限はないが、撮影するカメラのセンサー精度とレンズの分解能が精度の限界となる。通常では0.1mm。 ・経験での最小値は0.065mm。この場合の最大撮影距離は10m。										

	その他留意事項	コンクリート表面に張り付いた蜘蛛の巣はひびわれとの見分けが困難。
	出力ファイル形式	JPEG/DXF
調書作成支援の手順	-	
調書作成支援の適用条件	-	
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	-	

## 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	-	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	-	-

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	・撮影についてはカメラの相応の知識と経験が必要。経験豊富な撮影者を派遣することができる。 ・ソフトの操作は社内講習。	-
	必要構成人員数	1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	室内	-
	点検費用	橋梁条件 橋種:コンクリート橋 部位・部材 橋脚1基(全周クラック自動抽出0.1mm精度) 高さ:14m、幅8m 適用範囲:300m2 検出項目:クラック抽出(DXFデータ変換) 費用:35万円 (税、交通費、宿泊費別)	-
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	-
	自動制御の有無	クラック抽出そのものは全自動	-
	利用形態:リース等の入手性	・画像撮影からクラック抽出までの受注作業 ・画像からの抽出作業。(ただし画像の撮影条件による)	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

7. 図面

クラック抽出プロセス

### 画像からのクラック自動抽出プロセス

オリジナルソフトを使用、抽出処理時間約20秒。(4200万画素画像1枚当たり)

※汚れやペイントを  
クラックとは認識しないアルゴリズムを搭載。  
クラックのみを抽出する。  
大塚工業大学 小堀研一教授監修。

### クラック自動抽出精度と撮影の関係

①カメラの1画素(ピクセル)を設定精度に合わせて撮影する。  
<0.2mm精度の場合>  
使用カメラNikon D7100/2410万画素→6,000×4,000ピクセル  
撮影範囲→6,000×0.2mm, 4,000×0.2mm=1.2m×0.8m

デジタルカメラ	画素	抽出精度	撮影範囲	データサイズ
1620万画素	4928×3280	0.2mm	0.96m×0.65m	7.9MB
2410万画素	6000×4000	0.2mm	1.2m×0.8m	12MB
3680万画素	7360×4912	0.2mm	1.47m×0.98m	16.3MB

抽出精度	幅別区分	色別表示	クラック長さ集計
0.1mm	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5mm以上	任意の5色	0.1mm単位
0.2mm	0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0mm以上	#	0.2mm単位
0.3mm	0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5mm以上	#	0.3mm単位

②レーザーポインターで撮影範囲を指定して撮影する。  
③ソフトが画像からクラックを抽出、ピクセル単位で幅と長さをカウントする。

### 自動抽出ソフトでの段階別処理画像

① ガウス型ラプソフフィルター設定

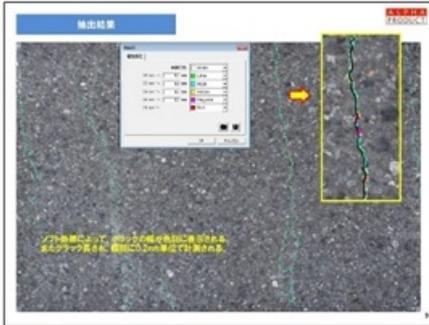
② 2値画像設定

③ 孤立点除去

④ ラスター→ベクター実装

\*データは羽田空港滑走路での実証試験で採取したもの。

クラック抽出プロセス



### 2通りのクラック表示

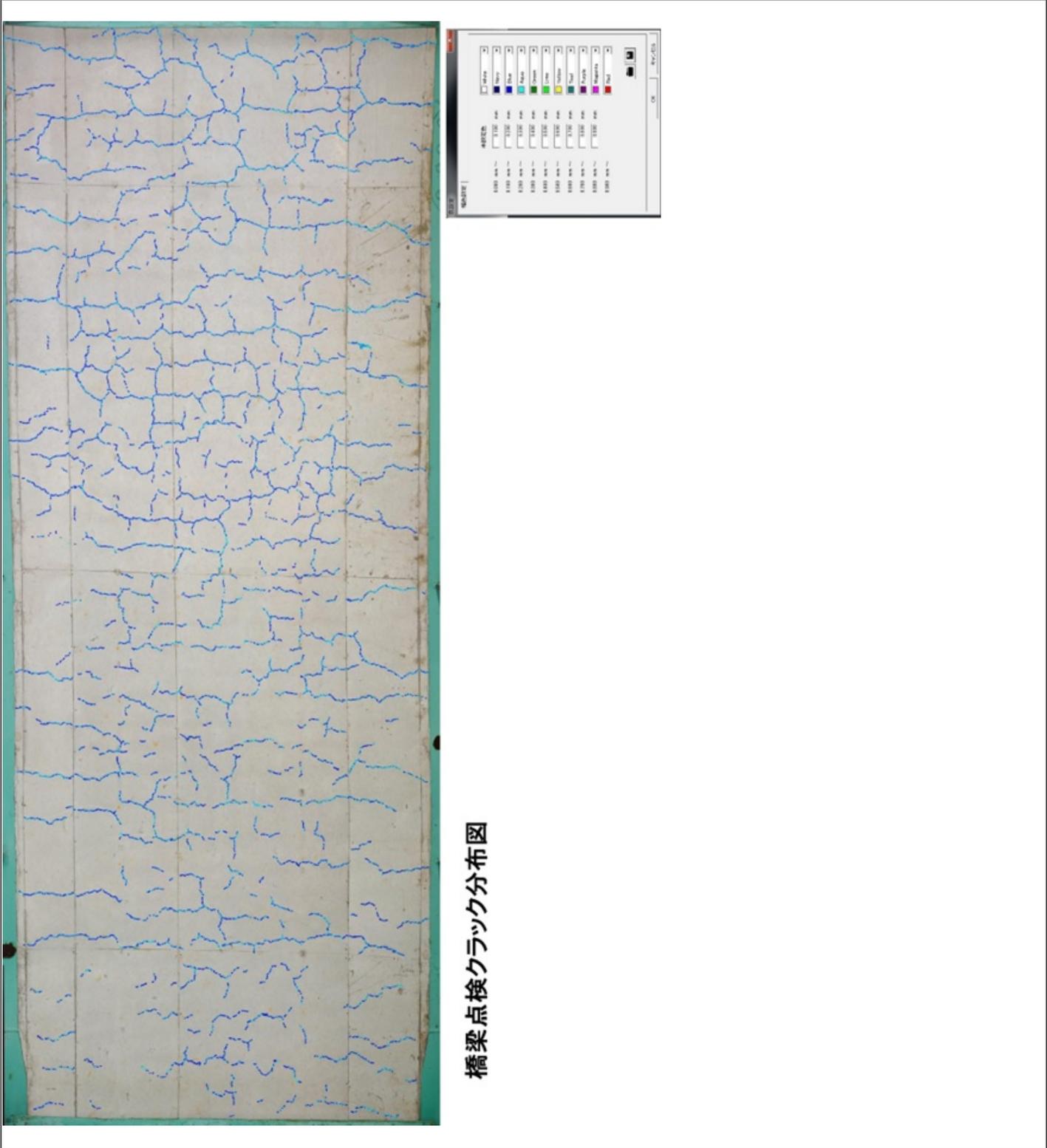
①詳細表示  
クラックを幅別に色分け表示。累計は幅別の長さ累計。

②簡易表示  
-クラック単位での長さ表示。  
-クラック幅は、クラック単位での最大値と平均値を表示。最大幅の位置表示。



ひび割れ	長さ(mm)	平均幅(mm)	最大幅(mm)
クラック①	305	0.65	1.2
クラック②	1607	0.64	1.4
クラック③	380	0.61	1.0
クラック④	322	0.67	1.4





# 1. 基本事項

技術番号	BR010014-V0625			
技術名	構造物点検ロボットシステム「SPIDER」			
技術バージョン	第3次	作成:	2025年3月	
開発者	ルーチェサーチ株式会社 株式会社建設技術研究所			
連絡先等	TEL: 082-209-0230	E-mail: contact@luce-s.jp	有木 峻将	
現有台数・基地	3台	基地	広島県東広島市	
技術概要	コンクリート構造物表面を、飛行型ロボット(ドローン)に搭載したカメラで撮影して、静止画像を取得する。この画像から構造物全体のオルソ画像を作成し、損傷部分の位置を明確にする。オルソ画像からひびわれや遊離石灰などの損傷性状を抽出し、点検調書作成の支援をする技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ①床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<p>本計測機器は、マルチコプター型ドローンにジンバル機構付きカメラを搭載し、対象物を撮影するシステム。 運用時には、ドローン操縦者と映像監理担当者の2名で操作を行い、さらに周囲の安全を確保するため、安全管理員を配置する。 撮影したデータはカメラ内蔵のSDカードに保存され、撮影終了後にSDカードを取り出してデータを確認する。</p>		
移動装置	機体名称	[SPIDER-6] ・ルーチェサーチ社製のヘキサコプター 【Matrice350RTK】 ・DJI社製のクワッドコプター		
	移動原理	【飛行型】 本機材は、GNSS測位により自律飛行を基本とする。 現場の条件や環境に応じて、操縦者による手動飛行を行う。		
	運動制御機構	通信	無線通信 ・周波数:2.4GHz帯	
		測位	GNSS単独測位	
		自律機能	自律機能を有する	
		衝突回避機能(飛行型のみ)	[SPIDER-6] ・プロペラガード(水平) 【Matrice350RTK】 ・ビジョンセンサー(前後左右および上下方向)	
	外形寸法・重量	[SPIDER-6] ・外形寸法:950×950×500mm(長さ×幅×高さ) ・重量:6.8kg 一機体(バッテリー搭載時):6.1kg 一カメラ類:0.7kg		
		【Matrice350RTK】 ・外形寸法:810×670×430mm(長さ×幅×高さ) ・重量:7.3kg 一機体(バッテリー搭載時):6.5kg 一カメラ類:0.8kg		
	搭載可能容量(分離構造の場合)	一体構造のため、記載なし		
	動力	[SPIDER-6] ・バッテリー:リチウムポリマー(Li-Po) 一電圧:22.2V 一容量:16000mAh 【Matrice350RTK】 ・バッテリー:リチウムイオン(Li-ion) 一電圧:44.76V 一容量:5880mAh×2本		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		[SPIDER-6] 最大25分 【Matrice350RTK】 最大35分		
計測装置	設置方法	ジンバル機構を有するアタッチメントにより搭載する		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	一体構造のため、記載なし		
	センシングデバイス	カメラ	[SPIDER-6] ・SONY α7R 【Matrice350RTK】 ・Zemuse P1	
		パン・チルト機構	[SPIDER-6] ・チルト:-90°~+90° ・パン:±360° 【Matrice350RTK】 ・チルト:-130°~+40° ・パン:±320°	
		角度記録・制御機構機能	・水平方向、上下方向制御可能 ・ジンバルは機体の上部または下部どちらでも装着可能 ・ジンバル操作は映像監理担当者が行う	
		測位機構	・IMU、運動制御機構と共用	
	耐久性	-		
	動力	・移動装置のバッテリーより供給		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・機体バッテリーの時間と同様 2-1-113			
設置方法	移動装置と一体的な構造			

データ収集・通信装置	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	一体構造のため、記載なし
	データ収集・記録機能	記録メディア (SDカード) 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	移動装置のバッテリーより供給
	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 ※	有	
	性能値	未検証	
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2020年 【SPIDER-6】変化量:0cm 実施年 2024年 【SPIDER-6】変化量:0cm 【Matrice350RTK】変化量:0cm  標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 【SPIDER-6】 風速3m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:42cm (91cm) 鉛直方向 最大移動量:22cm (22cm) 風速5m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:85cm (61cm) 鉛直方向 最大移動量:25cm (15cm) 風速8m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:65cm (149cm) 鉛直方向 最大移動量:15cm (42cm) 【Matrice350RTK】 風速3m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:17cm (16cm) 鉛直方向 最大移動量:8cm (8cm) 風速5m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:22cm (27cm) 鉛直方向 最大移動量:6cm (6cm) 風速8m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:42cm (43cm) 鉛直方向 最大移動量:17cm (10cm)	実施年 2020年 【SPIDER-6】 ・構造物(橋脚、主桁下面)までの距離:150cm、停止飛行時:水平移動無し ・瞬間最大風速1.2m/s未満の自然風(標準試験時)  実施年 2024年 【SPIDER-6】 ・構造物までの距離:0.8m ・風速:6.0m/s ・停止飛行時:移動量20cm(水平)、20cm(鉛直) ・ホバリング:60秒間 【Matrice350RTK】 ・構造物までの距離:0.8m ・風速:5.1m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
	性能確認シートの有無 ※	有	
3-2 進入可能性	性能値	・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ(5000、5000、5000) (mm)	
	標準試験値	標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2024年 【SPIDER-6】 ・桁下空間:高さ5.0m進入可能 【Matrice350RTK】 ・桁下空間:高さ5.0m進入可能	最小所要空間寸法 縦5000mmx横5000mmx高さ5000mm 機体の上下左右に、2mの余裕を確保する  【SPIDER-6】 ・風速:6.0m/s 【Matrice350RTK】 ・風速:4.6m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	・最大距離:1000m	
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年 2024年 【SPIDER-6】 飛行距離 50m 【Matrice350RTK】 飛行距離 50m	
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
4-1 計測速度(撮影速度)	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 【SPIDER-6】 ・撮影速度:0.32m/s  実施年 2024年 【Matrice350RTK】 ・撮影速度:0.053m <sup>2</sup> /s	実施年 2020年 【SPIDER-6】 ・移動距離:10.0m ・撮影時間:31秒 ・撮影速度=10.0/31=0.32m/s  実施年 2024年 【Matrice350RTK】 ・撮影面積:16.5m <sup>2</sup> ・撮影時間:A1(3分50秒)、P1(1分20秒)=5分10秒=310秒 ・撮影速度=16.5/310=0.053m <sup>2</sup> /s	
4-2 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 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2020年 【SPIDER-6】 ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.08mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.1mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.1mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0mm  実施年 2024年 【Matrice350RTK】 ・最小ひびわれ幅:0.15mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.25mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.27mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.15mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.09mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.09mm	実施年 2020年 【SPIDER-6】 ・被写体距離:3.0 m ・照度:560 Lux ・風速:0.0 m/s ・気温:14.6 °C ・焦点距離:35 mm ・シャッター速度:1/640 秒 ・絞り:F3.5 ・ISO値:1000 ・フォーカス:オート ・画像Pixel数:7360×4912  実施年 2024年 【Matrice350RTK】 ・被写体距離:3.0 m ・照度:8.63~12.9 kLux ・風速:0.0~3.3 m/s ・気温:31.4 °C ・焦点距離:35 mm ・シャッター速度:1/800 秒 ・絞り:F5.6 ・ISO値:500 ・フォーカス:オート ・画像Pixel数:8192×5460	
計測装置	性能確認シートの有無 ※	有		
	性能値	未検証		-
	長さ計測精度 標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2020年 【SPIDER-6】 ・相対誤差:0.0%  実施年 2024年 【Matrice350RTK】 ・相対誤差:0.0%	実施年 2020年 【SPIDER-6】 ・真値:3.029 m(P1-P3) ・計測値:3.029 m ・被写体距離:3.0 m ・照度:8581 Lux ・風速:1.0 m/s  実施年 2024年 【Matrice350RTK】 ・真値:3.762 m(P1-P2) ・計測値:3.761 m ・被写体距離:2.5 m ・照度:4.88~7.56kLux ・風速:0.0~4.4 m/s	
4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※	有		
	性能値	未検証 2-1-116		-
				実施年 2020年

位置精度	標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2020年 【SPIDER-6】 ・絶対誤差:( $\Delta x, \Delta y$ ) = (0.003, 0.001) m	【SPIDER-6】 ・真値:(x, y) = (-2.893, -0.897) m ・計測値:(x, y) = (-2.890, -0.896) m ・被写体距離:3.0 m ・照度:8581 Lux ・風速:1.0 m/s
	標準試験値	実施年 2024年 【Matrice350RTK】 試験日:2024年7月5日 ・絶対誤差:( $\Delta x, \Delta y$ ) = (0.001, 0.000) m	実施年 2024年 【Matrice350RTK】 ・真値:(x, y) = (-3.339, -1.733) m ・計測値:(x, y) = (-3.338, -1.733) m ・被写体距離:2.5 m ・照度:4.88~7.56 kLux ・風速:0.0~4.4 m/s
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 【SPIDER-6】 ・フルカラーチャート識別可能	実施年 2020年 【SPIDER-6】 ・被写体距離:3.0 m ・照度:158 Lux ・風速:0.0 m/s
	標準試験値	実施年 2024年 【Matrice350RTK】 ・フルカラーチャート識別可能	実施年 2024年 【Matrice350RTK】 ・被写体距離:3.0m, 4.0m ・照度:4.88~7.56 kLux ・風速:0.0~4.4m/s

※「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対象面ごとに撮影した画像を整理する。(手動) ②市販ソフト(PiX4D mapper)を使用し、SfM解析を行ってオルソ合成画像を作成する。(自動) ③オルソ合成画像に歪みや欠損がある場合、該当箇所の単写真を幾何補正して張り合わせる。(手動) 「AutoCAD」を使用する場合 ④オルソ画像をCAD図面上に貼り付け、構造物と画像のスケールを一致させる。(手動) ⑤画像上に疑似的なクラックスケールを設置して、ひびわれの状態をトレースする。(手動) ⑥撮影画像を確認しながら、ひびわれ以外の返上を目視で抽出する。(手動) 「ひびみつけ」を使用する場合 ④作成したオルソ画像を「ひびみつけ」によってひび割れ検出する(自動) ⑤自動検出された損傷に誤抽出がないか確認する(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	オルソ画像作成ソフト ・Pix4D社「Pix4DMapper」 ひび割れ抽出 ・オートデスク社「AutoCAD」 ・富士フィルム社「ひびみつけ」		
	検出可能な変状	・ひびわれ幅および長さ、鉄筋露出、漏水・遊離石灰		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	作成したオルソ画像から、手作業でひびわれ性状を検出する。 「ひびみつけ」はAIによりひびわれ検出を行う	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	オルソ画像をCAD図面上に貼り付け、画像と対象構造物のスケールを一致させる。 画像上に疑似的なクラックスケールを設置して、ひびわれ幅および長さを計測する。 「ひびみつけ」の場合、自動計算	
		ひびわれ以外	オルソ画像をCAD図面上に貼り付け、画像と対象構造物のスケールを一致させる。 撮影画像を確認しながら目視で抽出する。 「ひびみつけ」の場合、剥離・鉄筋露出・漏水・遊離石灰およびチョークの検出が可能 ＊追加費用が必要	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	機械学習ではないため、記載せず	
		変状の描画方法	・ひびわれ:ポリライン ・ひびわれ以外:ポリゴン	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	撮影画像:JPEG等の画像ファイル形式	
		ファイル容量	特に制限なし	
		カラー／白黒画像	カラー 白黒画像	
画素分解能		・ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.3mm/Pixel以下であることが必要		
その他留意事項		・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難 ・現地状況によっては、枯れた植物や蜘蛛の巣が画像に写り込んでいることに注意が必要		
出力ファイル形式	【汎用ファイル形式】 画像:JPEG等、損傷図:DXF等			
調書作成支援の手順	本技術では、損傷図作成までとなる			
調書作成支援の適用条件	・適用条件は特になし。			
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	-			

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	桁下高さ2m以上	-
	周辺条件	・周辺に5m以内樹木や架線等が無いこと ・強い電波、電磁を発信している施設がないこと	-
	安全面への配慮	・計測中は注意喚起の看板の設置 ・構造物に近接する樹木、架線の事前現場調査	-
	無線等使用における混線等対策	他の無線利用者との混乱を防ぐため、使用する周波数を、時間の経過とともに自動的に変動させている	-
	道路規制条件	・走行中のドライバーの視界にドローンが入らないように飛行させる ・橋脚を撮影する際、近接した道路がある場合は交通規制が必要となる	-
	その他	-	-

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	構造物点検の経験者であれば特に技量は問わない。	-
	必要構成人員数	3人(機体操作、撮影、安全管理)	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	社内講習10時間以上を経て、航空局への申請書に記載した操縦者	-
	作業ヤード・操作場所	飛行中の機体が目視できる場所	-
	点検費用	参考金額 橋梁条件 橋種:コンクリート橋 計測部位:橋脚1基分 活用範囲:280㎡(幅5m×4m×高さ10m) 検出項目:ひびわれ 写真撮影まで 約50万 オルソ画像作成まで 約95万 損傷図作成まで 約125万	・作業内容に点検調書の作成は含まれない ・交通費は別途請求とする ・現地の条件により撮影の可否判断を行う
	保険の有無、保障範囲、費用	対物保険加入(物損、作業員、第三者対象)	-
	自動制御の有無	装置の自動制御の有り	-
	利用形態:リース等の入手性	自社所有装置を用いて業務委託で対応	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	自社で対応	-
	センシングデバイスの点検	使用するデジタルカメラについては、特に点検は不要。	-
その他	-	-	

## 7. 図面





1. 基本事項

技術番号	BR010015-V0625			
技術名	非GNSS環境対応型ドローンやボールカメラを用いた近接目視点検支援技術			
技術バージョン	Ver.3	作成:	2025年3月	
開発者	三信建材工業株式会社 株式会社ACSL			
連絡先等	TEL: 0532-34-6066	E-mail:	kaihatsu@sanshin-g.co.jp 開発室	
現有台数・基地	PF2-Vision、Mini-GT3、 SkydioX2E、各1機 ボールカメラ : 2本	基地	三信建材工業(株) 愛知県豊橋市神野新田町字二ノ割35-1	
技術概要	<p>【構成概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・移動体となる非GNSS環境対応型ドローンや伸縮型ポールに高解像度カメラを搭載し、撮影画像を解析ソフトウェアにて処理することにより、構造物表面の変状を検出する技術。</li> <li>・ドローンやボールカメラを必要としない現場・範囲では、ドローンやボールカメラに搭載する高解像度カメラを用いて地上からの撮影にて対応可能。</li> </ul> <p>【移動装置の特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PF2-Vision、Mini-GT3は、非GNSS環境(桁下等のGNSS電波を受信できない環境)においても、Visual SLAM制御による自律飛行制御と衝突回避制御を備えており、安全に近接撮影を行うことが可能。GNSSを使用できる環境であれば、GNSSによる自律飛行制御に切替え、使用できる。</li> <li>・SkydioX2Eは、VisualSLAM制御と全方位衝突回避機能を備えており、安全に近接撮影を行うことが可能。GNSSを使用できる環境であれば、GNSSによる自律飛行制御と全方位衝突回避機能で飛行が可能。</li> <li>・ボールカメラは人の支持により撮影を行うため、移動は人力による。</li> <li>・いずれの機材も、カメラの角度を垂直方向-90°(真下)~90°(真上)に可動することが可能</li> </ul> <p>【検出方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影画像を専用ソフトウェアを用いて図面と合成することにより、画像に寸法情報を付与する。その画像上で変状部をトレースすることにより、変状規模(ひびわれ幅、長さ、等)を自動算出することが可能。</li> <li>・ひびわれ幅は任意の場所で計測することが可能。</li> <li>・クラウドとAIを活用した解析手法を行うことも可能。</li> </ul> <p>【提出可能な主な成果物】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影画像</li> <li>・撮影画像に変状部をハイライト表示したもの(損傷写真として利用可能)</li> <li>・オルソモザイク画像(撮影対象面の画像を合成したもの)</li> <li>・オルソモザイク画像に変状部をハイライト表示したもの</li> <li>・画像から検出した変状部をまとめた損傷図(CADとして出力可能)</li> <li>・撮影画像から3次元モデルの構築、閲覧ビューアーの提供も対応可能。</li> </ul>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 排水施設(排水ます,排水管) 添架物 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁) RC床版橋(上部構造(主桁))		
	損傷の種類	鋼	①腐食 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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ	
		その他		
共通		⑨変色・劣化 ⑫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		<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・複数枚羽のドローンである移動装置の上部または下部に搭載されたジンバルにセンシングデバイスであるデジタル一眼レフカメラを固定して計測を行うものである。</li> <li>・ジンバルは垂直方向に、上部搭載時:0°~90°、下部搭載時:-90°~0°の範囲で可動させることが可能。</li> </ul> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・4枚羽のドローンである移動装置の前方に搭載されたセンシングデバイスであるカメラモジュール(可視、赤外線)で計測を行うものである。</li> <li>・カメラは機体と一体型となっており、垂直方向に-90°~90°の範囲で可動させることが可能。</li> </ul> <p>&lt;ポールカメラ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・伸縮型ポールの先端にセンシングデバイスであるPF2-Visionと同様のデジタル一眼レフカメラを固定して計測を行うものである。</li> <li>・伸縮型ポールの先端には遠隔操作可能な電動雲台が設置されており、垂直方向に対して360°全方向にカメラを向けることが可能。</li> </ul> <p>&lt;全共通&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計測データはカメラに挿入されたSDカードに記録・保存され、SDカードを取り出して処理を行う。</li> </ul>	
移動装置	機体名称	PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E, ポールカメラ	
	移動原理	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E&gt;</p> <p>【飛行型】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PF2-Vision:6枚羽、Mini-GT3, SkydioX2E:4枚羽のドローンであり、GNSSを活用できる環境であればGNSSによる自律飛行が可能であり、床版下等のGNSSの電波を精度良く受信できない環境(非GNSS環境)では、Visual SLAMによる自律飛行を可能としている。</li> </ul> <p>&lt;ポールカメラ&gt;</p> <p>【人力】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・伸縮型ポールを人が支持し、人力で移動する。</li> </ul>	
	運動制御機構	通信	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3&gt;</p> <p>無線通信</p> <p>【操縦装置/機体間】 2.4GHz帯、2.5mW</p> <p>【基地局/機体間】 920MHz帯、20mW</p> <p>【搭載カメラ/地上モニタ間】 5.7GHz帯、800mW</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <p>無線通信</p> <p>【操縦装置(基地局、映像含む)/機体間】 2.4GHz帯、10mW</p>
		測位	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E&gt;</p> <p>【GNSSを使用できる環境下の場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSS</li> </ul> <p>【GNSSを使用できない環境下の場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラによる測位(Visual SLAM)</li> </ul>
		自律機能	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E&gt;</p> <p>自律飛行機能有り。</p> <p>【GNSSを使用できる環境下の場合】</p> <p>制御機構への入力ソース…GNSS</p> <p>【GNSSを使用できない環境下の場合】</p> <p>制御機構への入力ソース…カメラ(Visual SLAM)</p>
衝突回避機能(飛行型のみ)	<p>&lt;PF2-Vision&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロペラガード(水平方向)</li> <li>・ステレオカメラによる測域(水平方向)による衝突回避機能を搭載</li> </ul> <p>&lt;Mini-GT3&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロペラガード(水平方向)</li> <li>・ステレオカメラによる測域(水平方向)と、ToFレーザーによる測距(前後・左右・上下)による衝突回避機能を搭載</li> </ul> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全方位において、カメラによる測域で衝突回避機能を搭載</li> </ul>		
外形寸法・重量	<p>&lt;PF2-Vision&gt;</p> <p>【分離構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 1,120mm×W 1,230mm×H 530mm</li> <li>・最大重量 : 約9Kg</li> </ul> <p>&lt;Mini-GT3&gt;</p> <p>【分離構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 704mm×W 704mm×H 300mm</li> <li>・最大重量 : 約4Kg</li> </ul> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <p>【一体構造】(移動装置+計測装置)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 663mm×W 269mm×H 211mm</li> <li>・最大重量 : 約1.3Kg</li> </ul>		

		<p>&lt;ボールカメラ&gt;                  【分離構造】                  ・最大外形寸法 : 11,500mm(収納時:1,700mm) φ50mm                  ・最大重量 : 約3.5Kg</p>	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	<p>&lt;PF2-Vision&gt;                  ・最大外形寸法 : L 200mm×W 200mm×H 100mm                  ・最大重量 : 約1Kg</p> <p>&lt;Mini-GT3&gt;                  ・最大外形寸法 : L 200mm×W 200mm×H 100mm                  ・最大重量 : 約0.5Kg</p> <p>&lt;ボールカメラ&gt;                  ・最大外形寸法 : L 200mm×W 200mm×H 100mm                  ・最大重量 : 約1Kg</p>	
	動力	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3&gt;                  ・動力源 : 電気式                  ・電源供給方法 : バッテリー                  ・定格容量 : 22.2V、1000mAh (PF2-Vision:2本、Mini-GT3:1本)</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;                  ・動力源 : 電気式                  ・電源供給方法 : バッテリー                  ・定格容量 : 11.4V、8200mAh</p>	
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	<p>&lt;PF2-Vision&gt;                  ・約10～15分 (外気温15℃の場合)</p> <p>&lt;Mini-GT3&gt;                  ・約25～30分 (外気温15℃の場合)</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;                  ・約35分 (外気温15℃の場合)</p>	
	設置方法	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3&gt;                  ・移動装置(ドローン)の上部または下部に搭載されたジンバルに計測装置をボルトにより取付を行う。</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;                  ・移動装置と一体型。</p> <p>&lt;ボールカメラ&gt;                  ・ボールカメラ先端の専用雲台に計測装置をボルトにより取付を行う。</p>	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<p>&lt;PF2-Vision, ボールカメラ&gt;                  計測装置 : デジタル一眼レフカメラ                  ・最大外形寸法 : L 72mm×W 113.3mm×H 65.4mm                  ・最大重量 : 507g</p> <p>&lt;Mini-GT3&gt;                  計測装置 : デジタル一眼レフカメラ                  ・最大外形寸法 : L 80mm×W 70mm×H 68mm                  ・最大重量 : 322g</p>	
計測装置	センシングデバイス	カメラ	<p>&lt;PF2-Vision, ボールカメラ: SONY製カメラ&gt;                  ・センサーサイズ : 縦24mm×横35.9mm                  ・ピクセル数 : 縦5,304pixel×横7,952pixel                  ・焦点距離 : 35mm                  ・記録形式 : RAW, JPEG</p> <p>&lt;PF2-Vision, ボールカメラ: SIGMA製カメラ&gt;                  ・センサーサイズ : 縦24mm×横35.9mm                  ・ピクセル数 : 縦6,328pixel×横9,520pixel                  ・焦点距離 : 26-70mm                  ・記録形式 : RAW, JPEG</p> <p>&lt;Mini-GT3搭載用&gt;                  ・センサーサイズ : 縦15.4mm×横23.2mm                  ・ピクセル数 : 縦3,632pixel×横5,456pixel                  ・焦点距離 : 16-50mm                  ・記録形式 : RAW, JPEG</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;                  ・センサーサイズ : 縦4.7mm×横6.2mm                  ・ピクセル数 : 縦3,040pixel×横4,056pixel                  ・焦点距離 : 20mm                  ・記録形式 : JPEG</p>
		パン・チルト機構	<p>&lt;全共通&gt;                  ・鉛直 : -90°～90°</p>
		角度記録・制御機構機能	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E&gt;                  ・ジンバルにて方向の制御可能。</p>

	測位機構	<p>&lt;ポールカメラ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電動雲台にて方向の制御可能。</li> </ul>
		<p>&lt;PF2-Vision、Mini-GT3、ポールカメラ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン本体及びポールカメラからの測位情報伝達はなし。</li> <li>※画像に座標を付す場合、撮影画像を解析ソフトウェア上で合成し、任意の原点からの座標として設定する。</li> </ul>
		<p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSS、Visual SLAM、IMU、飛行運動制御機構と共用</li> </ul>
	耐久性	<p>&lt;全共通&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計測装置における防塵、防水性はなし。</li> </ul>
動力	<p>&lt;SONY製、SIGMA製&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラに搭載されるバッテリーからの電源供給。</li> </ul>	
	<p>&lt;Mini-GT3搭載用&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン本体から有線電源供給。</li> </ul> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン本体から有線電源供給。</li> </ul>	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<p>&lt;SONY製、SIGMA製&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・約30分/約9000枚(外気温15℃、2秒に1回の撮影)</li> <li>2回のフライトに対し、1回のカメラバッテリー交換が必要。</li> </ul>	
データ収集・通信装置	設置方法	<p>&lt;PF2-Vision、Mini-GT3&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置(ドローン)の上部または下部に搭載されたジンバルに計測装置をボルトにより取付を行う。</li> </ul> <p>&lt;ポールカメラ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポールカメラ先端の専用雲台に計測装置をボルトにより取付を行う。</li> </ul>
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<p>&lt;PF2-Vision、ポールカメラ&gt;</p> <p>計測装置 : SONY製デジタル一眼レフカメラ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 72mm×W 113.3mm×H 65.4mm</li> <li>・最大重量 : 507g</li> </ul>
		<p>計測装置 : SIGMA製デジタル一眼レフカメラ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 111mm×W 90mm×H 70mm</li> <li>・最大重量 : 638g</li> </ul>
		<p>&lt;Mini-GT3&gt;</p> <p>計測装置 : デジタル一眼レフカメラ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 80mm×W 70mm×H 68mm</li> <li>・最大重量 : 322g</li> </ul>
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測したデータはカメラに挿入されたSDカードに記録・保存される。</li> </ul>
	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	-	
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 ※ 有		
	性能値	<p>&lt;機種:PF2-Vision&gt; ・変化量:50cm</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt; ・変化量:50cm</p>	<p>外乱収束距離(機体視点) &lt;機種:PF2-Vision、Mini-GT3&gt;全方位:±0.5m</p> <p>・Visual SLAMによる自律制御が有効 ・天候条件 : 晴天、曇天</p> <p>&lt;機種:PF2-Vision&gt; ・検証時の外乱条件 : 瞬間風速3m/sec未満の自然風</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt; 風速:4.6m/s ホバリング:15秒間</p>
	標準試験値	<p>標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2019年 &lt;機種:PF2-Vision&gt; ・変化量:水平移動無し</p> <p>実施年 2024年 &lt;機種:Mini-GT3&gt; ・変化量:水平移動無し</p> <p>実施年 2022年 &lt;機種:SkydioX2E&gt; ・変化量:水平移動無し</p> <p>標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 &lt;機種:PF2-Vision&gt; ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:12cm(21cm) 鉛直方向 最大移動量:35cm(55cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:38cm(48cm) 鉛直方向 最大移動量:28cm(23cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:103cm(41cm) 鉛直方向 最大移動量:32cm(56cm)</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt; ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:15cm(13cm) 鉛直方向 最大移動量:5cm(12cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:32cm(29cm) 鉛直方向 最大移動量:6cm(5cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:43cm(-)※ 鉛直方向 最大移動量:14cm(-)※ ※「風速8m/s 側面」の条件による人工風試験は未実施</p> <p>&lt;機種:SkydioX2E&gt; ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:12cm(27cm) 鉛直方向 最大移動量:18cm(23cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:35cm(33cm) 鉛直方向 最大移動量:5cm(4cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:40cm(54cm) 鉛直方向 最大移動量:6cm(10cm)</p>	<p>自然風 &lt;機種:PF2-Vision&gt; ・風速:5.0m/s ホバリング:60秒間</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt; ・風速:2.3m/s ホバリング:60秒間</p> <p>&lt;機種:SkydioX2E&gt; 風速:4.1m/s ホバリング:60秒間</p>
	性能確認シートの有無 ※ 有		
		<p>【飛行型】 &lt;機種:PF2-Vision&gt; ・最小所要空間寸法:<sup>2.1-127</sup> 縦、横、高さ(5000、5000、4550)(mm)</p>	<p>&lt;機種:PF2-Vision、Mini-GT3&gt; ・Visual SLAMによる自律制御が有効 ・天候条件 : 晴天、曇天</p>

3-2 進入可能性	性能値	<p>【飛行型】                  &lt;機種:Mini-GT3&gt;                  ・最小所要空間寸法:                  縦、横、高さ(2000、2000、2000) (mm)</p> <p>【その他】                  &lt;機種:ポールカメラ&gt;                  ・最小所要空間寸法:                  縦、横、高さ                  (300、400、300) (mm)</p>	<p>&lt;機種:PF2-Vision&gt;                  ・検証時の外乱条件 : 瞬間風速3m/sec未満の自然風</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt;                  ・検証時の外乱条件 : 風速:4.6m/s</p> <p>&lt;機種:ポールカメラ&gt;                  必要地上空間 : 2m四方</p>
	標準試験値	<p>標準試験方法 桁間に進入しない場合 (2022)                  実施年 2019年                  【飛行型】                  &lt;機種:PF2-Vision&gt;                  ・最小所要空間寸法:桁下空間 高さ5.0m</p> <p>実施年 2022年                  【飛行型】                  &lt;機種:SkydioX2E&gt;                  ・最小所要空間寸法:桁下空間 高さ5.0m</p> <p>実施年 2024年                  【飛行型】                  &lt;機種:Mini-GT3&gt;                  ・最小所要空間寸法:桁下空間 高さ5.0m</p>	<p>&lt;PF2-Vision&gt;                  ・風速:6.6m/s</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;                  ・風速:5.1m/s</p> <p>&lt;Mini-GT3&gt;                  ・風速:2.3m/s</p>
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	<p>【飛行型】                  &lt;機種:PF2-Vision、Mini-GT3&gt;                  ・最大距離:300m (GNSS)                  ・最大距離:50m (Visual SLAM)</p> <p>【その他】                  &lt;機種:ポールカメラ&gt;                  ・最大伸長:11.5m</p>	<p>&lt;機種:PF2-Vision、Mini-GT3&gt;                  ・GNSSによる自律制御が有効な場合 約300m                  ・Visual SLAMによる自律制御が有効な場合 約50m                  ・周囲に強力な電波を発する施設がないこと                  ・天候条件 : 晴天、曇天</p> <p>&lt;機種:ポールカメラ&gt;                  ・垂直方向 : 地上高さ11.5m                  ・水平方向 : 約6m                  ・地上平均風速5m/sec未満                  ・天候条件 : 晴天、曇天</p>
	標準試験値	<p>実施年 2022年                  &lt;機種:PF2-Vision、SkydioX2E&gt;                  50m</p> <p>実施年 2024年                  &lt;機種:Mini-GT3&gt;                  50m</p>	<p>&lt;機種:PF2-Vision、SkydioX2E&gt;                  風速:5.0m/s</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt;                  風速:2.3m/s</p>
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	<p>&lt;機種:PF2-Vision、Mini-GT3&gt;                  Visual SLAM自己位置推定精度:全方向最大0.5m</p> <p>&lt;機種:SkydioX2E&gt;                  GNSSの精度に準ずる</p>	-
	標準試験値	未検証	-

※「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
4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	<機種:PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> ・移動速度:0.2~1.0m/sec	
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2019年 <機種:PF2-Vision> 移動速度:0.5m/sec 実施年 2021年 <機種:Mini-GT3> 移動速度:0.29m/sec 実施年 2022年 <機種:SkydioX2E> 移動速度:0.074m/sec	
			・撮影離隔距離に適した速度で撮影する
			<機種:PF2-Vision> ・地上平均風速:0~5.0m/sec程度の自然風 ・天候条件:晴天、曇天 <機種:Mini-GT3> ・飛行距離:6.0m ・所要時間:20秒 <機種:SkydioX2E> ・飛行距離:14.5m ・所要時間:196秒
4-2 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 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2019年 <機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0mm  実施年 2022年 <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.17mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.17mm  ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.24mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.31mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.2mm 実施年 2021年  <機種:Mini-GT3> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm  ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.21mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.08mm  実施年 2022年 <機種:SkydioX2E> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.1mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.14mm  ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.08mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.13mm  実施年 2021年 <機種:ポール型+SONY製カメラ> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.22mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0mm  実施年 2022年 2-1-129 <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> 最小ひびわれ幅:-	
			-
			<機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・地上平均風速:0~5.0m/sec程度の自然風 ・日向環境(照度:6.5~22.0klx) ・日陰環境(照度:1.4~2.0klx)  <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・被写体距離:4.5 m ・照度: 9.26~38.3 klx ・風速: 4.7~7.9 m/s  <機種:Mini-GT3> ・被写体距離:3.0 m ・照度: 4.965~77.2 klx ・風速: 4.0~6.0 m/s  <機種:SkydioX2E> ・被写体距離:1~1.5 m ・照度: 8.39~42.4 klx ・風速: 3.0~6.5 m/s  <機種:ポール型+SONY製カメラ> ・被写体距離:3.0 m ・照度: 8.5~59.1 klx ・風速: 14.0 m/s  <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・被写体距離:4.5 m ・照度: 9.7~45.7 klx ・風速: 1.2~2.9 m/s

計測装置		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.17mm</li> <li>・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.22mm</li> <li>・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.28mm</li> <li>・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.31mm</li> <li>・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.17mm</li> </ul>		
	4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	未検証	-
		長さ計測精度 標準試験値	標準試験方法 (2019)	<機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・真値:10.438m ・測定値:10.857m ・地上平均風速:0~5.0m/sec程度の自然風照
			実施年 2019年 <機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・相対誤差:4.01%	<機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・真値:5.590m 被写体距離: 4.5 m ・測定値:5.587m 照度:11.5~27.1 klx ・風速:2.6~4.9 m/s
			実施年 2022年 <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・相対誤差:0.05%	<機種:Mini-GT3> ・真値:5.168m 被写体距離: 3.0 m ・測定値:5.165m 照度:8.377~74.3 klx ・風速:3.8~7.3 m/s
			実施年 2021年 <機種:Mini-GT3> ・相対誤差:0.06%	<機種:SkydioX2E> ・真値:5.590m 被写体距離: 1~1.5 m ・測定値:5.599m 照度:10.8~38.1 klx ・風速:0.7~3.5 m/s
			実施年 2022年 <機種:SkydioX2E> ・相対誤差:0.16%	
			実施年 2021年 <機種:ポール型+SONY製カメラ> ・相対誤差:0.06%	<機種:ポール型+SONY製カメラ> ・真値:5.168m 被写体距離: 3.0 m ・測定値:5.165m 照度: 43.3 klx ・風速: 14.6 m/s
			実施年 2022年 <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・相対誤差:0.05%	<機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・真値:5.590m 被写体距離: 4.5 m ・測定値:5.593m 照度: 15.2~53.8 klx ・風速: 1.5~3.6 m/s
性能確認シートの有無 ※	有			
性能値	未検証	-		
位置精度 標準試験値	標準試験方法 (2019)	<機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・真値(x,y)=(-1.842,10.274)(m) ・測定値(x,y)=(-1.839,10.7)(m) ・地上平均風速:0~5.0m/sec程度の自然風		
	実施年 2019年 <機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.003,0.426)(m)	<機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・真値(x,y)=(-5.077,-2.340)(m) ・測定値(x,y)=(-5.072,-2.342)(m) ・被写体距離:4.5 m ・照度:11.5~27.1 klx ・風速:2.6~4.9 m/s		
	実施年 2022年 <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.005,0.002)(m)	<機種:Mini-GT3> ・真値(x,y)=(-4.562,-2.428)(m) ・測定値(x,y)=(-4.560,-2.425)(m) ・被写体距離:3.0 m ・照度:8.377~74.3 klx ・風速:3.8~7.3 m/s		
	実施年 2021年 <機種:Mini-GT3> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.002,0.003)(m)	<機種:SkydioX2E> ・真値(x,y)=(-5.077,-2.340)(m) ・測定値(x,y)=(-5.081,-2.352)(m) ・被写体距離:1~1.5 m ・照度:10.8~38.1 klx ・風速:0.7~3.5 m/s		
	実施年 2022年 <機種:SkydioX2E> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.004,0.012)(m)			
	実施年 2021年 <機種:ポール型+SONY製カメラ> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.002,0.003)(m)	<機種:ポール型+SONY製カメラ> ・真値(x,y)=(-4.562,-2.428)(m) ・測定値(x,y)=(-4.560,-2.425)(m) ・被写体距離:3.0 m ・照度:43.3 klx ・風速:14.6 m/s		
	2-1-130 実施年 2022年 <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.001,0.008)(m)			

4-4 色識別性能			<機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・真値(x,y)=(-5.077,-2.340)(m) ・測定値(x,y)=(-5.076,-2.348)(m) ・被写体距離:4.5 m ・照度:15.2~53.8 klx ・風速:1.5~3.6 m/s
	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 2019年 <機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2021年 <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2021年 <機種:Mini-GT3> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2022年 <機種:SkydioX2E> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2021年 <機種:ポール型+SONY製カメラ> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2022年 <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・フルカラーチャート識別可能	<機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・日向:照度67klx ・日向/日陰混在①:照度51.8klx/9.5klx ・日向/日陰混在②:照度13.9klx/7.6klx <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・照度:8.66~34.1 klx <機種:Mini-GT3> ・照度:8.377~77.2 klx <機種:SkydioX2E> ・照度:10.8~40.2 klx <機種:ポール型+SONY製カメラ> ・照度:43.3 klx <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・照度:18.3~52.1 klx

※「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 図面、もしくは点検対象物の現地実測値(全体、型枠跡等)を解析ソフトウェアに取り込む。(手動) ② 撮影した画像を解析ソフトウェアに取り込み、図面と合成することにより、画像に寸法情報を付与。(手動) 合成においては型枠跡や付属物、実測値等を参考にする。 ③ 合成された画像を目視で確認し、各種変状部分をマウスでトレースする。(手動) ④ トレースされた変状規模は、1画素当たりの実寸値を基に自動で計算され、出力される。(自動) ⑤ 検出された損傷が表示された損傷写真、損傷図を出力する。	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・ひびわれ解析ソフト 【動作環境】 OS:Windows7以上 CPU: Intel Pentium3 400MHz以上 HDD:最低500MB / 使用する画像枚数(容量)によって増加 メモリ:128MB以上 / 使用する画像枚数(容量)によって増加	
	検出可能な変状	コンクリート/ひびわれ、床版ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、変形・欠損、その他 鋼/腐食、破断、防食機能の低下、変形・欠損、その他	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・撮影画像の目視による検出 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ:デジタル一眼レフ 2) 撮影設定:マニュアル設定 3) ISO感度:ISO800以下 4) ラップ率:オーバーラップ 50%、サイドラップ 30% 5) 画質:最高 6) 画質フォーマット:JPEG 7) 撮影照度:300lx以上 8) 注意事項: 仰角45°以内で撮影すること
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅:ひびわれの任意の場所を横断指定し、指定した範囲のひびわれの画素数と分解能(mm/pixel)を乗ずることにより算出する。サブピクセル処理により、1画素あたりの分解能(mm/pixel)以下における数値を算出することを可能としている。 ・長さ:解析ソフト上で検出したひびわれの長さを、上記手法に基づき自動計測
		ひびわれ以外	・人が画像を確認して、変状を人力でトレース、寸法は上記手法に基づき自動計測
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	AIによる機械学習を行わないため、対象外
		変状の描画方法	・ひびわれ:ポリライン ・ひびわれ以外:ポリゴン
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG、RAW、BMP、TIFF等、一般的な画像形式
		ファイル容量	40MB程度/画像
		カラー/白黒画像	カラー
画素分解能		・ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.35mm/pixel程度であることが必要	
その他留意事項		・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出ができない場合がある ・著しい汚れが表面に生じている場合、ひびわれを検出できない場合がある	
出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 ・JPEGをはじめとする画像拡張子 ・JWW、DXFをはじめとするCAD拡張子		
調書作成支援の手順	調書作成支援機能は該当なし。 ※要望により、損傷画像に使用できる画像の抽出、変状部ハイライト表示、変状数量算出等を出力。		
調書作成支援の適用条件	調書作成支援機能は該当なし。 ※要望により、損傷画像に使用できる画像の抽出、変状部ハイライト表示、変状数量算出等を実施。 その際の撮影条件等は上記参照。		
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	調書作成支援機能は該当なし。		

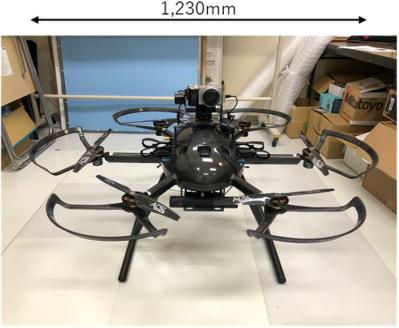
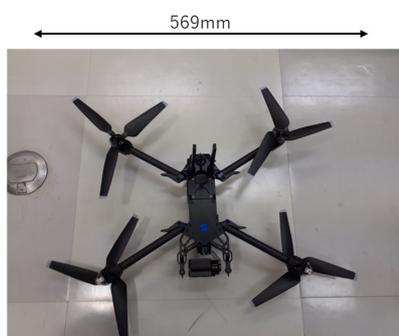
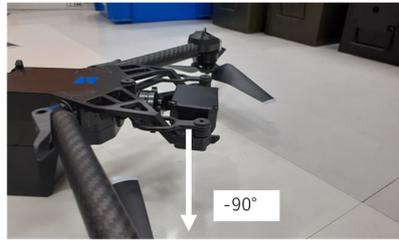
6. 留意事項(その1)

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	<PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> ・桁下高さ3m以上、50m未満。 <ポールカメラ> ・桁下高さ11m未満 <全共通> ・桁下に人が進入できること。	-
	周辺条件	<PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> ・民家等の上空は不可。 ・電線が付近に存在する場合は、その電力規模に対応した離隔距離を確保する必要がある。 ・電波塔が付近に存在する場合は、事前に使用周波数等の確認を行い、飛行に影響のないことを確認する必要がある。	(電波塔の例) 放送局、携帯電話電波発信基地局、変電所、等
	安全面への配慮	<PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> (運用面) 計測中は注意喚起の看板の設置。 飛行経路内には関係者であっても極力立ち入らない。 (機体面) 機体にはプロペラガードを装着。(SkydioX2Eは除く。) Visual SLAM制御により、障害物との衝突回避機能有り。  <ポールカメラ> ・急斜面やぬかるみがないこと。	-
	無線等使用における混線等対策	<PF2-Vision、Mini-GT3> 機体と操縦装置の通信で用いられている2.4GHz帯の電波は、周波数拡散方式の1つであるFHSSを用い、使用する周波数を変動させながら通信している。  <SkydioX2E> 事前に無線の混線状況を確認。	主にトラック等で使用される無線の周波数帯(430MHz等)とは異なる周波数帯を中心に使用。 使用周波数 : 920MHz、2.4GHz、5.7GHz
	道路規制条件	<PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> 点検対象橋梁の路面上の交通規制は必要ない。 点検対象橋梁の桁下に交差道路や側道が近くに存在し、危険と判断した場合は道路規制が必要となる。	-
	その他	<PF2-Vision、Mini-GT3> ・水面上でのVisual SLAM制御不可。  <全共通> ・日中に計測を行う(最低必要照度:300lx) ・気温0~40℃ ・雨、雪、濃霧、雷の場合は計測不可。 ・現場へは一般的な業務用バンで運搬。 ・バッテリー等の充電が必要となる場合は、小型発電機を使用する。	-

6. 留意事項(その2)

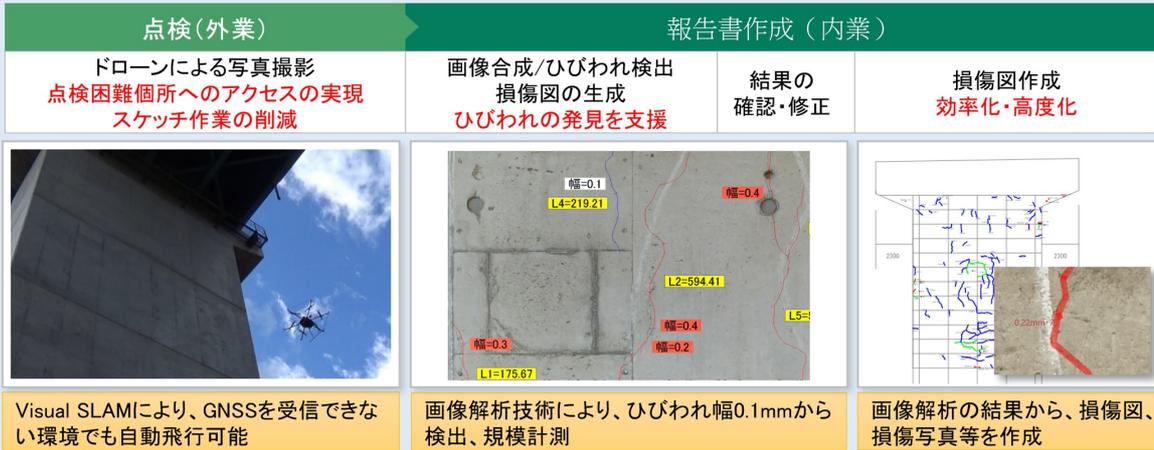
項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
調査技術者の技量	<PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E> 基本操縦、基地局ソフトウェアの使用方の知識が必要。 <全共通> 解析ソフトウェアに適した条件で撮影ができる技能が必要。	(一社)社会インフラメンテナンス推進協議会にて技能講習・認定。
必要構成人員数	<PF2-Vision, Mini-GT3> 操縦者1人、補助者2人 合計3名 <SkydioX2E> 操縦者1人、補助者1人 合計2名 <ポールカメラ> ポールカメラ支持1人、補助者1人 合計2名	-
操作に必要な資格等の有無、フライト時間	<PF2-Vision, Mini-GT3> 国土交通省航空局への飛行許可・承認申請において、登録した操縦者が従事すること。 操縦者は、機体の基本操縦習得とVisual SLAMや基地局ソフトウェアの使用方等の講習・認定を受けること。 <SkydioX2E> 国土交通省航空局への飛行許可・承認申請において、登録した操縦者が従事すること。 基本操縦、基地局ソフトウェアの使用方の知識が必要。 <ポールカメラ> 撮影技術講習・認定を受けること。	講習・認定実施団体： (一社)社会インフラメンテナンス推進協議会
作業ヤード・操作場所	・作業ヤード範囲 : 3m×3m <PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E> ・操作場所 : 飛行する機体が目視できる位置。 <ポールカメラ> ・操作場所 : 急斜面やぬかるみがないこと。	-
点検費用	【飛行型】 橋種[コンクリート橋 橋脚] 部位・部材 : 橋脚 3基 活用範囲 : W5.0m×D5.0m×H25m、500㎡×3基 =1,500㎡ 検出項目 : ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、他 <費用>合計 675,000円 【ポールカメラ】 橋種[コンクリート橋] 橋長、幅員 : L100m×W10m(25m×4径間) 部位・部材 : 床版下面 活用範囲 : 1,000㎡ 検出項目 : 床版ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、他 <費用>合計 425,000円	現場作業から解析作業の一貫業務の概算費用。交通費、諸経費等は別途。 費用は対象橋梁の現場数や現場環境、劣化状況により変動するため、個別見積りにて対応。 対象面積は、表面積を算出。
保険の有無、保障範囲、費用	保険加入あり 対人・対物 : 3億円	-
自動制御の有無	自動制御あり ・GNSS使用環境下 : GNSS方式 ・GNSS使用不可環境下 : Visual SLAM方式	-
利用形態:リース等の入手性	現場作業から解析作業までの業務委託。	-
不具合時のサポート体制の有無及び条件	装置故障の場合、機体メーカーのサポート体制あり。場合によっては、現場再点検作業。	現場にはマシントラブルに備え、2台の装置を搬入。
センシングデバイスの点検	チェックリストに基づく日常点検及び、機種メーカーによる1年毎のオーバーホール。	-
その他	・ポールカメラや地上撮影は、ドローンと併用する場合もあれば、小規模橋梁などでは、ポールカメラや地上撮影のみで画像取得する場合もある。 ・当技術の撮影条件を満たした撮影により取得された画像であれば、画像解析のみの業務も可能。	・画像解析のみの業務の場合、事前に画像取得条件等について協議を行う。

### 7. 図面

<p><b>PF2-Vision</b></p>	 <p>1,230mm</p> <p>1,230mm</p>	 <p>1,230mm</p>	 <p>-90°</p>
<p><b>Skydio X2E</b></p>	 <p>569mm</p> <p>211mm</p>	 <p>569mm</p>	 <p>-90°</p>
<p><b>ポールカメラ</b></p>	 <p>収納時 1.7m</p> <p>最長 11.5m</p> 		

**ワークフロー**

外業（撮影）から内業（画像解析・損傷図作成）まで一貫して行います。



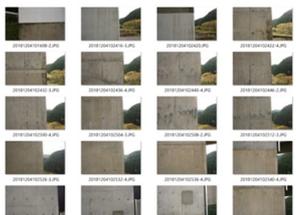
**現場環境に応じた撮影手法選別**

現場環境に応じて機材を選定し、点検対象を満遍なく撮影します。

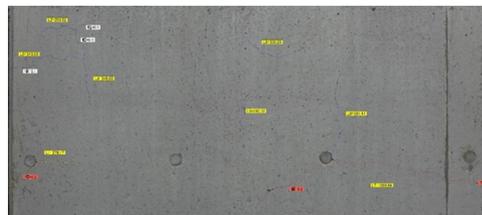


**主な納品物**

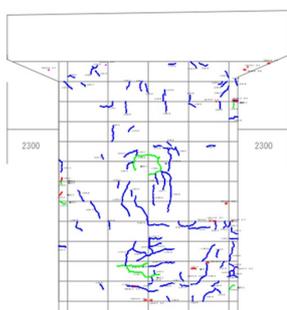
発注者様のご要望に応じて、納品データの選定・追加対応致します。



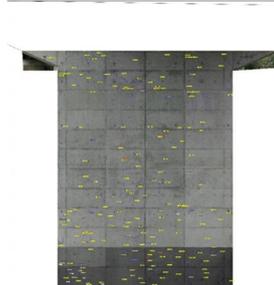
01 撮影画像



02 損傷写真



03 損傷図



04 合成画像/損傷表示

3477	2450	2519	2572	2673	2670
3488	3525	2582	2653		
3469	3521	3563	2650		
3467	3514	3561	3615		
3461	3512	3554	3613		
3457	3590	3551	3609		
2487	2596	3550	3602		
4178	4167	2610	3598		
4175	4165	2610	3598		
4172	4161	4157	4149		
4169	4159	4155	4147		
		4153	4145		
		4152	4143		

05 撮影画像配置図

# 1. 基本事項

技術番号	BR010016-V0625			
技術名	橋梁点検用ドローンによる構造物2次元画像解析と3Dモデル構築技術			
技術バージョン	4.1	作成:	2025年3月	
開発者	夢想科学株式会社 株式会社日技 長崎大学			
連絡先等	TEL: 097-574-5428	E-mail:	izumi@anaheim-laboratory.com iyamamoto@nagasaki-u.ac.jp 夢想科学株式会社 泉 保則	
現有台数・基地	3機(3号機、4号機、5号機)	基地	大分(研究所)、長崎(長崎大学)	
技術概要	<全機種共通技術> 橋梁点検用ドローンにより撮影されたカメラにより撮影された画像より3Dモデルを構築し、オルソ画像合成時に超解像度で出力することにより損傷の検出精度を向上させ、外観目視点検の支援を行う技術。  <機種概要> 3号機・・・大型機(橋台、橋脚、床版対応、照明付き) 4号機、5号機・・・小型機(橋台、橋脚対応、照明なし)上向き撮影不可			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁、床版) 下部構造(橋脚、橋台) 溝橋(ボックスカルバート)(側壁・底版・隔壁・その他、翼壁、周辺地盤)		
	損傷の種類	鋼		
		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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ	
		その他		
		共通	⑳漏水・滞水 ㉑変形・欠損	
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・本計測機器は4枚羽のドローンである移動装置の上部または下部にセンシングデバイスであるデジタルカメラが装着されている。</li> <li>・操作は無線操縦となる。</li> <li>・計測したデータはカメラに内蔵されるSDカードに記録・保存される。</li> <li>・計測データは計測終了後にカメラから取り外して処理を行う。</li> <li>・ドローンを飛行させるにあたり、仮設電源などの外部設備は不要(ただし、バッテリー充電用の2000Wクラスの発電機は必要)</li> </ul> ※全機種共通	
移動装置	機体名称	橋梁点検用ドローン3号機、4号機、5号機	
	移動原理	【飛行型】 ・機体は4枚羽のドローンであり、基本的にGPS測位により自律飛行が可能である。移動に際しては人が操縦して飛行させる。4号機、5号機に関しては非GPS環境下でビジョンポジショニング技術によって定点保持が可能となる。 ※全機種共通	
	運動制御機構	通信	・周波数:2.4Hz帯,出力:100mW ※全機種共通
		測位	<3号機> ・GPS+GNSS+D-RTK
			<4号機、5号機> ・GPS+GNSS ・ビジョンポジショニングシステム(全方向)
		自律機能	<全機種共通> ・自律機能有、制御機構への入力GPS-GNSS。 <4号機、5号機> ・非GPS環境下ではビジョンポジショニングシステムへ移行する。
衝突回避機能(飛行型のみ)	<3号機> ・プロペラガード(水平) <4号機、5号機> ・ビジョンポジショニングシステム(全方向障害物検知)による自動衝突回避機能 ・プロペラガード(水平)		
外形寸法・重量	<3号機> ・一体構造(移動装置+計測装置): ・最大外形寸法(L1360mm×W1360mm×800mm) ・最大重量(15kgf) <4号機> ・一体構造(移動装置+計測装置): ・最大外形寸法(L322mm×W242mm×84mm) ・最大重量(0.9kgf) <5号機> ・一体構造(移動装置+計測装置): ・最大外形寸法(L345mm×W283mm×107mm) 最大重量(0.9kgf)		
搭載可能容量(分離構造の場合)	-		
動力	<3号機> ・動力源:電気式 ・電源供給容量:リチウムポリマーバッテリー搭載式 ・定格容量:22.2V、17000mA×2本(44,4V) ・外部設備は不要 <4号機、5号機> ・動力源:電気式 ・電源供給容量:リチウムポリマーバッテリー搭載式 ・定格容量:15.4V、3850mA ・外部設備は不要		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<3号機> ・15分(外気温:20℃の場合) <4号機、5号機> ・25分(外気温:20℃の場合)		
設置方法	・折り畳みアームを展開する。		
外形寸法・重量(分離構造の場合)	-		
	<3号機> ・センサーサイズ(縦16.7mm×横23.4mm) ・ピクセル数(縦4000Pixel×横6000Pixel) ・焦点距離(16~50mm@APS-C)		

計測装置	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダイナミックレンジ(Dレンジ最適マイザー (オート/レベル設定 &lt;Lv1-5&gt;))、</li> <li>・オートHDR (露出差オート/露出差レベル設定 &lt;1.0-6.0EVの間で1.0EVごと6段階&gt;))</li> <li>・測光補助用LED (30W*2) 搭載</li> <li>・外部フラッシュ搭載</li> </ul> <p>&lt;4号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・センサーサイズ:1インチCMOS</li> <li>・ピクセル数:縦5472pixel×横3648pixel</li> <li>・FOV:約77°</li> <li>・焦点距離:35 mm判換算:28 mm</li> <li>・絞り:F2.8 ? F11</li> </ul> <p>&lt;5号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・センサー:4/3型CMOS、有効画素数:20 MP</li> <li>・ピクセル数:5280×3956pixel</li> <li>・FOV:約84°</li> <li>・焦点距離:35 mm判換算:24 mm</li> <li>・絞り:F2.8 - F11</li> </ul>
		パン・チルト機構	<p>&lt;3号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・チルト:水平0°～上90°</li> <li>・パン:±180°</li> </ul> <p>&lt;4号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・チルト:上30°～下90°</li> </ul>
		角度記録・制御機構 機能	<p>&lt;3号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ジンバルにてパン、チルト、ロールのスタビライズ制御</li> <li>・手動操作でパン、チルト操作可能</li> <li>・4か所の測距センサーにより、水平(床版)、鉛直(橋脚)での被写体との自動正対補正が可能</li> </ul> <p>&lt;4号機、5号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ジンバルにてパン、チルト、ロールのスタビライズ制御</li> <li>・手動操作はチルト方向のみ</li> </ul>
		測位機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影座標がEXIFに記録されるが使用しない。のちに画像解析(Photoscan)にてカメラの座標(X/Y/Zm)を算出する。</li> </ul> <p>※全機種共通</p>
		耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特になし、雨天、砂嵐、濃霧等は飛行不可</li> </ul> <p>※全機種共通</p>
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置のバッテリーより各ユニットへ供給</li> </ul> <p>※全機種共通</p>	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<p>&lt;3号機&gt;18分</p> <p>&lt;4号機&gt;20分</p> <p>&lt;5号機&gt;30分</p>	
	データ収集・通信装置	設置方法	<p>一体構造</p> <p>※全機種共通</p>
		外形寸法・重量(分離構造の場合)	<p>一体構造のため、機体寸法に含まれる</p> <p>※全機種共通</p>
		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> </ul> <p>※全機種共通</p>
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		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置のバッテリーより各ユニットへ供給</li> <li>・外部設備は不要</li> </ul> <p>※全機種共通</p>	
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 ※	有		
	性能値	未検証		-
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風 (2019) 実施年 2020 <機種:3号機> ・変化量:20cm(非GPS環境下) ・変化量:5cm(GPS環境下)  実施年 2024 <機種:4号機> ・変化量:0cm  <機種:5号機> ・変化量:0cm	自然風 <機種:3号機> ◆非GPS環境下 ・ホバリング性能:水平/垂直方向±200mm(目測) ・風速2~3m/s ◆GPS環境下 ホバリング性能:水平/垂直方向±50mm(目測) ・送信機より手を放して測定 ・風速2~3m/s	
		標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 <機種:4号機> ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:16cm(23cm) 鉛直方向 最大移動量:9cm(15cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:34cm(38cm) 鉛直方向 最大移動量:15cm(27cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:75cm(60cm) 鉛直方向 最大移動量:16cm(29cm)  <機種:5号機> ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:6cm(10cm) 鉛直方向 最大移動量:44cm(53cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:7cm(9cm) 鉛直方向 最大移動量:68cm(46cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:17cm(29cm) 鉛直方向 最大移動量:53cm(46cm)	<機種:4号機> ホバリング性能:移動なし ・風速 4.7m/s ・ホバリング:60秒  <機種:5号機> ホバリング性能:移動なし ・風速 4.2m/s ・ホバリング:60秒	
3-2 進入可能性能	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 桁間に進入しない場合 (2022) 実施年:2024年  <機種:4号機> 桁下空間:高さ5.0m進入可能  <機種:5号機> 桁下空間:高さ5.0m進入可能		<機種:4号機> ・風速 4.2m/s  <機種:5号機> ・風速 4.6m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有		
	性能値	【飛行型】 <機種:3号機,4号機> ・最大距離:100m		・風速5m/s以下 ・機体と操縦者の間に障害物がないこと ・無線障害がないこと ※操縦者スキルを鑑みた安全率で判断  <2号機,3号機> 可動範囲:100m(目測範囲) ロープ係留の場合:50m(非GPS環境下) <4号機> 直接目視できる範囲(約100m)
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年2024年  <機種:4号機> ・50m                    2-1-140  <機種:5号機>		<機種:4号機> ・風速 4.2m/s  <機種:5号機> ・風速 4.6m/s

		・50m	
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
4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2020年 <機種:3号機> 未検証 <機種:4号機> ・移動速度:0.08m/s  実施年 2024年 <機種:5号機> ・撮影速度:0.054m2/s	<機種:3号機> -  <機種:4号機> ・移動距離:10m ・風速:0m/s  <機種:5号機> ・撮影面積:16.5m2 ・風速:0.0~2.5
4-2 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 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2020年 <機種:3号機>①日照部 ・最小ひびわれ幅:0.2mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm <機種:3号機>②日陰部 ・最小ひびわれ幅:0.2mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm <機種:3号機>③暗室 ・最小ひびわれ幅:0.3mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm <機種:4号機> ・最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm  実施年 2024年 <機種:5号機> ・最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅0.3mm	<機種3号機> ・撮影速度:0m/s (停止して撮影) ・被写体との距離:3~3.5m ※撮影距離の振れを考慮したマージンを含んだ距離 ・風速:5m/s以下 ・照度:500lx以上  <機種3号機:①日照部> ・照度:93000lxの時  <機種3号機:②日陰部> ・照度:1000lxの時  <機種3号機:③暗室> ・照度:0kxの時  <機種4号機> ・撮影速度:0m/s (停止して撮影) ・被写体との距離:2~2.5m ※撮影距離の振れを考慮したマージンを含んだ距離 ・風速:5m/s以下 ・照度:日陰 500 lx以上  <機種5号機> ・被写体距離:2m ・風速:0.0~2.5 m/s ・照度:11.6~44.9kLux

計測装置

		計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm	
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 <機種:3号機> ・相対誤差:0.21%  <機種:4号機> ・相対誤差:0.03%  実施年 2024年 <機種:5号機> ・相対誤差:0.01%
	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 <機種:3号機> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.010, 0.021) (m)  <機種:4号機> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.001, 0.002) (m)  実施年 2024年 <機種:5号機> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.002, 0.001) (m)
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 <機種:3号機> ・フルカラーチャート識別可能  <機種:4号機> ・フルカラーチャート識別可能  実施年 2024年 <機種:5号機> ・フルカラーチャート識別可能	

※「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		<p>1) 自動処理(ひびわれ自動抽出ソフトを使用したAI解析)</p> <p>①撮影した画像を1径間ごとにつなぎ合わせる。つなぎ合わせでは、型枠跡や付属物を参考にする。</p> <p>②ひびわれの自動抽出機能により、ひびわれを抽出する。</p> <p>③抽出したひびわれを目視で確認し、筋状の汚れ等ひびわれ以外の抽出結果を手動で削除する。</p> <p>④ひびわれ幅、長さが自動抽出される。</p> <p>⑤ひびわれ以外の変状については、目視にてソフト画面を確認しながら手動で抽出して描画する。</p> <p>⑥解析後のデータはDXF、合成画像で出力される。</p> <p>2) 手動解析 (MetashapeとCADを使用)</p> <p>①撮影した画像を1部材ごとに振り分け、それらの画像をMetashapeに取り込む。</p> <p>②3Dモデル合成後に点検対象部材の面ごとのオルソ画像を出力し、CADに縮尺を合わせて貼り付け損傷を目測で抽出しトレースする。</p> <p>③損傷ごとに番号を振り、長さをCAD上で計測して追記する。</p> <p>④幅を計測する際は、元画像とクラックスケールの縮尺を合わせて合成して目測で幅を計測し、③の損傷概要に追記する。</p> <p>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抽出してトレースする。</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	<p>1) 手動解析: AGISOFT社製「Metashape ver1.8.4」(市販ソフト)</p> <p>2) AI解析: 富士フィルム社製「ひびみつけ ver.4.0」(市販ソフト)</p>		
	検出可能な変状	・自動: ひびわれ(幅および長さ), 手動: 鉄筋露出、欠損、漏水		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	<p>1) 手動によるひびわれ抽出</p> <p>・60%以上のラップ率で撮影された画像より、各部材の面ごとに高密度オルソ画像を生成し、それをCAD上に添付して技術者が人力によりポリライン(連続した折れ線)で描画を行う。</p> <p>2) AIを用いたひびわれ抽出</p> <p>・富士フィルム社の社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」を活用するが、その詳細についてはひびみつけの仕様に準拠する。</p>	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	<p>1) Photoscanを用いた手動計測</p> <p>・幅: 画像上に疑似的なクラックスケールを設置して計測</p> <p>・長さ: 起終点を人力で指定し、CAD上で直線距離を計測</p> <p>2) ひびみつけを用いた自動計測</p> <p>撮影画像をひびみつけのサイトにアップロードして解析を行い、抽出されたひびわれで関係ないものの排除などの修正を行う。合成画像上にひびわれの番号、幅、長さが自動で計測され書き込まれている。</p>	
		ひびわれ以外	・人が画像を確認して、変状を人力でトレース	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	<p>1) 作業員から手の届く範囲にひびわれがある場合</p> <p>損傷個所にクラックスケールを当ててカメラで記録し、自動抽出された損傷と比較して判断。</p> <p>2) 作業員から手の届く範囲にひびわれがない場合</p> <p>コンパネ目地の寸法(縦/横)を現場で計測しておき、CADに張り付けたオルソ画像から同じ個所を計測して狂いが生じてないかを確認。</p>	
		変状の描画方法	ひびわれもしくはそれ以外の変状は、CAD上で技術者の判断で、画像の上に変状と考えられる範囲を人力によりポリライン(連続した折れ線)で描画する(図化する)	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG	
		ファイル容量	ひびみつけ使用時: 最大8800×6500ピクセル	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		・ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.3mm/Pixel以下であることが必要		
その他留意事項		<p>・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難</p> <p>・ひびわれと蜘蛛の巣の見分けが困難</p> <p>・コケや汚れの付着で、目視でも検出できない場合は不可</p>		
出力ファイル形式	<p>【汎用ファイル形式の場合】</p> <p>画像: JPEG、オルソ画像: TIFF、CAD: DXF、メタデータ: CSV</p> <p>【専用ファイル形式の場合】</p> <p>3Dモデル: PSX (Photoscan)、OBJ、メタデータ: CSV (カメラ座標)</p>			
調書作成支援の手順	-			
調書作成支援の適用条件	-			
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	-			

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	橋脚幅は制限なし	係留ロープが障害物と干渉しない 直接目視できる範囲内での飛行
	桁下条件	桁高30m未満 桁下は操作者が進入できる箇所 等	-
	周辺条件	民家等の建物や電線がある場合は所有・管理者の承諾が必要。 電波塔など電波外乱等がある場合は不可。 空港規制圏内や重要施設近傍では別途届け出が必要。	-
	安全面への配慮	計測中は注意喚起の看板(カラーコーン等)の設置	-
	無線等使用における混線等対策	使用する周波数を変動させながら使用している。	-
	道路規制条件	操縦者が移動する範囲内に道路などが通る場合は、所轄警察署への届け出をして指示に従う。 歩道部通行止め 車道部片側相互通行 等	-
	その他	基本的に橋梁下より操縦を行うが、離発着地点や操縦者の移動範囲の草刈りが必要な場合あり。	-

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	機体操作:GPS、高度制御をOFFにした状態で風のある屋外にて機体がどの向きでも自由に操作できるレベル。 カメラ操作:ドローン操縦者とコミュニケーションを取り、狙い通りの撮影が出来て、抜けのない3Dモデルを構築できるレベル。	夢想科学の認定する操縦レベルに達している事
	必要構成人員数	<3号機> ドローン操作1人、カメラ操作1人、ローブ操作1人 合計3名  <4号機、5号機> ドローン操作1人、補助(解析、安全管理)1人 合計2名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	夢想科学が行う教育カリキュラムを受講し、各種試験(機体操作、カメラ操作、画像解析)を合格した者	夢想科学の教育カリキュラム受講者のみ操作が可能
	作業ヤード・操作場所	基本的にドローンの直下にて操作を行う。 ・橋脚、橋台:操縦者移動範囲は外側5m程度 ・床版:床板直下 ・作業ヤード5m2	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋]  <3号機> 橋長 94m 全幅員 9.7 m 部位・部材[橋脚、床板、橋台] 活用範囲 [2500]m2 検出項目 [ひびわれ、遊離石灰、カケ、鉄筋露出] <費用> 合計 1,000,000円(経費含む)  <4号機、5号機> 幅員 10 m 高さ 20m 部位・部材[橋脚、橋台] 活用範囲 [2000]m2 検出項目 [ひびわれ、遊離石灰、カケ、鉄筋露出] <費用> 600,000円(経費含む)	参考 橋種 [コンクリート橋] 高さ 30m 幅 6×2 m 部位・部材[ 橋脚のみ ] 活用範囲 [ 900 ]m2 検出項目 [ひびわれ、その他] <費用> 合計 350,000円(経費含む)
	保険の有無、保障範囲、費用	事業活動包括保険に加入。 対人、対物5億円	-
	自動制御の有無	<全機種共通> 自動運転機能等なし	-
	利用形態:リース等の入手性	<3号機> 自社製作  <4号機、5号機> ネット販売等にて入手可能	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	修理、メンテナンスは自社で行う。	-
	センシングデバイスの点検	<3号機> エラー発生時にコンパスキャリブレーションを行う <4号機、5号機> 6か月に1度、ビジョンポジショニングシステムのキャリブレーションを行う。	-
その他	山間等の機器のロスト時に回収ができない現場では対応困難	-	

7. 図面

橋梁点検用ドローン3号機



橋梁点検用ドローン4号機



橋梁点検用ドローン5号機



1. 基本事項

技術番号		BR010018-V0625		
技術名		橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード・mini)+橋梁点検調書作成支援システム(ひびわれ)		
技術バージョン		Ver.1	作成:	2025年3月
開発者		ジビル調査設計株式会社 福井大学		
連絡先等		TEL: 0776-23-7155	E-mail: minamide@zivil.co.jp	企画開発室 南出 重克
現有台数・基地		・スタンダード 3台 ・ハイグレード 1台 ・mini 1台	基地	福井県福井市
技術概要		<p>橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)は、橋面上に設置した幅0.95m~1.25mの自走式クローラー台車をベースマシンとし多段式の鉛直ロッドに吊られた長さ7~10mの水平アーム上に高精細ビデオカメラを搭載した近接目視支援用台車とクラック幅を計測するためのクラックゲージ台車を遠隔操作して橋梁定期点検を支援する技術である。</p> <p>橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)は、橋面上に設置した幅0.45mの自走式タイヤ台車をベースマシンとし継ぎ足し式の鉛直ロッドに吊られた長さ2.0m又は3.0mの水平アームの先端に点検支援技術性能カタログ掲載技術である「橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(株式会社日立産業制御ソリューションズ・三井住友建設株式会社・BR010019-V0221)」を取り付け橋面上のベースマシンより遠隔操作して橋梁定期点検を支援する技術である。</p> <p>橋梁点検調書作成支援システムは、損傷の種類・発生位置・程度等の状況を人がタブレットに入力し、撮影した損傷写真データと紐づけて損傷写真台帳を作成する技術である。</p>		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 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)		
	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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ ⑪うき	
		その他	⑫支承部の機能障害	
		共通	⑬変色・劣化 ⑭漏水・滞水 ⑮変形・欠損	
検出原理	画像(静止画/動画)			

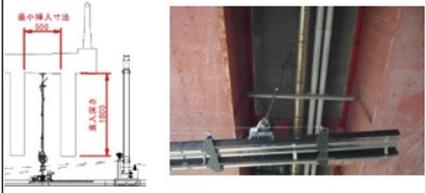
## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 橋面上の操作ベースマシーンより桁下に水平アームを挿入し、水平アーム上を移動する各種点検台車を遠隔操作で近接目視・打診点検を支援する。 計測したデータはカメラに内蔵されるSDカードに記録・保存される。 計測データは計測終了後にカメラから取り外して保存などの処理を行う。</p> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 橋面上の操作ベースマシーンより桁下に水平アームを挿入し、水平アームの先端に取り付けた「橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019)」を遠隔操作で近接目視を支援する。 計測したデータは操作用のパソコン内部に保存される。</p>	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 【アーム型】 橋面上に設置した操作ベースマシーンより橋梁桁下方向に延びる鉛直ロッドの先端に水平アームを取り付けて、橋梁下面に水平アームを挿入する。橋面上からの遠隔操作にて水平アーム上を移動する各種点検用台車により点検を支援する。</p> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 【アーム型】 橋面上に設置した操作ベースマシーンより橋梁桁下方向に延びる鉛直ロッドの先端に水平アームを取り付けて、橋梁下面に水平アームを挿入する。橋面上からの遠隔操作にて水平アームの先端に取り付けた「橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019)」を遠隔操作で近接目視を支援する。</p>	
		<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 有線 ■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 有線(LANケーブル)</p>	
	運動制御機構	通信	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 有線 ■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 有線(LANケーブル)</p>
		測位	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 測位機能無し ■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 橋梁等構造物の点検ロボットカメラ内蔵の雲台部に搭載されている角度センサーにより、基準位置からの点検カメラの視準角度を常時計測している。 &lt;計測範囲&gt;左右:-180°~+180° 上下:-90°~+90°</p>
		自律機能	—
	衝突回避機能(飛行型のみ)	—	
	外形寸法・重量	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る) ○スタンダード機 950×3080×2270mm (幅×長×高) 水平アーム長 7000mm (最大長) 鉛直ロッド長 15000mm (最大長) 総重量1.7t ※橋梁総幅員14mまでに適用</p> <p>○ハイグレード機 1250×3360×2250mm (幅×長×高) 水平アーム長 10000mm (最大長) 鉛直ロッド長 7500mm (最大長) 総重量2.5t ※橋梁総幅員20mまでに適用</p> <p>○mini機 518×1491×1195mm (幅×長×高) 水平アーム長 3000mm (最大長) 鉛直ロッド長 7500mm (最大長) 総重量0.5t ※橋梁総幅員6mまでに適用</p>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	—	
	動力	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) ・動力源:内燃機関式(ディーゼル) ・電源供給容量:発電機(ガソリン)</p> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) ・動力源:電動モーター ・電源供給容量:バッテリー(DC12V/30Ah/5Hr×2 シールド 充電時間 約8時間)</p>	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 有線 ロボット駆動はエンジン及び有線供給で1日(8時間)の連続稼働が可能。</p> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 自走タイヤ台車は電動モーター駆動でバッテリー給電にて1日(8時間)の連続稼働が可能</p>		
設置方法	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 桁下に挿入する水平アームのレール上に設置する。</p> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 桁下に挿入する水平アームの先端に点検ロボットカメラを固定設置する。</p>		
	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) カメラ台車(長さ620mm×幅390mm×高さ800mm)</p>		

計測装置	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>橋梁等構造物の点検ロボットカメラ仕様に準拠</li> <li>235x160x130[mm] 重量:1.7kg(バッテリー込み)</li> </ul>	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>・センサーサイズ(縦8.8mm×横13.2mm)</li> <li>・ピクセル数(縦3352×横5986)</li> <li>・焦点距離9mm~111.6mm</li> <li>・動画フレーム 30fps</li> <li>・画像形式:RAW画像、合成画像</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>橋梁等構造物の点検ロボットカメラ仕様に準拠。</li> <li>・センサーサイズ(縦3.1mm×横5.6mm)</li> <li>・ピクセル数(縦1080×横1920)</li> <li>・焦点距離(4.3~129mm)</li> <li>・動画の場合 フレーム数(15fps)</li> <li>・画像形式:静止画(JPEG)、動画(MPEG4)</li> </ul>
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>・水平0°~360°</li> <li>・鉛直0°~270°</li> <li>・角度は無段階変化可能</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>カメラ取り付け装置はパン機構(0°~360°)のみ可能。</li> <li>カメラ本体のパン・チルト機構部の可動範囲</li> <li>・水平:-180°~+180°</li> <li>・鉛直:-90°~+90°</li> </ul>
		角度記録・制御機構 機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>・角度記録装置無し</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>・角度記録機能有(静止画画像のExifデータに保存):カメラのパン・チルト機構部の原点位置に対する相対角度を記録</li> </ul>
		測位機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>・損傷形状の測定は、幅・長さ測定用ゲージを直接損傷個所に宛がって計測する。</li> <li>・損傷位置の簡易測定法として、画像より部材(主桁・横桁等)からの相対的な位置関係を測定。</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>・パン・チルト角度測位:ロータリーエンコーダ(静止画画像のExifデータに保存)</li> <li>・対象物までの測距:レーザーレンジファインダー(静止画画像のExifデータに保存)</li> <li>・疑似クラックスケール:静止画表示/保存</li> </ul>
	耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>・カメラ台車:走行台車モーター、旋回モーター IP規格適合外(小雨程度で使用可能(実績値))</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>・カメラユニットは、IP2相当(IP2は防滴対応)</li> </ul>	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>センシングデバイスであるカメラに搭載されるバッテリーからの供給</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>・点検専用カメラに装着するバッテリー:使用時間 約3時間(ただし、点検カメラ内臓照明点灯を併用した場合は、短くなる)※予備バッテリーの対応で稼働時間の延長可能</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>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>有線</li> <li>ロボット駆動はエンジン及び有線供給で1日(8時間)の連続稼働が可能。</li> <li>・カメラはバッテリーで稼働で8時間連続使用可能</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>・点検カメラに装着する専用バッテリー:使用時間 約3時間(気温:0℃~40℃)</li> </ul>	
	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>・データ収集は点検カメラ内蔵のSDカードに保存される。</li> <li>・通信装置は操作台車に設置されたコントロール装置で制御する。</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>・操作台車上のタブレットPCより点検作業員が装置を操作する。</li> </ul>	
	データ収集・通信装置	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>カメラ台車(長さ620mm×幅390mm×高さ800mm)</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>・タブレットPC:280x180x10[mm] 程度 700g程度</li> </ul>
データ収集・記録機能		<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>記録メディア(SDカード)に保存</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>・点検者が操作端末(タブレットPC)を操作し、点検カメラから静止画/動画の点検画像、点検カメラの画角情報(ズーム倍率)、点検対象物までの距離情報などを取得し、操作端末(タブレットPC)内臓HDDに保存する。</li> <li>・点検画像を記録する際、点検画像に擬似的なクラックスケール、L型スケールを点検者の操作で付加して記録することが可能。</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>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>・データ転送無し</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> <li>・有線(LANケーブル)</li> </ul>	
セキュリティ(データを伝送し保存する場合)		<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</li> <li>データ伝送無し</li> <li>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</li> </ul>	

	<p>動力</p>	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  ・センシングデバイスであるカメラに搭載されるバッテリーからの供給                  ■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  ・タブレットPC内臓のバッテリーにより動作。</p>
	<p>データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)</p>	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  データ伝送無し                  ■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  橋梁等構造物の点検ロボットカメラ仕様に準拠。                  ・タブレットPCの使用時間と同じ。連続4~6時間(気温20℃の場合)使用可能</p>

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 ※	有	
	性能値	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</p> <p>【アーム型】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・先端部の進入深さの総計:2550 mm</li> <li>・曲がり回数:0回</li> </ul> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</p> <p>【アーム型】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・先端部の進入深さの総計:500 mm</li> <li>・曲がり回数:0回</li> </ul>	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・幅50cm程度の隙間であればカメラの挿入可能</li> <li>・伸縮式ロッド1630~2550mmが進入可能な下方が開けた空間であれば進入可能可能、曲がり回数 0回</li> </ul> <p>【風速の条件】</p> <p>平均風速7m/s以下で適用可能。ただし、ハイグレード機で水平アーム10m使用時は、平均風速5m/s以下とする。</p> <p>【天候】</p> <p>晴れ・曇り・小雨は対応可能。 降雪時は不可</p> <p>【外気温】</p> <p>0℃~35℃</p> <p>【日照条件】</p> <p>昼間作業を基本とする。 小雨時や夜間など桁下が暗い場合は、台車付属の照明使用する。</p> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・幅50cm程度の隙間であればカメラの挿入可能</li> </ul> <p>【風速の条件】</p> <p>平均風速5m/s以下で適用可能。</p> <p>【天候】</p> <p>晴れ・曇り対応可能。(雨・雪は不可) 降雪時は不可</p> <p>【外気温】</p> <p>0℃~35℃</p> <p>【日照条件】</p> <p>昼間作業を基本とする。</p>
	標準試験値	<p>標準試験方法 桁間に進入する場合(2022)</p> <p>実施年2023年</p> <p>【mini】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・空間:3.7m×2.8m×2.4m進入可能</li> <li>・空間:5.6m×3.7m×3.7m進入可能</li> </ul> <p>実施年2024年</p> <p>【スタンダード】【ハイグレード】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・空間:3.7m×2.8m×2.4m進入可能</li> <li>・空間:5.6m×3.7m×3.7m進入可能</li> <li>・先端部最小断面(幅×高さ×奥行):81×83.5×196.5mm</li> <li>・進入深さ:30mm</li> <li>・曲がり回数:0回</li> </ul> 	<p>【mini】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・被写体距離:3.2m</li> <li>・照度:3.28~52.8kLux</li> <li>・風速:4.35~7.6m/s</li> </ul> <p>【スタンダード】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・被写体距離:2.0m</li> <li>・照度:13.3~29.7kLux</li> <li>・風速:0.0~14.5m/s</li> </ul> <p>【ハイグレード】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・被写体距離:2.0m</li> <li>・照度:9.42~10.7kLux</li> <li>・風速:0.0~10.9m/s</li> </ul>
性能確認シートの有無 ※	有		
		<p>2-1-154</p> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</p> <p>【アーム型】</p>	<p>■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</p> <p>【風速の条件】</p> <p>平均風速7m/s以下で適用可能。ただし、ハイグレード機で水平アーム10m使用時は、平均風速5m/s以下とする。</p> <p>【天候】</p> <p>晴れ・曇り・小雨は対応可能。 降雪時は不可</p> <p>【外気温】</p>

3-3 可動範囲	性能値	<p>&lt;機種:スタンダード機&gt; ・鉛直ロッド長9m×水平アーム長7m &lt;機種:ハイグレード機&gt; ・鉛直ロッド長7m×水平アーム長7m又は10m</p> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 【アーム型】 ・鉛直ロッド長7m×水平アーム長2.0m又は3m</p>	<p>0℃～35℃ 【日照条件】 昼間作業を基本とする。 小雨時や夜間など桁下が暗い場合は、台車付属の照明使用する。</p> <p>■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) ・幅50cm程度の隙間であればカメラの挿入可能 【風速の条件】 平均風速5m/s以下で適用可能。 【天候】 晴れ・曇り対応可能。(雨・雪は不可) 降雪時は不可 【外気温】 0℃～35℃ 【日照条件】 昼間作業を基本とする。</p>
	標準試験値	<p>標準試験方法 桁橋(2024) 実施年 2024年 【スタンダード】 ・可動範囲:14.4m 【ハイグレード】 ・可動範囲:17.6m</p>	<p>【スタンダード】 ・可動範囲=L1+H1+L2+H2 =1.5m+4.9m+7.0m+1.0m 【ハイグレード】 ・可動範囲=L1+H1+L2+H2 =1.6m+5.4m+10.0m+0.6m</p>
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
4-1 計測速度(撮影速度)	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 地上(2019) 実施年2023年 【mini】 ・撮影速度:0.014㎡/sec  実施年2024年 【ハイグレード】 ・撮影速度:0.006㎡/sec	【mini】 ・撮影面積:16.5㎡ ・撮影時間:19分22秒(A1:13分50秒、P1:5分32秒)=19分22秒=1162秒 ・撮影速度:16.5/1162=0.014㎡/sec  【ハイグレード】 ・撮影面積:16.5㎡ ・撮影時間:44分8秒(A1:27分46秒、P1:16分22秒)=44分8秒=2648秒 ・撮影速度:16.5/2648=0.006㎡/sec	
4-2 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	実施年 2018年 【スタンダード】 ・最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:- ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.09mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.08mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0mm  標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2023年 【mini】 ・最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.29mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.27mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.44mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.33mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.13mm  実施年 2024年 【ハイグレード】 ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.09mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.14mm	【スタンダード】 ・0.1mmのひびわれを検出する場合の条件) 撮影速度:静止状態 撮影距離:2.0m ・クラック幅計測用のゲージを直接クラック箇所にあてがって撮影する。  【mini】 ・被写体距離:5.1~5.6m ・照度:2.19~40.4kLux ・風速:2.5~5.8 m/s  【ハイグレード】 ・被写体距離:2.2~2.5m ・照度:4.37~60.9kLux ・風速:0.0~9.7 m/s	
計測装置	性能確認シートの有無 ※	有		
	性能値	未検証		-
		2-1-156 実施年 2018年		【スタンダード】 ・真値:3.126m ・測定値:3.130m  ・クラック幅を測定する専用台車を橋面上から遠隔操作してクラック発生個所に直接クラック幅測定用のゲージを宛がって、ビデオカメラで幅及び長さを直接計測する。 ・長さの長いひびわれの場合、橋梁の各要素を損傷図と

4-3 オルソ画像精度	長さ計測精度	標準試験値	【スタンダード】 ・相対誤差:0.1%  標準試験方法(2019) 実施年 2023年 【mini】 ・相対誤差:0.1%  実施年 2024年 【ハイグレード】 ・相対誤差:0.05%	同じ座標系で撮影を行い、画像補正(あおり処理)及び合成処理を行い長さを計測する。  【mini】 ・真値:1.532m ・測定値:1.534m  ・被写体距離:3.9~4.1m ・照度:3.28~52.8kLux ・風速:4.35~7.6 m/s  【ハイグレード】 ・真値:3.762m ・測定値:3.760m  ・被写体距離:9.0~9.9m ・照度:8.67~30.3kLux ・風速:0.0~1.7 m/s
		性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	未検証	-
4-4 色識別性能	位置精度	標準試験値	【スタンダード】 ・未検証  標準試験方法(2019) 実施年 2023年 【mini】 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.013, 0.092) (m)  実施年 2024年 【ハイグレード】 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.002, 0.000) (m)	【mini】 ・真値(x, y)=(1.516, -0.221)m ・測定値(x, y)=(1.529, -0.129)m  ・被写体距離:3.9~4.1m ・照度:3.28~52.8kLux ・風速:4.35~7.6 m/s  【ハイグレード】 ・真値(x, y)=(-3.339, -1.733)m ・測定値(x, y)=(-3.337, -1.733)m  ・被写体距離:9.0~9.9m ・照度:8.67~30.3kLux ・風速:0.0~1.7 m/s
		性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	未検証	-
4-4 色識別性能	標準試験値	実施年 2018年 【スタンダード】 ・フルカラーチャート識別可能  標準試験方法(2019) 実施年 2023年 【mini】 ・フルカラーチャート識別可能  実施年 2024年 【ハイグレード】 ・フルカラーチャート識別可能	【スタンダード】 ・照度100ルクス以上  【mini】 ・照度:1.44~15.7kLux  【ハイグレード】 ・照度:6.76~61.1kLux	

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  ①撮影した画像を1径間ごとにつなぎ合わせる。つなぎ合わせでは、型枠跡や付属物を参考にする。(手動)                  ②画像より変状及び、ひびわれを手動で抽出する。(手動)                  ③抽出した変状の形状、ひびわれ幅・長さを手動で計測する。(手動)                  ④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抽出する。(手動)                  ■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</p>		
<p>ソフトウェア名</p>	<p>「Kuraves ver.4.4_34」(市販ソフト)</p>		
<p>検出可能な変状</p>	<p>画像処理によって検出可能な変状を記載する。                  ・ひびわれ(幅0.1mm)、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、鋼材腐食、漏水</p>		
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ひびわれ</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  ・合成画像からの手動検出                  以下にその手法を示す。                  ①画像正対化                  ・コンクリート表面の型枠線等を目印に各写真毎に画像のあおり処理及びスケール合わせを行う。                  ②画像合成                  ・正対化された画像を各要素毎に合成し連続写真を作成。                  ・画像の明るさ調整・コントラスト調整等の明瞭化処理の実施。                  ③損傷位置の抽出                  ・ひびわれ強調処理をした合成画像をCADソフトに貼りつけて目視確認による手作業でデジタルトレースを行う。                  ・ひびわれや損傷の判定は写真内に写り込んでいるクラックゲージを元に計測する。                  ・損傷図CADの作成                   ・撮影条件・仕様等                  1) カメラ: デジタルビデオカメラ                  2) 撮影設定: 自動                  3) ISO感度: 自動                  4) ラップ率: オーバーラップ 30%、サイドラップ 30%                  5) 画質: 2,000万画素相当                  6) 画質フォーマット: JPEG                  7) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しないこと                  ■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</p>	
	<p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  ・幅: 画像内に写り込んでいるクラックゲージを元に計測                  ・長さ: 起終点を人力で指定し、CAD上で直線距離を計測                  ■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</p>	
	<p>ひびわれ以外</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  ・人が画像を確認して、変状を人力でトレース                  ・面的な損傷の形状計測方法(レーザーポインター照射法)                  レーザーポインター照射法は、直径20cmの円形に配置したレーザーポインターを損傷箇所に照射し損傷と対比させて形状を測定する方法。                  ■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</p>	
	<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  ・機械学習は未使用である。                  ・人の判断によるひびわれの検出: 再現率100%                  (「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進(橋梁維持管理技術)」の平成29年度試行検証における結果)                  ■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</p>	
<p>変状の描画方法</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  ・ひびわれ: ポリライン                  ・ひびわれ以外: ポリライン                  CAD上で画像の上に変状と考えられる範囲を技術者の判断で人力により変状を描画する(図化する)とともに、変状の長さ・幅・面積の値を数値化する。                  ■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</p>		
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p>	<p>JPEG</p>	
	<p>ファイル容量</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  10MB                  ■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</p>	
	<p>カラー／白黒画像</p>	<p>カラー                  白黒画像</p>	
	<p>画素分解能</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)                  ・ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.42mm/Pixelであることが必要                  ■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)                  橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</p>	

	<p>その他留意事項</p> <p>—</p>
<p>出力ファイル形式</p>	<p>JPEG/DXF</p>
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード・mimi)</p> <p>① 損傷データ入力          ・現場点検にて損傷を確認した段階で損傷の種類・発生位置・程度等の情報をタブレットに          入力する。</p> <p>② 損傷写真データの入力          ・損傷発生状況を撮影した写真データをタブレットに取り込み入力データと紐づけを行う。</p> <p>③ 入力データ及び写真データをクラウドサーバー内のデータベースに保存する。</p> <p>④ クラウドサーバー内のデータベースより任意のフォーマットでのExcel調書を自動作成する。</p> <p>※ 橋梁定期点検要領の改訂(令和6年)に伴う調書様式の変更対応は不可(システム変更作業中で詳細は要問合せ)</p>
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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。             <ol style="list-style-type: none"> <li>被写体に対して正対して撮影</li> <li>画像の解像度は0.42mm/pix以下となるよう撮影</li> <li>クラックゲージを直接宛がい撮影、又はレーザーポインターを損傷箇所に照射し撮影</li> </ol> </li> </ul> <p>・タブレットで入力したデータをクラウドに保存するため、現地でインターネット環境(無線の電波状)が整っている方が望ましい。</p> <p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</p> <p>橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</p>
<p>調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名</p>	<p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現地での入力(iPad)</li> <li>「Kuraves-Th ver.4.4_34」(市販ソフト)</li> <li>iPadアプリケーション「橋梁点検入力システム ver.1.0」(自社開発)(※橋梁点検要領改訂に伴うシステム変更中。詳細は要問合せ)</li> <li>エクセル版 「橋梁点検調書作成システム ver.1.0」(自社開発)(※橋梁点検要領改訂に伴うシステム変更中。詳細は要問合せ)</li> </ul> <p>■ 橋梁点検支援ロボット(視る診るmini)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(BR010019-V0221)仕様に準拠する。</li> <li>現地での入力(iPad)</li> <li>iPadアプリケーション「橋梁点検入力システム ver.1.0」(自社開発)(※橋梁点検要領改訂に伴うシステム変更中。詳細は要問合せ)</li> <li>エクセル版 「橋梁点検調書作成システム ver.1.0」(自社開発)(※橋梁点検要領改訂に伴うシステム変更中。詳細は要問合せ)</li> </ul>

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	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(見る診る・スタンダード・ハイグレード)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・スタンダード:橋梁総幅員14mまでに適用</li> <li>・ハイグレード:橋梁総幅員20mまでに適用</li> </ul> </li> <li>■橋梁点検支援ロボット(見る診るmini)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・mini:幅員6mまでに適用</li> <li>・構成:歩道付き(2.0m以上)が望ましい。(車道規制不要)</li> </ul> </li> </ul>	-
	桁下条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(見る診る・スタンダード・ハイグレード)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>桁高:3.0m未満</li> </ul> </li> <li>■橋梁点検支援ロボット(見る診るmini)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>桁高:1.5m未満</li> </ul> </li> </ul>	-
	周辺条件	支間長:5.0m以上	-
	安全面への配慮	高所からの転落を防止するために安全帯の使用	-
	無線等使用における混線等対策	有線での通信であり無線対策は特になし	-
	道路規制条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(見る診る・スタンダード・ハイグレード)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・歩道上にロボット設置の場合は、歩道規制を実施。(規制範囲は、幅1.5m×長さ5.0mの規制で移動)</li> <li>・車道の場合、幅員に応じて車線減少・路肩規制・片側交互規制を実施。(規制範囲は、幅1.5m×長さ5.0mの規制で移動)</li> </ul> </li> <li>■橋梁点検支援ロボット(見る診るmini)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・歩道上にロボット設置の場合は、歩道規制を実施。(規制範囲は、幅1.0m×長さ3.0mの規制で移動)</li> <li>・車道の場合、幅員に応じて車線減少・路肩規制・片側交互規制を実施。(規制範囲は、幅1.0m×長さ3.0mの規制で移動)</li> </ul> </li> </ul>	-
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>■橋梁点検支援ロボット(見る診る・スタンダード・ハイグレード)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>現地でのロボット組み立てスペースとして、幅3m×長さ10mのエリアが必要となる。</li> <li>【風速の条件】</li> <li>平均風速7m/s以下で適用可能。ただし、ハイグレード機で水平アーム10m使用時は、平均風速5m/s以下とする。</li> <li>【天候】</li> <li>晴れ・曇り・小雨は対応可能。</li> <li>降雪時は不可</li> <li>【外気温】</li> <li>0℃~35℃</li> </ul> </li> <li>■橋梁点検支援ロボット(見る診るmini)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>現地でのロボット組み立てスペースとして、幅2m×長さ5mのエリアが必要となる。</li> <li>【風速の条件】</li> <li>平均風速5m/s以下で適用可能。</li> <li>【天候】</li> <li>晴れ・曇り対応可能。(雨・雪は不可)</li> <li>【外気温】</li> <li>0℃~35℃</li> </ul> </li> </ul>	-

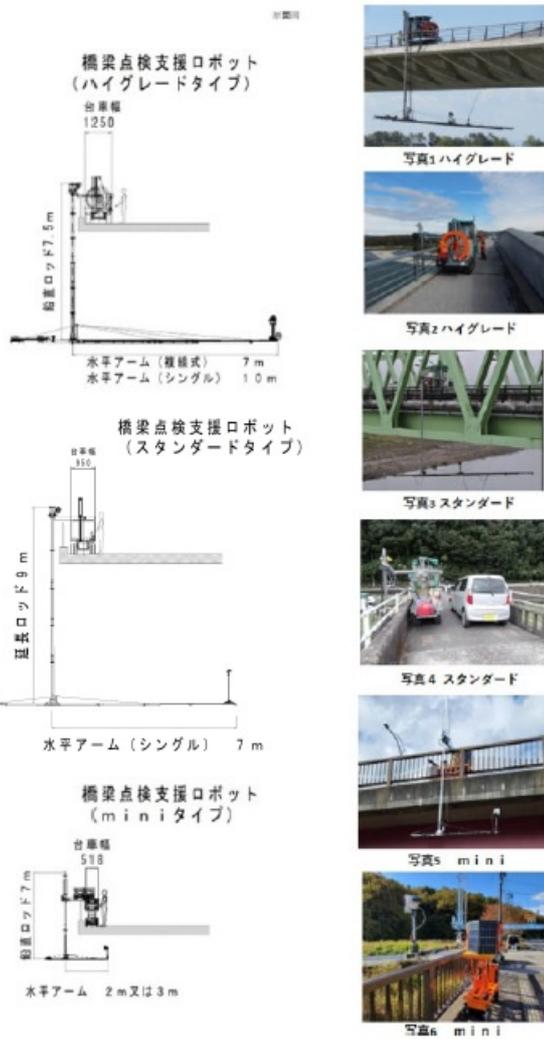
6. 留意事項(その2)

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	橋梁点検の実務経験及び橋梁構造に関する知識を有する事	-
	必要構成人員数	スタンダード機 2名(ロボットオペレータ1名・補助員1名) ハイグレード機 3名(ロボットオペレータ1名・補助員2名) mini機 2名(ロボットオペレータ1名・補助員1名)	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 不整地運搬車 運転技能講習 自走式クローラー台車の必要操作時間40時間(約1週間) ■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 免許・資格・技能講習等不要 自走式タイヤ台車の必要操作時間24時間(約3日)	-
	作業ヤード・操作場所	■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 橋面上(歩道上・車道上) 作業ヤード範囲・操作場所:5㎡ ■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 橋面上(歩道上・車道上) 作業ヤード範囲・操作場所:3㎡	-
	点検費用	■橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード) 【橋梁条件】 橋種[コンクリート橋/鋼橋] 橋長 50m 全幅員 10m 部位・部材[ 上部工・下部工 ] 活用範囲 [ 500㎡ ] 検出項目 [基本事項の変状の種類に記載] 〈費用〉 合計 400,000円(経費含む・税込) ■橋梁点検支援ロボット(視る診るmini) 【橋梁条件】 橋種[コンクリート橋/鋼橋/歩道橋・側道橋・小規模橋梁] 橋長 100m 全幅員 5m 部位・部材[ 上部工・下部工 ] 活用範囲 [ 500㎡ ] 検出項目 [基本事項の変状の種類に記載] 〈費用〉 合計 360,000円(経費含む・税込)	-
	保険の有無、保障範囲、費用	・保険:有・保障範囲:ロボット本体・費用:ロボットリース費用に含む	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	オペレーター付きリース(全国可能(ただし九州地方・東北地方・北海道は要相談。また、離島等の機材の運搬困難箇所は不可) ジビル調査設計株式会社 TEL0776-23-7155	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	有	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	適用できない条件 平均風速7m/s以上で計測中止(ハイグレードは平均風速5m/s) 視る診るminiは平均風速5m/s以上で計測中止	-	

## 7. 図面

視る診るタイプ別図面・使用区分

### タイプ別図面・写真



### タイプ別 使用区分

タイプ	ハイグレード	スタンダード	mini
橋梁幅員	20m以下	14m以下	6m以下

1. 基本事項

技術番号	BR010019-V0625		
技術名	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ		
技術バージョン	VH-HT3000TB/HV-HT3100TB	作成:	2025年3月
開発者	株式会社日立産業制御ソリューションズ 三井住友建設株式会社		
連絡先等	TEL: 03-3251-7245	E-mail: yoshitaka.chiba.tx@hitachi.com	株式会社日立産業制御ソリューションズ 営業統括本部 組込み営業本部 組込み営業第二部 千葉
現有台数・基地	75台(内、レンタル会社28台) 2021/3/30現在	基地	東京、静岡、大阪、兵庫、広島、福岡(レンタル会社)
技術概要	<p>点検員が近接するのに足場や脚立、梯子、ロープアクセス等を必要とする部位に対して、それらを必要とすることなく、点検員が離れた場所よりカメラで視準して点検することを可能とする技術である。</p> <p>点検ロボットカメラの向き、倍率(光学30倍ズーム)、撮影等をカメラから離れた操作端末(タブレットPC)から点検者が遠隔操作し、点検画像を取得する。操作は容易である。</p> <p>操作端末に表示した点検画像に対し、擬似的なクラックスケール、L型スケールを点検者の操作で表示することができ、損傷の大きさを定量的に点検者が計測可能である。</p> <p>高所型ポール、懸垂型ポールは伸縮可能で、カメラの視準位置を変更することができる。この機能により、点検者の位置からは死角となっている部位まで点検が可能である。</p> <p>また、点検カメラおよびポールユニットの装置一式は、軽量で、可搬性があり、設置も容易である。</p>		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 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(上部構造(主桁),床版,支承部(支承本体)) RC床版橋(上部構造(主桁),支承部(支承本体))	
	損傷の種類	鋼	①腐食 ②亀裂
		コンクリート	⑥ひびわれ ①床版ひびわれ
		その他	
共通	⑳漏水・滞水 ㉑変形・欠損		
検出原理	画像(静止画/動画)		

2. 基本諸元

計測機器の構成		<p>(1)カメラユニット 雲台付き点検カメラは、レーザー距離計(Laser Range Finder)および照明を搭載し、暗所でも撮れる高感度カメラである。懸垂型、高所型の使用形態とも共通で、操作端末(タブレットPC)から、点検カメラの向き、レンズ倍率、静止画・動画の切り替え、画像の保存等を遠隔操作する。</p> <p>(2)懸垂型ユニット 懸垂型は、橋面の高欄に架台ユニット基部を据え付け、下方に伸ばし、ユニット先端に付けた点検カメラにより、桁側面・下面や支承部などを点検調査するタイプである。ポールは、欄干笠木から最大4.5m(延長ポール付加で6.0m)伸長する。</p> <p>(3)高所型ポールユニット 高所型は、地上面に設置し、上方に伸ばし、床版・桁下面や支承部などを点検調査するタイプである。ポールユニットは、地上面から最大10.5m伸長する。</p>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	<p>(1)点検カメラ ・懸垂型ポール、高所型ポール先端に取り付けられた点検カメラは、操作端末(タブレットPC)からの遠隔操作にて点検カメラの視準方向を電動で変更する。移動原理は、電動である。</p> <p>(2)懸垂型ポール ・懸垂型:橋面の高欄笠木に、架台ユニットを固定し、懸垂させ、アームを鉛直下方向(最大6.0m)に電動により伸長し、架台ユニット下端に設置した点検専用カメラにより点検対象部材を視準する。 一旦設置した高欄から、架台ユニットを別の場所に移動するには、高欄から取り外して人力により移動して、再度設置作業を行う。 移動原理は、鉛直下方向への伸長は電動、設置場所の移動は人力である。</p> <p>(3)高所型ポールユニット ・ポール型(高所型):地上に三脚を有したポールユニットを設置し、ポールを鉛直上方向(最大10.5m)に人力により伸長し、ポールユニット上端に設置した点検カメラにより点検対象部材を視準する。 一旦設置した場所から、別の場所に移動するには、ポールを下げ、人力により移動して、再度設置する。 移動原理は、ポール伸長および設置場所移動は人力である。</p>	
	運動制御機構	通信	<p>(1)点検カメラ 無線通信(操作端末(タブレットPC)から、無線通信により点検カメラを遠隔操作・制御する。) 周波数:5GHz帯(W56規格)</p>
		測位	<p>(1)点検カメラ 点検カメラ内臓の雲台部に搭載されている角度センサーにより、基準位置からの点検カメラの視準角度を常時計測している。 ＜計測範囲＞左右:-180°~+180° 上下:-90°~+90°</p>
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	<p>・点検カメラ:235×160×130[mm] 重量:1.7kg(バッテリー込み)(HV-HT3000TB/HV-HT3100TB 同)</p> <p>・高所ポールユニット:1730×200×160[mm](収納時) 重量:10.5kg ※設置時の三脚の占有平面範囲:1500×1500[mm]程度</p> <p>・懸垂架台ユニット:1350×280×210[mm](収納時) 重量:12.5kg</p>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	<p>点検カメラ:電動(専用バッテリーより供給) 高所型ポール:手動 懸垂型ポール:電動(専用バッテリーより供給)</p>	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<p>・点検カメラ:約3時間 (ただし、点検カメラ内臓照明点灯を併用した場合は、短くなる) ※予備バッテリーの対応で稼働時間の延長可能</p> <p>・懸垂型ポール:約4時間(約100往復) ※予備バッテリーの対応で稼働時間の延長可能</p>	
計測装置	設置方法	<p>点検カメラをポール先端に付け、ポールを伸長し、点検箇所を視認できる位置に点検カメラの撮影位置を設定する。 懸垂型ポールは電動駆動、高所型ポールは手動で伸長させる。</p> <p>最大長 高所ポール:10.5m 懸垂型ポール:4.5m(標準) ※延長ポール付加で6.0m</p>	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・点検カメラ:235×160×130[mm] 重量:1.7kg(バッテリー込み)(HV-HT3000TB/HV-HT3100TB 同)	
	センシングデバイス	カメラ	<p>&lt;HV-HT3000TB&gt; ・センサーサイズ(縦2.94mm×横5.22mm) ・ピクセル数(縦736Pixel×横1296Pixel) ・焦点距離(4.4~132mm) ・(動画の場合)フレーム数(15fps) ・画像形式:静止画(JPEG)、動画(MPEG4)</p> <p>&lt;HV-HT3100TB&gt; ・センサーサイズ(縦3.1mm×横5.6mm) ・ピクセル数(縦1080Pixel×横1920Pixel) ・焦点距離(4.3~129mm) ・(動画の場合)フレーム数(15fps) ・画像形式:静止画(JPEG)、動画(MPEG4)</p>
		パン・チルト機構	<p>点検専用カメラのパン・チルト機構部の可動範囲 水平:-180°~+180°</p>

		鉛直: -90°~+90°
	角度記録・制御機構機能	角度記録機能有(静止画画像のExifデータに保存):カメラのパン・チルト機構部の原点位置に対する相対角度を記録
	測位機構	・パン・チルト角度測位:ロータリーエンコーダ(静止画画像のExifデータに保存) ・対象物までの測距:レーザーレンジファインダー(静止画画像のExifデータに保存) ・疑似クラックスケール:静止画上に表示/保存
	耐久性	・カメラユニットは、IP2相当(IP2は防滴対応)
	動力	点検専用カメラに装着するバッテリー:使用時間 約3時間 (ただし、点検カメラ内臓照明点灯を併用した場合は、短くなる) ※予備バッテリーの対応で稼働時間の延長可能
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	点検カメラに装着する専用バッテリー:使用時間 約3時間(気温:0℃~40℃) (ただし、点検カメラ内臓照明点灯を併用した場合は、短くなる(2灯常時点灯時、約2時間)) ※予備バッテリーとの交換で稼働時間の延長可能
データ収集・通信装置	設置方法	操作端末(タブレットPC)は、点検者の手元にあり、点検者の手元から点検カメラを制御する。
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	タブレットPC:280x180x10[mm] 程度 700g程度
	データ収集・記録機能	点検者が操作端末(タブレットPC)を操作し、点検カメラから静止画/動画の点検画像、点検カメラの画角情報(ズーム倍率)、点検対象物までの距離情報などを取得し、操作端末(タブレットPC)内臓HDDに保存する。 点検画像を記録する際、点検画像に擬似的なクラックスケール、L型スケールを点検者の操作で付加して記録することが可能。
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	・通信方法 無線(Wifi) ・通信規格 5.6GHz帯(W56規格) ・通信距離 20m以下
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	・認証方式:WPA2 ・暗号化方式:AES
	動力	タブレットPC内臓のバッテリーにより動作
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	・タブレットPCの使用時間と同じ。連続4~6時間(気温20℃の場合)使用可能 ※外部バッテリー接続にて、使用時間の延長可能。

### 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	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	【ポール型】 <機種:高所型> ・最小所要寸法:縦、横(250、200)(mm)  【アーム型】 <機種:懸垂型> ・最小所要寸法:縦、横、高さ(250、200)(mm)	・1方向からのからの侵入に限る。  <機種:高所型の場合> スペース 250x200mm以上 ※点検カメラの外形に依存 進入深さ 10.5m(ポール型) 曲がり 0回  <機種:懸垂型の場合> スペース 250x200mm以上 ※点検カメラの外形に依存 進入深さ 4.5m(補助ユニット追加で6.0m) 曲がり 0回
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	【ポール型】 <機種:高所型> ・最大距離:20m  【アーム型】 <機種:懸垂型> ・最大アーム長:6.0m	・風速5m/s以内<機種:高所型> ・風速10m/s以内<機種:懸垂型>  ・天候:筐体は、防滴使用であるが長時間の雨天時使用は不可 ・外気温:-10℃以上40℃以下 ・照度:概ね、10 lx以上 ・操作端末から点検専用カメラまでの無線通信による操作可能距離:20m程度以内  <機種:高所型の場合> ポールは、上方向に最大10.5m伸長 <機種:懸垂型の場合> アームは、高欄笠木から下方向に最大4.5m(延長ポール付加で6.0mまで対応)
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	未検証	-	
		標準試験値	未検証	・連続自動静止画撮影機能を使用した場合、8秒/枚 ・移動方向ラップ率:10~50%可変設定 -	
	4-2 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	<HV-HT3000TB> 実施年:2019年2月5日 場所:施工総研(静岡) ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.06mm ※完全な暗所(0lux)でも、装備照明を使用(約30lux)することで、日向・日陰環境と同様のひび割れ計測が可能 <HV-HT3100TB> 標準試験方法 (2019) 実施年 2021年3月3日 場所:福島テストフィールド(福島) ・最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.09mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.27mm	・被写体距離:8.2~9.2 m ・照度:5.8~75.4 klx ・風速:5.0 m/s以内	
	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	<HV-HT3000TB> 実施年:2019年2月6日 場所:波木井高架橋(静岡) 相対誤差 0.04% <HV-HT3100TB> 標準試験方法 (2019) 実施年 2021年3月3日 場所:福島テストフィールド(福島) ・相対誤差4.22%	<HV-HT3000TB> 実施年:2019年2月6日 場所:波木井高架橋(静岡) ・真値:9.304m ・測定値:9.3m <HV-HT3100TB> 標準試験方法 (2019) 実施年 2021年3月3日 場所:福島テストフィールド(福島) ・真値:5.168m ・測定値:4.950m
		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	<HV-HT3000TB> 実施年:2019年2月6日 場所:波木井高架橋(静岡) ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.02, 0.1) (m) <HV-HT3100TB> 標準試験方法 (2019) 実施年 2021年3月3日 場所:福島テストフィールド(福島) ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.112, 0.078) (m)	<HV-HT3000TB> 実施年:2019年2月6日 場所:波木井高架橋(静岡) ・真値(x, y)=(-3.050, -8.790) (m) ・測定値(x, y)=(-3.030, -8.690) (m) <HV-HT3100TB> 標準試験方法 (2019) 実施年 2021年3月3日 場所:福島テストフィールド(福島) ・真値(x, y)=(-4.562, -2.428) (m) ・測定値(x, y)=(-4.450, -2.350) (m)
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	<HV-HT3000TB> <HV-HT3000TB> <sup>2-1-167</sup> 実施年:2019年2月5日 場所:施工総研(静岡) フルカラーチャート識別可能			

	標準試験値	<HV-HT3100TB> 標準試験方法 (2019) 実施年 2021年3月3日 場所:福島テスト フィールド(福島) フルカラーチャート識別可能	・照度:8.2~75.4 klx
--	-------	--	------------------

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>①点検者が点検カメラから操作端末(タブレットPC)送られてくる動画から、操作端末(タブレットPC)にて点検カメラを制御し、カメラの視点変換(雲台制御)、ズーム倍率可変、照明のON/OFFなどをしながら変状箇所を見出だす。                  ②点検者が変状箇所を見出した後、点検者が静止画撮影操作を行い、静止画像データを操作端末(タブレットPC)画面上に表示する。                  ③点検者は、操作端末(タブレットPC)画面上に表示されている静止画像上に擬似クラックスケールを表示し、擬似クラックスケールを点検者が対象箇所に指で移動し、ひびわれ幅を定量的に評価する。                  ④点検者が擬似クラックスケールを表示した静止画像データを保存する。</p>											
<p>ソフトウェア名</p>	<p>橋梁点検ロボットカメラ-操作アプリ</p>											
<p>検出可能な変状</p>	<p>腐食／亀裂／ひびわれ／床版ひびわれ／変形・欠損／漏水・滞水</p>											
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="384 488 584 741"> <p>ひびわれ</p> </td> <td data-bbox="584 488 1506 741"> <p>擬似クラックスケールの表示原理(静止画撮影時)                      (1)点検カメラから対象物までの距離を点検カメラが自動計測                      (2)点検カメラのズーム倍率から静止画撮影時の撮影画角(角度)を操作アプリで自動算出                      (3)(1)及び(2)から静止画の画角サイズ(静止画の縦/横の距離)を操作アプリで自動算出                      (4)画角サイズから擬似クラックスケールのメモリ間隔を操作アプリで自動算出し、擬似クラックスケールを操作端末の静止画上に自動表示                      (5)対象物撮影静止画に角度がある場合は、角度補正機能によりあり角度を点検カメラが再度計測し                      (6)の結果に角度補正情報を付加した擬似クラックスケールを操作端末の静止画面上に表示                      (6)点検者が擬似クラックスケールを操作端末(タブレットPC)画面上を指で移動し、点検者が計測する。</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 741 584 799"> <p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p> </td> <td data-bbox="584 741 1506 799"> <p>前記、擬似クラックスケールの表示原理(静止画撮影時)にて、擬似クラックスケールを操作端末(タブレットPC)画面上に表示させた後、指で擬似クラックスケールを移動し、点検者が計測する。</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 799 584 857"> <p>ひびわれ以外</p> </td> <td data-bbox="584 799 1506 857"> <p>・点検者が画像を確認して、変状を静止画で保存</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 857 584 969"> <p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p> </td> <td data-bbox="584 857 1506 969"> <p>機械学習はしない。                      点検作業開始前にクラックスケールシートを壁などに貼りつけ、そのクラックスケールシートを点検カメラで撮影した静止画上に擬似クラックスケールを表示させ、両者を比べることにより、精度が確保されているかの確認ができる。</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 969 584 1025"> <p>変状の描画方法</p> </td> <td data-bbox="584 969 1506 1025"> <p>点検者が変状箇所と判断した場合、変状箇所を点検者が静止画で記録。</p> </td> </tr> </table>	<p>ひびわれ</p>	<p>擬似クラックスケールの表示原理(静止画撮影時)                      (1)点検カメラから対象物までの距離を点検カメラが自動計測                      (2)点検カメラのズーム倍率から静止画撮影時の撮影画角(角度)を操作アプリで自動算出                      (3)(1)及び(2)から静止画の画角サイズ(静止画の縦/横の距離)を操作アプリで自動算出                      (4)画角サイズから擬似クラックスケールのメモリ間隔を操作アプリで自動算出し、擬似クラックスケールを操作端末の静止画上に自動表示                      (5)対象物撮影静止画に角度がある場合は、角度補正機能によりあり角度を点検カメラが再度計測し                      (6)の結果に角度補正情報を付加した擬似クラックスケールを操作端末の静止画面上に表示                      (6)点検者が擬似クラックスケールを操作端末(タブレットPC)画面上を指で移動し、点検者が計測する。</p>	<p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p>	<p>前記、擬似クラックスケールの表示原理(静止画撮影時)にて、擬似クラックスケールを操作端末(タブレットPC)画面上に表示させた後、指で擬似クラックスケールを移動し、点検者が計測する。</p>	<p>ひびわれ以外</p>	<p>・点検者が画像を確認して、変状を静止画で保存</p>	<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>機械学習はしない。                      点検作業開始前にクラックスケールシートを壁などに貼りつけ、そのクラックスケールシートを点検カメラで撮影した静止画上に擬似クラックスケールを表示させ、両者を比べることにより、精度が確保されているかの確認ができる。</p>	<p>変状の描画方法</p>	<p>点検者が変状箇所と判断した場合、変状箇所を点検者が静止画で記録。</p>
<p>ひびわれ</p>	<p>擬似クラックスケールの表示原理(静止画撮影時)                      (1)点検カメラから対象物までの距離を点検カメラが自動計測                      (2)点検カメラのズーム倍率から静止画撮影時の撮影画角(角度)を操作アプリで自動算出                      (3)(1)及び(2)から静止画の画角サイズ(静止画の縦/横の距離)を操作アプリで自動算出                      (4)画角サイズから擬似クラックスケールのメモリ間隔を操作アプリで自動算出し、擬似クラックスケールを操作端末の静止画上に自動表示                      (5)対象物撮影静止画に角度がある場合は、角度補正機能によりあり角度を点検カメラが再度計測し                      (6)の結果に角度補正情報を付加した擬似クラックスケールを操作端末の静止画面上に表示                      (6)点検者が擬似クラックスケールを操作端末(タブレットPC)画面上を指で移動し、点検者が計測する。</p>											
<p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p>	<p>前記、擬似クラックスケールの表示原理(静止画撮影時)にて、擬似クラックスケールを操作端末(タブレットPC)画面上に表示させた後、指で擬似クラックスケールを移動し、点検者が計測する。</p>											
<p>ひびわれ以外</p>	<p>・点検者が画像を確認して、変状を静止画で保存</p>											
<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>機械学習はしない。                      点検作業開始前にクラックスケールシートを壁などに貼りつけ、そのクラックスケールシートを点検カメラで撮影した静止画上に擬似クラックスケールを表示させ、両者を比べることにより、精度が確保されているかの確認ができる。</p>											
<p>変状の描画方法</p>	<p>点検者が変状箇所と判断した場合、変状箇所を点検者が静止画で記録。</p>											
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p>	<p>静止画:JPEG 動画 :MPEG4</p>										
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル容量</p>	<p>静止画:約500KB/枚</p>										
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>カラー／白黒画像</p>	<p>カラー</p>										
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>画素分解能</p>	<p>・ひびわれ幅0.2mmを検出するためには0.6mm/Pixel以下であることが必要</p>										
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>その他留意事項</p>	<p>・ひびわれと蜘蛛の巣の見分けがやや難しい。(例:直線であれば蜘蛛の巣と判断)</p>										
<p>出力ファイル形式</p>	<p>静止画:JPEG                  動画 :MPEG4</p>											
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>①適応条件に記載の条件により画像データを取得する。                  ②画像データ、点検調書の様式をPCに取り込み、PC上で点検調書へ画像データを貼り付ける                  ③画像データに番号を付ける。                  ④点検調書の様式に従い、径間番号、部材名、要素番号を手動入力する。                  ⑤PCに入力したデータを保存する。</p>											
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>・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)計測するひびわれ幅に合わせ、撮影する画角を決めて撮影する。                  2)対象物と正対して撮影することが望ましいが、角度をつけて撮影してもよい。                  角度をつけた撮影時は、角度補正機能を有効とすること。</p>											
<p>調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名</p>	<p>・橋梁点検カメラ-操作アプリ(自社開発ソフト)                  ・後から測るビューワ(自社開発ソフト): 後からクラックスケールを付加するソフト</p>											

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	制約なし	-
	桁下条件	・桁下に河川敷があり、点検員が入れる場合は、高所型を地面に設置して作業が行える 点検員が入れない場合は、懸垂型を欄干笠木に設置して作業が行える ・ポール先端のカメラから桁下面までの高さは20m以内が望ましい	-
	周辺条件	・電線、引込み線、電車線路およびその周辺では絶対に使用しない。(感電防止) ・雷が発生している場合は、絶対に使用しない。(落雷防止)	-
	安全面への配慮	・点検員の作業範囲は、第三者が立ち入らないように交通規制する。(概ね2m四方) ・懸垂型は、落下防止ベルトで、高欄と架台ユニットとを結ぶ。	-
	無線等使用における混線等対策	操作端末の画面に警告文を表示	-
	道路規制条件	・懸垂型架台ユニット、高所型ポールユニットは、設置箇所において交通規制する。(概ね2m四方)	-
	その他	現地への運搬方法 ・架台ユニット、ポールユニット、点検カメラは、宅配便および車両(ライトバン等)で搬入する。車両駐車箇所より、橋梁までは手運搬。	撮影条件 ・対象面の直交軸と、カメラ視準軸のなす角が45°以下が望ましい。

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	特に求められる資格は無し。	-
	必要構成人員数	高所型:1名(2名が望ましい) 懸垂型:2名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	橋面または地面(点検カメラから対象物までの距離20m程度以内)	-
	点検費用	機器購入:約300万円、機器レンタル:3~5万円/日 作業費用(参考) コンクリート桁橋(300m <sup>2</sup> ):240,000円 コンクリート箱桁橋内部(550m <sup>2</sup> ):330,000円	作業費用内訳(参考): 計測費用[直接人件費]+計測費用[直接経費]+解析費用[直接人件費]
	保険の有無、保障範囲、費用	機材の故障に対する保険、人的被害および検査対象物の損傷に対する保険は、業者が必要に応じ任意加入。 補償範囲、費用は、保険会社と都度設定必要。	レンタル時は、機器の故障に対する保険にレンタル会社で加入済。 (補償範囲は、最大、機材の新規購入費用まで)
	自動制御の有無	決められた範囲を自動で撮影する機能有。	-
	利用形態:リース等の入手性	購入またはレンタルで装置を入手可能。 ※業務委託は、行っていません。	初期導入時の操作説明・操作指導は有料にて実施可能。
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	機器の不具合は、販売会社がサポート。	-
	センシングデバイスの点検	点検開始前に壁に貼ったクラックスケールシートを撮影し、疑似クラックスケールのメモリがあっていることを確認する。	-
	その他	-	-

7. 図面

使用機材外観

**懸垂型**

最大長：  
通常 4.5m、  
延長棒\*4  
使用時6.0m

**高所型**

最大長：10.5m

左方向180° 右方向180°  
上方90° 下方90°  
点検専用カメラの首振り角度

ポールユニットに設置した橋梁点検ロボットカメラ  
(点検専用カメラは、懸垂型、高所型において共通)

現場使用例

懸垂型を用いた点検

高所型を用いた点検

懸垂型および高所型を用いた点検

# 1. 基本事項

技術番号	BR010020-V0625			
技術名	橋梁下面の近接目視支援用簡易装置「診れるんです」			
技術バージョン	-	作成:	2025年3月	
開発者	O・T・テクノリサーチ株式会社 東北工業大学			
連絡先等	TEL: 022-343-9961	E-mail: isigaki@ottr.jp	調査部 石垣 克典	
現有台数・基地	1台	基地	仙台市泉区	
技術概要	<p>「診れるんです」(みれるんです)は、主に、橋梁上部構造の床版下面、橋台・橋脚側面等の点検等において、近接目視が困難な部位に対して、カメラを通して橋上や地上(橋下)等のタブレット端末から確認・写真撮影することで近接目視を支援することができる装置であり、その撮影画像を用いて、コンクリートのひびわれ幅、ひびわれ長さ等、各種損傷の大きさとその位置を導出させることができる技術である。</p> <p>橋梁両側高欄部等より橋軸直角方向に吊下げられた最長12mの両端ヒンジのアルミ製棒部材に固定した最大6台のカメラを用いて、床版下面・桁、橋脚・橋台の壁面等をタブレット端末で常時リアルタイムに確認し、静止画撮影・保存する。</p> <p>例えば、装置全体を橋軸方向に所定の間隔で逐次移動させることで、床版下面・桁等全体の撮影が可能となる。</p> <p>これらによって得られた撮影画像等を人がコンピュータディスプレイ上で確認し、ひびわれ幅、ひびわれ長さ等、各種損傷の大きさやその位置等の情報を導出するものである。</p> <p>各カメラは、カメラへの電力供給を伴うPoE対応HUBと有線LAN接続され、無線接続されたタブレットから、専用のアプリを用いて各カメラへの操作を可能にし、撮影画像はタブレット内に保存される。</p> <p>なお、HUBとWi-Fiルーターへの電力供給は、充電式の電源装置より行われる。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ①床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置: 吊り具、アルミ製棒部材</li> <li>・計測装置: 防犯カメラ</li> <li>・データ収集・通信: タブレット端末(専用ソフトインストール済み)</li> </ul>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	<p>【人力】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・複数台の撮影用カメラは、撮影対象場所に応じて予めそれぞれ位置を決め、それらの位置になるよう、吊下げられた棒部材上にそれぞれ固定する(点検中、カメラは棒部材上を移動しない)。また、橋軸方向への装置(カメラが固定された棒部材)の移動は、装置を吊下げているロープを高欄の位置にて人力で行う。</li> </ul>	
	運動制御機構	通信	<p>「通信未使用」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>装置全体(カメラが固定された棒部材)の運動(移動)はすべて人力</li> <li>なお、個々のカメラのパン・チルト等の運動には、人が存在する橋上または地上までは有線LAN、その場所(橋上または地上)と操作用端末間は無線LANを使用。</li> </ul>
		測位	測位機構なし
		自律機能	自律機能なし
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	<p>幅: 500mm(両端部)、200mm(カメラ設置部)、50mm(左記以外)</p> <p>高さ: 200mm(カメラ設置部)、50mm(左記以外)</p> <p>長さ: 点検対象橋梁の幅員相当(0.5~2.0mの棒部材を組合せ、0.5m刻みで最大12mまで設定可能)</p> <p>最大重量(15kgf)</p>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	カメラ1台当たり 15cm×15cm×20cm(高さ) 1kgf 最大6台使用	
	動力	<p>全て人力で行うため、バッテリーなどの仮設電源は不要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・棒部材(カメラ一体)の吊下げ・吊上げは、高欄部に設置する専用ウインチを使用して、人力で行う。</li> <li>・棒部材の橋軸方向の移動は、上記専用ウインチを含め人力で移動する。</li> </ul>	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
設置方法	移動装置に市販のクランプを用いて計測装置(カメラ)を取付ける。		
計測装置	外形寸法・重量(分離構造の場合)	カメラ1台当たり 15cm×15cm×20cm(高さ) 1kgf 最大6台使用で 6kgf	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光学ズーム 18倍</li> <li>・1/3型 MOSセンサー</li> <li>・焦点距離(4.7mm~84.6mm)</li> <li>・ピクセル数(縦960Pixel×横1280Pixel)</li> </ul>
		パン・チルト機構	<p>使用するカメラ自体のパン・チルト機構部の可動範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水平0°~350°</li> <li>・鉛直-30°~90°</li> </ul>
		角度記録・制御機構機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各カメラは吊下げた棒部材上に固定されており、橋上での装置の吊下げ位置、吊下げ量(撮影対象場所における被写体距離)が各撮影ごと明確なため、予定した撮影対象場所(被写体)が撮影できるよう、カメラのパン・チルト操作をタブレット端末で制御</li> <li>・各写真は、撮影位置が特定できるファイル名にて、タブレット端末内で自動保存</li> </ul>
		測位機構	各カメラは吊下げた棒部材上に固定されており、装置の吊下げ位置も撮影ごと明確なため、各撮影画像の座標は容易に確定できる。
	耐久性	-	
動力	<p>バッテリーなどの仮設電源が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各カメラはカメラへの電力供給を伴うPoE対応HUBと有線LAN接続されており、HUBへの電力供給は、充電式の小型電源装置より行う。</li> </ul>		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<p>6時間 (外気温: 10℃、6台のカメラに対して1分に1回の写真撮影の場合の実績)</p> <p>各カメラは、PoE対応HUBとの間を有線LAN接続することで、小型電源装置から給電される。</p> <p>なお、連続稼働時間は、小型電源装置の性能や外気温、撮影頻度により左右される。</p>		
データ収集・通信装置	設置方法	各カメラは有線LAN接続されHUB(橋上に設置)へ、HUBに繋がるWi-Fiフィルターと無線接続されたタブレットから、専用のアプリを用いて各カメラへのパン・チルト・ズーム・露出調整、撮影の実施。なお、撮影画像はタブレット内に保存される。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ収集・通信装置: 最大外形寸法(長さ300mm×幅400mm×高さ200mm)、最大重量(15kgf)</li> <li>*充電式の小型電源装置を含む</li> </ul>	
	データ収集・記録機能	各カメラからの撮影データは、有線LANケーブル、HUB(橋上に設置)、Wi-Fiフィルター経由で、無線接続されたタブレット内に保存される。	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	IEEE802.11g	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	WPA2-PSK	
	動力	<p>バッテリーなどの仮設電源が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラの稼働、HUB、Wi-Fiフィルターのため、小型電源装置を用いる。</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)	電源装置(AC100V、出力電圧: 最大30V/A、内蔵バッテリー容量32Ah)1台で、連続約6時間(気温10℃)使用可能	

### 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 ※	有	
	性能値	未検証	・高欄部等から吊下げられたアルミ製棒部材上にカメラは固定されており、狭隘部へのカメラの進入は不可能である。
	標準試験値	標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2024年 ・桁下空間:高さ5.0m進入可能	・風速:4.5m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	未検証	・高欄等から吊下げられたアルミ製棒部材上のカメラは固定されているが、高欄等での吊下げ位置を人力で移動させることで、可動できる。そのため、最大可動範囲は各対象橋梁ごと異なる。 なお、アルミ製棒部材自体の長さは最大12m、橋梁の幅員に合わせて50cm刻みで調整可能である。
	標準試験値	標準試験方法 桁橋(2024) 実施年 2024年 ・可動範囲:14m	・可動範囲=L1+H1 =10m(水平)+4m(垂直)
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 ※	有			
		性能値	未検証		-	
		標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・撮影速度:0.021 m2/sec		・撮影面積:16.5m2 ・撮影時間:13分(A1:8分,P1:5分)=780秒 ・撮影速度:16.5/780=0.021 m2/sec	
	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:0.1mm 計測精度:未検証		・最小ひびわれ幅:0.1mm ・計測精度: - 理由「被写体距離の誤差によって計測精度は異なる」  なお、精度の良い計測は、桁下面、床版下面のみ対象。 ・被写体距離とカメラの光学スームの調整により、被写体の大きさが、横60cm 縦45cmの場合 色調差を処理することで、0.1mm単位で区別することが可能。 同一条件(被写体距離、倍率)で撮影した「クラックスケール」の画像を、損傷写真とディスプレイ上で重ね合わせることで長さを計測  *最小ひびわれ幅の検証は、模擬ひびわれとして、「クラックスケール」上の各幅の「線」を用いた室内実験結果によって行った。	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2024年 ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:- ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.47mm		・被写体距離:0.6 m ・照度:7.01~12.6 kLux ・風速:0.0~6.9 m/s ・気温:31.4~31.9 °C ・焦点距離:4.7~84.6 mm(対応範囲) ・シャッター速度:1/30~1/10000秒(対応範囲) ・絞り:F1.6~22(対応範囲) ・ISO値:- ・フォーカス:1.5~∞(対応範囲) ・画像Pixel数:1280×960 ・倍率:1.0倍	
	4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※	有			
		長さ計測精度 性能値	・相対誤差:6%		・真値:1.0m ・計測値:0.940,0.937,1.011, 0.992m  ・被写体距離90cm、カメラ倍率1.2倍で橋脚に1.0m間隔でチョーキングされた箇所を撮影し、ディスプレイ上で撮影した写真を張りあわせ、スケールで計測した寸法と比較した場合。	
		標準試験値	-		-	
	4-3 オルソ画像精度	位置精度	性能確認シートの有無 ※	無		
			性能値	・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.100,0.100) (m)		・被写体距離とカメラの光学スームの調整により、被写体の大きさが、横60cm×縦45cmの場合  ・橋軸方向:100mm(絶対誤差) ・橋軸直角方向:100mm(絶対誤差)  ・撮影時の装置の揺れにより、撮影すべき被写体位置が最大で100mm程度ずれる可能性があるため。 -
			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 2024年 ・フルカラーチャート識別可能		・被写体距離:0.27 m ・照度:4.78 kLux ・風速:5.8 m/s		

※「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		<p>撮影した写真から、ひびわれ幅、ひびわれ長さ、損傷の位置を計測する原理は、下記①～⑤の条件により以下の通りである。</p> <p>①アルミ製棒部材の吊下げ場所は予め指定の場所。(手動)</p> <p>②図面等より、点検対象位置(撮影被写体面)とカメラの距離は所定の距離に設置。(手動)</p> <p>③各カメラはアルミ棒部材上の予め指定の場所に固定。(手動)</p> <p>④各カメラの撮影方向は、被写体部位に正対。(手動)</p> <p>⑤カメラのズーム(倍率)は、予め定めた所定の倍率に設定。(手動)</p> <p>以上①～⑤の条件で撮影することで各写真の撮影位置は明確に特定できる。さらに、点検時と同一条件(被写体距離、カメラ倍率)で予め撮影した「クラックスケール」等の写真と点検時に撮影した写真とを、経験豊富な専門技術者がPC上で比較することで、ひびわれ幅、ひびわれ長さ、各種損傷の寸法等を計測できる。(手動)</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	写真画像を取り込めるソフトであれば、どのようなものでも可能(例 エクセル)。 なお、損傷の検出や計測自体は、ソフトではなく、専門技術者が実施する。		
	検出可能な変状	ひびわれ(幅および長さ)		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	人が各写真画像を確認して、人力で変状を検出する。	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	コンピュータディスプレイ上に疑似的なクラックスケールを設置して手動で検出	
		ひびわれ以外	人が各写真画像を確認して、人力で変状を検出する。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-	
		変状の描画方法	-	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG	
		ファイル容量	-	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		被写体距離とカメラの光学ズームの調整により、被写体の大きさが、横60cm?縦45cm以下の場合、色調差を処理することで、0.1mm単位で区別することが可能。		
その他留意事項		-		
出力ファイル形式	-			
調書作成支援の手順		-		
調書作成支援の適用条件		-		
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名		-		

## 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	・幅員12m程度以下	-
	桁下条件	・桁下高25m程度以下 ・桁下に組み立て作業ができるスペース(幅員×0.8m程度)があること。スペースが無い場合は、橋上に同様の作業スペースが確保でき、「桁下高>幅員」であれば点検可能	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	Wi-Fi接続を利用	-
	道路規制条件	装置の設置・撤去時及び調査中は交通規制の必要がある。 両路肩部それぞれ幅70cm程度の部分交通規制	-
	その他	風速10m/s以内 雨天、降雪時は計測不可 気温0°以下または40°超える時は計測不可 被写体面は概ね50%以上であること	-

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	-	-
	必要構成人員数	最低2名だが、巻き上げ装置操作2名+タブレットによるカメラ操作1名の計3名を標準とする。	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	無	-
	作業ヤード・操作場所	組立作業ヤードは橋下を基本とし、その範囲は橋梁幅員×作業幅1.0m程度必要。 装置の移動操作は橋上 タブレットによるカメラ操作は、橋上・橋下ともに可	-
	点検費用	橋種:コンクリート橋を基本 橋長:60m(支間長15m・4径間) 全幅員:6.0m 計測部位:床版 活用範囲:360㎡ 検出項目:ひびわれ  計測費用約26万(直接人件費+直接経費) 解析費用約31万(直接人件費) ※ただし、旅費・交通費、諸経費、一般管理費、消費税は含まないものとする。	-
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	無	-
	利用形態:リース等の入手性	開発者による受託点検のみ	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	有 開発者による受託点検を前提とする	開発者が対応
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

## 7. 図面











### 1. 基本事項

技術番号	BR010022-V0525		
技術名	遠方自動撮影システム(画像によるひびわれ等の変状記録とDX化)		
技術バージョン	-	作成:	2025年3月
開発者	株式会社東設土木コンサルタント 有限会社ジーテック キャノンマーケティングジャパン株式会社		
連絡先等	TEL: 03-5805-7261(代表)	E-mail: tcc@tousetu.co.jp	事業推進部 中川光貴
現有台数・基地	10台	基地	東京都文京区、群馬県高崎市、長野県安曇野市、新潟県新潟市
技術概要	<p>・ロボット雲台により高解像度連続自動撮影を行い、合成、オルソ化した画像を図面化する。ひびわれはAI(インスペクションEYEforインフラ)による自動検出を活用して解析を行う。損傷管理支援ソフトCrackDraw21により損傷記録を径間や要素(部位)ごとにデータベース化し、調書の大部分を自動化・作成支援する。</p> <p>・地上からの撮影で安全性が高く、高所作業車などを必要としない。ある程度の強風時でも対応可能。</p>		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 路上(高欄,地覆) 袖擁壁 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他) H形鋼桁橋(その他(上部構造(主桁,床版))) RC床版橋(上部構造(主桁))	
	損傷の種類	鋼	
		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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ
		その他	
共通			
検出原理	画像(静止画)		

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動:人力</li> <li>・計測装置:デジタルカメラ</li> <li>・データ収集・通信:SDカード</li> </ul>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	【据置】 地上に撮影機材(三脚、ロボット雲台、一眼レフカメラ)を設置し、撮影対象範囲を連続的に撮影。1回の設置で概ね45°の範囲まで撮影可能。次の径間や要素への移動は、人力で行う。	
	運動制御機構	通信	・有線(ロボット雲台からカメラへのシャッター信号)
		測位	・撮影機材は地上に固定して扱うため、測位を必要としない。
		自律機能	・撮影機材は地上に固定して扱うため、測位を必要としない。
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分離構造</li> <li>・最大外形寸法(L600mm×W600mm×H1500mm程度)</li> <li>・最大重量(約7kg)</li> </ul>	
搭載可能容量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法(一般的な一眼レフカメラが搭載可能、焦点距離600mmのレンズも搭載可能)</li> <li>・最大重量(4.5kgまで搭載可)</li> </ul>		
動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリーなどの仮設電源が必要</li> <li>ロボット雲台標準バッテリー                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給容量:バッテリー</li> <li>・定格容量:7.2V、4,300mA</li> </ul> </li> <li>外付けポータブルバッテリー(市販品)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給容量:バッテリー</li> <li>・定格容量:3.7V、42,000mA</li> </ul> </li> </ul>		
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・ロボット雲台の連続稼働時間は、上記ポータブルバッテリー使用で8時間以上(気温10℃~25℃の場合)	
計測装置	設置方法	・ロボット雲台の上にデジタルカメラをボルト・ナットにより取付を行う。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測装置:最大外形寸法(長さ70mm~600mm×幅100mm×高さ30mm 程度、レンズ込み)</li> <li>・最大重量(約2kg~4kg、使用レンズによる)</li> </ul>	
	センシングデバイス	カメラ	主に使用するデジカメの諸元(フルサイズカメラ EOS R5) センサーサイズ:36mm×24mm、ピクセル数:8688×5792、焦点距離:11mm~1200mm(現場状況により、適切なレンズ、エクステンダーを使用)、ダイナミクスレンジ:24.7bit (APS-Cカメラ EOS 90D) センサーサイズ:22.3mm×14.9mm、ピクセル数:6960×4640、焦点距離:11mm~1200mm(現場状況により、適切なレンズ、エクステンダーを使用)
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パン(水平):360°</li> <li>・チルト(垂直):約300°</li> </ul> ※上記パン・チルトはロボット雲台によるもの
		角度記録・制御機構 機能	・ロボット雲台により、撮影方向や範囲を任意に設定可能。
		測位機構	・撮影した連続画像を自動で合成し、合成、オルソ化した画像を図面に合わせて取り込む仕組みのため、測位機構を必要としない。
	耐久性	一般的な一眼レフカメラの耐久性を備える	
動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリーなどの仮設電源が必要</li> <li>・カメラに搭載されるバッテリー</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>・約2時間/1バッテリー</li> <li>(外気温:23℃、雲台の移動時間も加味して平均10~20秒に1回撮影の場合。バッテリー交換により1日作業に対応可。)</li> </ul>		
データ収集・通信装置	設置方法	・ロボット雲台とデジタルカメラを電動シャッターケーブルでつなぐ。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・電動シャッターケーブル延長20cm程度	
	データ収集・記録機能	・デジタルカメラ内のSDカードにデータを保存する。	
	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	・電動シャッターはロボット雲台のバッテリーから供給、データ保存はデジタルカメラのバッテリーから供給。	
	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 ※	-	
	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 ※	無		
		性能値	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2019年 ①撮影速度:2m <sup>2</sup> /分 ②撮影速度:1m <sup>2</sup> /分 ③撮影速度:0.6m <sup>2</sup> /分	上段①下横構がない場合 中段②下横構があり、その背面は撮影しない場合 下段③下横構があり、その背面も撮影する場合  ・検証時の条件 【画素分解能】0.2~0.3mm/pix(床版ひびわれ0.05mm幅対象) 【撮影ラップ率】30~40%	
	4-2 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 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2019年 ・最小ひびわれ幅:0.05mm  ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0mm	[日照条件] ・日向(42150lx) ・日陰(385lx) ・日向/日陰混在(69400lx/12270lx)  検証時の条件 【画素分解能】0.2mm/pix 【使用カメラ】EOS 5DS(Canon製)	
	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 2019年 相対誤差:1.0%	・真値:1.964m ・測定値:1.984m
		位置精度	性能確認シートの有無 ※	有	
			性能値	標準試験方法 (2019) 実施年 2019年 ・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.013、0.014)(m)	[最大誤差] ・真値(x、y)=(31.876、15.398)(m) ・測定値(x、y)=(31.862、15.412)(m)  ・検証時の条件 【画素分解能】0.36mm/pix 【撮影角度】0°、30°、-30°、45°それぞれで検証 【検証サンプル数】 長さ:608 位置:168 【使用カメラ】EOS 5DS(Canon製)
			標準試験値	未検証	-
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 2019年 ・フルカラーチャート識別可能	[日照条件] ・日向(42150lx) ・日陰(385lx) ・日向/日陰混在(23900lx/11780lx)  【使用カメラ】EOS 5DS(Canon製)		

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>【画像処理】 ①撮影した画像を1径間または1要素ごとにつなぎ合わせる。つなぎ合わせはパターンマッチングにより行う(自動)。その後、図面に合致するようにオルソ補正を行う(半自動)。 【ひびわれAI解析】 ②AI(インスペクション EYE for インフラ)により、床版ひびわれやひびわれを自動で検知し、かつ幅の推定・分類を自動で行う(自動)。自動検知結果を損傷図作成支援ソフトCrackDraw21に取り込む(手動)。以下、CrackDraw21を使用する。 【損傷図作成】 ③図面、オルソ画像を取り込み、径間番号、部材名、要素番号の座標設定を行う(手動)。 ④ひびわれ自動検知結果を橋梁検査員チェックを行い、必要に応じて橋梁検査員が修正する。幅のチェックはデジタルクラックスケール機能や幅のキャリブレーションウィンドウ機能を使う(手動)。 ⑤ひびわれ以外の損傷は、橋梁検査員が撮影画像を確認しながら解析・手動トレースする(手動)。 ⑥ひびわれの長さ、幅、方向、その他損傷の寸法、面積、解析した全損傷の位置(径間番号、部材名、要素番号)は自動算出、識別され、同時にデータベース化される(手動)。</p>
<p>ソフトウェア名</p>	<p>【画像処理】独自ソフトや市販ソフト(サービス対応) 【ひびわれAI解析】画像ベースインフラ構造物点検サービス「インスペクション EYE for インフラ」(サービス対応) 【損傷図作成、調書作成支援】CrackDraw21(サービス対応またはソフト販売)</p>
<p>検出可能な変状</p>	<p>・ひびわれ(幅および長さ)、床版ひびわれ(幅および長さ)、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、その他(骨材露出など)</p>
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ひびわれ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・AI(ディープラーニング)による自動検出後、橋梁検査員によるAI検知結果のチェック、修正を行う。</li> <li>・このAIは、橋梁床版(PC、RC)、橋脚、橋台、トンネル、その他コンクリート構造物に関する多数の現場で撮影された画像群に対して作成された教師データに基づく。</li> <li>・教師データの作成は、画像による変状解析実績が豊富な橋梁検査員やコンクリート診断士が行い、幅についてはクラックスケールによる実測値も教師データに採用している。</li> <li>・AIの検知精度は、画像条件(解像度や画質、ブレ、ボケ、コンクリートの汚れ状況、対象構造物や対象部位など)により上下するが、画像条件に応じてAIの最適化を行い、変状を検知する。</li> </ul> <p>撮影条件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) カメラ: センサーサイズAPS-C以上の一眼レフカメラ</li> <li>2) 撮影設定: 現場状況による(ブレ、ボケ、明るさ、被写界深度に留意し適切な設定とする)</li> <li>3) ISO感度: 現場状況によるが、1600以下を推奨</li> <li>4) 撮影角度: 原則45度以内</li> <li>5) ラップ率: オーバーラップ 30%以上、サイドラップ 30%以上</li> <li>6) カメラの設定画質: 最高</li> <li>7) 画質フォーマット: JPEG</li> <li>8) 撮影解像度:             <ul style="list-style-type: none"> <li>・床版ひびわれ幅0.05mmを対象とする場合、画素分解能0.2~0.3mm/pix</li> <li>・ひびわれ幅0.2mm以上を対象とする場合、画素分解能0.5mm/pix</li> </ul> </li> </ol> <p>※1画素の1/4程度の幅しかない細かいひびわれであっても、ピントよく撮れていれば、そのひびわれは周囲との濃淡差をもって画像に写り、画像からの目視やAIによる検知が可能である。</p> <p>9) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しないこと</p> <p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・幅: AIにより自動推定。その後CrackDraw21による疑似的なクラックスケールやキャリブレーションウィンドウ機能(チョーキングにより幅の真値がわかるひびわれなどを別窓で表示・拡大・縮小して確認できる機能)で人が確認。</li> <li>・長さ: CrackDraw21によりひびわれ沿いの長さを自動計測。(CrackDraw21で起終点を人が指定し、直線距離を計測することも可能)</li> </ul> <p>ひびわれ以外</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・人が画像を確認して、CrackDraw21で変状を手動トレース</li> </ul> <p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ある橋梁におけるAI(インスペクション EYE for インフラ)のひびわれ検知精度評価結果 正解率(%)=AIが正しく検知した延長/画像から橋梁検査員が解析したひびわれ延長×100 誤検知率(%)=AIが誤検知した延長/AIが検知した全延長×100</li> <li>【事例1】幅0.2mm以上が記録対象、撮影解像度0.5mm/pix 正解率: 98%、誤検知率: 2%</li> <li>【事例2】幅0.05mm以上が記録対象、撮影解像度0.2~0.3mm/pix 正解率: 92%、誤検知率: 1%</li> <li>・橋梁検査員によるAI検知結果チェック、修正後に正解率100%になるという解釈で問題ない。</li> <li>・精度算出にあたっては、すべてのAI検知結果に対し、橋梁検査員が正解か誤検出かを評価している。また、評価対象範囲の画像を入念に確認し、未検出の延長を割り出して評価している。</li> </ul> <p>変状の描画方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ: ポリライン</li> <li>・ひびわれ以外: ポリゴン</li> </ul>
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p> <p>jpeg, png, bitmap</p> <p>ファイル容量</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PCによるが、Windows(64bit)で動作可能な容量。</li> <li>・点検範囲が広大な場合でも、画像分割で対応可能。</li> </ul> <p>カラー/白黒画像</p> <p>カラー 白黒画像</p> <p>画素分解能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅0.05mmを検出するためには、0.2~0.3mm/pix以下</li> <li>・ひびわれ幅0.2mm以上を検出するためには、0.5mm/pix以下</li> </ul> <p>その他留意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれにチョークが完全に重なっている場合など、AIでのひびわれ検出が困難な場合でも、CrackDraw21による橋梁検査員解析で記録・対応可能。</li> </ul>
<p>出力ファイル形式</p>	<p>【汎用ファイル形式の場合】 画像: jpeg, 損傷図: /DXF/SXF, 損傷データ一覧: csv</p>

	<p>【専用ファイル形式の場合】 cd2(CrackDraw21のオリジナルファイル形式。画像、損傷図、損傷データベース等一式。)、ビューワでの納品も可。</p>
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>①CrackDraw21の図面上で、径間番号、部材名、要素番号の座標設定を行う ②CrackDraw21の損傷図上で、橋梁検査員が損傷程度の判定を行い、損傷程度をプルダウン入力する。調書6の「メモ」は手入力する。 ③損傷程度の入力を行った損傷に対し、旗上げを自動で行う。CrackDraw21の図面に取り込み済みのオルソ画像から調書6用の写真切り出しを自動で行う。 ④調書5、調書6の大部分をエクセル書式に自動で出力する。</p>
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>・撮影した画像をCrackDraw21の図面上に取り込むこと</p>
<p>調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名</p>	<p>CrackDraw21(自社開発、販売可)</p>

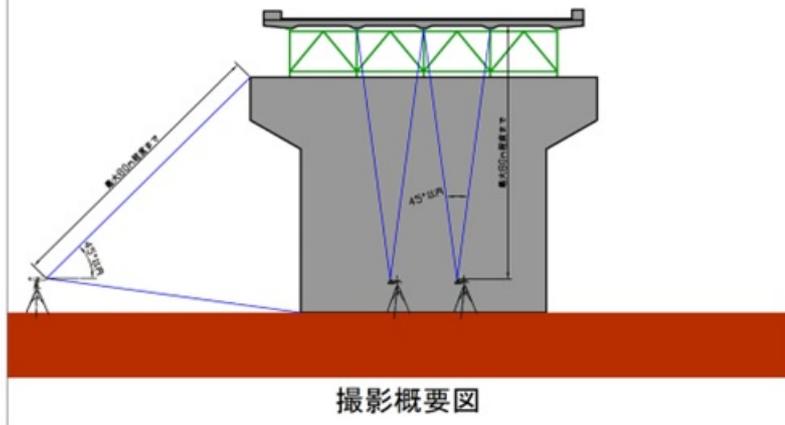
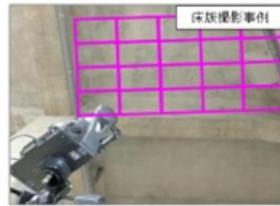
6. 留意事項(その1)

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	三脚を据えることができる。	・点検対象に対し撮影角度45°以内で三脚を据えることができる。 ・最大撮影距離 床版:80m以内(幅0.05mmのひびわれ対象の場合) 橋脚、橋台:100~120m以内(幅0.2mm以上のひびわれを対象とする場合)
	周辺条件	撮影対象が見通せる箇所に撮影者がアクセスできれば適用可	撮影対象が見通せる箇所に撮影者がアクセスできれば適用可
	安全面への配慮	三脚設置箇所が安全であれば問題なし	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	基本的に必要なし	跨道橋が点検対象で、三脚設置箇所が車道の場合は、一部規制や交通誘導員が必要な場合あり。点検対象橋梁については、特に規制の必要なし。
	その他	現地状況によるが、下横構などの撮影死角がある床版でも、その裏側を地上から撮影し、点検できる場合あり。(対応可否は図面や現地踏査で判断) ・日中に撮影を行う ・雨滴がレンズにつくような天候では撮影不可	-

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	カメラ、画像、撮影などに関する知識が必要。	-
	必要構成人員数	現場責任者1人、操作1人、補助員1人 合計3名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	三脚設置箇所(5m2程度)	床版: 桁下の地上部 橋脚、橋台: 桁下や橋脚、橋台の周辺地上部
	点検費用	【撮影、画像処理、変状解析】 ●橋種 [鋼橋] 橋長 35m 全幅員 10m 部位・部材[床版] 活用範囲 [350]m2 検出項目 [ひびわれ、漏水・遊離石灰、剥離・鉄筋露出] <費用> 合計 250,000円(機械経費含む、諸経費等含まない) ●橋種 [コンクリート橋] 橋長 18m 全幅員 10m 部位・部材[床版] 活用範囲 [180]m2 検出項目 [ひびわれ、漏水・遊離石灰、剥離・鉄筋露出] <費用> 合計 150,000円(機械経費含む、諸経費等含まない)	・現地状況や対象数量により積算条件が異なるため、案件ごとに見積もり対応。  ・左記費用は参考。現地踏査、計画準備、調書作成、旅費交通費、一般管理費等の諸経費は含まない。  ・橋脚、橋台、地覆高欄なども見積もり対応可能。
	保険の有無、保障範囲、費用	-	地上設置による安全な撮影のため
	自動制御の有無	-	地上設置による安全な撮影のため
	利用形態:リース等の入手性	・撮影～画像処理～損傷解析～調書作成の請負 ・上記工程の一部の請負も可 ・撮影機材のリースは不可(機材の紹介は可) ・損傷図作成支援ソフトCrackDraw21の販売とサポートは可	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	CrackDraw21 ・購入から1年は無償サポートあり ・2年目以降は保守契約によるサポートあり	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	三脚を安全に設置できない現場では対応困難	-	

## 7. 図面

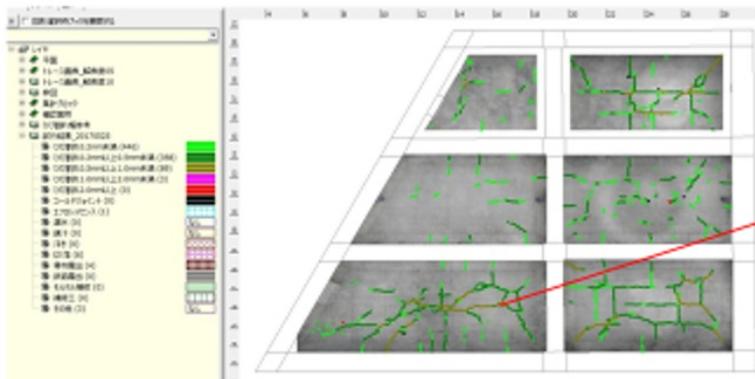
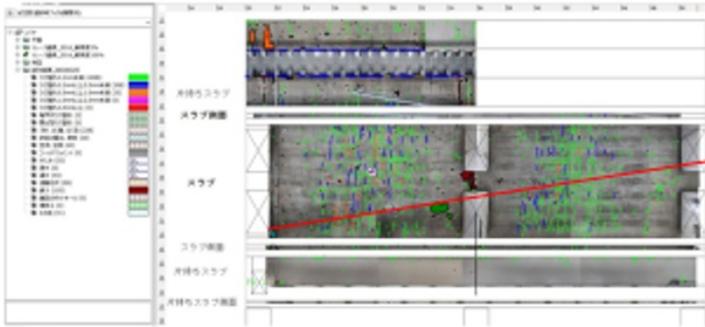


# 技術・ツールの概要

Confidential  
第三者への開示はご遠慮願います

## ■ CrackDraw21

各種変状の位置、大きさ、方向等をデータ化



# 技術・ツールの概要

*Confidential*  
第三者への開示はご遠慮願います

## ■ CrackDraw21 変状のデータベース化

**変状部位 (要素番号) の自動管理**

変状ID	変状名	径間	部材名	要素番号	長さ	幅	高さ	面積	ひび割れ方向
7001	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.72	228.4572.72	8.25		
7002	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.88	228.4572.88	8.25		
7003	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.96	228.4572.96	8.25		
7004	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.52	228.4572.52	8.25		
7005	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.28	228.4572.28	8.25		
7006	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.80	228.4572.80	8.25		
7007	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.40	228.4572.40	8.25		
7008	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.64	228.4572.64	8.25		
7009	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.32	228.4572.32	8.25		
7010	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	変状ID: 20180102	228.4572.96	228.4572.96	8.25		

**変状のID管理**      **変状規模やひび割れ方向の自動管理**

- ・変状種類、変状規模（長さ、縦×横、面積）、変状位置（径間番号、部材名、要素番号など）、ひび割れの方向などを自動でデータベース化
- ・任意入力した属性データも表示、出力可能
- ・現地における変状スケッチや寸法確認は不要

橋梁単位や径間単位でデータベース管理し、進行性の把握や評価を客観的に実施

# 技術・ツールの概要

Confidential  
第三者への開示はご遠慮願います

## ■ CrackDraw21 評価や調書作成の支援に活用

変状評価の自動判定や技術者補助

■ 損傷データベースから変異ごとの集計

◆ 変異ごとのひび割れ状態、主材ひび割れの種、ひび割れ方向の統合、その集計値の集計を自動実行  
◆ ひび割れについては、検察程度が判定されるため、「ひび割れ集計」も自動で実行

■ 損傷解析結果は自動でデータベース化 (CrackDraw21)

ひび割れ、変異番号、変異番号  
がデータベースに自動で入力される

変異番号、変異番号、部材名と損傷の情報を一元的にデータベース化

■ 調書自動作成

調査結果の調査と調査の自動作成

調書類を効率的に作成

すべてデータ管理されているため、調書類の効率的な作成や自動評価の検討が可能に

# 3次元納品も対応

**Confidential**  
第三者への開示はご遠慮願います

## ■ CrackDraw21データと連動した3次元モデルで納品

検査日	部位	下部材の種別	始点(X,Y)	終点(X,Y)	方向	検出状況
2018/05/22	位置番号C_0a0394	一般道路	X:20.4265Y:0.5870	X:20.4666Y:1.4780	径路の勾配が18.65mm程度	b
2018/05/22	位置番号C_0a0394	一般道路	X:20.4266Y:0.3665	X:20.4475Y:0.3435	径路の勾配が18.3mm程度	b
2018/05/22	位置番号C_0a0394	一般道路	X:20.4267Y:0.4450	X:20.5455Y:0.3590	径路の勾配が18.65mm程度	b
2018/05/22	位置番号C_0a0404	一般道路	X:20.4835Y:4.5240	X:20.4385Y:4.5135	径路の勾配が18.3mm程度	b
2018/05/22	位置番号C_0a0404	一般道路	X:20.5035Y:4.6790	X:20.4425Y:4.8730	径路の勾配が18.3mm程度	b
2018/05/22	位置番号C_0a0394	一般道路	X:20.5187Y:0.5216	X:20.4460Y:0.3227	径路の勾配が18.3mm程度	b
2018/05/22	位置番号C_0a0394	一般道路	X:20.5187Y:0.5735	X:20.5570Y:0.7847	径路の勾配が18.2mm以上	d
2018/05/22	位置番号C_0a0394	一般道路	X:20.5478Y:2.0820	X:20.4635Y:1.7735	径路の勾配が18.3mm程度	b
2018/05/22	位置番号C_0a0394	一般道路	X:20.4965Y:0.8790	X:20.4560Y:0.9180	径路の勾配が18.65mm程度	b
2018/05/22	位置番号C_0a0404	一般道路	X:20.4965Y:4.1515	X:20.4960Y:4.3435	径路の勾配が18.3mm程度	b
2018/05/22	位置番号C_0a0394	一般道路	X:20.5173Y:0.0070	X:20.4658Y:0.0527	径路の勾配が18.65mm程度	b

・『点検支援技術(画像計測技術)を用いた3次元成果品納品マニュアル【橋梁編】(案)令和3年3月 国土交通省』に対応  
・詳細はお問合せください

### 1. 基本事項

技術番号	BR010023-V0525			
技術名	画像によるRC床版の点検記録システム			
技術バージョン	-	作成:	2025年3月	
開発者	国際航業株式会社			
連絡先等	TEL: 042-307-7437	E-mail: takayuki_irei@kk-grp.jp	インフラマネジメント部 伊礼貴幸	
現有台数・基地	2台	基地	東京都府中市晴見町2-24-1	
技術概要	<p>・本技術は、写真測量技術を用いて橋梁のRC床版のひびわれ点検を行うものである。床版ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ちの変状検出が可能であり、橋梁の通常点検、定期点検、中間点検等に適用できる。</p> <p>・計測機器は「デジタルカメラ、標定点照射装置、コントロールユニット、PC(操作端末)」で構成される。床版に標定点を照射し、標定点の3次元座標とデジタルカメラにより床版の高精細画像を取得する。標定点座標(レーザー光)をもとにカメラ画像の歪みを補正した正射投影画像を生成して座標を付与し、その画像からひびわれ等の変状を計測し記録する。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ	
		その他		
共通				
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「デジタルカメラ、標定点照射装置、コントロールユニット、PC(操作端末)」で構成される。デジタルカメラは床版の高精細画像を取得、標定点照射装置は床版に照射した標定点の3次元座標を取得、コントロールユニットは標定点照射装置の制御とデータ通信、PC(操作端末)はデジタルカメラのパラメータ操作や標定点照射装置の操作を行うとともに多様な点検データをストレージに記録する。		
移動装置	機体名称	-		
	移動原理	【据置】 ①機材を地上に設置する場合:手動による移動(床版1パネルごとに2人の作業者が機材を持ち上げて移動) ②流れの緩やかな水部の場合:機材をゴムボートに乗せて移動		
	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	-		
	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 (デジタルカメラ、標定点照射装置、コントロールユニットで構成)		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラ(W90cm×D90cm×H130cm 3.5kg [三脚使用時、設置面が不安定な場合は1脚でも可])</li> <li>・標定点照射装置(W48cm×D54cm×H108cm 26kg [三脚使用時])</li> <li>・コントロールユニット(W41cm×D27cm×H54cm 20kg)</li> <li>・作業スペース(2m×2m以内)</li> </ul>		
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機種(Canon製一眼レフカメラ EOS 5DsR)</li> <li>・センサーサイズ(縦36mm×横24mm)</li> <li>・ピクセル数(縦8,688pixel×横5,792pixel)</li> <li>・レンズ(単焦点レンズ、撮影距離に応じて選定)</li> </ul>	
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水平 -180°～+180°</li> <li>・鉛直 -60°～+120°</li> </ul>	
		角度記録・制御機構 機能	自動雲台により全方向の制御が可能	
		測位機構	自動雲台の角度とレーザ距離計で計測した距離によって、床版に照射した標定点(4点)の3次元座標を取得	
	耐久性	IPコードなし(防塵、防止性能)		
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタルカメラ:内臓バッテリー</li> <li>・移動装置(コントロールユニット)に搭載するバッテリーより供給</li> </ul>		
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	連続稼働時間(4時間程度)、バッテリー交換により終日使用可能		
	データ収集・通信装置	設置方法	移動装置と一体的な構造	
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>・デジタルカメラで取得した画像:USBケーブル経由でPCのストレージに保存</li> <li>・標定点照射装置で計測した座標:WiFi経由でPCのストレージに保存</li> </ul>		
通信規格(データを伝送し保存する場合)		【USBケーブル】 <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信規格 SuperSpeed USB(USB3.0)</li> <li>・接続方式 A-MicroB</li> <li>・通信速度 500Mbps</li> <li>・通信距離 3m</li> </ul> 【WiFi】 <ul style="list-style-type: none"> <li>・通信規格 2.4GHz及び5GHz同時通信</li> <li>・通信速度 1000Mbps</li> <li>・通信距離 100m</li> </ul>		
セキュリティ(データを伝送し保存する場合)		WPA3 Personal, WPA2/WPA3 Personal, WPA3 Enterprise, WPA2/WPA3 Enterprise, WPA3 Enterprise 192-bit Security, WPA2 Personal(WPA2-PSK AES), WPA/WPA2 Personal(WPA/WPA2 mixed mode-PSK AES/TKIP), WPA2 Enterprise(WPA2-EAP AES), WPA/WPA2 Enterprise(WPA/WPA2 mixed mode-EAP AES/TKIP), Enhanced Open, Any接続拒否、プライバシーセパレーター、MACアドレスフィルター		
動力		移動装置(コントロールユニット)に搭載するバッテリーより供給		
データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)		連続通信時間(4時間程度)、バッテリー交換により終日使用可能		

### 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	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2019年 ・最小ひびわれ幅:-  ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.06mm	・照度:56lx  ・撮影距離25m以内であれば、幅0.2mmのひびわれを0.1mm以内の誤差で計測可能	
	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 2019年 ・相対誤差:0.23%	・真値:3.029m ・測定値:3.036m
		位置精度	性能確認シートの有無 ※	有	
			性能値	・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.0015, 0.0006)(m)	-
標準試験値			標準試験方法 (2019) 実施年 2019年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.015, 0.024)(m)	・真値(x, y)=(-2.893, 0.897)(m) ・測定値(x, y)=(-2.908, 0.893)(m) ・被写体距離: 13.9 m	
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 2019年 フルカラーチャート識別可能	・照度:56lx		

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>①撮影した画像(中心投影画像)の歪みを補正して正射投影画像を作成し、その画像を床版1パネル単位に接合する。接合は型枠跡やひびわれの交点等を参考にする。(下記参照)                  ②ひびわれの形状は、変状を半自動トレースにより座標化して記録する。(下記参照)                  ③ひびわれ幅は、画像上に疑似的なクラックスケールを表示し、目視で判読して記録する。(手動)同時に幅の計測位置の座標を自動で記録する。(自動)                  ④ひびわれの長さは、形状の座標値から自動計算する。(自動)                  ⑤ひびわれ以外の変状の形状は、目視で画像を確認しながら手動で変状範囲をトレースして座標値を記録する。(手動)                  ⑥ひびわれ以外の変状の面積は、変状範囲の座標値から自動計算する。(自動)</p>																				
<p>ソフトウェア名</p> <p>検出可能な変状</p> <p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p> <p>ソフトウェア情報</p> <p>取り扱い可能な画像データ</p> <p>出力ファイル形式</p>	<p>①撮影支援ソフト(自社開発)                  ②画像処理ソフト(自社開発)                  ③ひびわれ判読ソフト(自社開発)                  ④レンズキャリブレーションソフト(自社開発)</p> <p>①ひびわれ(形状、長さ、幅、幅の計測位置)                  ②剝離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち(変状の範囲、面積)</p> <table border="1" data-bbox="384 577 1506 913"> <tr> <td>ひびわれ</td> <td>・半自動トレースによる検出(人が大きめに形状をトレース、その結果をもとにひびわれ判読ソフトで画素の色調を自動検出してひびわれを構成する座標値を記録する)</td> </tr> <tr> <td>ひびわれ幅および長さの計測方法</td> <td>・幅:画像上に疑似的なクラックスケールを設置して計測(疑似的なクラックスケールは、画像表示の倍率に応じて自動でサイズが変わる)                  ・長さ:ひびわれ判読ソフトで取得した座標値から自動計算</td> </tr> <tr> <td>ひびわれ以外</td> <td>形状は人が画像を確認して変状範囲を人力でトレース、面積はひびわれ判読ソフトで取得した座標値から自動計算</td> </tr> <tr> <td>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>変状の描画方法</td> <td>・ひびわれ(連続した折れ点で形状を示す、ひびわれ幅により表示色を設定する)                  ・ひびわれ以外(連続した折れ点で変状範囲を示す)</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="384 913 1506 1193"> <tr> <td>ファイル形式</td> <td>JPEG、TIFF、BMP</td> </tr> <tr> <td>ファイル容量</td> <td>60MB(25000×15000 Pixel) / ファイル</td> </tr> <tr> <td>カラー / 白黒画像</td> <td>カラー 白黒画像</td> </tr> <tr> <td>画素分解能</td> <td>幅0.2mmのひびわれを0.1mm以内の誤差で検出するため、0.4mm/Pixel以下の分解能が必要</td> </tr> <tr> <td>その他留意事項</td> <td>—</td> </tr> </table> <p>・標定点データ / テキストデータ                  ・画像データ / JPEG、TIFF、BMP                  ・損傷データ(ひびわれ、ひびわれ以外) / SHP(シェープファイル:GISデータフォーマット)                  ・点検調書データ / EXCEL、PDF                  ・その他(橋梁台帳、現況写真、一般図等) / JPG、PDF、DXF、SXF等)</p>	ひびわれ	・半自動トレースによる検出(人が大きめに形状をトレース、その結果をもとにひびわれ判読ソフトで画素の色調を自動検出してひびわれを構成する座標値を記録する)	ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅:画像上に疑似的なクラックスケールを設置して計測(疑似的なクラックスケールは、画像表示の倍率に応じて自動でサイズが変わる) ・長さ:ひびわれ判読ソフトで取得した座標値から自動計算	ひびわれ以外	形状は人が画像を確認して変状範囲を人力でトレース、面積はひびわれ判読ソフトで取得した座標値から自動計算	画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	—	変状の描画方法	・ひびわれ(連続した折れ点で形状を示す、ひびわれ幅により表示色を設定する) ・ひびわれ以外(連続した折れ点で変状範囲を示す)	ファイル形式	JPEG、TIFF、BMP	ファイル容量	60MB(25000×15000 Pixel) / ファイル	カラー / 白黒画像	カラー 白黒画像	画素分解能	幅0.2mmのひびわれを0.1mm以内の誤差で検出するため、0.4mm/Pixel以下の分解能が必要	その他留意事項	—
ひびわれ	・半自動トレースによる検出(人が大きめに形状をトレース、その結果をもとにひびわれ判読ソフトで画素の色調を自動検出してひびわれを構成する座標値を記録する)																				
ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅:画像上に疑似的なクラックスケールを設置して計測(疑似的なクラックスケールは、画像表示の倍率に応じて自動でサイズが変わる) ・長さ:ひびわれ判読ソフトで取得した座標値から自動計算																				
ひびわれ以外	形状は人が画像を確認して変状範囲を人力でトレース、面積はひびわれ判読ソフトで取得した座標値から自動計算																				
画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	—																				
変状の描画方法	・ひびわれ(連続した折れ点で形状を示す、ひびわれ幅により表示色を設定する) ・ひびわれ以外(連続した折れ点で変状範囲を示す)																				
ファイル形式	JPEG、TIFF、BMP																				
ファイル容量	60MB(25000×15000 Pixel) / ファイル																				
カラー / 白黒画像	カラー 白黒画像																				
画素分解能	幅0.2mmのひびわれを0.1mm以内の誤差で検出するため、0.4mm/Pixel以下の分解能が必要																				
その他留意事項	—																				
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>①撮影                  ・PC(操作端末)に橋名、径間番号、要素番号を入力し、点検データを格納するフォルダを自動生成する                  ・対象パネルの画像と標定点座標(3次元座標)を取得する                  ・取得する画像は以下の2種類                    a 全体画像:パネル全体を1枚で撮影したもの(広角撮影)                    b 分割画像:パネルを高画質で分割撮影したもの(望遠撮影)                  ②画像処理                  ・標定点の座標をもとに、全体画像(中心投影画像)を正射投影画像に変換する                  ・全体画像(正射投影画像)をもとに分割画像(中心投影画像)を正射投影画像に変換する                  ・分割画像(正射投影画像)をパネル単位に接合する                  ③損傷図                  ・ひびわれの形状を半自動トレースで取得する                  ・ひびわれ幅は、作業者が画像上に表示される疑似クラックスケールをもとに判読する                  ・ひびわれ幅の計測位置は、ひびわれ判読ソフトにより自動取得し、ひびわれの長さは自動計算する                  ・ひびわれ以外、作業者が変状範囲をトレースして取得する                  ・ひびわれ以外の面積は、ひびわれ判読ソフトで自動計算する                  ・点検調書(損傷図)に表示する旗揚げ情報を手動で入力する                  ・点検調書(損傷写真)に使用する画像を手動で切出す                  ④点検調書                  ・損傷図の作成(損傷図は画像と重ね合わせて表示、ひびわれは幅ごとに色分け表示)                  ・損傷写真の作成                  ⑤記録                  ・標定点データ、画像データ(生画像データ、正射投影画像データ)、損傷データ(ひびわれやその他の損傷のベクトルデータ、寸法データ)、点検調書を点検記録管理ソフトに格納する</p>																				
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>①標定点データ                  ・1パネルに4点の標定点をレーザー照射し3次元座標を取得                  ・標定点の位置精度(1cm以内 / 撮影距離10mの場合)                  ②全体画像(広角撮影)                  ・パネル全体を1枚の画像で取得、あおり角:60°以内                  ③分割画像(望遠撮影)                  ・解像度:0.4mm/pix以下、画像の重複率:30%以上、あおり角:60°以内</p>																				

調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	①ひびわれ判読ソフト(自社開発) ②点検記録管理ソフト(自社開発)
-----------------------	--------------------------------------

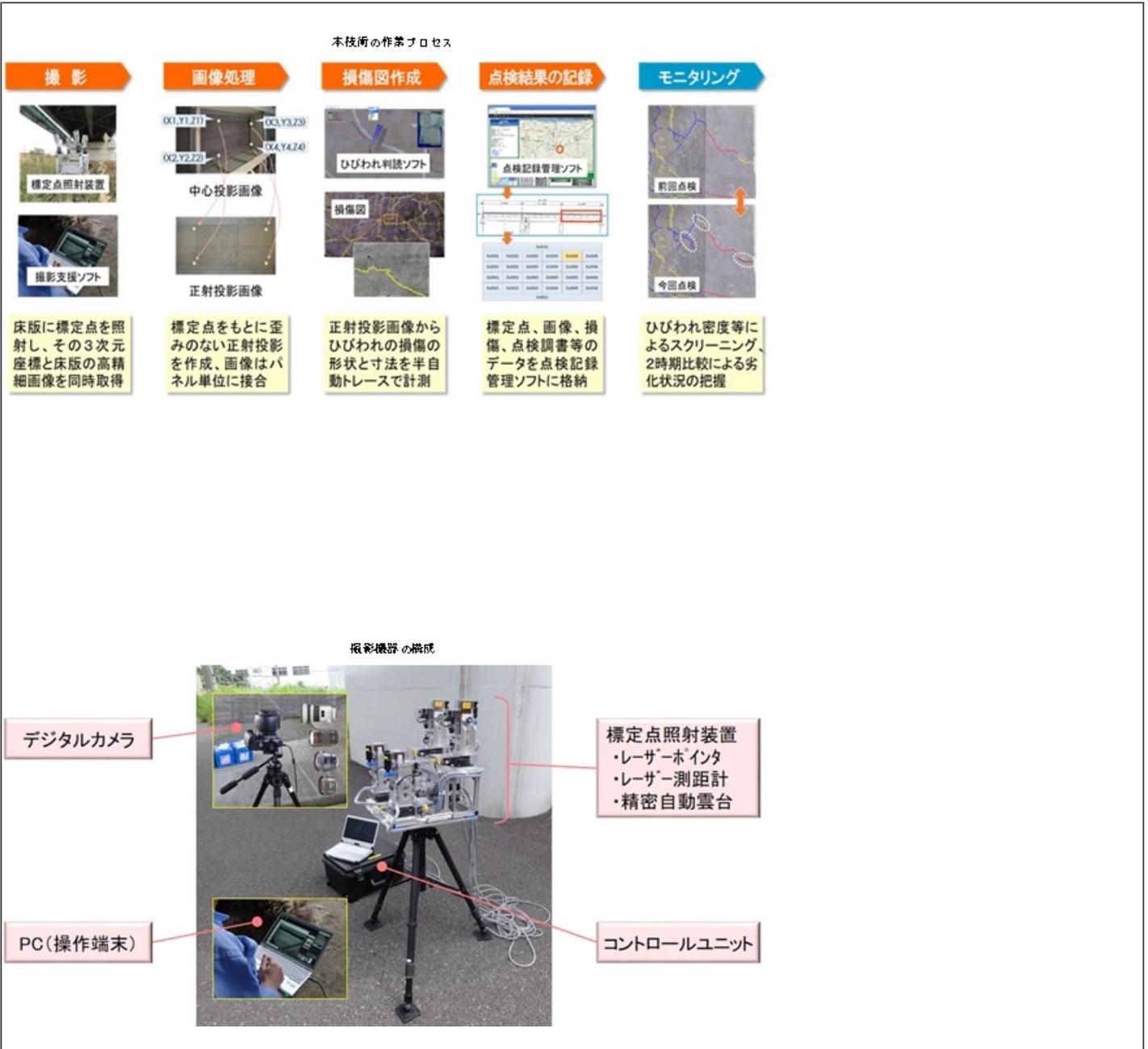
## 6. 留意事項(その1)

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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影距離(25m未満)</li> <li>・桁下に計測機器(デジタルカメラ、標定点照射装置、コントロールユニット)を設置できること</li> <li>・作業スペース(2m×2m以内)</li> <li>・ゴムボートから撮影する場合(水深1m以内、流速1m/秒以内)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・桁下は平坦でなくても三脚の長さを調整して撮影機器を設置可能</li> <li>・検査路がある場合は検査路から撮影</li> <li>・橋梁点検車に計測機器を搭載して撮影することも可能</li> </ul>
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	橋梁点検車から撮影する場合は、高所作業に必要な安全対策が必要	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天候(日中かつ荒天以外であること)</li> <li>・外気温(5~40°であること)</li> <li>・その他(計測機器に結露がないこと)</li> </ul>	—

6. 留意事項(その2)

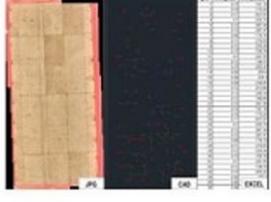
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	習熟のために1~2日程度のレクチャーが必要	—
	必要構成人員数	3名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	—
	作業ヤード・操作場所	計測機器より5m以内	—
	点検費用	【橋梁条件】 橋種:鋼鈹桁橋 橋長:31.0m 幅員:8.0m 部位・部材:RC床版 活用範囲:代表パネル(1~2パネル程度) 検出項目:ひびわれ、剥離・鉄筋露出等 目視可能な損傷 105千円/250㎡(1橋)	左記費用は直接原価のみ(旅費・交通費、搬送費、点検記録管理ソフトへの点検データの搭載は含まない)
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	—
	自動制御の有無	自動制御有	撮影支援ソフトにより、自動雲台に連結するレーザポイントとレーザ距離計の制御、カメラのシャッターやパラメータ制御等を行う
	利用形態:リース等の入手性	開発者による受託業務	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	—	—
	センシングデバイスの点検	・標定点照射装置の位置精度を維持するため、計測機器を搬送した場合は当該装置のキャリブレーションを行う ・新たなレンズを使用する場合は、最初に1回だけ当該レンズのキャリブレーションパラメータを作成する	—
その他	—	—	

7. 図面





1. 基本事項

技術番号		BR010024-V0525			
技術名		社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」			
技術バージョン		Ver1.3	作成:	2025年3月	
開発者		富士フイルム株式会社			
連絡先等		TEL: 090-8024-5303	E-mail:	infra_service@fujifilm.com	イメージングソリューション事業部 佐藤康平
現有台数・基地		無制限	基地	埼玉県さいたま市	
技術概要		<p>本技術は、コンクリート構造物を撮影した写真からコンクリートに発生する「ひびわれの自動検出」と「ひびわれ幅の自動計測」をAIを活用した画像解析で行うシステムである。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>計測機器による撮影</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>画像処理による合成・損傷検出</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>JPG/CAD/EXCELに出力</p>  </div> </div>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋			
	対象部位	上部構造(床版) 下部構造(橋脚, 橋台) 路上(高欄, 地覆) 点検施設 溝橋(ボックスカルバート)(頂版・側壁・底版・隔壁・その他, 翼壁)			
	損傷の種類	鋼			
		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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ		
		その他			
共通					
検出原理	画像(静止画)				

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<p>本技術はコンクリート構造物を撮影した写真からコンクリートに発生する「ひびわれの自動検出」と「ひびわれ幅の自動計測」をAIを活用した画像解析で行うソフトウェアのため計測機器は持たない。写真を撮影する計測機器については、デジタル一眼カメラまたはドローンを使用して当社の推奨する撮影条件で撮影した写真を推奨。</p>		
移動装置	機体名称	-		
	移動原理	-		
	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	-		
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	-		
	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	下記仕様を満たすデジタル一眼カメラを推奨 ・センサーサイズ:縦15.6mm×横23.5mm(APS-C以上) ・焦点距離(mm):14mm~400mm ・ピクセル数:(1000Pixel×1000Pixel以上) ・ダイナミクスレンジ(bit):8bit以上 ・コントラストAFは使用しない事を推奨 ドローンで撮影した画像を使用する場合はお問い合わせ下さい。	
		パン・チルト機構	必要ではない。	
		角度記録・制御機構 機能	必要ではない。	
		測位機構	必要ではない。	
	耐久性	-		
	動力	-		
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	-		
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	-		
	データ収集・記録機能	-		
	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	-
	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 ※	-	
	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	未検証		
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2019年 最小ひびわれ幅:0.1mm  ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.09mm	「ひびみつけ」を利用して自動計測  【撮影速度】静止撮影(ドローン・ロボット含む) 【照度】 検証実施した照度の条件: ・10klx以上:フラッシュあり/フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・10klx未満:フラッシュあり/フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・10klx未満/以上混在:フラッシュあり/フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・1lx未満:フラッシュありで左記計測精度を検証 【画素分解能】0.3mm/pixel 【被写体との距離】1.4m~30.0m 【正対撮影】 被写体表面の法線ベクトル概ね±20°以内 【補助手段】 撮影対象の実寸を手動入力(格間・橋脚の実寸等)する事でひびわれ幅・長さを自動計測	
	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 2019年 ・相対誤差:0.07%	・真値:10.438m ・測定値:10.445m ・「ひびみつけ」を利用して自動計測
		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 2019年 ・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.000、0.007)(m)	・真値(x、y)=(-1.842、10.274)(m) ・測定値(x、y)=(-1.842、10.281)(m) ・マーカー不要 ・「ひびみつけ」を利用して自動計測	
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 2019年 ・フルカラーチャート識別可能	【照度】 検証実施した照度の条件: ・10klx以上:フラッシュあり/フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・10klx未満:フラッシュあり/フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・10klx未満/以上混在:フラッシュあり/フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・1lx未満:フラッシュありで左記計測精度を検証		

※「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撮影した画像を「ひびみつけ」で当社クラウドへアップロードする。(手動) ②撮影した画像を自動合成機能でつなぎ合わせる。(自動) ③ひびわれ自動検出機能(下記アルゴリズム参照)により、ひびわれを検出する。(自動) ④合成後画像中の長方形領域の4頂点を指定し、前記長方形領域の実寸サイズ(mm)を入力する。(手動) ⑤ひびわれ幅・長さを自動計測する(自動)(下記アルゴリズム参照) ⑥自動検出されたひびわれを目視確認し、端点が隣接するひびわれの連結(ボタン押下で自動処理)、ひびわれ長さ・幅に応じたフィルタリング(幅・長さを指定しボタン押下で自動処理)、誤抽出結果の削除(手動)、未抽出箇所のトレース(手動)など、ひびわれ抽出結果の編集を必要に応じて実施する。 ⑦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マーキングする。(手動)	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」(ver.1.3)(当社クラウドサービス)	
	検出可能な変状	・ひびわれ(幅および長さ)(自動検出) ・剥離、鉄筋露出、遊離石灰、漏水(自動検出可能)	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・AI(畳み込みニューラルネットワーク)による自動検出 ・AI教師データは日本全国47都道府県のRC橋やPC橋の下部構造(橋脚、橋台)や上部構造(主桁、床版)、トンネル覆工コンクリート、ボックスカルバート、ダム、護岸、堤防などのコンクリート構造物におけるひびわれ・床版ひびわれに関する写真に、ひびわれ・床版ひびわれに該当する画素の正解情報を付与したデータを用いて学習させている。 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ: デジタル一眼レフ 2) 撮影設定: 絞り優先設定 3) ISO感度: ISO200以下 4) ラップ率: オーバーラップ 30%以上、サイドラップ 30%以上 5) 撮影角度: 正対(被写体表面の法線ベクトルに対し概ね±20°以内) 6) 画質: 最高(ファイン等) 7) 画像フォーマット: JPEG 8) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しないこと
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅: 自動検出されたひびわれの画素数幅をひびわれ横断方向の画素の濃淡分布を考慮してサブピクセル精度で計測し、前記画素数幅を1画素当たりの実寸サイズ(※)を用いて、実寸幅に換算することで、サブピクセル精度(0.05mm単位)でひびわれの幅を自動計測。 ・長さ: 自動検出されたひびわれの画素数長さを「1画素当たりの実寸サイズ」(※)を用いて実寸長さに換算することで、ひびわれの長さを自動計測。 ※変状検出手順④で入力された長方形領域の4頂点に対する実寸サイズ情報より算出
		ひびわれ以外	・人が画像を確認し、変状箇所を自動または手動でマーキング
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	・ひびわれ検出: 検出したひびわれの総延長および本数の再現率・適合率がともに95%以上[日本全国47都道府県から収集したAI学習に使用していない当社所有画像で評価] $\text{本数の再現率} = \frac{\text{正しく検出したひびわれ本数}}{\text{真のひびわれ本数}}$ $\text{本数の適合率} = \frac{\text{正しく検出したひびわれ本数}}{\text{検出したひびわれ本数}}$ $\text{総延長の再現率} = \frac{\text{正しく検出したひびわれ総延長}}{\text{真のひびわれ総延長}}$ $\text{総延長の適合率} = \frac{\text{正しく検出したひびわれ総延長}}{\text{検出したひびわれ総延長}}$
		変状の描画方法	・ひびわれ: ポリライン ・剥離、鉄筋露出、遊離石灰、漏水: ポリゴン
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG
		ファイル容量	ファイル容量: 200MB/枚。
		カラー／白黒画像	カラー
画素分解能		・ひびわれ幅0.1mmを検出・幅計測するためには0.3mm/pixel以下であることが必要 ・ひびわれ幅0.2mmを検出・幅計測するためには0.6mm/pixel以下であることが必要	
その他留意事項		・三脚・自動雲台での撮影について、初回撮影時は当社または当社代理店による撮影講習を行うことで、正確に撮影する事をサポートする。 ・ドローンを使用した撮影についてはご連絡をお願い致します。 ・ひびわれにチョークが重なりひびわれを目視できない場合や汚れで目視できない場合等、目視でも見えないひびわれは検出が不可 ・画像サイズ: 1000×1000ピクセル～8800×6500ピクセル。前記サイズを超える場合はご相談ください ・画像やExif情報を編集しないこと ・当社「ひびみつけ」アプリをインストールして使用すること	
出力ファイル形式	・画像: JPEG(合成画像サイズの長辺が65000ピクセル以下の場合)、PNG(合成画像サイズの長辺が65000ピクセルより大きい場合) ・CAD: DXF ・ひびわれ数量積算表: CSV		
調書作成支援の手順	①上記「変状検出手順」に従い、変状検出を実施する。 ②変状検出結果(画像、CAD、数量表)のデータを当社クラウドからダウンロードする ③任意のCADソフト、表計算ソフト等で、ダウンロードしたデータを読み込み、点検調書(損傷図)の所定の項目に貼り付ける。		
調書作成支援の適用条件	・適用可能な画像および撮影条件は、上記項目「ソフトウェア情報」の「変状検出の原理・アルゴリズム」「取扱可能な画像データ」を参照		
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	・社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」(ver.1.3)(当社クラウドサービス)		

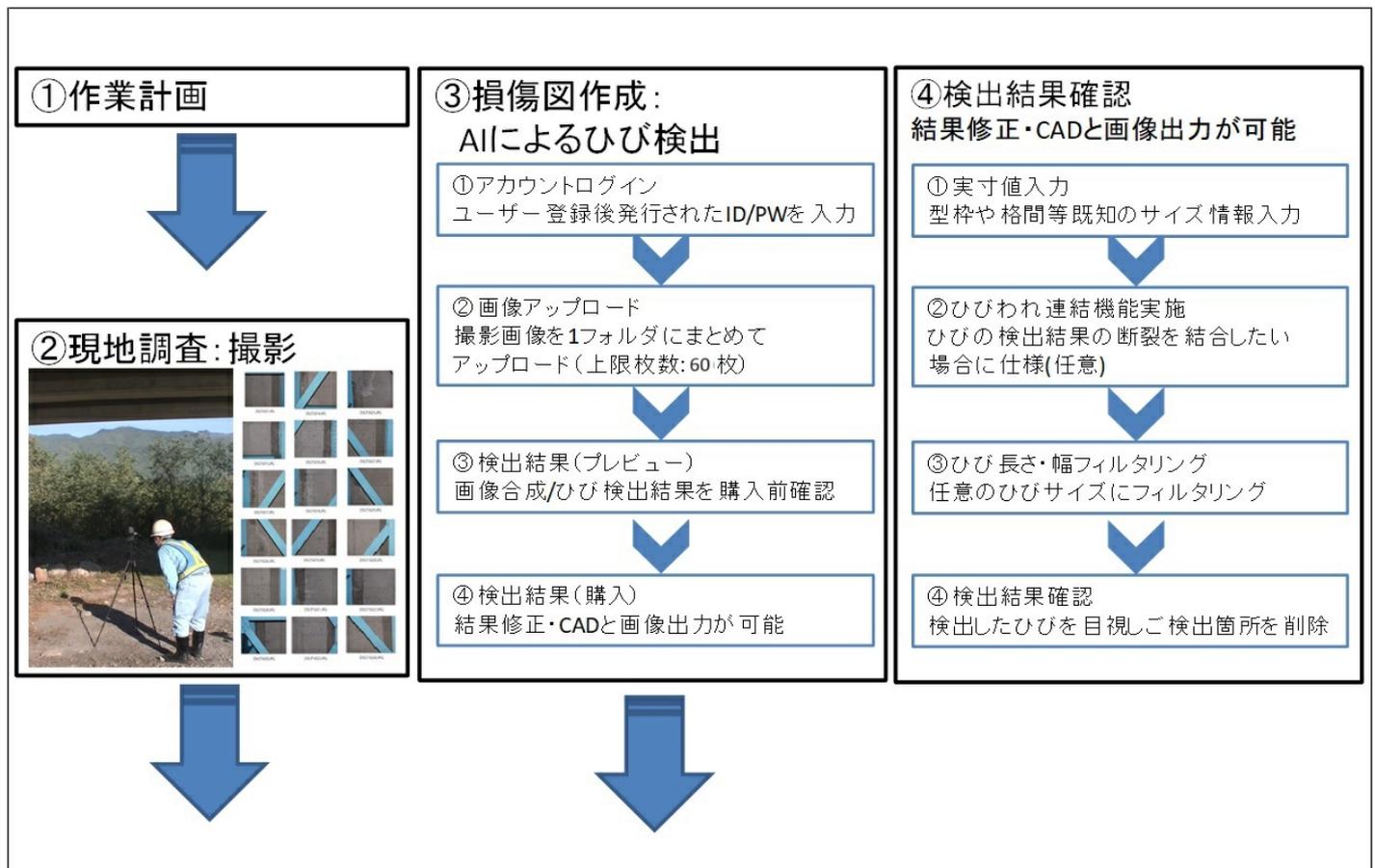
## 6. 留意事項(その1)

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	-	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	-	-

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)	
調査技術者の技量	特に必要なし	マニュアルに沿って操作すれば解析可能 ※撮影についてもデジタル一眼カメラについては当社・代理店にて初回サポートすることで 技量は問いません。 ※※ドローン撮影についてはお問い合わせ下さい。	
必要構成人員数	ソフトウェア操作者:1名	-	
操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-	
作業ヤード・操作場所	現場・事務所	現場でも写真合成の確認が可能です。	
作業条件・運用条件	点検費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影:撮影した計測機器(ドローン・ロボット等)の仕様に準ずる</li> <li>・解析:社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」費用</li> </ul> 橋種[コンクリート橋] 橋長 35m 全幅員 10m 部位・部材[床版] 活用範囲[350]㎡ 検出項目[ひびわれ] <費用> 0.1mmひびわれ検出の場合 合計 約110,000円 0.2mmひびわれ検出の場合 合計 約35,000円 対象となるひびわれ幅で写真の枚数が増減するため費用が変わる。 サービス料のみで、消費税・一般管理費等は作業者の人件費等は含まず。	社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」費用 写真1枚辺り~400円(消費税別) 使用量に応じて減額。 HPよりお問い合わせ頂ければ見積もり試算表が入手可能です。
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用形態:ソフトウェアサービス</li> <li>社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」のソフトウェアは当社HPよりユーザー登録を行えば無償でインストール可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフトウェアを通じて解析を行った写真1枚毎に課金を行う従量課金型ソフトウェアサービス</li> <li>・「ひびみつけ」ホームページURL: <a href="https://www.fujifilm.com/jp/ja/business/inspection/infraservice/hibimikke">https://www.fujifilm.com/jp/ja/business/inspection/infraservice/hibimikke</a></li> </ul>
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	ソフトウェア利用に関する問い合わせは当社HPまたは代理店にて対応致します。	-
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

7. 図面



# 1. 基本事項

技術番号	BR010025-V0425			
技術名	斜張橋ケーブル点検ロボットVESPINAE(ヴェスピナエ)			
技術バージョン	1	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社 長大 長崎大学 協和機電工業株式会社			
連絡先等	TEL: 03-6705-5550	E-mail: chodai_kozo_gijutsu@chodai.co.jp	構造事業本部 技術統括部 梯 誌修	
現有台数・基地	4	基地	福岡市博多区博多駅前4-11-1博多駅前パークサイドビル2F	
技術概要	本技術は、斜張橋ケーブルの外観近接目視点検を行う点検ロボットである。点検対象ケーブルをフレームで取り囲む構造を採用し、プロペラ推力によってケーブルに沿って上昇・下降する機構としている。また、フルHDビデオカメラを上下左右に4台搭載し、ケーブル全周を全長にわたり撮影し、取得した動画を用いて点検を行う。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(斜張橋)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他	その他(ケーブル表面の亀裂、変形・欠損)	
		共通	㊸変形・欠損	
検出原理	画像(動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置:ケーブル点検ロボット</li> <li>・計測装置:フルHDビデオカメラ</li> <li>・データ収録:SDカード</li> <li>・通信:ラジオコントロールシステム</li> </ul>	
移動装置	機体名称	VESPINAE	
	移動原理	【接触型】【懸架型】 フレーム外側に4つのプロペラ,内側に8輪のガイドローラーを配置し,プロペラ推力によりケーブルに沿って上昇・下降する機構	
	運動制御機構	通信	2.4GHz
		測位	ガイドローラーに取り付けられたエンコーダにより移動距離を測定
		自律機能	自律機能なし
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	最大外形寸法(W1156mm×H1156mm×L400mm)※一体型重量(7.2kg)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給容量:リチウムイオンバッテリー5000mA</li> <li>・電源定格出力:電圧22.2V</li> </ul>	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	ケーブル角度30°の場合:約20分(外気温0~40℃ 使用条件などで短縮の可能性あり)		
計測装置	設置方法	移動装置に固定	
	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	Sony As-300×4台(フルHD:200万画素(1920×1080画素))
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	-
	耐久性	防水防塵性なし	
動力	バッテリー		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約2時間(0~40℃ 使用条件などで短縮の可能性あり)		
データ収集・通信装置	設置方法	計測装置と一体	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	記録メディアに保存(SDカード)	
	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	計測装置と一体	
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 ※	有	
	性能値	【接触型】 ・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ(700, 440, 700) (mm)	・ケーブル間隔700mm以上(上下左右) ・ケーブル径: φ 80~260mm ・角度: 0~90°
	標準試験値	標準試験方法 斜張橋(ケーブル) (2021) 実施年 2021年 ・ケーブル間隔 4m	・ケーブル間隔4m(上下) ・ケーブル径: φ 170, 180mm ・角度: 24°
3-3 可動範囲	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 斜張橋(ケーブル) (2021) 実施年 2021年 【接触型】 ・最大距離: 82m	・ケーブル径: φ 180mm ・角度: 24°
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 ※	有	
		性能値	・移動速度:0.6m/s	・ケーブル径:φ80~260mm ・角度:0~90° ・表面:ポリエチレン、ふっ素樹脂 ・表面凹凸:無処理 ・風速:8m/s以下
		標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2021年 ①移動速度:0.67m/s ②移動速度:0.92m/s	上段①:ケーブル径φ170mm 下段②:ケーブル径φ180mm  ・角度:24° ・表面:ポリエチレン ・表面凹凸:無処理 ・風速:3.2m/s
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	ケーブル表面の変形・欠損箇所 ・検出率:100%	・ケーブル径:φ80~260mm ・風速:8m/s以下 ・照度未検証  ・最小幅0.1mmを確認
		標準試験値	標準試験方法 斜材の変状(2021) 実施年 2021年 ・検出率:100%  標準試験方法 斜材の変状(2024) 実施年 2025年 ・検出率:100% ・的中率:100%	実施年 2021年 ・ケーブル径:φ170、180mm ・風速:3.2m/s ・照度未検証  ・検出率=新技術で検出した損傷の内、正解した箇所/ 模擬損傷の数 =100%(8箇所/8箇所)  ・最小幅0.1mmを確認  実施年 2025年 ・ケーブル径φ180mm ・風速:1.2m/s  ・検出率=正解箇所数/損傷箇所数(真値) =100%(30箇所/30箇所)  ・的中率=正解箇所数/箇所数(誤検出含む) =100%(30箇所/30箇所)
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	・相対誤差:0.1%	・ケーブル径:φ80~260mm ・角度:0~90° ・表面:ポリエチレン、ふっ素樹脂 ・表面凹凸:無処理  ・0.1% (移動距離約200mで計測誤差約22cmを確認した。)
		標準試験値	①相対誤差:5% ②相対誤差:25%	・ケーブル径:φ170、180mm ・角度:24° ・表面:ポリエチレン  ・5%~25%の誤差。 (ケーブル延長方向で最大600mmの誤差)  ① ・真値:2000mm ・測定値:2100mm  ② ・真値:2400mm ・測定値:3000mm
	位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
		標準試験値	-	2-1-220
		性能確認シートの有無 ※	有	

4-4 色識別性能	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2025年 ・フルカラーチャート識別可能	・被写体距離:0.5m ・照度:9.2kLux ・風速:0~0.6m/s

※「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		取得した動画を変状検出ソフトにより以下の自動処理を行う。 ①入力した画像全体のコントラストの均一化 上記によって、画像全体の輝度値が均等に分布し変状を強調(自動) ②学習対象となる正常画像、および検査対象画像を深層学習を用いて特徴量化(自動) 特徴量化された正常画像からの距離で異常度を判定(自動) ※深層学習で使用しているデータ ・convnext_base ・convnext_large ・ヒストグラム平坦化で加工した斜張橋の展開図画像(正常、キズ)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	斜張橋損傷検出システム (仮)		
	検出可能な変状	白色もしくは黒色ケーブルの凹み、キズ、汚れ (ストライプケーブルは検出精度に課題あり)		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・該当なし(異常部の検出は可能であるが、ひびわれやその他損傷との区別は出来ない)	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・該当なし	
		ひびわれ以外	・損傷箇所協調方式: ヒストグラム平坦化 ・特徴量化: ConvNext	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	変状部の振り分け精度は654枚の画像で96.5%(accuracy)	
		変状の描画方法	Webシステムにて、PNG画像として表示	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	動画(MP4)	
		ファイル容量	-	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		MPEG4動画(1920px×1080px, 30FPS)		
その他留意事項		・損傷種類の判別や汚れとの選別は技術者が実施する。		
出力ファイル形式	画像: jpeg			
調書作成支援の手順		①動画にて異常箇所の静止画抽出と動画上の抽出時間を確認(自動) ②異常箇所を技術者が確認し損傷形態を推定(手動) ③損傷確認位置の動画上の時間を確認(手動) ④位置計測の時間と照合し、損傷位置を確認(手動) ⑤損傷一覧表(損傷位置、損傷写真名)を作成(手動)  以降は発注者要望により実施 ⑥損傷写真、位置を基に損傷図、写真帳作成		
調書作成支援の適用条件		・画像解析は本計測機器にて取得した動画に限る。 ・その他調書作成については別途相談にて実施可能。		
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名		言語: Python ライブラリ: OpenCV, scikit-learn, pytorch, fastapi, uvicorn 言語: TypeScript(node.js) フレームワーク: Angular		

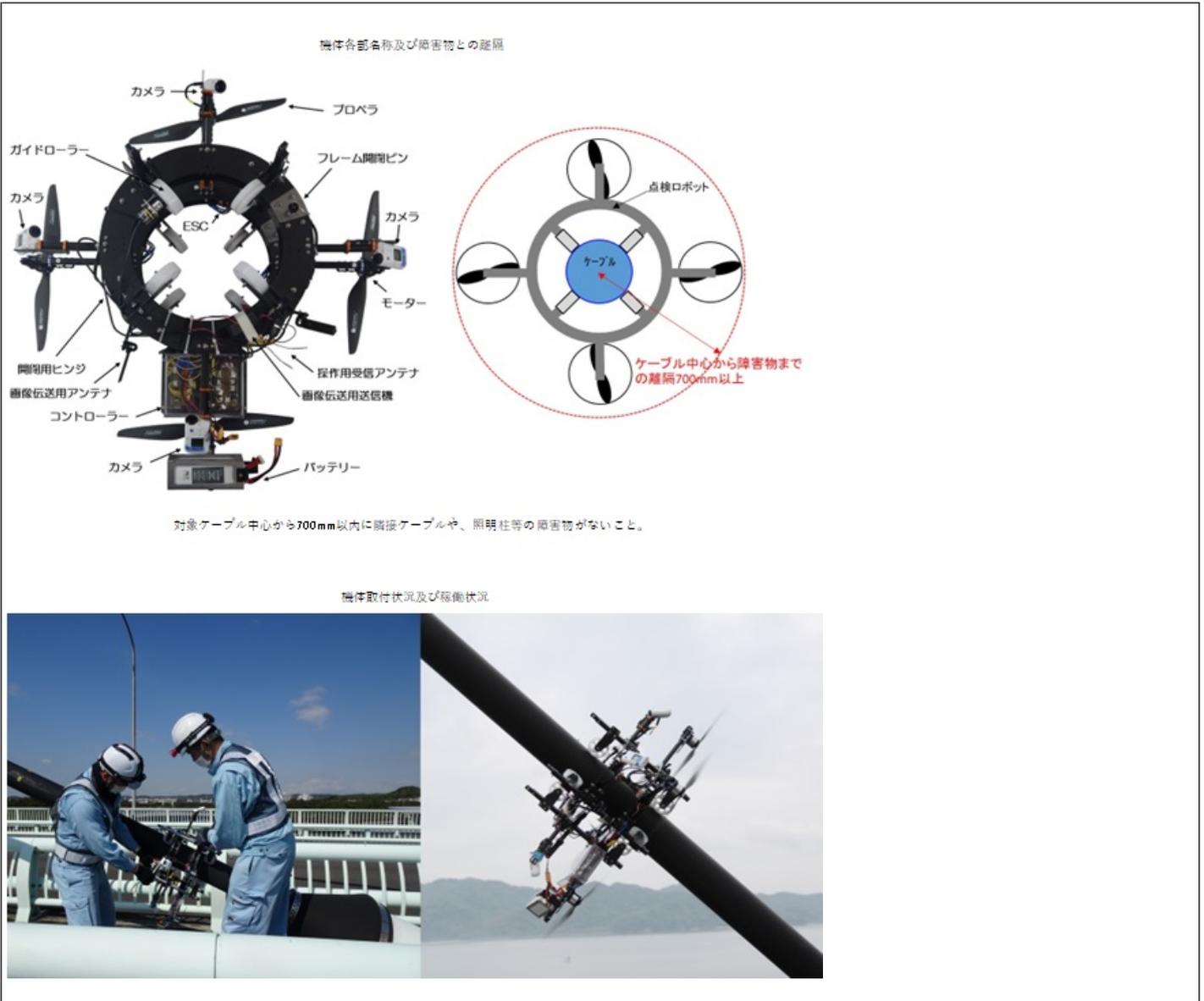
6. 留意事項(その1)

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	-	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	作業員の墜落防止として、高欄の外側で作業床の高さが2m以上の場合や、高欄の内側であっても作業床の高さが6.57mを超える場合は、「墜落制止用器具の安全な使用に関するガイドライン」に準じてフルハーネス型の墜落制止用器具を適切に使用する。 作業場所直下を第三者が通行する可能性がある場合には、計測機器の落下防止対策として、計測機器と高欄等をロープで繋ぐ。	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	道路以外に資機材搬入路がない場合(歩道がない等)は、交通規制が必要。資機材の設置スペース(3m×0.7m程度)が確保できない場合は交通規制が必要。移動装置部の取付けに高所作業車等が必要な場合は交通規制が必要	-
その他	以下の場合には適用不可 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ケーブル径 φ80mm～φ260mm以外(別途相談可能)</li> <li>・ケーブル表面に10mm以上の段差がある場合</li> <li>・物理的に越えられない障害物がある場合(ケーブル同士を制振対策で繋いでいる場合等)</li> <li>・ケーブル断面が矩形の場合</li> <li>・ケーブル周囲の離隔が700mm以上確保できない場合(別途相談可能)</li> <li>・降雨、降雪の場合・風速8m/s以上の場合</li> </ul>	-	

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	・株式会社長大の担当者より、事前に技術指導を受けた調査技術者が実施	-
	必要構成人員数	・現場管理者1名、操縦者1名、作業員1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	資格不要	-
	作業ヤード・操作場所	移動装置部を目視可能な範囲(最大500m以内)	-
	点検費用	ケーブル総延長4800m(平均75m×64本):280万円 ※点検計画、現地踏査、現地調査6日間、調査結果(結果一覧表、損傷写真Jpeg、動画データ)、ロボット損料	-
	保険の有無、保障範囲、費用	各種保険を会社にて加入済み。	-
	自動制御の有無	自律制御なし	-
	利用形態:リース等の入手性	調査業務を株式会社長大へ業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	装置故障時は調査業務を実施する株式会社長大が対応する。	-
	センシングデバイスの点検	調査開始前に動作確認を行う。	-
その他	-	-	

7. 図面



1. 基本事項

技術番号	BR010026-V0425		
技術名	ドローン・AIを活用した橋梁点検・調書作成支援技術		
技術バージョン	-	作成:	2025年3月
開発者	株式会社インフラ・ストラクチャーズ 有限会社伊藤建設 株式会社PAL構造		
連絡先等	TEL: 022-796-9935 0854-52-1689	E-mail: ishikawa@infrastructures.jp ik-creative.power@deluxe.ocn.ne.jp	(株)インフラ・ストラクチャーズ (有)伊藤建設
現有台数・基地	3台	基地	宮城県仙台市 島根県奥出雲町
技術概要	<p>本技術は、橋梁点検業務にドローンを使用するもので、対象部位を近接又はグリッド撮影して記録するほか、ひびわれをAIによる画像解析で抽出し、点検・診断業務に活用する。</p> <p>グリッド撮影は、広角・ズーム機能のあるカメラを利用して、全景とブロック分割した範囲毎の詳細を同時撮影できるため、ひびわれ等の変状位置・状況が客観的に把握できる。</p>		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	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,外ケーブル,PC定着部) 下部構造(橋脚,橋台)	
	損傷の種類	鋼	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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ ⑪うき
		その他	⑬遊間の異常
共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑭定着部の異常 ⑮変色・劣化 ⑯漏水・滞水 ⑰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		<ul style="list-style-type: none"> <li>計測機器は、ドローンと搭載カメラで構成</li> <li>搭載カメラは、専用のアタッチメントでドローンに固定され、静止画・動画など計測目的に応じて各種機能を持つカメラと交換が可能</li> </ul>	
移動装置	機体名称	DJI Matrice300 RTK	
	移動原理	<ul style="list-style-type: none"> <li>【飛行型】</li> <li>機体は8枚羽のドローンで、基本的にGNSS測位により自律航行が可能</li> <li>現場条件によっては、操縦士がマニュアル操作で飛行</li> </ul>	
	運動制御機構	通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>「OcuSync 2.0 Enterprise」により最大伝送距離15kmの1080p動画伝送が可能</li> <li>2.4GHzと5.8GHzのリアルタイム自動切替機能により、電波環境が悪い状況でも安定して飛行</li> <li>AES-256暗号化技術で、データ伝送の安全性も確保</li> </ul>
		測位	<ul style="list-style-type: none"> <li>GNSS(GPS+GLONASS+BeiDou+Galileo), RTK, ビジョンカメラ, 赤外線センサー</li> </ul>
		自律機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>GNSS&amp;RTK測位システム及び衝突回避機能による自動飛行</li> </ul>
	衝突回避機能(飛行型のみ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ビジョンシステム障害物検知範囲 &lt;前方/後方/左/右:0.7~40 m 上方/下方:0.6~30 m&gt;</li> <li>赤外線検知システム&lt; 30°(±15°) &gt;</li> </ul>	
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> <li>展開状態(プロペラは除く):810×670×430 mm(長さ×幅×高さ)</li> <li>折りたたんだ状態(プロペラとランディングギアを含む):430×420×430 mm(長さ×幅×高さ)</li> <li>重量(シングル下方ジンバル搭載時)約 3.6 kg(バッテリー非搭載時), 約 6.3 kg(TB60バッテリー2個搭載時)</li> </ul>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.7 kg</li> </ul>	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>バッテリー充電用の電源設備が必要</li> <li>動力源:電気式</li> <li>電源供給容量:インテリジェントバッテリー</li> <li>定格容量:5935 mAh</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>55分(外気温:22~30℃の場合)</li> </ul>		
計測装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>移動装置の下部・上部のアタッチメントに取付け</li> </ul>	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)Zenmuse P1 最大外形寸法(長さ198mm×幅166mm×高さ129mm), 重量 約800g</li> <li>(2)Zenmuse H20 最大外形寸法(長さ150mm×幅114mm×高さ151mm), 最大重量 678.5g</li> </ul>	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)Zenmuse P1 &lt;35.9×24 mm, 有効画素数:45 MP, 絞り範囲:F2.8~F16, 焦点距離35 mm ※24・50mmに換装可&gt;</li> <li>(2)Zenmuse H20 &lt;②ズーム 7.5×5.7mm, 有効画素数:20 MP, 絞り範囲:F2.8~F11, 焦点距離:6.83~119.94 mm&gt;</li> <li>①広角 6.2×4.6mm, 有効画素数:12 MP, 絞り範囲:F2.8, 焦点距離:4.5mm&gt;</li> </ul>
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)Zenmuse P1 &lt;パン:±320°, チルト:-130~+40°, ロール:-55~+55°,&gt;</li> <li>(2)Zenmuse H20 &lt;パン:±330°, チルト:-132.5~+42.5°, ロール:-90~+60°&gt;</li> </ul>
		角度記録・制御機構 機能	有
	測位機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>GPS・RTK</li> </ul>	
	耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)Zenmuse P1:IP4X</li> <li>(2)ZenmuseH20:IP44</li> </ul>	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドローン機体搭載バッテリーから供給</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>55分(移動装置と連動)</li> </ul>		
データ収集・通信装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>カメラのカードスロットにSDカード(①Zenmuse P1), microSDカード(②ZenmuseH20)等を挿入</li> </ul>	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)Zenmuse P1用:SDカード W24×H32×D2.1</li> <li>(2)ZenmuseH20用: microSDカード W15×H11×D1</li> </ul>	
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)Zenmuse P1:SDカード</li> <li>(2)ZenmuseH20: microSDカード</li> </ul>	
	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>バッテリー(移動装置と連動)</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)	-	

### 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 ※	有	
	性能値	・構造物(橋台,橋脚)までの距離:3m ・風速:6m/s(撮影に支障がない風速)	・対象物に到達するまでに障害となる物を事前に確認する。 ・雨天・強風・逆光時等は撮影作業を中止する。
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2022年 「Matrice 300RTK」変化量:0cm  標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 「Matrice 300RTK」 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:13cm(10cm) 鉛直方向 最大移動量:13cm(13cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:20cm(20cm) 鉛直方向 最大移動量:14cm(15cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:45cm(99cm) 鉛直方向 最大移動量:19cm(13cm)	「Matrice 300RTK」 ・構造物までの距離:2.0m ・風速:4.0m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
3-2 進入可能性	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【飛行型】 ・最小所要空間寸法:縦,横,高さ (2000,2000,2000)mm	・周りに障害物が無い事を確認出来れば可能 ・上下,前後 2m以上
	標準試験値	標準試験方法 桁間に進入しない場合 (2022) 実施年 2022年 「Matrice 300RTK」 ・高さ5.0m進入可能	「Matrice 300RTK」 ・風速:5.1m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【飛行型】 ・最大距離:149m	-
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年 2022 「Matrice 300RTK」 ・可動範囲 50m	-
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
4-1 計測速度(撮影速度)	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 2022年 (1)ZenmuseP1 ・0.067m/s (2-1)ZenmuseH20 グリット ・0.035m/s (2-2)ZenmuseH20 通常 ・0.075m/s		(1)ZenmuseP1 ・風速0.3~4.5 m/s (2-1)ZenmuseH20 グリット ・風速0.2~5.0 m/s (2-2)ZenmuseH20 通常 ・風速0.2~4.0 m/s
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 0.1mm 計測精度 0.1mm ひびわれ幅 0.2mm 計測精度 0.1mm ひびわれ幅 0.3mm 計測精度 0.1mm ひびわれ幅 2.0mm 計測精度 0.5mm  検出率 82% ヒット率 83%		【撮影速度】 ・静止撮影 【画像分解能】 ・0.3mm/pixel 【被写体との距離】 ・ZENMUSE H20の場合・・・1.4~23.8m ・ZENMUSE P1の場合、 ①DJI DL 24mm F2.8 LS ASPHレンズ・・・1.7m ②DJI DL 35mm F2.8 LS ASPHレンズ・・・2.4m ③DJI DL 50mm F2.8 LS ASPHレンズ・・・3.4m 【正対撮影】 ・被写体表面の法線ベクトル±5°C以内
	標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2022年 ・最小ひびわれ幅:- (1)ZenmuseP1 ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.34mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.35mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.27mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.16mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.20mm (2-1)ZenmuseH20 グリット ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.43mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.40mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.68mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.38mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.73mm (2-2)ZenmuseH20 通常 ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.43mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.31mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.33mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.08mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.14mm		(1)ZenmuseP1 ・被写体距離:2.4 m, 照度:8.46~56.2 kLux (2-1)ZenmuseH20 グリット ・被写体距離:6.0 m, 照度:11.1~67.8 kLux (2-2)ZenmuseH20 通常 ・被写体距離:6.0 m, 照度:10.6~66.0 kLux
計測装置 4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※	有		
	性能値	・相対誤差:5%以下		【撮影速度】 ・静止撮影 【画像分解能】 ・0.3mm/pixel 【被写体との距離】 ・ZENMUSE H20の場合・・・1.4~23.8m ・ZENMUSE P1の場合、 ①DJI DL 24mm F2.8 LS ASPHレンズ・・・1.7m ②DJI DL 35mm F2.8 LS ASPHレンズ・・・2.4m ③DJI DL 50mm F2.8 LS ASPHレンズ・・・3.4m 【正対撮影】 ・被写体表面の法線ベクトル±5°C以内
	標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2022年 (1)ZenmuseP1 ・0.07%(相対誤差) (2)ZenmuseH20 ・0.07%(相対誤差)		・真値=5.590m (1)ZenmuseP1 ・測定値=5.586m ・被写体距離:2.9m (2)ZenmuseH20 ・測定値=5.586m ・被写体距離:6.0m
4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※	有 2-1-229		
	性能値			【撮影速度】 ・静止撮影

	位置精度	性能値	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水平方向50mm以下</li> <li>・鉛直方向50mm以下</li> </ul>	【画像分解能】 ・0.3mm/pixel 【被写体との距離】 ・ZENMUSE H20の場合・・・1.4～23.8m ・ZENMUSE P1の場合、 ①DJI DL 24mm F2.8 LS ASPHレンズ・・・1.7m ②DJI DL 35mm F2.8 LS ASPHレンズ・・・2.4m ③DJI DL 50mm F2.8 LS ASPHレンズ・・・3.4m 【正対撮影】 ・被写体表面の法線ベクトル±5°以内	
		標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2022年 (1)ZenmuseP1 ・絶対誤差(Δx,Δy)=(0.007, 0.002) (m) (2)ZenmuseH20 ・絶対誤差(Δx,Δy)=(0.002, 0.007) (m)	・真 値(x,y)=(-5.077, -2.340)m (1)ZenmuseP1 ・測定値(x,y)=(-5.070, -2.342)m ・被写体距離:2.9m (2)ZenmuseH20 ・測定値(x,y)=(-5.075, -2.333)m ・被写体距離:6.0m	
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 2022年 (1)ZenmuseP1 ・フルカラーチャート識別可能 (2)ZenmuseH20 ・フルカラーチャート識別可能		(1)ZenmuseP1 ・照度:17.1～52.1 kLux (2)ZenmuseH20 ・照度:11.9～67.0 kLux

※「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撮影した画像をシステムを通してサーバへアップロードする。(手動) ②撮影した画像をひびわれ自動検出する。(自動) ③ひびわれ検出した画像を自動合成機能でつなぎ合わせる。(自動) (自動合成できなかった場合) ④ひびわれ検出画像を手動で並べて合成する。(手動) ⑤合成した画像からひびわれ幅・長さを自動計測する。(自動) ⑥検出されたひびわれ結果を確認し必要に応じて、途切れて検出されているひびわれの端点同士を接続(手動), 誤検出しているひびわれを削除(手動), ひびわれ以外のその他変状の記入(手動), ひびわれ長さに応じたフィルタリング(自動)を実施する。 ⑦生成したひびわれ検知データから損傷数量一覧表(csvファイル), 損傷図(dxflファイル)を出力する。(自動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・ひびわれ診断支援システム「ひび探」		
	検出可能な変状	・ひびわれ		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・多層の畳み込みニューラルネットワークによる教師あり学習 ・教師データは、コンクリート橋梁(RC床版橋, RCT桁橋の下部構造(橋脚・橋台), 上部構造(主桁・床版))におけるひびわれを含む写真に対し、ひびわれに該当する画素に正解情報を付与したデータを用いている(約180橋)。 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ: デジタル一眼レフカメラ, コンパクトデジタルカメラ 2) 撮影設定: 絞り優先設定 3) ISO感度: ISO100~3200 4) ラップ率: サイドラップ 30%以上 5) 画質: 最高(ファイン) 6) 画質フォーマット: JPEG 7) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しないこと ・コンクリート部分とひびわれ部の画素ごとの輝度の違いからひびわれを特定することで自動検出(ひびわれのみ、その他は手動検出)	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅: 畳み込みニューラルネットワークによって学習されたAIによる自動検出。 ・長さ: 検出されたひびわれの起点終点をソフトで自動検出し、ひびわれの起点-終点間の直線距離もしくは曲線距離(ソフトで選択可能)を計測する。距離は撮影解像度の 0.3mm/pixelとして算出する。	
		ひびわれ以外	・人が画像を確認して、変状をトレース	
		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: 検出したひびわれの総延長の再現率85%以上(当社取得の学習に用いていない教師データを用いて評価) 総延長の再現率=正しく検出したひびわれの総延長/真のひびわれの総延長	
		変状の描画方法	・ひびわれ: ポリライン ・剥離, 鉄筋露出, 遊離石灰, 漏水, 腐食: ポリゴン	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	・JPEG形式	
		ファイル容量	・150MB/枚	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		・ひびわれ幅0.1mm以上を検出, 幅計測する為には0.3mm/pixelの解像度であることが必要。 ・検出可能なひびわれ幅の最小値は0.1mm。		
その他留意事項		・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難。 ・0.3mm/pixel以外の解像度では幅計測が困難。 ・写真を目視してひびわれが視認出来ないひびわれは検出不可。		
出力ファイル形式	・画像: JPEG, PNG ・CAD: DXF ・ひびわれ数量積算表: CSV			
調書作成支援の手順		①上記手順により出力した検出結果をダウンロードする。 ②任意のソフトでダウンロードした損傷図, 損傷一覧表を扱う。		
調書作成支援の適用条件		・適用可能な画像および撮影条件は, 上記項目「ソフトウェア情報」の「変状検出の原理・アルゴリズム」「取扱可能な画像データ」を参照		
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名		・ひびわれ診断支援システム「ひび探」		

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	・桁下高さ3m以上で、安全な飛行空間・作業スペースの確保が可能な場所 ・次の場合は不可 ①橋台・橋脚、主桁との至近距離撮影 ②水面間近 ③橋梁が横過する道路・鉄道区域の上空	-
	周辺条件	・橋梁周りに繁茂する草木類が飛行に支障となる場合は、刈払いや伐木等の措置が必要 ・機体の離発着場所や操縦者・監視者の作業スペース等の確保が出来ること	-
	安全面への配慮	・現場に「ドローン点検中」を表示し、第三者への注意を喚起 ・作業区域への立入禁止措置と飛行監視活動の実施 ・機体操作に十分注意を払い、落下や器物損壊、第三者への被害防止に努める	-
	無線等使用における混線等対策	・飛行場所や周辺の電波状態を計測し、飛行への影響を確認 ・影響のある場合は、正常な状態になるまで飛行を中止	-
	道路規制条件	-	-
	その他	・雨天・夜間での計測不可 ・気温2℃以下は計測不可 ・特に交通規制無し	-

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	・ドローン空撮経験者, 映像デバイスに関連する業務経験者, パソコン(ハード/ソフト)の情報処理能力者, 土木作業経験者	-
	必要構成人員数	・ドローン飛行操縦1名, 撮影者1名, 管理者1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・JUIDA: 操縦技能証明書保有: フライト時間1000時間以上	・第三者賠償保険
	作業ヤード・操作場所	・飛行中の機体の目視確認が可能な場所で, 撮影対象物の目視確認出来る所	-
	点検費用	【橋梁条件】 ・橋種[コンクリート橋] ・橋長30m, 全幅員7m ・部位・部材[上部工・下部工] ・活用範囲 280㎡ [上部工210㎡ + 下部工70㎡] ・検出項目[ひびわれ] <費用>合計538,700円(直工費) ※コンクリート橋・鋼橋を問わない。 ・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。 ○グリッド撮影参考価格 ・現地撮影費 150,000円/日 ・グリッド画像作成費 150,000円/日(データ整理込み) ・AI画像解析費 350円/枚 ※対象橋梁規模・撮影枚数・調書作成有無により変動	・点検内容や成果品に応じて, 橋梁毎に費用見積を行う。 ・事前に現地確認を実施する。 ・架橋条件により, 飛行が困難な場合もある。
	保険の有無、保障範囲、費用	・保険有り	-
	自動制御の有無	・自律制御: 有	-
	利用形態: リース等の入手性	-	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面

1 計測に使用する機器



- 点検目的・部位等に応じた使用機材の選択

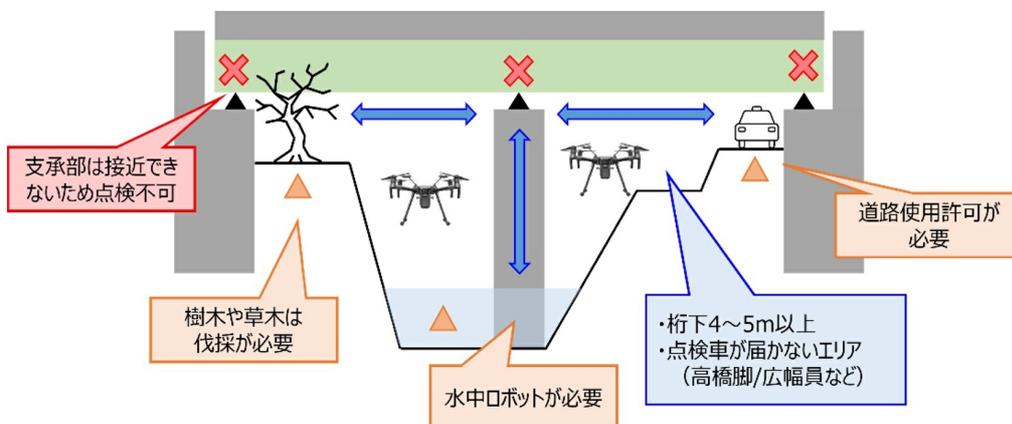


M300RTK 搭載用 カメラ



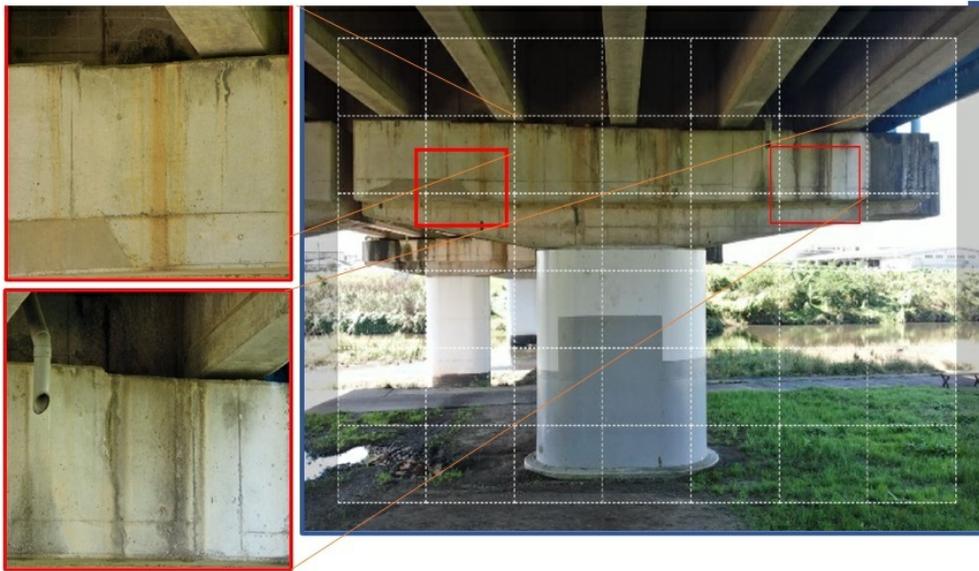
- 対象橋梁と位置・条件に応じて「従来点検」との組合せて実施

活用時の留意点



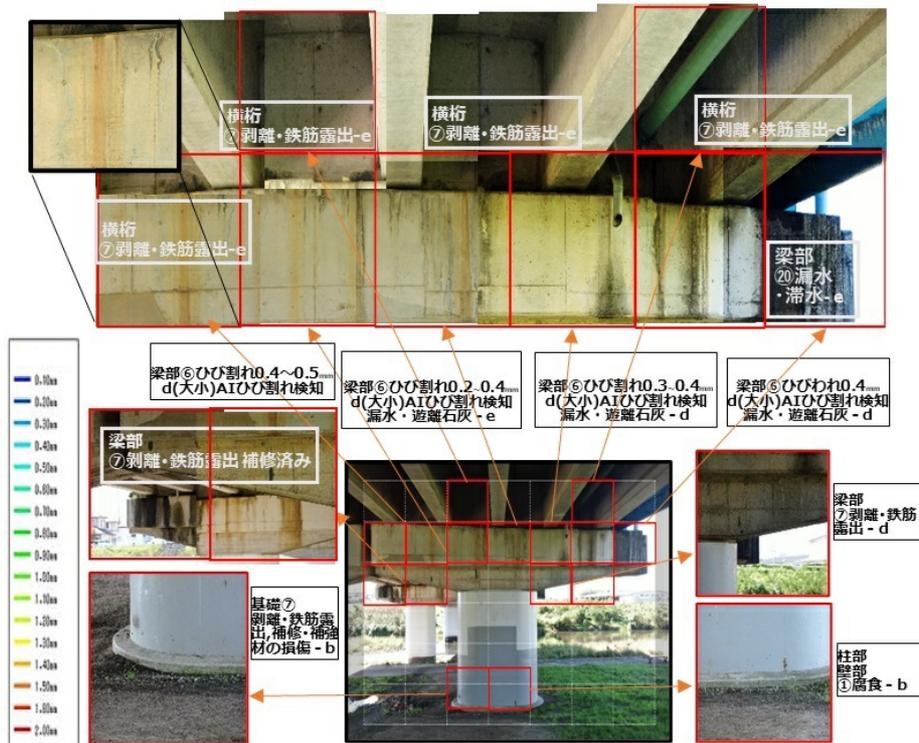
## 2 グリッド撮影による点検事例

- 橋脚の梁部, 柱部・壁部を拡大して状態を確認 (4倍まで拡大可)

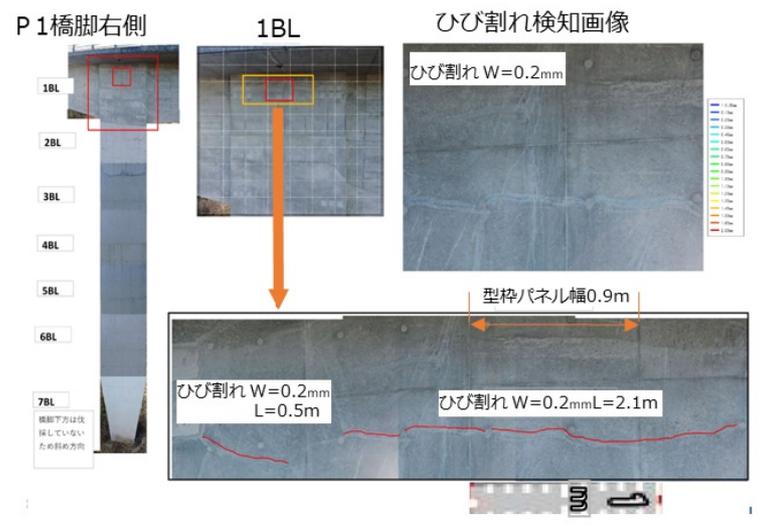
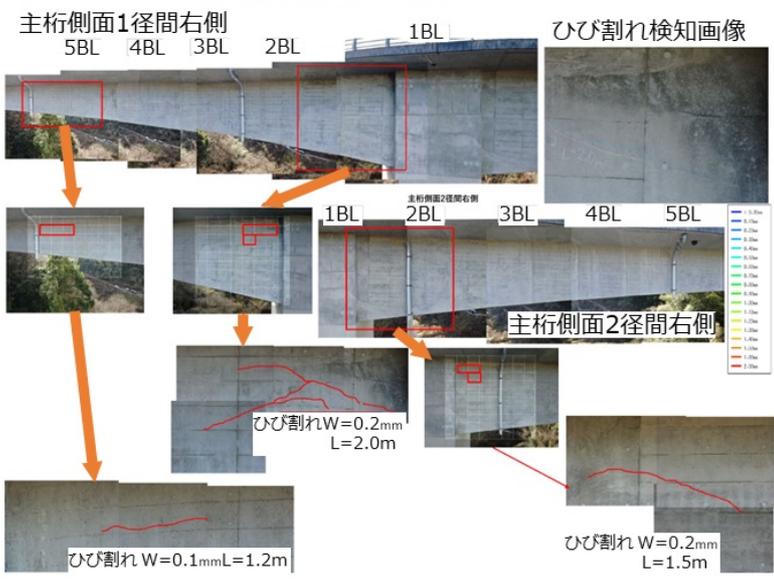


## 3 損傷図の作成例

- 各部位の損傷の状態を把握して損傷図

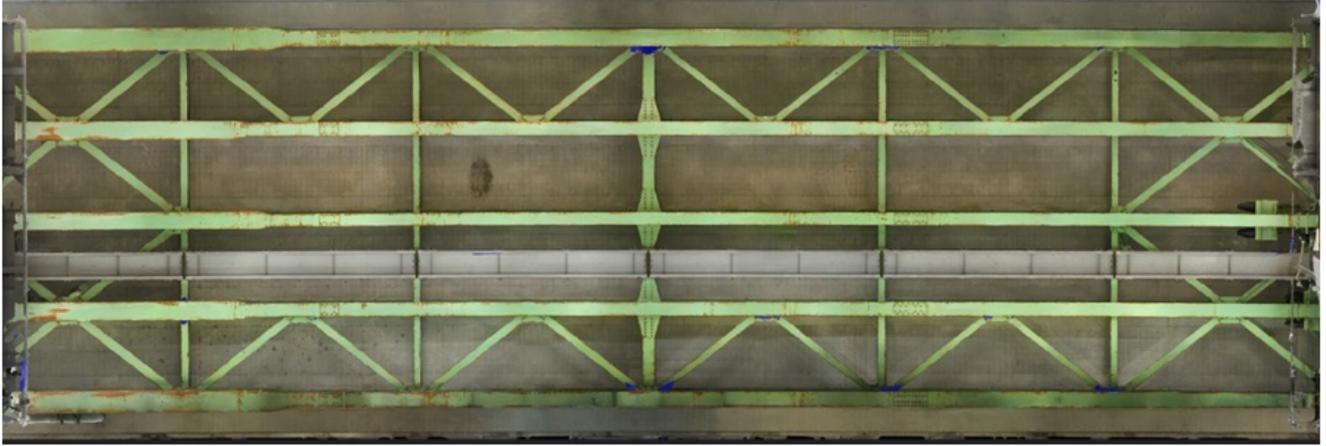


### 3 高橋脚のグリッド撮影と損傷図作成例



## 4 オルソモザイク作成例

### □ 床版のオルソ化画像



### 1. 基本事項

技術番号	BR010027-V0425			
技術名	画像撮影システムを用いた橋梁点検画像の取得技術			
技術バージョン	バージョン1	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社フルテック			
連絡先等	TEL: 0766-54-6198	E-mail: i.sawamoto@fulltec.co.jp	ICT事業部 ICT推進室 主任 澤本一生	
現有台数・基地	1	基地	富山県高岡市福岡町矢部601	
技術概要	<p>本技術は風速12m/s以下の強風下で運用可能なUAVを対象とした画像撮影システムである。使用する機体は12m/s以下の強風下での飛行が可能であり、GPSによる位置補正を行うとともに、人力による飛行性能を保持している。画像撮影の際は、モニターおよび送信機を使用して、機体の操作と並行して対象物の撮影を行う。このような特性から、強風下においては機体の操作に専念し、撮影専門の作業者を用意することが望ましいが、操縦者を補助するこの画像撮影システムは、UAVの送信機と画像転送装置を接続することにより、操縦者の目視外の地点に設置したビデオモニターに伝送されたUAVからのリアルタイムな映像や音声を確認しながら相互通信することにより、対象部分を撮影するものである。なお、本技術はUAVだけでなく、ポールカメラ等の点検装置にも使用できる。</p> <p>本システムを用いて送信された映像や音声は、橋梁の劣化損傷を診断する専門家により監視され、飛行現地で点検するUAVオペレータに撮影対象部位や詳細な映像取得位置、撮影方法(角度、照度、ズーム)等を指示することができるほか、専用操作機(パソコン)から、間接的にUAV搭載カメラの操作を可能にすることができる。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		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 ⑩床版ひびわれ	
		その他		
共通				
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		移動装置:ドローン 計測装置:ジンバルカメラ データ収集・通信:SDカード	
移動装置	機体名称	Matrice 210 RTK V2	
	移動原理	【飛行型】 ・機体は風速12m/s以下での飛行が可能な機体を使用し、GPSによる位置補正を行い、人力による飛行を可能としている。 RTKを用いることにより、機体内部のコンパスを使用せず飛行が可能となる。	
	運動制御機構	通信	・周波数:2.4GHz帯、出力:0.6W
		測位	【GNSS使用可能な環境の場合】 ・GPS ・RTK 【GNSS使用不可能な環境の場合】 ・ビジョンセンサー
		自律機能	・自律機能有 【GNSS使用可能な環境の場合】 ・制御機構へのソース:GPS 【GNSS使用不可能な環境の場合】 ・制御機構へのソース:ビジョンセンサー
		衝突回避機能(飛行型のみ)	・機体の前方、後方及び上方、下方に備えられたビジョンセンサー及び赤外線センサー
	外形寸法・重量	・一体構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法:L883mm×W886mm×H398mm ・最大重量:約4.91kg	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	・最大重量:1.23kg	
	動力	・動力源:電気式 ・電源供給方法:バッテリー ・定格容量:7660mAh、22.8V	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・33分(ペイロード無)、24分(最大離陸重量:6.14kg)	
計測装置	設置方法	・移動装置の下部および上部に手動により固定、取付を行う。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・最大外形寸法:W140mm×W132mm×H98mm ・重量:0.461kg	
	センシングデバイス	カメラ	・DJI製カメラ、型番:ZENMUSE X5S ・センサーサイズ:4/3 CMOS、ピクセル数:横5280mm×縦3956mm、焦点距離:12mm~45mm(レンズの変更が可能) ・シャッタースピード:8s~1/8000s、ISO幅:100~25600
		パン・チルト機構	・水平:320°~320° ・鉛直:30°~120°
		角度記録・制御機構 機能	・ジンバルにて方向の制御可能
		測位機構	・ドローン本体からGPS測位情報を伝達する
	耐久性	-	
	動力	・移動装置から電源を供給	
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	【画像撮影システム】 ・移動装置に取付 【画像伝送装置】 ・アタッチケース 据置型	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	【画像撮影システム】 ・外形寸法:150×85×150 ・約0.47kg 【画像伝送装置】 ・外形寸法:W463×H353×D140 ・約6Kg	
	データ収集・記録機能	【画像撮影システム】 ・データ収集・記録機能はない 【画像伝送装置】 ・デジタル画像・音声データ 双方向多拠点同時リアルタイム伝送 機能 (記録機能は無し)	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	・無線LAN:2.4G/5G (別途接続するLTE4G/5G無線ルーター:通信会社の規格による)	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	・セキュリティ:AES暗号化方式	
	動力	【画像撮影システム】 2-1-239 ・移動装置に取付けたモバイルバッテリーより給電 【画像伝送装置】	

	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	・AC100V又はDC19V ・データを転送後、計測装置あるいは移動装置内のSDカードならびに伝送先パソコンに保存する ・通信可能時間:時間制限無し
--	---------------------------------	--

### 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 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2021年 「Matrice 210 RTK V2」 ・変化量:0cm 実施年 2024年 「Matrice 210 RTK V2」 ・変化量:0cm	実施年 2021年 「Matrice 210 RTK V2」 ・構造物までの距離:2.0m ・風速:6.1m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:15秒間
		標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 「Matrice 210 RTK V2」 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:40cm(36cm) 鉛直方向 最大移動量:5cm(3cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:67cm(75cm) 鉛直方向 最大移動量:11cm(5cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:72cm(105cm) 鉛直方向 最大移動量:8cm(8cm)	実施年 2024年 「Matrice 210 RTK V2」 ・構造物までの距離:1.0m ・風速:5.6m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
3-2 進入可能性	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 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2024年 「Matrice 210 RTK V2」 ・桁下空間:高さ5.0m進入可能	「Matrice 210 RTK V2」 ・風速:5.6m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【飛行型】 ・最大距離:5000m	・障害物、電波干渉のない場合
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年 2024年 「Matrice 210 RTK V2」 ・飛行距離 50m	-
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 ※	有		
		性能値	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2021年 「Matrice 210 RTK V2+ZENMUSE X5S」 ・撮影速度:0.29m/sec	「Matrice 210 RTK V2+ZENMUSE X5S」 ・風速:2.6 m/s ・飛行距離:6.0 m ・所要時間:21 sec	
	4-2 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 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2021年 「Matrice 210 RTK V2+ZENMUSE X5S」 ・最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.19mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.27mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.70mm	「Matrice 210 RTK V2+ZENMUSE X5S」 ・被写体距離:2.0 m ・照度:5.5~73.6 kLux ・風速:2.6~2.8 m/s ・気温:13.7~19.1 ℃ ・焦点距離:15 mm ・シャッター速度:1/120~1/400 秒 ・絞り:F5.6 ・ISO値:100 ・フォーカス:オートフォーカス ・画像Pixel数:5280×3956	
	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 ※	-	
			性能値	-	-
			標準試験値	-	-
		位置精度	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 2021年 「Matrice 210 RTK V2+ZENMUSE X5S」 ・フルカラーチャート識別可能	「Matrice 210 RTK V2+ZENMUSE X5S」 ・被写体距離:2.0 m ・照度:5.4 kLux ・風速:6.1 m/s		

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>・本技術における画像処理は、大成建設株式会社開発ソフトである、「コンクリートのひびわれ画像解析プログラムt.WAVE」を使用して、変状を検出した。以下に、t.WAVEによる変状検出手順を示す。                  ・コンクリートのひびわれをデジタル画像から抽出し、ひびわれの幅や長さを定量的に評価できる。ひびわれの抽出結果や定量的な評価結果は、以下に示すような処理プロセスごとの個別のプログラムソフトを実行することで得られるが、各プログラムソフトをひとつに集約して、ひびわれ画像解析システムとしている。                  ①撮影条件設定(半自動): 目標とする空間分解能のデジタル画像を撮影するために、使用するカメラやレンズごとに撮影距離や焦点距離を設定する。                  ②分解能計算(半自動): 撮影画像が、目標とした空間分解能で撮影されていることを確認する。                  ③あおり補正(半自動): 画像内に矩型の隅角部を基準点に指定して、正対画像に補正する。                  ④画像合成(半自動): 分割して撮影した画像の重なる領域を指定して、ひとつの画像に合成する。                  ⑤ひびわれトレース(手動): ひびわれ直上をひびわれ幅より数倍太い線でトレースする。                  ⑥ひびわれ画像解析(自動): トレース範囲内の全ての画素を対象に、ウェーブレット変換による画像解析を実行する。                  また、この結果に基づいて、ひびわれ図やひびわれの幅、長さなどを出力する。</p>		
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>・「コンクリートのひびわれ画像解析プログラムt.WAVE」(大成建設株式会社開発ソフト)                  必要スペック: Windows10、MS Excel2013以降</p>	
	<p>検出可能な変状</p>	<p>・ひびわれ                  (幅、長さ、ひびわれ密度(単位面積あたりのひびわれ長さ)をひびわれ全画素に対して算定)</p>	
	<p>ひびわれ</p>	<p>・撮影画像に対してウェーブレット変換による画像解析を行い、画素ごとに得られるウェーブレット係数に基づいて、画素ごとにひびわれの判別を行う。                  ・ウェーブレット変換による画像解析は、注目している画素とその周囲のコンクリート面の画素の輝度値を用いた解析処理の結果に基づいてひびわれを判別している。                  ・撮影条件・仕様等                  1)本画像解析技術を適用できる撮影画像の空間分解能の範囲:0.2~0.8mm/pixel                  2)カメラ:デジタル一眼レフカメラ(推奨)、デジタルカメラ                  3)撮影設定:三脚固定の場合は絞り優先設定(F6.3以上を推奨)                  UAV撮影の場合は露出速度優先設定(1/500秒以下を推奨)                  4)ISO感度:200以下                  5)ラップ率:30%                  6)画質:最高(ファイン)                  7)画質フォーマット:JPEG                  8)注意事項:デジタルズーム機能は使用しないこと</p>	
	<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>【ひびわれ幅】                  ひびわれと判別された画素のウェーブレット係数は、ひびわれ幅の実測値と高い相関がある。これを用いて、本画像解析システムには、予めウェーブレット係数からひびわれ幅を算出する計算式が組み込まれているため、ひとつの画素ごとにひびわれ幅を算定できる。                  ただし、これにより算定できるひびわれ幅は撮影画像の空間分解能の1/4倍から2倍の範囲となる。例えば、撮影画像の空間分解能が0.8mm/pixelの場合、算定できるひびわれ幅は0.2mmから1.6mmの範囲となる。                  【ひびわれ長さ】                  撮影画像の空間分解能と、ひびわれと判別された画素の数を乗じて算定される。ただし、隣り合う画素が斜め45°方向の部分については、空間分解能を<math>\sqrt{2}</math>倍した長さで算定される。</p>	
	<p>ひびわれ以外</p>	<p>-</p>	
	<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>・撮影画像の空間分解能が0.4mm/pixelの場合                  測定点数144点に対して、解析値が実測値の±0.2mmの範囲にある場合は79%、±0.3mmの範囲にある場合は93%                  ・撮影画像の空間分解能が0.8mm/pixelの場合                  測定点数216点に対して、解析値が実測値の±0.2mmの範囲にある場合は68%、±0.3mmの範囲にある場合は81%                  なお、実測値は2人の点検員が同じ場所のひびわれ幅をクラックスケールで計測したものであり、解析値はカメラを3種類用いて同じ場所のひびわれ幅を本手法により推定したものであり、ここではその全てのデータに対して比較している。</p>	
	<p>変状の描画方法</p>	<p>ひびわれ:ポリライン</p>	
	<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p>	<p>・JPEG、BMP</p>
		<p>ファイル容量</p>	<p>・制限なし</p>
		<p>カラー/白黒画像</p>	<p>カラー</p>
<p>画素分解能</p>		<p>本画像解析技術を適用できる撮影画像の空間分解能の範囲は0.2~0.8/pixelである。この時に算定できるひびわれ幅は、撮影画像の空間分解能の1/4~2倍の範囲である。                  ・例えば、空間分解能0.4mm/pixelの場合、検出可能なひびわれ幅は0.1~0.8mmとなる。                  ・例えば、空間分解能0.8mm/pixelの場合、検出可能なひびわれ幅は0.2~1.6mmとなる。                  ただし、定量的に評価できるひびわれ幅の最小値は0.1mmである。すなわち、空間分解能0.2mm/pixelの画像であっても、この場合に評価できるひびわれ幅の最小値は、空間分解能の1/4である0.05mmではなく、0.1mmとなる。</p>	
<p>その他留意事項</p>	<p>・ひびわれ直上がチョーキングされている場合は、ひびわれを正確に検出することが難しい。                  また、検出された場合でも、ひびわれ幅を定量的に評価することも難しい。</p>		
<p>出力ファイル形式</p>	<p>BMP/DXF/MS Excel用ファイル形式</p>		

<p>調書作成支援の手順</p>	<p>る。                  本画像解析を実行して得られる結果は以下のファイルである。                  1)入力画像(あおり補正、画像合成などを実施した後の画像)(BMP形式)(自動)                  2)ひびわれ図(DXF形式)(自動)                  3)入力画像上にひびわれ図を重ねた画像(BMP形式)(自動)                  4)ひびわれ幅ごとのひびわれ長さに関するヒストグラム(MS Excelファイル)(自動)                  このひびわれ図は、ひびわれ幅の範囲ごとに色分けして表示することができる。また、Excelファイルのヒストグラム上には、以下の値が自動的に表示される。                  5)ひびわれ総延長(自動)                  6)平均ひびわれ幅(自動)                  7)ひびわれ密度(単位面積あたりのひびわれ長さ)(自動)                  なお、予め書式に合わせたMS Excel形式の出力フォーマットを作成しておけば、書式に合わせて出力を自動化することもできる。</p>
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>・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)撮影画像の空間分解能が、0.2mm~0.8mm/pixelの画像であること。                  2)検出したいひびわれの最小幅に対して、空間分解能をその最小幅の4倍以下の範囲に設定した画像であること。                  (例えば、検出したいひびわれの最小幅が0.2mmのとき、撮影画像の空間分解能を0.8mm/pixel以下に設定すればよい。ただし、定量的に評価できるひびわれ幅の最小値は0.1mmである。すなわち、空間分解能0.2mm/pixelの画像であっても、この場合に評価できるひびわれ幅の最小値は、空間分解能の1/4である0.05mmではなく0.1mmとなる。)                  3)被写体に正対した時の法線に対して、30°以内の角度で撮影した画像であること。</p>
<p>調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名</p>	<p>・コンクリートのひびわれ画像解析プログラムt.WAVE                  ・Windows10                  ・MS Excel2013以降</p>

## 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	・道路幅員に制限なし	-
	桁下条件	・桁下高3m以上	-
	周辺条件	・民家等の建物や電線がある場合は管理者の許可が必要 ・付近に重要施設等がある場合は別途届出が必要	-
	安全面への配慮	・カラーコーンや看板等の設置による注意喚起	-
	無線等使用における混線等対策	・使用する周波数を変動させながら使用している	-
	道路規制条件	・発着地点や操縦者の位置に道路がある場合は、関係機関に連絡して指示に従う	-
	その他	・風速12m/s以下かつ雨天でない場合に適用される	-

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	【機体制御】 ・GPSをOFFにした状態で自由に操作できるレベル 【カメラ操作および画像撮影システムの操作】 ・変状の違いや特徴がある程度把握できるレベル 【画像伝送装置の操作】 ・技量は求められない	-
	必要構成人員数	・操縦者1名、補助者2名以上	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・ドローン総飛行時間10時間以上	-
	作業ヤード・操作場所	・ドローンが操縦者の目視内にある場所	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種[コンクリート橋/鋼橋] 橋長 20m 全幅員 12.5m 部位・部材 [上部構造(主桁、横桁、床版)・下部構造(橋脚、橋台壁面)] 活用範囲 500m <sup>2</sup> 検出項目 [ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/床版ひびわれ] <費用>合計350,000円 (700円/m <sup>2</sup> )	「道路橋定期点検要領平成31年2月 国土交通省道路局」に基づいて実施するため、別途仕様(点検要領等)に準ずる場合は、見積対応となる場合がある。
	保険の有無、保障範囲、費用	・賠償責任保険に加入 対人:100,000千円 対物:50,000千円	-
	自動制御の有無	・自動制御機能は使用しない	-
	利用形態:リース等の入手性	・業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・UAVIに関する不具合が生じた場合は自社内で確認し、修繕可能な範囲で対処する。状況を判断してメーカーへの修理対応とする。	-
	センシングデバイスの点検	・1か月毎に動作確認等の点検を行う。	-
その他	・機器の紛失時には対応が困難	-	

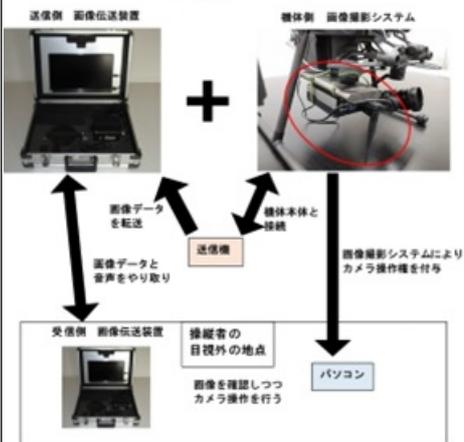
7. 図面

【=機用UAV】

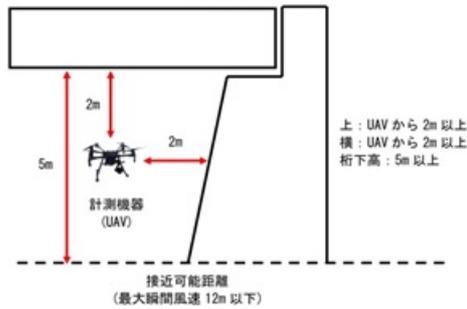


サイズ	883mm × 886mm × 427mm	重量	約4.91kg(バッテリー2個搭載時)
プロペラ径	17インチ	飛行時間	34分(ペイロードなし)
耐風性能	12m/s	保護性能	IP43

【画像撮影システム】



【接近可能距離】



# 1. 基本事項

技術番号	BR010028-V0425			
技術名	無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検システム			
技術バージョン	ver 1.1.1	作成:	2025年3月	
開発者	DJI JAPAN 株式会社 株式会社FLIGHTS 大日本ダイヤコンサルタント株式会社			
連絡先等	TEL: 03-5860-1023 (代表連絡先)	E-mail: infra@droneagent.jp	株式会社FLIGHTS FLIGHTS CONTROL事業部 伊東 三友紀	
現有台数・基地	DJI MATRICE 300 RTK 15台 DJI MATRICE 350 RTK 5台	基地	北海道北広島市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 宮城県仙台市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 新潟県新潟市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 石川県白山市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 富山県高岡市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 東京都江東区 DJI MATRICE 300 RTK 1台 千葉県習志野市 DJI MATRICE 350 RTK 1台 三重県三重郡菟野町 DJI MATRICE 300 RTK 1台 三重県三重郡菟野町 DJI MATRICE 350 RTK 1台 三重県鈴鹿市 DJI MATRICE 300 RTK 2台 京都府京都市 DJI MATRICE 350 RTK 2台 京都府京田辺市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 広島県広島市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 愛媛県四国中央市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 愛媛県松山市 DJI MATRICE 350 RTK 1台 福岡県福岡市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 大分県大分市 DJI MATRICE 300 RTK 1台 沖縄県島尻郡 DJI MATRICE 300 RTK 1台	
技術概要	本技術は、ドローンに搭載されたデジタルカメラで撮影した部材表面のデジタルカラー画像に基づき状態の記録を行なう技術である。1日約1000m <sup>2</sup> (画素分解能=0.3mm/pixの場合)、1500m <sup>2</sup> (画素分解能=0.5mm/pixの場合)の画像撮影が可能。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		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 ⑫うき	
		その他		
共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑬定着部の異常 ⑰変色・劣化 ⑳漏水・滞水 ㉑異常なたわみ ㉒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、回転翼を4基装備したクワッドコプタに、光学デジタルカメラを搭載したものである。	
移動装置	機体名称	DJI MATRICE 300 RTK DJI MATRICE 350 RTK	
	移動原理	移動原理は、回転翼により下向きの気流を発生させることにより浮上し、4基の回転翼の推力(回転数)をそれぞれ変化させることにより前後左右に移動したり、その場で水平に回転したりする。また、それらを組み合わせて曲線的に飛行をすることもできる。	
	運動制御機構	通信	・通信種別:無線 ・周波数帯:2.4000~2.4835 GHz ・出力:100mW以下 ・最大伝送距離:8km(障害物や電波干渉がない場合)
		測位	・GNSSおよびRTK測位システム ・デュアルビジョンカメラ ・赤外線センサー
		自律機能	・GNSSおよびRTK測位システムによる自動ホバリングおよび自動飛行。 ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーによる自動ホバリング。
		衝突回避機能(飛行型のみ)	デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより障害物を検知して自動的に停止して衝突を回避する。同機能は、前後左右上下の6方向に機能し、衝突回避距離を任意に設定することが可能。
	外形寸法・重量	・外形寸法=810x670x430mm(長さx幅x高さ) ・重量=約7.1kg(※1) ※1 カメラ搭載時	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	・2.7 kg	
	動力	・電気(バッテリー)	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・約45分(※1)の飛行が可能 ※1 カメラを搭載し、気温25度、無風、ホバリング状態での飛行時間。	
計測装置	設置方法	機体上部あるいは下部のハードポイントに直接カメラ装置を装着可能。専用工具、ボルト、ナットなどは不要。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	198x166x129mm、約800g	
	センシングデバイス	カメラ	Zenmuse P1 ・センサーサイズ(静止画)=35.9×24.0mm ・写真サイズ=8192×5460pixel ・使用レンズ: DJI DL 24mm F2.8 LS ASPHレンズ(ENTERPRISE)、 DJI DL 50mm F2.8 LS ASPHレンズ(ENTERPRISE)
		パン・チルト機構	・3軸(チルト、ロール、パン) チルト:-125°~+40°、ロール:-55°~+55°、パン:±320°
		角度記録・制御機構 機能	・あり
		測位機構	・飛行撮影後に画像の位置情報をSfM(Structure from Motion)技術により解析も可能。
	耐久性	・保護等級 IP4x、動作環境温度-20°~50°	
	動力	・ドローン本体のバッテリーを使用。	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・ドローン本体のバッテリーに依存。		
データ収集・通信装置	設置方法	・SDカードをカメラに装着。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・SDカード 外形寸法:W24mm×H32mm×D2.1mm	
	データ収集・記録機能	・カメラに装着したSDカードに直接書き込み。	
	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	・機体バッテリーに依存。	
	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 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2021年 <DJI MATRICE 300 RTK> 停止飛行時:水平移動無し  実施年 2022年 <DJI MATRICE 300 RTK> 停止飛行時:水平移動無し  実施年 2023年 <DJI MATRICE 350 RTK> 停止飛行時:水平移動無し  標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2023年 <DJI MATRICE 300 RTK> ・試験施設の環境条件(磁場等)により飛行不可 <DJI MATRICE 350 RTK> ・試験施設の環境条件(磁場等)により飛行不可	実施年 2021年 <DJI MATRICE 300 RTK> ホバリング時間=15秒 構造物までの距離=2.5m 風速=4.6m/s  実施年 2022年 <DJI MATRICE 300 RTK> ホバリング時間=60秒 構造物までの距離=2.0m 風速=4.5m/s  実施年 2023年 <DJI MATRICE 350 RTK> ホバリング時間=60秒 構造物までの距離=1.5m 風速=2.6m/s
3-2 進入可能性能	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 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2022年 <DJI MATRICE 300 RTK> 桁間は対象外(試験を実施せず) 桁下空間高さ5.0mに進入可能を確認  実施年 2023年 <DJI MATRICE 350 RTK> 桁間は対象外(試験を実施せず) 桁下空間高さ5.0mに進入可能を確認	実施年 2022年 風速=4.2m/s  実施年 2023年 風速=2.6m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【飛行型】 ・最大距離=8km	カタログ値 障害物や電波干渉がない場合
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年2023年 <DJI MATRICE 350 RTK> ・50m	風速 2.6m/s
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	・ホバリング精度 垂直:±0.1 m(ビジョンシステム有効時) ±0.5 m(GPS有効時) ±0.1 m(RTK有効時) 水平:±0.3 m(ビジョンシステム有効時) ±1.5 m(GPS有効時) ±0.1 m(RTK有効時)	カタログ値 ビジョンシステム動作条件として、「模様が明瞭で、十分な照度条件下(> 15 lux)」な制御対象があること
	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
4-1 計測速度(撮影速度)	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 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ 撮影速度=14.5/274=0.053m/sec 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ 撮影速度=12.22/336=0.036m <sup>2</sup> /sec		実施年 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ 風速:0.0~4.2m/s 飛行距離:14.5m 撮影時間:4分34秒(=274秒) ※撮影時(シャッターを下ろす)際は静止 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ 風速:3.3 m/s 撮影面積:12.22 m <sup>2</sup> 撮影時間:5分36秒(=336秒)
4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※		有	
	性能値	【独自試験結果】 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ 最小ひびわれ幅=0.1mm 計測精度 ひびわれ幅=0.1mm、計測精度=0.00mm ひびわれ幅=0.2mm、計測精度=0.00mm		-
	標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ 計測精度 ひびわれ幅:0.05mm、計測精度:0.06mm ひびわれ幅:0.1mm、計測精度:0.05mm ひびわれ幅:0.2mm、計測精度:0.03mm ひびわれ幅:0.3mm、計測精度:0.07mm ひびわれ幅:1.0mm、計測精度:0.38mm 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ 最小ひびわれ幅:0.1mm ひびわれ幅:0.05mm、計測精度:- ひびわれ幅:0.1mm、計測精度:0.06mm ひびわれ幅:0.2mm、計測精度:0.03mm ひびわれ幅:0.3mm、計測精度:0.03mm ひびわれ幅:1.0mm、計測精度:0.36mm		実施年 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ 被写体距離:3.5m 照度:9.81~72.3 kLux 風速:0.0~4.2m/s 気温:12.0~12.9℃ 焦点距離:50mm 撮影モード:フルオート 画像Pixel数:8192x5460 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ 被写体距離:2.6 m 照度:2.14~3.61 kLux 風速:0.0~4.0 m/s 気温:3.9℃ 焦点距離:24 mm シャッター速度:オート 絞り:オート ISO値:オート フォーカス:オートフォーカス 画像Pixel数:8192x5460
計測装置 4-3 オルソ画像精度	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 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ 精度:100.02% 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ 精度:99.9%		実施年 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ 真値:5.590m 測定値:5.591m 被写体距離:3.5m 照度:10.3~76.0 kLux 風速:0.1~4.5m/s 気温:11.3℃ 焦点距離:50mm 撮影モード:フルオート 画像Pixel数:8192x5460 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ 真値:3.761 m 計測値:3.757 m 被写体距離:2.6 m 照度:3.64~4.64 kLux 風速:0.0~3.1 m/s
4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※		有	
	性能値	未検証		-
		2-1-251		
				実施年 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ

位置精度	標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ 絶対誤差:( $\Delta x, \Delta y$ ) = (0.002m, 0.003m) 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ 絶対誤差:( $\Delta x, \Delta y$ ) = (0.000m, 0.001m)	真値:(x, y) = (-5.077m, -2.340m) 計測値:(x, y) = (-5.079m, -2.337m) 被写体距離:3.5m 照度:10.3~76.0 kLux 風速:0.1~4.5m/s 気温:11.3℃ 焦点距離:50mm 撮影モード:フルオート 画像Pixel数:8192x5460 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ 真値:(x, y) = (-3.376, -1.651) m 計測値:(x, y) = (-3.376, -1.650) m 被写体距離:2.6 m 照度:3.64~4.64 kLux 風速:0.0~3.1 m/s
	性能確認シートの有無 ※	有	
4-4 色識別性能	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ フルカラーチャート識別可能 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ フルカラーチャート識別可能	実施年 2022年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 50mmレンズ 被写体距離=3.5m 照度=13.5~74.3 kLux 実施年 2024年 ・カメラ名称:ZENMUSE P1 24mmレンズ 被写体距離:2.6 m 照度:3.64~9.83 kLux 風速:0.0~5.0 m/s

※「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		変状の検出は、以下に示す手順で行う。 ①SfM・MVS技術により3次元モデルを構築する。(自動) ②構築した3次元モデルを基準にして画像を正射変換(オルソ化)し、画像中央部の精度の良い領域をつなぎ合わせたオルソモザイク画像を作成する。(自動) ③オルソモザイク画像を市販AIひびわれ推定サービスにインプットし、ひびわれの推定および幅計測を行う。(自動) なお、「機械等によるひびわれ図の生成に関する参考資料(案) 令和4年3月」に基づき、ひびわれの推定結果および幅計測結果への加工は原則行わないが、要望があれば、人の画像目視により照査を行う。 ④ひびわれの推定結果および幅計測結果をDXF形式で出力する。(手動) ⑤CADソフトでひびわれの起終点を指定し、その直線長さをひびわれの長さとする。(手動) ⑥ひびわれ以外の変状については、人の画像目視により検出および計測を行う。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	-		
	検出可能な変状	-		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	-	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	-	
		ひびわれ以外	-	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-	
		変状の描画方法	-	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	-	
		ファイル容量	-	
		カラー／白黒画像	-	
画素分解能		-		
その他留意事項		-		
出力ファイル形式	-			
調書作成支援の手順		-		
調書作成支援の適用条件		-		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		-		

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	橋脚道路幅員による直接的な適用の制限はない。	道路幅員が広い場合は、被写体照度の低下、特に橋脚(柱)上端部の被写体照度低下に注意が必要。
	桁下条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・桁下高<math>\geq 3.0\text{m}</math>であることが望ましい。</li> <li>・桁下は陸上でも水上でも適用可能。</li> <li>・飛行空間に飛行に支障を与える草木の繁茂がない。</li> <li>・橋脚周辺5mの範囲の飛行空間確保が必要。</li> <li>・飛行撮影に必要な明るさがあること(目安1,000lux以上)</li> </ul>	水上での適用に際しては、操縦者の立ち位置の自由度が低いため、操縦者と機体の見とおしの確保に注意が必要。
	周辺条件	<p>以下に示す場合は、不測の事態を考慮して、当該場所の付近への影響を予め現地で確認・評価し、補助者の増員等を検討して適用の可否を判断する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第三者の往来が多い場所や学校、病院等の不特定多数の人が集まる場所が周辺にある場合。</li> <li>・高速道路、交通量が多い一般道、鉄道が周辺にある場合</li> <li>・高圧線、変電所、電波塔及び無線施設等の施設が周辺にある場合。</li> <li>・30m以内に人又は物件がある場合。</li> </ul>	-
	安全面への配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無人航空機の関連法案を遵守する。</li> <li>・第三者の上空では飛行させない。</li> </ul>	-
	無線等使用における混線等対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・送信機に表示される送信機と機体の通信状況を常時監視し、通信状況が不安定な場合は飛行を中断する。</li> </ul>	-
	道路規制条件	<p>以下に示す条件下では、当該場所付近への影響を予め現地で確認および評価を行い、交通規制の有無を検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・人又は物件から30m以上の距離を確保できる離着陸場所を確保できない場合</li> <li>・第三者の立入管理措置が困難な場合</li> </ul>	-
	その他	-	-

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)
調査技術者の技量	・ドローンの操縦時間が10時間以上の飛行実績が望ましい。 ・システムを運用する際は関連法令を遵守すること。	・システム運用の場合は初回導入講習の受講が必要。
必要構成人員数	基本構成人員数 ・操縦者1名 ・補助者兼精度管理者1名	・現場条件を踏まえて、適切な人数の補助者を配置する。
操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・ドローンの操縦時間が10時間以上の飛行実績が望ましい。 ・システムを運用する際は関連法令を遵守すること。	・システム運用の場合は初回導入講習の受講が必要。
作業ヤード・操作場所	・機体の離着陸地点は3m×3mの平坦な場所が望ましい。 ・操縦者は機体の挙動が把握できる位置で安全かつ安定して立てることが望ましい。	・補助者を配置する場合は、補助者が飛行経路全体を見渡せる場所に安定して立てること。
作業条件・運用条件	<p>点検費用</p> <p>&lt;橋梁条件&gt; ・点検対象部位・部材 上部構造(主桁)※、コンクリート製の箱桁および中空床版 下部構造(橋脚・橋台)※RC製の橋脚およびこれに準じる部材</p> <p>・検出項目 ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/補修・補強材の損傷/うき/定着部の異常/変色/劣化/漏水・滞水/異常なたわみ/変形・欠損</p> <p>&lt;費用&gt; ・作業内容 飛行撮影、画像解析</p> <p>・成果物 ①ひびわれ図(※1)作成までの場合 ひびわれ図、精度管理結果報告書 ②損傷図画(※2)作成までの場合 損傷図画、損傷写真、精度管理結果報告書</p> <p>・作業効率 作業時間7時間で1日1500㎡程度(※3)</p> <p>・費用 費用には交通費・宿泊費・その他経費を含む ①ひびわれ図作成までの場合 1500㎡の場合:300,000円～(㎡単価:200円～) ②損傷図画作成までの場合 1500㎡の場合:450,000円～(㎡単価:300円～)</p>	<p>(※1):ひびわれ図とは、AI検出システムを用いて近接目視と同等の0.05mm以上のひびわれを抽出したCAD図。 (※2):損傷図画とは、近接目視点検の野帳に相当するCAD図。 (※3):作業効率は現場状況により増減有り。</p>
	<p>保険の有無、保障範囲、費用</p>	・ドローン運用者が適切な損害保険に加入する。
自動制御の有無	・有(自動飛行撮影アプリによる非GNSS環境下での自動飛行撮影)	-
利用形態:リース等の入手性	・橋梁点検システムのアプリケーション購入 ・橋梁点検業務委託	下記からお問い合わせください。  お問い合わせ先 株式会社FLIGHTS HP : <a href="https://drone-infrastructure.com/">https://drone-infrastructure.com/</a> mail : <a href="mailto:infra@droneagent.jp">infra@droneagent.jp</a>
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。	下記からお問い合わせください。  お問い合わせ先 株式会社FLIGHTS HP : <a href="https://drone-infrastructure.com/">https://drone-infrastructure.com/</a> mail : <a href="mailto:infra@droneagent.jp">infra@droneagent.jp</a>
センシングデバイスの点検	・サポート体制あり。	下記からお問い合わせください。  お問い合わせ先 株式会社FLIGHTS HP : <a href="https://drone-infrastructure.com/">https://drone-infrastructure.com/</a> mail : <a href="mailto:infra@droneagent.jp">infra@droneagent.jp</a>
その他	河川流路上を飛行する際には、下部ビジョンセンサーをOFFにすること。	「政府機関等における無人航空機の調達等に関する方針について」に則っていることを確認済。

## 7. 図面

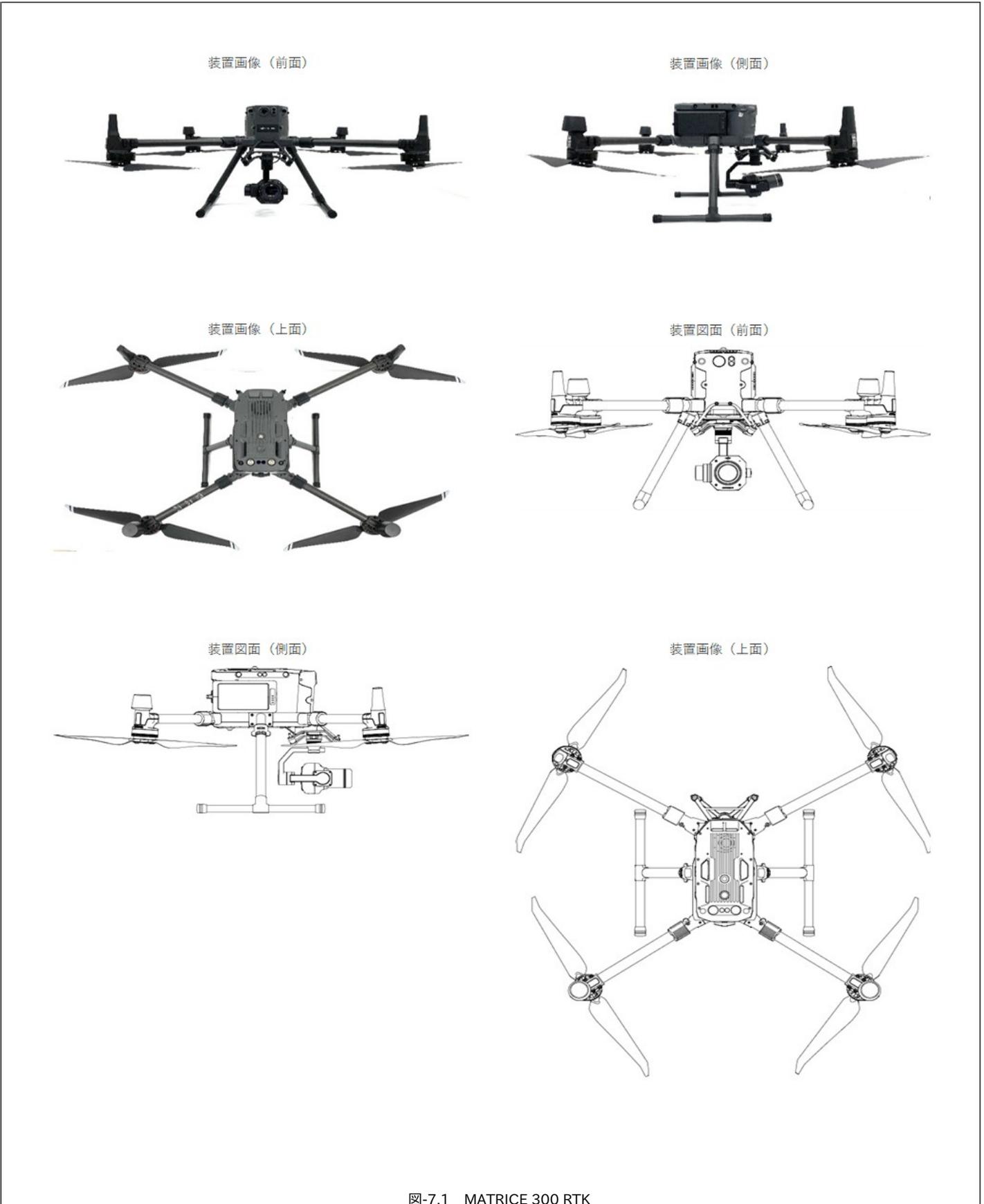


図-7.1 MATRICE 300 RTK

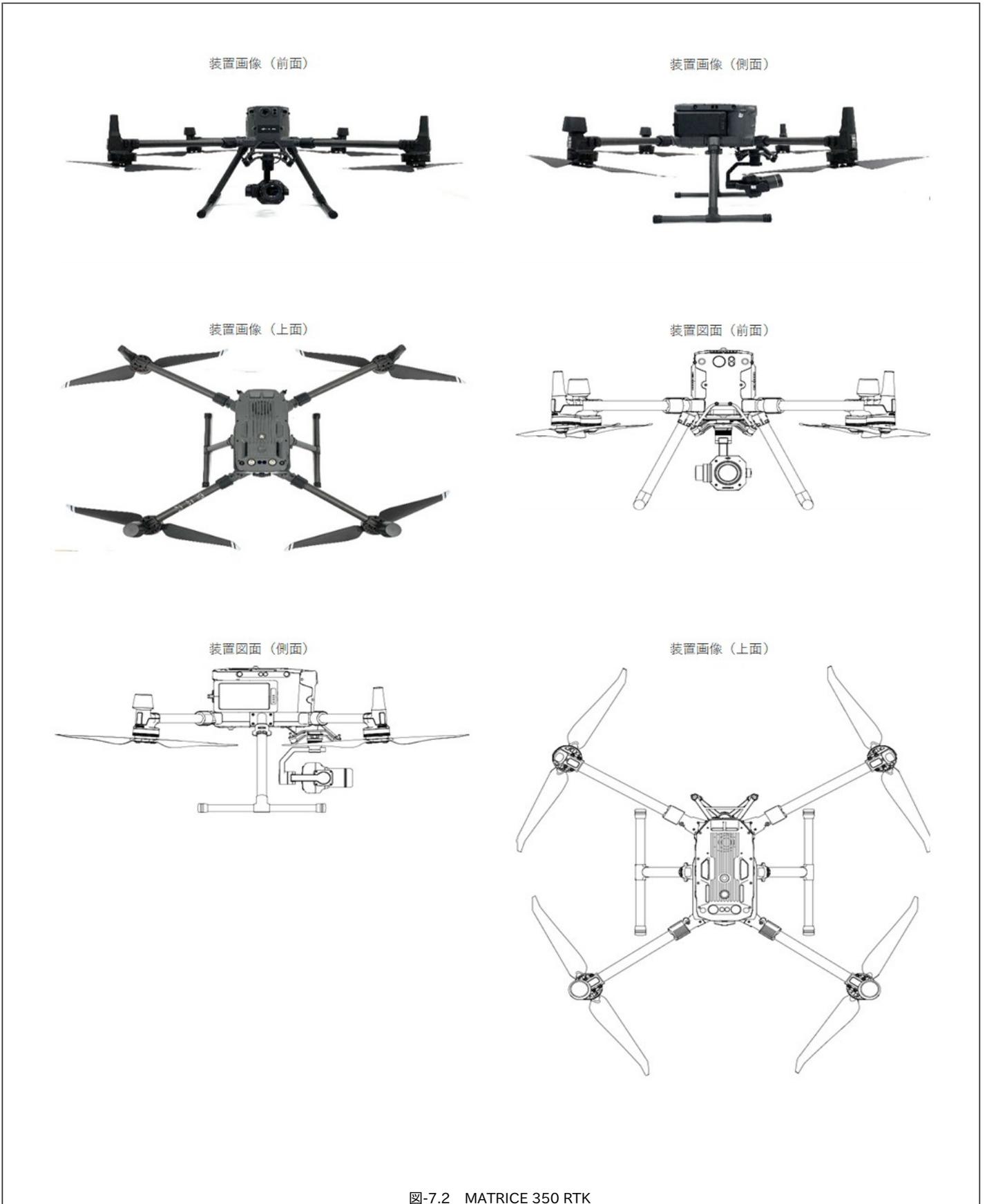


図-7.2 MATRICE 350 RTK



図-7.3 飛行撮影現場

### 1. 基本事項

技術番号	BR010029-V0425		
技術名	非GNSS環境型UAVを用いた橋梁点検支援システム		
技術バージョン	Ver2.01	作成:	2025年3月
開発者	株式会社IHI検査計測 株式会社IHI		
連絡先等	TEL: 03-6404-6033 03-6204-7315	E-mail: ozaki9672@ihi-g.com shionaga4803@ihi-g.com	株式会社IHI検査計測 営業統括部 尾崎 優季 株式会社IHI 社会基盤事業領域 事業推進部 塩永 亮介
現有台数・基地	Skydio 2:1台 Skydio X2:1台	基地	Skydio 2, X2 :横浜市金沢区((株)IHI検査計測内)
技術概要	橋梁の点検業務において、非GNSS環境型のUAVである「Skydio 2/X2」を用いて、点検に必要な画像を取得する技術。「Skydio 2/X2」の特徴としては、小型機体をもつ衝突回避機能によって狭い空間へも進入し、近接画像を取得することができる。また点検対象がコンクリートの場合は、取得した画像をAIによるひびわれ自動検出システム「i-Crack+」を用いて、点検調書の作成に必要なひびわれ損傷図を出力する。		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	対象部位	上部構造(主桁,主桁ゲルバー部,横桁,縦桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 支承部(沓座モルタル,台座コンクリート) 路上(防護柵,地覆) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他) H形鋼桁橋(上部構造(主桁),床版) RC床版橋(上部構造(主桁))	
	損傷の種類	鋼	①腐食 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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ
		その他	
共通			
検出原理	画像(静止画/動画)		

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置:ドローン(Skydio 2,X2)</li> <li>・計測装置:デジタルカメラ(SONY 12Mカメラモジュール)</li> <li>・データ収集、通信: micro SDカード</li> </ul>	
移動装置	機体名称	Skydio 2 Skydio X2	
	移動原理	【飛行型】 4枚のプロペラを有するドローンで、上下6つのカメラにより認識した情報をもとに対象物および周辺環境を自動認識できる。手動飛行および自動飛行では障害物を回避する機能があり、自動飛行中は対象物との距離を一定に保ちながら飛行する。	
	運動制御機構	通信	周波数:2.4GHz帯 出力:10mW/MHz
		測位	Visual-SLAM GNSS
		自律機能	有:機体にある上下6つのカメラ画像からVisual-SLAMによる自律飛行が可能
		衝突回避機能(飛行型のみ)	有
	外形寸法・重量	「Skydio 2」:一体構造 ・最大外径寸法(L430mm×W350mm×H74mm)※プロペラ展開時 ・最大重量(775g) 「Skydio X2」:一体構造 ・最大外径寸法(L663m×W569mm×H211mm)※プロペラ展開時 ・最大重量(1325g)	
	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:バッテリーにより供給 「Skydio 2」 定格容量:11.4V、4280mAh 「Skydio X2」 定格容量:11.4V、8200mAh	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	「Skydio 2」 最大23分 「Skydio X2」 最大35分		
計測装置	設置方法	移動装置と一体構造	
	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	「Skydio 2」 ・SONY製 IMX577 ・センサーサイズ(1/2.3インチ)、ピクセル数(4056 x 3040)、焦点距離(20mm ※35mm換算) 「Skydio X2」 ・SONY製 IMX577 ・センサーサイズ(1/2.3インチ)、ピクセル数(4056 x 3040)、焦点距離(41mm ※35mm換算)
		パン・チルト機構	鉛直:-110°~90°
		角度記録・制御機構 機能	ジンバルにて上記チルトの制御可能
		測位機構	(機体の測位機能を反映)
	耐久性	防水防塵性能:無し	
	動力	移動装置のバッテリーより供給	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約8時間	
データ収集・通信装置	設置方法	記録メディア(microSDカード)を機体のスロットに設置。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	計測中は、記録メディア(microSDカード)に保存。 計測後は、記録メディアを機体から取り出し、パソコンの内部ストレージ等へ移動・記録。	
	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	-	
	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 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2023年 【飛行型】 「Skydio 2」変化量:0cm 「Skydio X2」変化量:0cm	
		標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2023年 「Skydio 2」 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:15cm(13cm) 鉛直方向 最大移動量:30cm(12cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:25cm(31cm) 鉛直方向 最大移動量:43cm(22cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:35cm(40cm) 鉛直方向 最大移動量:45cm(15cm)  「Skydio X2」 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:16cm(16cm) 鉛直方向 最大移動量:2cm(2cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:34cm(39cm) 鉛直方向 最大移動量:4cm(3cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:55cm(74cm) 鉛直方向 最大移動量:7cm(11cm)	「Skydio 2」 ・構造物までの距離:0.5m ・風速:2.1m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間 「Skydio X2」 ・構造物までの距離:2.0m ・風速:4.6m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
3-2 進入可能性能	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 桁間に進入する場合(2019) 実施年 2023年 【飛行型】 「Skydio 2」 桁間に進入 (8.4m×2.8m×2.8m) 「Skydio X2」 桁間に進入しない(桁下空間: 高さ5.0m)	「Skydio 2」 風速:3.0m/s 8.4m×2.8m×2.8m(平面寸法C) 「Skydio X2」 風速:4.6m/s 桁下空間:高さ5mまで進入可能
3-3 可動範囲	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 飛行体(ドローン)(2022) 実施年 2023年 「Skydio 2」 飛行距離 50m 「Skydio X2」 飛行距離 50m	
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	未検証	-

※「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
4-1 計測速度(撮影速度)		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 2023年 「Skydio 2」 ・撮影速度:0.024 m <sup>2</sup> /sec 「Skydio X2」 ・撮影速度:0.018 m <sup>2</sup> /sec		「Skydio 2」 ・風速:4.1 m/s ・撮影面積:16.5 m <sup>2</sup> ・撮影時間:678 sec 「Skydio X2」 ・風速:4.6 m/s ・撮影面積:16.5 m <sup>2</sup> ・撮影時間:934 sec
4-2 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 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2023年 「Skydio 2」 ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.08mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.41mm 「Skydio X2」 ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.22mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.17mm		「Skydio 2」 ・被写体距離:0.9 m ・照度:9.24~66.6 kLux ・風速:2.0~5.1 m/s ・気温:17.6~19.3 °C ・焦点距離:20 mm ・シャッター速度:1/2265 秒 ・絞り:f2.8 ・ISO値:101 ・フォーカス:オート ・画像Pixel数:4056×3040 「Skydio X2」 ・被写体距離:0.9 m ・照度:9.47~72.0 kLux ・風速:1.8~5.2 m/s ・気温:18.3~21.5 °C ・焦点距離:41 mm ・シャッター速度:1/1542 秒 ・絞り:f2.8 ・ISO値:101 ・フォーカス:オート ・画像Pixel数:4056×3040
計測装置 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 2023年 「Skydio 2」 ・相対誤差:0.7% 「Skydio X2」 ・相対誤差:0.2%	
位置精		性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	未検証	-
		2-1-262 標準試験方法(2019) 実施年 2023年		「Skydio 2」 ・真値:(x, y) = (-4.568, -1.370) m ・計測値:(x, y) = (-4.565, -1.489) m ・被写体距離:4.4 m ・照度:7.10~65.9 kLux

4-4 色識別性能	標準試験値	「Skydio 2」 ・絶対誤差: $(\Delta x, \Delta y) = (0.003, 0.119)$ m 「Skydio X2」 ・絶対誤差: $(\Delta x, \Delta y) = (0.013, 0.016)$ m	・風速: 1.5~4.6 m/s  「Skydio X2」 ・真値: $(x, y) = (-4.568, -1.370)$ m ・計測値: $(x, y) = (-4.555, -1.386)$ m  ・被写体距離: 3.3 m ・照度: 10.5~31.9 kLux ・風速: 2.1~5.1 m/s
	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 2023年 「Skydio 2」 ・フルカラーチャート識別可能 「Skydio X2」 ・フルカラーチャート識別可能	「Skydio 2」 ・被写体距離: 0.9 m ・照度: 10.3~67.0 kLux ・風速: 2.0~5.0 m/s  「Skydio X2」 ・被写体距離: 0.9 m ・照度: 10.6~75.4 kLux ・風速: 2.8~4.6 m/s	

※「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撮影した画像を所定の範囲ごとにオルソ化してパノラマ合成を行う。 ②撮影画像単体もしくは①でパノラマ化した合成画像を、AIひびわれ自動検出システムにかけ、ひびわれを検出する。 ③抽出したひびわれは図化 (DXF形式) やIDごとのひびわれ長さ/幅のリスト (XLS) で出力される。		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・「i-Crack+ ver.1.05」(自社開発ソフト) (AIにより最小ひびわれ幅0.1mmのひびわれを自動的に検出するソフトウェア)		
	検出可能な変状	ひびわれ(幅および長さ)		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	①検出原理:ひびわれをセグメンテーションして出力する検出器に、ひびわれ形状を指示してトレーニングする方法を採用した機械学習 (統計的パターン認識アプローチ) ②機械学習法:多層畳み込み層およびプーリング層を有するニューラルネットワーク ③教師データ:道路橋上部工, 下部工, トンネル内壁, 貯蔵庫等を主としたコンクリート表面の撮影画像について、ひびわれをトレースした教師データ 約700枚 ④画像(写真)の撮影条件・仕様: 1)カメラ:デジタル一眼レフ推奨 2)解像度0.3mm/pix(最小ひびわれ幅0.1mmとした場合) 3)ラップ率:縦/横 50%以上 4)ISO感度:1600以下 5)画質フォーマット:JPEG ※本ソフトのAIひびわれ検出技術には「C2finder」を使用している。「C2finder」は、テクノハイウェイ株式会社の登録商標です。	
	ひびわれ幅および長さの計測方法	ひびわれ幅以外	・ひびわれ幅/長さ:基準長として、処理画像の横幅を実寸で入力し、1画素(pixel)あたりの実寸をソフトに認識させる。ひびわれとして自動検出された箇所の画素(pixel)を乗じることで、ひびわれ幅/長さを算出する。 人が画像を確認して、変状をトレース	
	画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	変状の描画方法	・ひびわれの検出精度:80%以上(点検技術者による結果に対して) ・検出精度の評価方法:MAP (Mean Average Precision) 検出結果に、誤りが含まれていない割合 (Recall) と、正解のうちどれだけ検出できたかの割合 (Precision) の2指標から軸から、結果を集計し平均を算出したもの。既往の精度検証評価ではMAP82.4%を確認 ・ひびわれ:ポリライン	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG形式, PNG形式	
		ファイル容量	100MB以下	
		カラー/白黒画像	カラー 白黒画像	
		画素分解能	ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.3mm/Pixel以下であることが必要	
		その他留意事項	画像の照度が足りないと、所定の検出精度をえられないことがある	
出力ファイル形式	JPEG(ひびわれ検出結果)/DXF(ひびわれ線図)/PNG(ひびわれ強調図)/XSL(ひびわれ数量表)			
調書作成支援の手順	-			
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)画像の解像度は、 最小ひびわれ幅0.2mmの損傷図を作成する場合:0.6mm/pix以下となるよう撮影(コンクリート部位) 最小ひびわれ幅0.1mmの損傷図を作成する場合:0.3mm/pix以下となるよう撮影(床版ひびわれ)			
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	指定なし(汎用ソフトで対応可)			

## 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	制限なし	-
	桁下条件	桁下高さ2.0m以上	-
	周辺条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飛行経路から半径1.0m程度に障害物がないこと</li> <li>・UAVの通信を妨害する無線装置やアンテナがないこと</li> <li>・水面から点検対象箇所までの距離4.0m以上確保できること</li> <li>・夜間や暗所でないこと</li> </ul>	-
	安全面への配慮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飛行中は操縦者および補助者による監視を行い、注意喚起の看板の設置</li> <li>・作業範囲に併せて逸脱防止用の安全ロープの使用</li> </ul>	-
	無線等使用における混線等対策	機体操縦系は2.4GHz帯、画像伝送には5.8GHz帯の電波を使い分け	-
	道路規制条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・橋面より上を飛行しない場合は、橋梁上の交通規制は必要なし</li> <li>・橋梁下の飛行エリアに道路がある場合は、現場環境に応じて交通規制の検討が必要となる</li> </ul>	-
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気温は-5~40℃の範囲内であること</li> <li>・天候は、雨/霧/雪以外であること</li> <li>・風速5m/s以下であること</li> </ul>	本UAVは、機体の測位に魚眼カメラによるVisual SLAMを適用している。Visual SLAMは周囲の環境(天候、照度、撮影対象など)に左右されやすい特徴があるため、本UAVを使用して点検業務を行う際は、十分に現場調査および飛行テストを行うことが望ましい。

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	国交省指定の講習を受講し、かつ飛行経験10時間以上	自社指定チームでの運用を基本とする
	必要構成人員数	操作員1人, 補助員1人, 合計2名 ※現場責任者が操作員または補助員を兼ねる	現場条件がある場合は現場責任者は兼務をせず, 必要構成人員は3名とする
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	国交省指定の講習を受講し、かつ飛行経験10時間以上	自社指定チームでの運用を基本とする
	作業ヤード・操作場所	・作業ヤード : 9m <sup>2</sup> (3m×3m) ・離発着エリア : 9m <sup>2</sup> (3m×3m)	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 15m 全幅員 10m 部位・部材 [床版, 橋脚] 活用範囲 [1000]m <sup>2</sup> 検出項目 [ひびわれ] 【UAV撮影】 点検業務: 40万円(2人/チーム, 1日作業) 機械経費: 16万円(ドローン機体費用, 1日作業) ※移動費, 誘導員費, 諸経費等は含まない 【ひびわれ検出】 解析業務: 65万円(含, AIシステム使用料) ※点検調書(記録様式)作成は含まない	但し, 現地条件や要求仕様によって異なる
	保険の有無、保障範囲、費用	対人・対物補償保険有	-
	自動制御の有無	自律制御有	-
	利用形態:リース等の入手性	業務受託	自社が点検業務を請け負い, 自社指定チームで運用し, 損傷図と損傷写真を納品物とする
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	自社サポート有	-
	センシングデバイスの点検	飛行100時間毎に定期点検を行う	-
その他	-	-	

## 7. 図面



図1 Skydio 2の外観



図2 Skydio X2の外観



図3 Skydio 2による点検状況

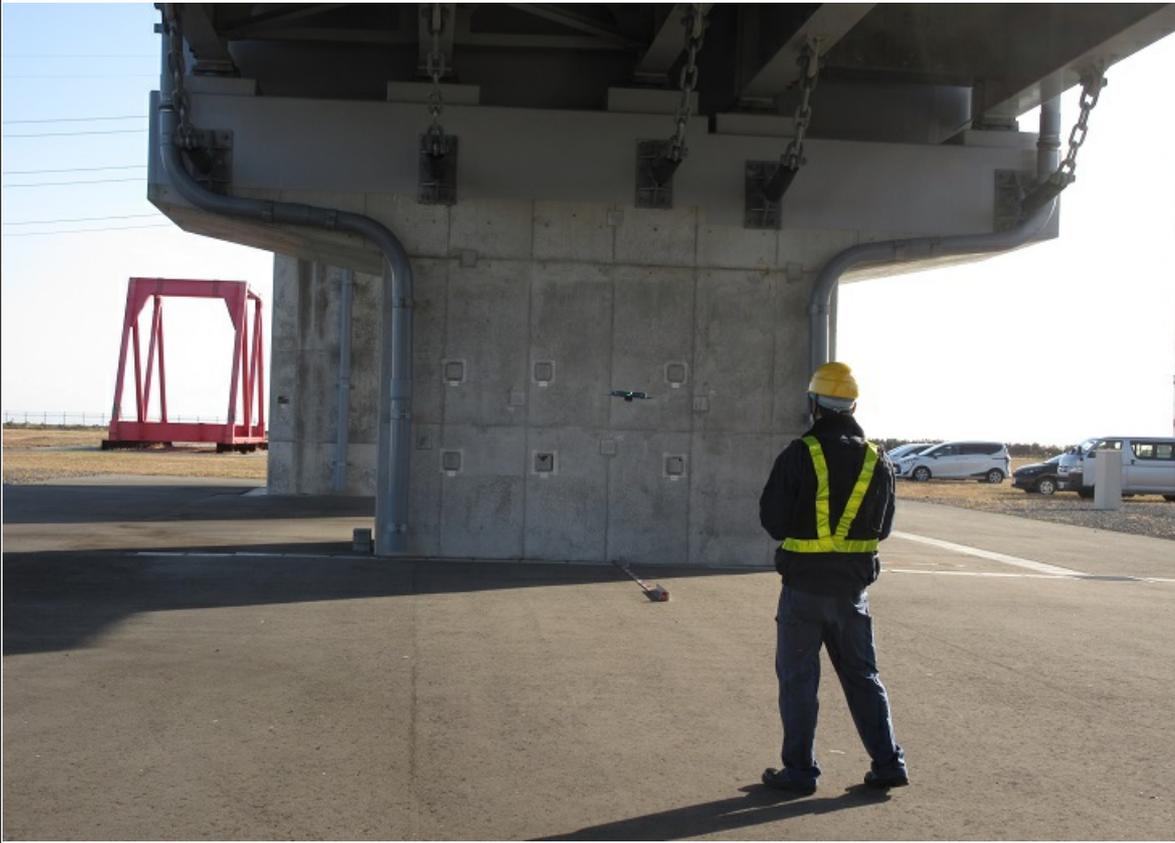


図4 パイロットによる操縦状況



図5 AIひびわれ自動検出システム(i-Crack+)

## 1. 基本事項

技術番号	BR010030-V0425			
技術名	球体ガードと360°カメラを搭載したドローンによる橋梁の点検			
技術バージョン	バージョン1	作成:	2025年3月	
開発者	(株)エイテック			
連絡先等	TEL: 06-4869-3365	E-mail: kimura-mt@kk-atec.jp	空間情報調査部 木村光晴	
現有台数・基地	1台	基地	兵庫県尼崎市	
技術概要	球体ガードと360°カメラを搭載したドローンで、橋梁狭隙部を近接飛行・撮影し、損傷状況を把握する技術。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 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,その他)		
	損傷の種類	鋼	②亀裂 ③ゆるみ・脱落 ④破断	
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑪床版ひびわれ	
		その他		
		共通	⑩漏水・滞水 ⑬変形・欠損	
検出原理	画像(動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン(DJIファントム4Pro)</li> <li>・球体ドローンガード(PAUI社製)</li> <li>・360°カメラ(Insta360onex)</li> </ul>		
移動装置	機体名称	DJIファントム4Pro		
	移動原理	【飛行型】 ・機体は4枚羽のドローンであり、人が操縦して飛行させる。		
	運動制御機構	通信	周波数2.4Ghz無線	
		測位	-	
		自律機能	-	
		衝突回避機能(飛行型のみ)	球体ガードによりドローン本体は対象物と物理的に接触しない。また、球体ガードは2軸構造になっており、ドローン本体はガード接触時においても水平飛行を維持出来る。	
	外形寸法・重量	球体ガード直径75cm、重量2.5kg		
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-		
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給手法:リチウムイオンバッテリー</li> </ul>		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	最大15分(外気温25℃の場合)			
計測装置	設置方法	ドローンに直接ナットでマウント固定		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	高さ120mm×幅20mm×厚み30mm、重さ115gの360°カメラ		
	センシングデバイス	カメラ	360°カメラ 5.7k動画	
		パン・チルト機構	全球360°を一度に撮影	
		角度記録・制御機構 機能	水平360°、鉛直360°	
		測位機構	-	
	耐久性	-		
	動力	カメラ内臓バッテリーにより駆動		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	15分			
データ収集・通信装置	設置方法	カメラに記録メディア(マイクロSD)を差し込む		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	マイクロSD記録メディア 7mm×5mm		
	データ収集・記録機能	・記録メディア マイクロSD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	-		
	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 ※	有	
	性能値	・変位置:0cm	・構造物(主桁)までの距離:1m ・風速:0.5m/s ・ホバリング:15秒間、水平移動無し
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2021年 ・変位置:0cm  標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2023年 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:175cm(-)※ 鉛直方向 最大移動量:21cm(-)※ ※機体が不安定なため、飛行を中止	・構造物(主桁)までの距離:1m ・風速:0.7m/s ・ホバリング:15秒間、水平移動無し
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	【飛行型】 ・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ(750、750、750)mm	・平均風速3m/s(最大風速5m/s)の自然風
	標準試験値	未検証	・風速3.7m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	【飛行型】 最大距離:40m	操縦者の目視範囲
	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 ※	有		
		性能値	・撮影速度:0.50m/s	・撮影速度:0.5m/s未満 ・撮影距離:0.5m未満 ・日中、雨天以外 ・平均風速:3m/s未満の自然風 ・照度:500lx以上	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2021年 ・撮影速度:0.17m/s	・風速1.3~2.7 m/s	
	4-2 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 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2021年 ・最小ひびわれ幅:-  ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.64mm	・風速1.3~2.7 m/s ・照度7.7~65.6 klx	
	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 2021年 ・相対誤差:1.76%	・真値:5.056m ・測定値:4.967m  ・風速:3.7m/s ・照度:8100~27000lx
		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 2021年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.065, 0.068) (m)	・真値(x, y)=(-4.456, -2.389) (m) ・測定値(x, y)=(-4.391, -2.321) (m)  ・風速:3.7m/s ・照度:8100~27000lx
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 2021年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:8100~27000lx		

※「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視点を任意に変更できる360°動画を専用のビューアソフトで再生 ②ソフト画面上で、動画を視ながら人がくまなく探索し、変状を検出する。 ③変状があった場合、ソフト画面を固定し、大きさが判断できる対象物を参考に、電子クラックスケールを表示する。 ④電子クラックスケールと変状を比較し、変状の規模、ひびわれの幅等を判読する。 長さは、電子クラックスケールに付随した物差し部分で計測する。 ⑤抽出した変状は損傷図として手動でCAD図へ転記する。 (変状は、橋梁に関する知識及び技能を有する者が目視で確認できるものを抽出する。)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	360MViewer(自社開発ソフト)		
	検出可能な変状	手動で以下の変状を検出 亀裂／脱落／破断／ひびわれ／床版ひびわれ／変形・欠損／漏水・滞水		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	視点を任意に変更できる360°動画を視ながら人がくまなく探索し、ひびわれを検出する。	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	ソフト画面を固定し、大きさが判断できる対象物を参考に、電子クラックスケールを表示後、人が手動で判読する。	
		ひびわれ以外	視点を任意に変更できる360°動画上を人がくまなく探索し、変状を検出する。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	変状は、橋梁に関する知識及び技能を有する者が目視で確認することで、±10cmの精度で処理を行う。	
		変状の描画方法	抽出した変状は損傷図として手動でCAD図へ転記する。	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	mp4	
		ファイル容量	15分10G	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		1画素当たり、0.1mm		
その他留意事項		-		
出力ファイル形式	DWG			
調書作成支援の手順	-			
調書作成支援の適用条件	-			
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	-			

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	・桁下高1m~40mまで可能 ・桁下に操縦者が進入でき、ドローンを直接目視可能で、撮影者とドローンとの距離は40m以内。	-
	周辺条件	・飛行経路から3m程度内に樹木や架線など飛行を阻害する恐れ の障害物がないこと ・ドローンの通信を妨害する電磁波を発する無線装置やアンテナ がないこと。	-
	安全面への配慮	・自社指定チームにて運用(5年以上のドローン飛行経験者チ ーム) ・球体ガードで接触による墜落を防止。	-
	無線等使用における混線 等対策	・使用する周波数を変動させながら飛行している。	-
	道路規制条件	橋面より上空を飛行しない場合は、道路面の規制は特に必要な い。	-
	その他	・日中に撮影する必要がある。 ・平均風速3m/s未満の自然風	-

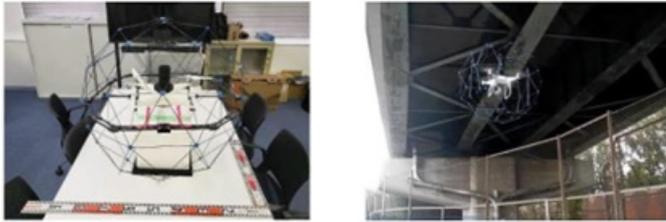
6. 留意事項(その2)

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	自社指定チームにて運用(5年以上のドローン飛行経験者チーム)	-
	必要構成人員数	操縦者1名、補助者2名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	自社指定チームにて運用	-
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲:操縦離発着半径3m以上	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [鋼橋] 橋長 200m 全幅員 12m 部位・部材[上部工] 活用範囲 [3000]m <sup>2</sup> 検出項目 [亀裂/脱落/破断/ひびわれ/床版ひびわれ/変形・欠損/漏水・滞水] <費用> 合計 1,400,000円(経費含む)	橋梁毎に、点検撮影仕様、点検撮影部位に基づき個別に費用見積もりします。
	保険の有無、保障範囲、費用	有。自社業務中の事故によって第三者に与えた賠償責任。 対人賠償1億円、対物賠償5億円	-
	自動制御の有無	なし	-
	利用形態:リース等の入手性	業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	不具合発生時は、自社にて対応する	-
	センシングデバイスの点検	自社で定期的を実施	-
その他	-	-	

7. 図面

説明図面及び写真

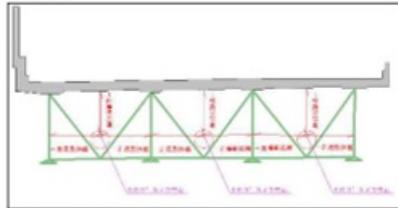
<ドローン機体>



機体諸元

サイズ	750mm球体	重量	2.5kg	耐風性能	5m/s	飛行時間	15分
360°カメラ	Insta360onex	対象物までの最大接近距離	0.50m				
球体ガード	PAUJ社製 2軸構造で外側ガードの衝突影響を本体はほぼ受けない。						

<ドローン飛行イメージ図>

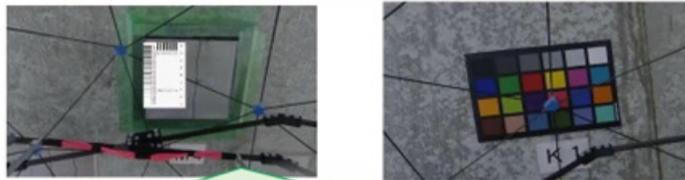


球体ガードの2軸構造により、構造物接触においても、本体は水平飛行を維持

<360° 画像イメージ図>



360° カメラ動画撮影により、撮影後に任意の方向の確認が可能



専用ビューアで、電子クラックスケールを表示し、損傷規模を確認

サンプル動画: <https://www.youtube.com/watch?v=FjxJR2S2Q8&feature=youtu.be>

# 1. 基本事項

技術番号	BR010031-V0425			
技術名	無人艇による河川橋の点検技術			
技術バージョン	2.0	作成:	2025年3月	
開発者	夢想科学株式会社 国立大学法人 長崎大学 株式会社 DO IT			
連絡先等	TEL: 097-574-5428	E-mail:	izumi@anaheim-laboratory.com 泉 保則	
現有台数・基地	3台	基地	大分市花津留2丁目19-8	
技術概要	水上型ドローン(KENBOT-ASV1号機)で、桁下4~7m程度を有する河川橋の床版点検を行う技術である。 溝橋に対しては、KENBOT-ASV2号機、3号機を点検対象の大きさに応じて使用する。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁)		
	損傷の種類	鋼		
		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	⑲変色・劣化 ⑳漏水・滞水	
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置: 水上ドローン</li> <li>・計測装置: デジタルカメラ(静止画)、アクションカメラ(動画)、360°カメラ(動画)</li> <li>・データ収集: SDカード</li> <li>・</li> </ul>	
移動装置	機体名称	KENBOT_ASV1号機、KENBOT_ASV2号機、KENBOT_ASV3号機	
	移動原理	<p>【水上型ドローン】</p> <p>①KENBOT-ASV1号機、3号機                  双胴船構造の小型無人ボートに6つのスラスト(スクリュー)を配置し、うち4つのメインスラストはひし形方向に配置にすることで全方位への推力を発揮し全方位への移動を可能としている。あとの2つの補助スラストは通常の船舶と同様に後方に平行に配置して、速度が必要な場合の前後移動時に使用する。</p> <p>②KENBOT-ASV2号機                  水深が浅く、狭い水路などでは体上に4基のプロペラを有しており、その水力で移動を行う。無線電波が届かないような環境においては、LiDARを用いた自動航行を行える。</p>	
	運動制御機構	通信	周波数: 2.4Hz帯, 出力: 100mW
		測位	<KENBOT-ASV1号機、3号機> GPS+GNSS
			<KENBOT-ASV2号機> LiDAR
		自律機能	<KENBOT-ASV1号機、3号機> 自律機能有、制御機構への入力GPS-GNSS。 <KENBOT-ASV2号機> LiDARによる自動航行が可能
	衝突回避機能(飛行型のみ)	-	
	外形寸法・重量	<KENBOT-ASV1号機> サイズ: 1400×1100×750mm 重量: 35kg <KENBOT-ASV2号機> サイズ: 850×550×250mm 重量: 11kg <KENBOT-ASV3号機> サイズ: 1400×1100×500mm 重量: 28kg	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源: 電気式</li> <li>・電源供給容量: リチウムポリマーバッテリー</li> <li>・定格容量: 22.2V、17000mA×2~4本</li> </ul>	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・3~4時間(気温15度の場合)		
設置方法	・水上ドローン荷台部にカメラジンバルを設置する。		
計測装置	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サイズ: 450×450×450mm</li> <li>・重量: 3.2kg</li> </ul>	
	カメラ	<KENBOT-ASV1号機> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラ(SONY α 6300)</li> <li>・センサーサイズ(縦16.7mm×横23.4mm)</li> <li>・ピクセル数(縦4000Pixel×横6000Pixel)</li> <li>・焦点距離(16~50mm@APS-C)</li> <li>・ダイナミックレンジ(Dレンジオプティマイザー(オート/レベル設定 &lt;Lv1-5&gt;))、</li> <li>・オートHDR(露出差オート/露出差レベル設定 &lt;1.0-6.0EVの間で1.0EVごと6段階&gt;))</li> <li>・測光補助用LED(30W*2)搭載</li> <li>・外部フラッシュ搭載</li> </ul> <KENBOT-ASV2号機> <ul style="list-style-type: none"> <li>GOPRO11(水上、水中動画撮影)</li> <li>・動画5.3K 30fps</li> <li>・センサーサイズ(1/1.9インチCMOS)</li> <li>・ピクセル数(5599x4927Pixel)</li> <li>・レンズ口径(F2.5)</li> <li>・ダイナミックレンジ(10Bit)</li> <li>・HDR(露出差オート/露出差レベル設定 &lt;1.0-6.0EVの間で1.0EVごと6段階&gt;))</li> </ul> GOPRO MAX(水上360度動画) <ul style="list-style-type: none"> <li>・360度ビデオ(撮影時6K / スティッチ後5.6K)</li> <li>・センサーサイズ(1/2.3 CMOS) 2-1-281</li> <li>・ピクセル数(16.6 MP)</li> </ul> 照明(LED: 水上280W。水中140W)	
	センシングデバイス		

		<p>&lt;KENBOT-ASV3号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラ(SONY α 7RMIII)</li> <li>・センサーサイズ(35.9×24.0mm)</li> <li>・ピクセル数(7952 x 5304 Pixel)</li> <li>・焦点距離(28~135mm)</li> <li>・ダイナミックレンジ(Dレンジ最適化(オート/レベル設定 &lt;Lv1-5&gt;))、</li> <li>・オートHDR(露出差オート/露出差レベル設定 &lt;1.0-6.0EVの間で1.0EVごと6段階&gt;))</li> <li>・測光補助用LED(200W*2)搭載</li> <li>・外部フラッシュ搭載</li> </ul>
	パン・チルト機構	<p>&lt;KENBOT-ASV1号機、3号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・チルト:水平0°~上90°</li> <li>・パン:±180°</li> </ul> <p>&lt;KENBOT-ASV2号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・固定式</li> </ul>
	角度記録・制御機構 機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジンバルにてパン、チルト、ロールのスタビライズ制御</li> <li>・手動操作でパン、チルト操作可能</li> </ul>
	測位機構	<p>&lt;KENBOT-ASV1号機、2号機、3号機&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影座標がEXIFに記録されるが非GPS環境下での使用前提なので使用しない。</li> <li>・撮影後の画像解析(Photoscan)にてカメラの座標(X/Y/Zm)を算出する。</li> </ul>
	耐久性	<p>防塵等級:IP00</p> <p>防水等級:IP00</p>
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置のバッテリーより各ユニットへ供給</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>・カメラ、フラッシュ、LEDはドローンのバッテリーより給電されるため、バッテリー交換の必要はなし。</li> <li>・ただし、水上ドローンのバッテリー交換の際はカメラの電源もOFFとなる。</li> </ul>
データ収集・通信装置	設置方法	計測装置と一体構造
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	一体構造のため、計測装置寸法に含まれる
	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> </ul>
	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	-
	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	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	<KENBOT-ASV1号機> ・最小所要空間寸法:縦、横、高さ( ー、ー、2000)mm  <KENBOT-ASV2号機> ・最小所要空間寸法:縦、横、高さ( ー、1000、450)mm  <KENBOT-ASV3号機> ・最小所要空間寸法:縦、横、高さ( ー、ー、700)mm	<KENBOT-ASV1号機> ・桁下高4~7m ・流速0.1m/s以下  <KENBOT-ASV2号機> ・桁下高0.45~1.5m ・流速0.1m/s以下  <KENBOT-ASV3号機> ・桁下高1.5~10m ・流速0.1m/s以下
	標準試験値	<KENBOT-ASV2号機、3号機> 標準試験方法 水上部(2024) 実施年 2023年 W2.0m×H1.2m ×L1.2m	水深0.3m
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	<KENBOT-ASV1号機、3号機> ・最大距離:500m  <KENBOT-ASV2号機> ・最大距離:3000m(自動航行)	<KENBOT-ASV1号機、3号機> ・500m(マニュアル操作範囲) ・流速流速0.1m/s以下 ・機器を操作するには水深40cm以上が必要  <KENBOT-ASV2号機> ・500m(マニュアル操作範囲) ・流速流速0.2m/s以下 ・機器を操作するには水深5cm以上が必要
	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
4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有		
	性能値	未検証		-
	標準試験値	0.004m2/sec		撮影面積: 0.96m2 撮影時間: 275秒
4-2 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 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2019年 <機種2号機、3号機:①日照部> 最小ひびわれ幅 0.2mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm  <機種2号機、3号機:②日陰部> 最小ひびわれ幅 0.2mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm  <機種2号機、3号機:③暗室> 最小ひびわれ幅 0.3mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.64mm  実施年 2023年 KENBOT-ASV2号機 <GOPRO9> 最小ひびわれ幅 0.2mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.29mm		<機種2号機、3号機> ・撮影速度:0m/s (停止して撮影) ・被写体との距離:3~3.5m ※撮影距離の振れを考慮したマージンを含んだ距離 ・風速:5m/s以下 ・照度:500lx以上  <機種2号機、3号機:①日照部> ・照度:93000lxの時  <機種2号機、3号機:②日陰部> ・照度:1000lxの時  <機種2号機、3号機:③暗室> ・照度:0lxの時  <GOPRO9> 被写体距離: 0.3~0.8m 流速: 0~0.5m/s
計測装置	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 2019年 <KENBOT-ASV1号機> ・相対誤差:0.02%  実施年 2023年 2-1-284 <KENBOT-ASV2号機> ・相対誤差:1.2%		<KENBOT-ASV1号機> ・真値:10.238m ・測定値:10.460m ・照度:5800lxの時 ・風速:0m/s  <KENBOT-ASV2号機> ・真値:0.517m ・測定値:0.523m ・被写体距離: 0.5~1.0m
長さ計測精度				

4-3 オルソ画像精度	位置精度	性能確認シートの有無 ※		有	・流速: 0~0.5m/s
		性能値	未検証		-
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2019年 <KENBOT-ASV1号機> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.010, 0.021) (m)		<KENBOT-ASV1号機> ・真値(x, y)=(-1.843, 10.274) (m) ・測定値(x, y)=(-1.853, 10.295) (m) ・照度: 5800lxの時 ・風速: 0m/s
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 2019年 <KENBOT-ASV1号機> ・フルカラーチャート識別可能		<KENBOT-ASV1号機> ・照度: 93000, 1000, 0lxの時
		実施年 2023年 <KENBOT-ASV2号機> ・絶対誤差(Δx, Δy)=(-0.005, -0.003) (m)		<KENBOT-ASV2号機> ・真値(x, y)=(-0.376, -0.355) (m) ・測定値(x, y)=(-0.381, -0.358) (m) ・被写体距離: 0.5~1.0m ・流速: 0~0.5m/s	

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>1) 自動処理(ひびわれ自動抽出ソフトを使用したAI解析)                  ①撮影した画像を1径間ごとにつなぎ合わせる。つなぎ合わせでは、型枠跡や付属物を参考にする。                  ②ひびわれの自動抽出機能により、ひびわれを抽出する。                  ③抽出したひびわれを目視で確認し、筋状の汚れ等ひびわれ以外の抽出結果を手動で削除する。                  ④ひびわれ幅、長さが自動抽出される。                  ⑤ひびわれ以外の変状については、目視にてソフト画面を確認しながら手動で抽出して描画する。                  ⑥解析後のデータはDXF、合成画像で出力される。</p> <p>2) 手動解析 (MetashapeとCADを使用)                  ①撮影した画像を1部材ごとに振り分け、それらの画像をMetashapeに取り込む。                  ②3Dモデル合成後に点検対象部材の面ごとのオルソ画像を出力し、CADに縮尺を合わせて貼り付け損傷を目測で抽出しトレースする。                  ③損傷ごとに番号を振り、長さをCAD上で計測して追記する。                  ④幅を計測する際は、元画像とクラックスケールの縮尺を合わせて合成して目測で幅を計測し、③の損傷概要に追記する。                  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抽出してトレースする。</p>		
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>1) 画像合成(3Dモデル、オルソ画像):AGISOFT社製「Metashape ver1.8.4」(市販ソフト)                  2) AI解析:富士フィルム社製「ひびみつけ」(市販ソフト)</p>	
	<p>検出可能な変状</p>	<p>ひびわれ (変形、欠損、漏水、遊離石灰、鉄筋露出)</p>	
	<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>ひびわれ</p>	<p>手動によるひびわれ抽出                  ・60%以上のラップ率で撮影された画像より、各部材の面ごとに高密度オルソ画像を生成し、それをCAD上に添付して技術者が人力によりポリライン(連続した折れ線)で描画を行う。</p>
		<p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p>	<p>Photoscanを用いた手動計測                  ・幅:画像上に疑似的なクラックスケールを設置して計測                  ・長さ:起点/終点を人力で指定し、CAD上で直線距離を計測</p>
		<p>ひびわれ以外</p>	<p>・人が画像を確認して、変状を手作業でトレース</p>
		<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>1) 作業員から手の届く範囲にひびわれがある場合                  損傷箇所にクラックスケールを当ててカメラで記録し、自動抽出された損傷と比較して判断。                  2) 作業員から手の届く範囲にひびわれがない場合                  コンパネ目地の寸法(縦/横)を現場で計測しておき、CADに張り付けたオルソ画像から同じ箇所を計測して狂いが生じてないかを確認。</p>
	<p>変状の描画方法</p>	<p>ひびわれもしくはそれ以外の変状は、CAD上で技術者の判断で、画像の上に変状と考えられる範囲を人力によりポリライン(連続した折れ線)で描画する(図化する)</p>	
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p>	<p>JPEG</p>	
	<p>ファイル容量</p>	<p>最大6000×4000ピクセル</p>	
	<p>カラー/白黒画像</p>	<p>カラー</p>	
	<p>画素分解能</p>	<p>・ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.3mm/Pixel以下であることが必要</p>	
	<p>その他留意事項</p>	<p>・ひびわれにチョークが重なっている場合や濡れているは検出が困難                  ・コケや汚れの付着で、目視でも検出できない場合は不可</p>	
<p>出力ファイル形式</p>	<p>【汎用ファイル形式の場合】                  画像:JPEG、オルソ画像:TIF、CAD:DXF、メタデータ:CSV                  【専用ファイル形式の場合】                  3Dモデル:PSX(Photoscan)、OBJ、メタデータ:CSV(カメラ座標)</p>		
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>-</p>		
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>-</p>		
<p>調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名</p>	<p>-</p>		

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	橋脚幅は制限なし。	-
	桁下条件	<KENBOT-ASV1号機> 水面から床版までの高さは4m~7m以内であること。	-
		<KENBOT-ASV2号機> 水面から頂版まで2m以内であること。	-
		<KENBOT-ASV3号機> 頂版、側壁までは3m~10m以内であること。	-
	周辺条件	・操作するものが直接水上ドローンを目視できる位置に配置できること。 ・水上ドローンやゴムボートを水面に降ろせるスロープや階段が必要。	-
	安全面への配慮	座礁などの制御不能になる恐れがある場合は、ロープで係留する。 河川敷からの操作で死角が生じる場合には、ゴムボート上から操作を行う場合がある。	-
	無線等使用における混線等対策	使用する周波数を変動させながら使用している。	-
道路規制条件	-	-	
その他	・雨天、6m/s以上の強風、結露発生時は使用不可。 ・水の流速0.2m/s以下	-	

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	流れのある河川の中で定点保持が可能であること。	夢想科学の認定する操縦レベルに達している事
	必要構成人員数	2名(ゴムボート使用時は3名)	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	・作業ヤード範囲:15m <sup>2</sup> ・操作場所:水上型ドローンが見通せる河川敷上、もしくはゴムボート上	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種:コンクリート橋 橋長 58m 全幅員 16.7m 部位・部材[桁、床版、橋脚、橋台] 活用範囲[1200]m <sup>2</sup> 検出項目[ひびわれ] <費用> 合計69万円(経費含む)	※業務範囲:点検撮影~成果品(3Dモデル、オルソ画像、損傷図) 作成まで(調書作成は含まず) ※橋梁点検用ドローン4号機による橋脚、橋台など床版以外の部位点検を含む。
	保険の有無、保障範囲、費用	事業活動包括保険に加入。 対人、対物5億円	-
	自動制御の有無	GPS環境下での自動航行、定点保持が可能	-
	利用形態:リース等の入手性	夢想科学にて業務請負にて対応	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	修理、メンテナンスは夢想科学で実施	-
	センシングデバイスの点検	送信機アプリにてコンパス異常検知の場合はコンパスキャリブレーションを行う必要あり。	-
その他	-	-	

## 7. 図面

KENBOT-ASV1号機

KENBOT2 全景



バッテリー格納



水上ドローン操作の送信機



ゴムボート使用時の持ち込み機材



準備作業風景

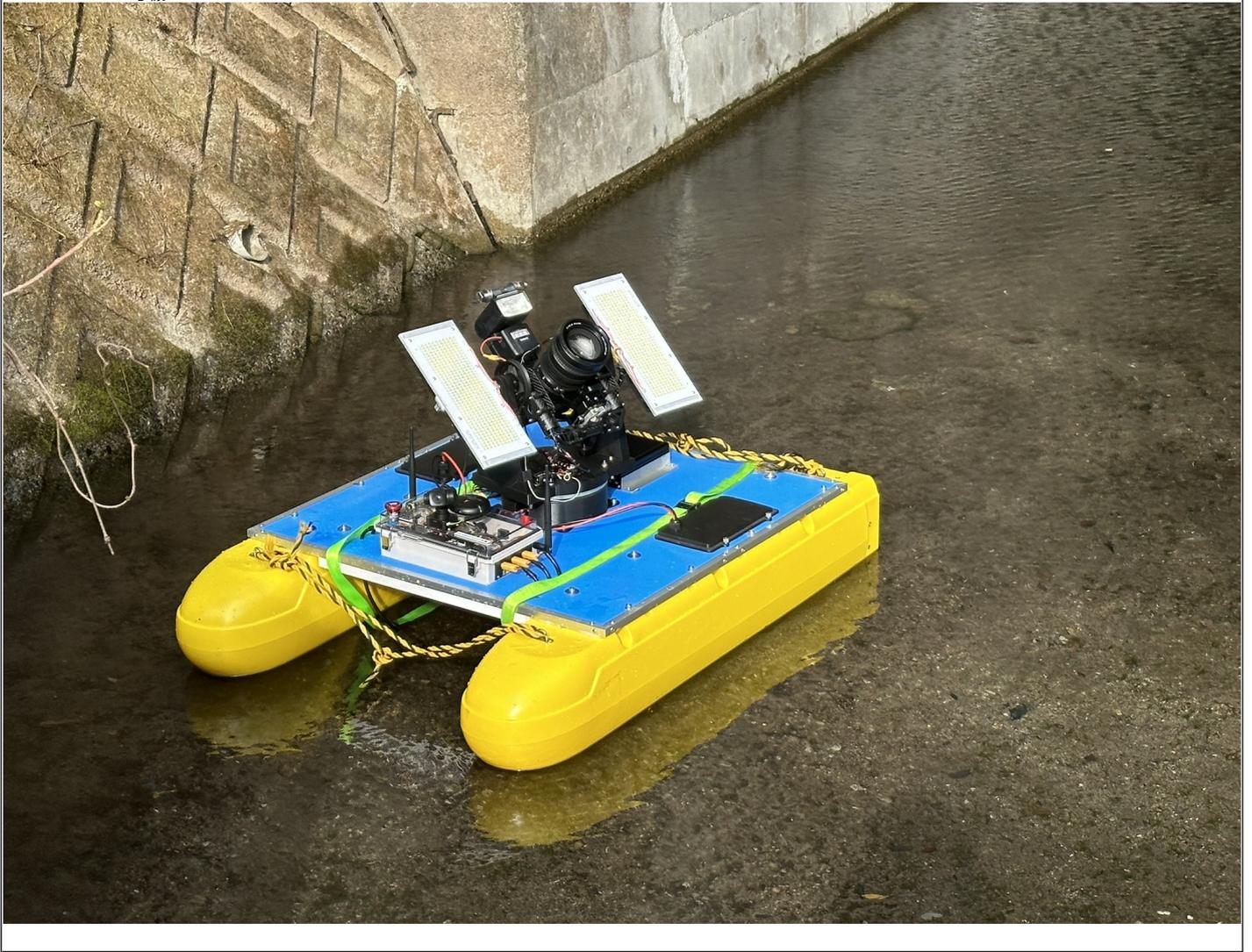


作業スペース15m2程度必要

KENBOT-ASV2号機



KENBOT-ASV3号機



### 1. 基本事項

技術番号	BR010032-V0425			
技術名	水面フローターと360°カメラを搭載したドローンによる溝橋の点検			
技術バージョン	バージョン1	作成:	2025年3月	
開発者	(株)エイテック			
連絡先等	TEL: 06-4869-3365	E-mail: kimura-mt@kk-atec.jp	空間情報調査部 木村光晴	
現有台数・基地	1台	基地	兵庫県尼崎市	
技術概要	水面フローターと360°カメラを搭載したドローンにより、溝橋の中を滑走し、損傷状況を把握する技術。障害物は浮遊し避けることが可能、またヘドロ状の水面でも滑走することが可能である。			
技術区分	橋種	コンクリート橋		
	対象部位	溝橋(ボックスカルバート)(頂版・側壁・底版・隔壁・その他)		
	損傷の種類	鋼		
		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 ⑨抜け落ち	
		その他		
		共通	⑳漏水・滞水 ㉑変形・欠損	
検出原理	画像(動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン(DJIファントム4Pro)</li> <li>・360°カメラ(Insta360onex)</li> <li>・水面フロータ部位</li> </ul>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	【水面滑走、飛行型】 ・機体は4枚羽のドローンであり、人が遠隔操縦して飛行させる。	
	運動制御機構	通信	周波数2.4Ghz無線
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	プロペラガード(水平)
	外形寸法・重量	縦横50cm、高さ30cm、2.2kg	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	専用の360°カメラ、照明器具を搭載後は不可。	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給手法:リチウムイオンバッテリー</li> </ul>	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	最大15分(外気温25℃の場合)		
計測装置	設置方法	ドローンに直接ナットでマウント固定	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	高さ120mm×幅20mm×厚み30mm、重さ115gの360°カメラ	
	センシングデバイス	カメラ	360°カメラ 5.7k動画
		パン・チルト機構	全球360°を一度に撮影
		角度記録・制御機構 機能	水平360°、鉛直360°
		測位機構	-
	耐久性	-	
	動力	カメラ内臓バッテリーにより駆動	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	15分		
データ収集・通信装置	設置方法	カメラに記録メディア(マイクロSD)を差し込む	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	マイクロSD記録メディア 7mm×5mm	
	データ収集・記録機能	記録メディア マイクロSD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	-	
	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 ※	有	
	性能値	【飛行型】 ・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ(600、700、300)mm	・縦600mm、横700mm、高さ300mm ・流速 0.500m/s ・機器を操作するには水深15cm以上が必要
	標準試験値	標準試験方法 溝橋(2022) 実施年 2021年 ・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ(-、2700、1500)mm	・幅2.77m、高さ1.5mへの進入を確認 ・流速 0.234m/s ・水位 50cm
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【飛行型】 ・最大距離:40.0m	・40.0m ・流速 0.500m/s ・機器を操作するには水深15cm以上が必要
	標準試験値	【飛行型型】 ・最大距離:24.2m	・24.2m ・流速 0.234m/s ・水位 50cm
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 ※	有		
		性能値	・撮影速度:0.50m/s	・撮影速度:0.5m/s未満 ・撮影距離:0.5m未満 ・日中、雨天以外 ・平均風速:3m/s(最大風速5m/s)の自然風 ・照度:500lx以上	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2021年 ・撮影速度:0.17m/s	・風速1.3~2.7 m/s	
	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:0.1mm ・計測精度:未検証	・撮影速度0.5m/s未満、撮影距離0.5m未満、日中、雨天以外 ・平均風速3m/s(最大風速5m/s)の自然風 ・照度500lx以上	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2021年 ・最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.64mm	・風速1.3~2.7 m/s ・照度7.7~65.6 klx	
	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 2021年 ・相対誤差:1.76%	・真値:5.056m ・測定値:4.967m ・風速:3.7m/s ・照度:8100~27000lx
		位置精度	性能確認シートの有無 ※	有	
			性能値	・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.100, 0.100) (m)	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2021年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.065, 0.068) (m)	・真値(x, y)=(-4.456, -2.389) (m) ・測定値(x, y)=(-4.391, -2.321) (m) ・風速:3.7m/s ・照度:8100~27000lx
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 2021年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:8100~27000lx		

※「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視点を任意に変更できる360°動画を専用のビューアソフトで再生 ②ソフト画面上で、動画を視ながら人がくまなく探索し、変状を検出する。 ③変状があった場合、ソフト画面を固定し、大きさが判断できる対象物を参考に、電子クラックスケールを表示する。 ④電子クラックスケールと変状を比較し、変状の規模、ひびわれの幅等を判読する。 長さは、電子クラックスケールに付随した物差し部分で計測する。 ⑤抽出した変状は損傷図として手動でCAD図へ転記する。 (変状は、橋梁に関する知識及び技能を有する者が目視で確認できるものを抽出する。)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	360MViewer(自社開発ソフト)		
	検出可能な変状	手動で以下の変状を検出 亀裂／脱落／破断／ひびわれ／床版ひびわれ／変形・欠損／漏水・滞水		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	視点を任意に変更できる360°動画を視ながら人がくまなく探索し、ひびわれを検出する。	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	ソフト画面を固定し、大きさが判断できる対象物を参考に、電子クラックスケールを表示後、人が手動で判読する。	
		ひびわれ以外	視点を任意に変更できる360°動画を視ながら人がくまなく探索し、変状を検出する。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	変状は、橋梁に関する知識及び技能を有する者が目視で確認することで、±10cmの精度で処理を行う。	
		変状の描画方法	抽出した変状は損傷図として手動でCAD図へ転記する。	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	mp4	
		ファイル容量	15分10G	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		1画素当たり、0.1mm		
その他留意事項		-		
出力ファイル形式	DWG			
調書作成支援の手順		-		
調書作成支援の適用条件		-		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		-		

## 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	溝橋において、人が調査し難い空間から高さ30cmの空間まで進入可能	-
	周辺条件	ドローンの通信を妨害する電磁波を発する無線装置やアンテナがないこと	-
	安全面への配慮	・自社指定チームにて運用(5年以上のドローン飛行経験者チーム)	-
	無線等使用における混線等対策	使用する周波数を変動させながら使用している	-
	道路規制条件	道路面の規制は特に必要ない。	-
	その他	・日中に撮影する必要がある。 ・平均風速3m/s(最大風速5m/s)の自然風	-

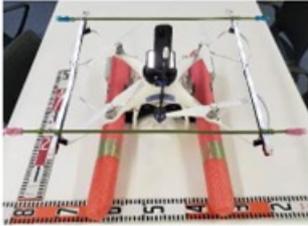
6. 留意事項(その2)

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	自社指定チームにて運用(5年以上のドローン飛行経験者チーム)	-
	必要構成人員数	操縦者1名、補助者2名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	自社指定チームにて運用	-
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲:操縦離発着半径1m以上	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [溝橋] 橋長 30m 幅員 3m 部位・部材[下部工・上部工] 活用範囲 [90]m <sup>2</sup> 検出項目 [腐食/亀裂/脱落/破断/ひびわれ/床版ひびわれ/変形・欠損/漏水・滞水] <費用> 合計 500,000円(経費含む)	-
	保険の有無、保障範囲、費用	有。自社業務中の事故によって第三者に与えた賠償責任。対人賠償1億円、対物賠償5億円	-
	自動制御の有無	自律制御無し	-
	利用形態:リース等の入手性	業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	不具合発生時は、自社にて対応する	-
	センシングデバイスの点検	自社で定期的を実施	-
その他	-	-	

7. 図面

説明図面及び写真

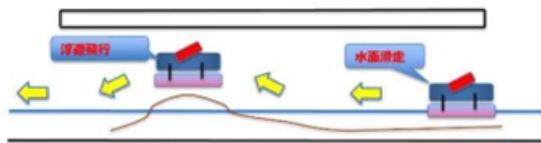
<ドローン機体>



機体諸元

サイズ	500mm×H300mm	重量	2.2kg	耐風性能	5m/s	飛行時間	15分
360°カメラ	Insta360onex	対象物までの最大接近距離	0.50m				

<ドローン飛行・滑走イメージ図>



みぞ橋狭小空間を滑走又は飛行し、360° 動画撮影を行います。

<360° 画像と撮影イメージ>



360° カメラ動画撮影により、撮影後に任意の方向の確認が可能。

## 1. 基本事項

技術番号	BR010033-V0425			
技術名	CRシステム(クラック記録システム)			
技術バージョン	Ver.1.0	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社エスジーズ 株式会社ソーシャル・キャピタル・デザイン			
連絡先等	TEL: 0859-32-3308	E-mail: honsya@sgs45.co.jp	調査設計チーム 沢村一郎	
現有台数・基地	2台	基地	鳥取県米子市東山町8-1	
技術概要	<p>当システムは、コンクリート構造物の表面を電動首振り雲台により自動撮影した画像から、ひびわれ・漏水・断面欠損等可視的に確認可能な損傷を記録するシステムである。</p> <p>取得画像はあおり補正画像に変換したうえで、特徴点抽出により画像合成を行う。ブロック分けした画像をマニュアルトレースすることにより、各損傷を記録する。記録した損傷はエクセルの数量表、DWG形式のCADデータとして出力可能である。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		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	⑰その他	
共通				
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>計測機器: デジタルカメラ、自動首振り雲台、三脚、コントロールユニット</li> <li>データ収集・画像: XQDまたはSDカード</li> <li>電源: ポータブル電源</li> </ul>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	【人力】 撮影位置までの移動は撮影機材を人力で運搬。	
	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	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	①撮影対象物までの距離・高さを計測し、撮影角度の許容範囲内に収まる事を確認する。 ②三脚を据えて雲台を設置。QCamコントロールユニットと雲台を接続し初期動作確認。デジタルカメラを水平かつ撮影対象物に垂直となるよう取り付ける。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタルカメラ(自動首振り雲台、三脚及び300mm望遠レンズ使用) 100cm×100cm×150cm カメラ1.0kg、レンズ0.8kg、雲台1.0kg、三脚5.1kg</li> <li>ポータブル電源 23cm×15.3cm×16.7cm 4.1kg</li> <li>QCamコントロールユニット 32cm×28cm×11cm 1.0kg</li> <li>作業スペース 2m×2m×2m程度</li> </ul>	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>機種 Nikon D850</li> <li>撮像範囲 FX(36mm×24mm)</li> <li>画像サイズ 4,544万ピクセル(=8,256×5,504)</li> <li>レンズ AF-S Nikkor 28-300mm f/3.5-5.6G ED VR 焦点距離300mm 絞りf/16以上 ISO3200 シャッター速度1/30秒</li> </ul>
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平 左45°~右45°</li> <li>垂直 上45°~下30°</li> </ul>
		角度記録・制御機構機能	QCamコントロールユニットとスマートフォンをWifi接続し、スマートフォンから計測諸元(距離、焦点距離、撮影角度、重複割合)を入力。撮影角度等はユニット内部のUSBに記録され、画像あり補正のデータとして使用する。
	測位機構	カメラから撮影対象物までの水平かつ垂直距離を人力で計測。その他カメラ高さ、撮影対象物の幅、高さを撮影前に人力で計測する。また計測値から撮影角度を計算する。	
	耐久性	IPコードなし	
動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタルカメラは専用バッテリー(リチウム充電電池 EN-EL15a)使用</li> <li>雲台およびQCamコントロールユニットはバッテリー等の仮設電源が必要(弊社システムではポータブル電源より供給12VDC、8~10A電源ケーブル接続)</li> </ul>		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	デジタルカメラバッテリーはポータブル電源から充電する事により終日使用可能		
データ収集・通信装置	設置方法	デジタルカメラ内部の記憶媒体(XQDまたはSD)に保存	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>画像データ : XQDまたはSD</li> <li>撮影距離、角度データ : USB(QCamコントロールユニット内部に接続)</li> </ul>	
	データ収集・記録機能	-	
	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	デジタルカメラは専用バッテリー(リチウム充電電池 EN-EL15a)使用	
	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 ※	-	
	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	・最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:- ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.17mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.23mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.18mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.19mm	・Nikon D850(35.9mm, 8,256ピクセル)で距離10m、焦点距離0.3mの時、1mあたりのピクセル数= $(8,256 \times 0.3) / (10 \times 0.0359) \approx 6,899$ ピクセル。 0.2mmのひびわれは $6,899 \times 0.2 / 1,000 = 1.38$ ピクセルとなり撮影可能となる。	
	標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2021年 最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.23mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.20mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.28mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.45mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.14mm	・Nikon D850(35.9mm, 8,256ピクセル)で距離10m、焦点距離0.3mの時、1mあたりのピクセル数= $(8,256 \times 0.3) / (10 \times 0.0359) \approx 6,899$ ピクセル。 0.2mmのひびわれは $6,899 \times 0.2 / 1,000 = 1.38$ ピクセルとなり撮影可能となる。		
	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	・相対誤差:0.18%	・計測構造物に金定規を張り付け、画像上のピクセル数と計算上のピクセル数との比率をもとに画像を補正する。
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2021年 ・相対誤差:0.25%	・真値:5.168m ・測定値:5.181m 計測構造物に金定規を張り付け、画像上のピクセル数と計算上のピクセル数との比率をもとに画像を補正する。	
	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 2021年 ・絶対誤差( $\Delta x, \Delta y$ )=(0.023, 0.015) (m)	・真値(x, y)=(-4.562, -2.428) (m) ・測定値(x, y)=(-4.585, -2.413) (m) ・被写体距離:10m		
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 2021年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:83~43.7klx		

※「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撮影した画像の歪を補正しあおり補正画像に変換したうえで、型枠跡やひびわれ等の特徴点抽出により画像合成する。(自動) ②画像上でひびわれ等損傷をマニュアルトレースする。(手動) ③ひびわれ幅はトレース後に線種を変更する事により特定される。(手動) ④ひびわれ長さや遊離石灰等面積は自動計算のうえ表示される。(自動) ⑤ひびわれ長さ等損傷データはエクセルの数量表として自動作成される。(自動) ⑥ひびわれ等損傷図はDWGデータとして自動作成される。(自動)	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	①自動連続撮影システムQCam(自社開発) デジタルカメラ、自動首振り雲台をコントロールユニットで操作し、対象物の画像を自動撮影。動力はポータブル電源による。撮影指示はWiFi接続したスマートフォン又はタブレット端末から送信。 ②画像合成システムImageCombine(自社開発) 自社開発したソフトにより取得画像の歪を補正し、あおり補正画像に変換したうえで画像を合成する。 ③損傷図作成支援システムDTrace(自社開発) 自社開発したソフトによりブロック分けした画像をマニュアルトレースし各損傷を記録。エクセルの数量表、DWG形式のCADデータとして出力する事が可能。 ※③はMicrosoft Windows10のもとMicrosoft Office Excel 2019(数量表作成)、Microsoft Visio 2019(作図、DWG作成)を併用します。	
	検出可能な変状	①ひびわれ(形状、長さ、幅) ②遊離石灰/剥離・鉄筋露出/その他(砂筋、汚れ)(変状範囲、面積)	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	画像上でひびわれをマニュアルトレースする
		ひびわれ幅および長さの計測方法	撮影対象物に金定規を張り付け、同一長さにおける画像上のピクセル数と計算上のピクセル数との比率をもとに画像を補正したうえでソフト画面上で計測する。 ①幅 画像上で線幅を選択し決定する ②長さ マニュアルトレースした距離をソフトにより自動計測
		ひびわれ以外	画像上で変状範囲をマニュアルトレースする。トレースした範囲(面積)は計測ソフトにより自動計測される。
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-
		変状の描画方法	①ひびわれ 曲線(幅によって色変更可能) ②ひびわれ以外 範囲をハッチング(変状毎に色変更可能)
取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG FINE	
	ファイル容量	-	
	カラー/白黒画像	カラー	
	画素分解能	0.2mmのひびわれを検出するため画像上で1ピクセル/0.2mm以上必要。ただし計測可能なひびわれ幅の最小値は画素分解能の性能に関わらず0.1mmである。	
	その他留意事項	・ひびわれにチョークが重なっている場合は識別が困難。 ・コケ、カビ等計測対象物の汚損が著しい場合、ひびわれが識別不可。 ・計測対象物に直射日光が当たっている画像はひびわれの識別が困難。	
出力ファイル形式	全体画像 JPEG、損傷図 DWG、損傷数量表 xlsx		
調書作成支援の手順	-		
調書作成支援の適用条件	-		
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	-		

## 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	桁下高2.0m以上	三脚を最も低くした状態で雲台・カメラを設置した時の高さが1.5mとなるため。
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	撮影終了するまでシステムを停止出来ないため車輛等往来の無い場所にカメラを設置する。	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・降雨、降雪時、強風時(風速7.5m/s以上)、冬季等計測機器に結露の恐れがある場合の撮影不可。</li> <li>・直射日光が強く当たる面ではオートフォーカスが正常に機能しない事がある。</li> <li>・上記を避けるため撮影対象物の日当たり等を事前に確認し撮影時間を選定する必要がある。</li> </ul>	-

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	貸出にあたり操作方法等の指導を受けた技術者	-
	必要構成人員数	2人	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	作業スペース 2m×2m×2m程度	三脚を最も低くした状態で雲台・カメラを設置した時の高さが1.5mとなる。
	点検費用	機器貸出料 200千円/式(1式あたり 下部工2基、または道路橋橋脚1基、200㎡見当)	左記費用に指導料、交通費、その他諸経費は含まれません。
	保険の有無、保障範囲、費用	動産総合保険加入済	-
	自動制御の有無	オートフォーカス、自動露出補正、自動シャッター、カメラの撮影角度及び方向変更	-
	利用形態:リース等の入手性	有り	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	有り	-
	センシングデバイスの点検	作業前点検(シャッター速度等デジタルカメラ設定、雲台の初期動作、デジタルカメラの姿勢(水平、方向)、Wifi接続状況)	-
	その他	-	-

7. 図面

【撮影状況】

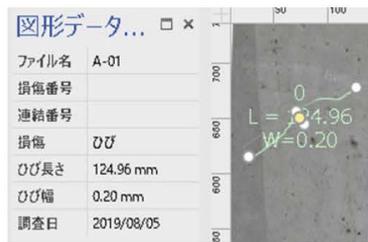


【撮影機器及び本技術の作業プロセス】



ファイル名	損傷番号	連結番号	損傷	ひび長さ (mm)	ひび幅 (mm)
B-06	1	1	ひび	157.81	0.25
C-04	5	3	ひび	154.94	1.00
D-05	2	1	ひび	143.26	0.35
E-06	3	1	ひび	153.94	0.35
F-03	2	3	ひび	174.73	0.35
G-05	4	1	ひび	196.43	0.50
I-04	1	3	ひび	154.26	0.20

損傷一覧表 (Excel)



損傷図 (DWG)

【精度確認試験実施状況】

【ひびわれ幅精度確認結果】

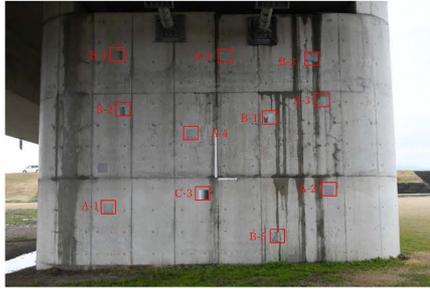


図1 撮影対象物および疑似ひびわれシート設置

表1 ひびわれ幅真値との差分 (mm)

シート名	作業者	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
A-1	Aさん	0.2	0.2	-0.2	0.1	0.05	-0.15	0.1	0.25	-0.1	0.05
	Bさん	0.1	0.3	-0.25	0.2	0.05	-0.15	0.4	0.25	-0.1	0.15
	Cさん	-0.3	-0.3	-0.15	-0.1	-0.25	-0.35	-0.4	-0.45	-0.2	-0.25
A-2	Aさん	-0.2	-0.25	-0.15	0.15	0	0.05	0	0	-0.1	0.1
	Bさん	-0.1	-0.05	0.05	0.15	0.1	0.15	0.2	0.1	0	0.2
	Cさん	-0.2	-0.05	-0.25	-0.25	-0.1	-0.35	-0.3	-0.1	-0.2	-0.3
A-3	Aさん	-0.15	-0.05	-0.05	0.2	0.15	0.15	-0.05	0.05	0.2	0.1
	Bさん	0.25	0.05	0.05	0.1	0.15	0.15	-0.05	0.05	0.2	0.1
	Cさん	-0.05	-0.15	-0.15	-0.1	-0.25	-0.15	-0.05	-0.15	-0.4	-0.1
A-4	Aさん	0	0.1	0.1	0.05	0	-0.2	0	0	0	0
	Bさん	0.1	0.2	0.2	0.05	0.1	0	0.1	0.1	0	0
	Cさん	-0.1	-0.2	-0.2	-0.15	-0.3	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3	0.2
A-5	Aさん	0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.05	-0.05	-0.1	-0.4	-0.05	0.2
	Bさん	-0.3	-0.4	-0.2	-0.4	-0.25	-0.35	-0.35	0	0.05	0.1
	Cさん	-0.1	-0.3	-0.25	-0.2	-0.05	-0.15	-0.1	-0.15	-0.35	-0.3
B-1	Aさん	-0.05	0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.15	-0.15	-0.1	0.1
	Bさん	0.15	0.1	0.1	0	0.2	0.1	0.15	-0.05	0	0.1
	Cさん	-0.15	-0.1	-0.1	0	-0.1	-0.1	-0.05	-0.15	-0.1	-0.1
B-2	Aさん	-0.3	0	0.3	-0.3	0.1	-0.15	-0.1	-0.1	-0.05	0
	Bさん	-0.3	-0.1	-0.3	-0.4	-0.4	0.15	-0.4	0	0.05	0.2
	Cさん	0.3	0.1	0	0.3	-0.25	-0.1	0	-0.05	0	-0.3
B-3	Aさん	0	0	-0.1	-0.4	-0.2	-0.05	0	-0.05	0	-0.3
	Bさん	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.1	0	-0.25	-0.3	-0.1	-0.1
	Cさん	-0.3	0	0.1	0.4	0.2	-0.3	-0.05	-0.2	0.2	0.05
B-4	Aさん	-0.15	-0.2	0.05	-0.1	0	-0.1	-0.1	0	0	-0.2
	Bさん	-0.05	-0.1	0.05	0.2	0	0.1	-0.4	-0.4	0	0.1
	Cさん	-0.05	0.1	-0.05	-0.2	-0.1	0	0	0.2	-0.1	0
B-5	Aさん	0.1	-0.1	-0.15	-0.25	-0.15	0	0.1	0.05	0.25	0.25
	Bさん	0	0.1	-0.05	-0.25	0.1	0.15	0	0.5	0.05	0.25
	Cさん	-0.1	-0.1	0.05	0.25	-0.1	-0.05	0	-0.2	-0.05	-0.05

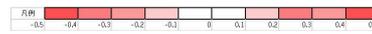
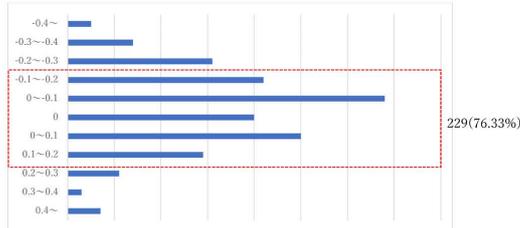


表2 真値との差分分布 正解率(誤差±0.2mmの場合) (mm)



【長さ計測精度確認結果】

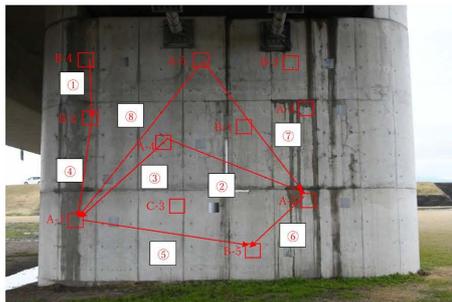


図2 2点間距離計測位置

表3 2点間距離算出値・真値及び差分

算出箇所	算出値	真値(テープ計測値)	差分
① B-4 ~ B-2	1,257mm	1,250mm	7mm
② A-4 ~ A-2 ※	3,114mm	3,160mm	-46mm
③ A-4 ~ A-1 ※	2,318mm	2,320mm	-2mm
④ B-2 ~ A-1	2,069mm	2,070mm	-1mm
⑤ A-1 ~ B-5	3,355mm	3,370mm	-15mm
⑥ A-2 ~ B-5	1,615mm	1,610mm	5mm
⑦ B-1 ~ A-2	1,973mm	1,940mm	-7mm
⑧ A-5 ~ A-2	3,533mm	3,540mm	-7mm
⑨ A-5 ~ A-1	3,979mm	3,980mm	-1mm

※差分は真値(テープ計測値)と算出値の差を示すが、真値測定をテープ計測により実施したため、テープの撓み又はねじれの影響により若干差分が大きくなった箇所が部分的に発生したものと推測される。

【模擬ひびわれシートによるひびわれ視認性の検証】

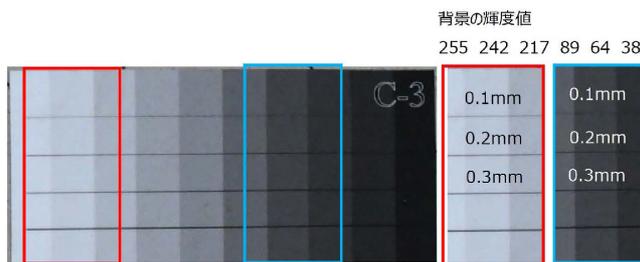


図3 輝度と視認性との関連検証

画像を拡大するとノイズは表れるものの、輝度値64程度であっても0.1mm幅の線を視認可能である。  
高感度撮影が可能なカメラによる画像のため、背景の輝度が低い場合でも目標解像度に応じたひびわれの視認は可能と推測される。

# 1. 基本事項

技術番号	BR010034-V0425			
技術名	望遠撮影システムを用いたコンクリート床版点検支援技術			
技術バージョン	1.1	作成:	2025年3月	
開発者	夢想科学株式会社			
連絡先等	TEL: 097-574-5428	E-mail: izumi@anaheim-laboratory.com	泉 保則	
現有台数・基地	4台	基地	大分市花津留2丁目19-8	
技術概要	地上から望遠カメラとビームライトや大光量フラッシュを搭載した遠望撮影システムを用いて、コンクリート床版や桁下面、ボックスカルパート内の点検を行う。現場に応じて補助ライトや移動機材は使い分け、撮影された画像データを基に3Dモデル化を行い、オルソ画像を生成してAI損傷抽出を行う技術			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 溝橋(ボックスカルパート)(頂版・側壁・底版・隔壁・その他,翼壁)		
	損傷の種類	鋼		
		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	⑱変色・劣化 ⑳漏水・滞水	
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置:台車、三脚、作業者装着</li> <li>・計測装置:デジタルカメラ</li> <li>・データ収集:SDカード</li> </ul>	
移動装置	機体名称	KENBOT_地上撮影システム	
	移動原理	【人力・台車型】 手押し台車や人力による移動	
	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	<台車バージョン> サイズ:縦900mm 横600mm 高さ1500mm 総重量:28kg	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>①大型LiFePO4バッテリーの場合:最大光量で連続4時間</li> <li>②携帯型LiPoバッテリーの場合、最大光量で連続1時間</li> <li>③発電機による有線給電の場合:制限なし</li> </ul>		
計測装置	設置方法	手押し台車や身体にジンバルを固定し、望遠撮影カメラシステムを装着する。	
	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラ:SONY α7R III センサーサイズ35mm 4240万画素</li> <li>・レンズ:SONY SEL100400GM 100mm~400mm F4.5-5.6</li> <li>・フラッシュ:SONY HVL-F60RM</li> <li>・ビームライト(メイン):GODOX SL200WII SL200W II 74000lux@1m</li> <li>・補助ライト:IMALENT MS18 輝度100000lm</li> </ul>
		パン・チルト機構	手動 チルト:下-30°~上90° パン:左右90°
		角度記録・制御機構 機能	制御機能なし カメラ内蔵のジャイロによる角度記録はEXIF情報として記載
		測位機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラと同軸に装備されたレーザーポイントにて撮影方向の確認を行う。</li> <li>・撮影した画像を解析(Metashape)にてカメラの座標(X/Y/Zm)を算出する。</li> </ul>
	耐久性	-	
	動力	台車に搭載されたAC100V出力リチウムイオン蓄電池もしくはバッテリー給電(DC24/48V)を各ユニット(カメラ、フラッシュ、LED)へ供給	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	カメラ、フラッシュ、LEDは搭載バッテリーより給電されるため、バッテリー交換の必要はなし。 ただし、台車のバッテリー交換の際はカメラの電源もOFFとなる。	
データ収集・通信装置	設置方法	記録メディア(SDカード)に保存	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	-	
	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	-	
	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	未検証	-
	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	【その他】 最大距離30m	・バッテリー駆動の場合:特になし ・外部給電の場合:発電機から30m以内
	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 ※	-		
		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	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2021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:0.07mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.04mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.29mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラ名称:ILCE-7RM3 (SONY)</li> <li>・被写体距離:10.5~15.0m</li> <li>・照度:7.275~79klks</li> <li>・風速:57~6.8m/s</li> <li>・気温:18.2~18.7°C</li> <li>・焦点距離:A_279mm、F_282mm、C_181mm</li> <li>・シャッター速度:1/250~1/800秒</li> <li>・絞り:F5.6</li> <li>・ISO値:100</li> <li>・フォーカス:オート(7.1以上)</li> <li>・画像Pixel数:7952×5304</li> </ul>	
	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 2021年 ・相対誤差:0.10%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・真値:5.056m</li> <li>・測定値:5.061m</li> <li>・カメラ名称:ILCE-7RM3 (SONY)</li> <li>・被写体距離:10.5~15.0m</li> <li>・照度:7.275~79klks</li> <li>・風速:57~6.8m/s</li> <li>・気温:18.2~18.7°C</li> <li>・焦点距離:A_279mm、F_282mm、C_181mm</li> <li>・シャッター速度:1/250~1/800秒</li> <li>・絞り:F5.6</li> <li>・ISO値:100</li> <li>・フォーカス:オート(7.1以上)</li> <li>・画像Pixel数:7952×5304</li> </ul>
		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 2021年 ・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.002、0.007) (m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・真値(x、y)=(-4.456、-2.389) (m)</li> <li>・測定値(x、y)=(-4.458、-2.396) (m)</li> <li>・カメラ名称:ILCE-7RM3 (SONY)</li> <li>・被写体距離:10.5~15.0m</li> <li>・照度:7.275~79klks</li> <li>・風速:57~6.8m/s</li> <li>・気温:18.2~18.7°C</li> <li>・焦点距離:A_279mm、F_282mm、C_181mm</li> <li>・シャッター速度:1/250~1/800秒</li> <li>・絞り:F5.6</li> <li>・ISO値:100</li> <li>・フォーカス:オート(7.1以上)</li> <li>・画像Pixel数:7952×5304</li> </ul>
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 2021年 ・フルカラーチャート識別可能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラ名称:ILCE-7RM3 (SONY)</li> <li>・被写体距離:10.5~15.0m</li> <li>・照度:7.275~79klks</li> <li>・風速:57~6.8m/s</li> <li>・気温:18.2~18.7°C</li> <li>・焦点距離:A_279mm、F_282mm、C_181mm</li> <li>・シャッター速度:1/250~1/800秒</li> <li>・絞り:F5.6</li> <li>・ISO値:100</li> </ul>		

		・フォーカス:オート(7.1以上) ・画像Pixel数:7952×5304
--	--	--

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>1) 自動処理(ひびわれ自動抽出ソフトを使用したAI解析)                  ①撮影した画像を1径間ごとにつなぎ合わせる。つなぎ合わせでは、型枠跡や付属物を参考にする。                  ②ひびわれの自動抽出機能により、ひびわれを抽出する。                  ③抽出したひびわれを目視で確認し、筋状の汚れ等ひびわれ以外の抽出結果を手動で削除する。                  ④ひびわれ幅、長さが自動抽出される。                  ⑤ひびわれ以外の変状については、目視にてソフト画面を確認しながら手動で抽出して描画する。                  ⑥解析後のデータはDXF、合成画像で出力される。</p> <p>2) 手動解析 (MetashapeとCADを使用)                  ①撮影した画像を1部材ごとに振り分け、それらの画像をMetashapeに取り込む。                  ②3Dモデル合成後に点検対象部材の面ごとのオルソ画像を出力し、CADに縮尺を合わせて貼り付け損傷を目測で抽出しトレースする。                  ③損傷ごとに番号を振り、長さをCAD上で計測して追記する。                  ④幅を計測する際は、元画像とクラックスケールの縮尺を合わせて合成して目測で幅を計測し、③の損傷概要に追記する。                  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抽出してトレースする。</p>		
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>1) 画像合成 (3Dモデル、オルソ画像): AGISOFT社製「Metashape ver1.8.4」(市販ソフト)                  2) AI解析: 富士フイルム社製「ひびみっけ」(市販ソフト)</p>	
	<p>検出可能な変状</p>	<p>ひびわれ (変形、欠損、漏水、遊離石灰、鉄筋露出)</p>	
	<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>ひびわれ</p>	<p>手動によるひびわれ抽出                  ・60%以上のラップ率で撮影された画像より、各部材の面ごとに高密度オルソ画像を生成し、それをCAD上に添付して技術者が人力によりポリライン(連続した折れ線)で描画を行う</p>
		<p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p>	<p>Metashapeを用いた手動計測                  ・幅: 画像上に疑似的なクラックスケールを設置して計測                  ・長さ: 起終点を人力で指定し、CAD上で直線距離を計測</p>
		<p>ひびわれ以外</p>	<p>人が画像を確認して、変状を人力でトレース</p>
		<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>1) 作業員から手の届く範囲にひびわれがある場合                  損傷個所にクラックスケールを当ててカメラで記録し、自動抽出された損傷と比較して判断。                  2) 作業員から手の届く範囲にひびわれがない場合                  コンパネ目地の寸法(縦/横)を現場で計測しておき、CADに張り付けたオルソ画像から同じ個所を計測して実寸値と狂いが生じてないかを確認。</p>
		<p>変状の描画方法</p>	<p>ひびわれもしくはそれ以外の変状は、CAD上で技術者の判断で、画像の上に変状と考えられる範囲を人力によりポリライン(連続した折れ線)で描画する(図化する)</p>
	<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p>	<p>JPEG</p>
		<p>ファイル容量</p>	<p>最大8800×6500ピクセル(撮影画像1枚)</p>
		<p>カラー/白黒画像</p>	<p>カラー</p>
<p>画素分解能</p>		<p>ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.3mm/Pixel以下であることが必要</p>	
<p>その他留意事項</p>		<p>・ひびわれにチョークが重なっていたり、濡れている場合は検出が困難                  ・コケや汚れの付着で、目視でも検出できない場合は不可</p>	
<p>出力ファイル形式</p>	<p>【汎用ファイル形式の場合】                  画像: JPEG、オルソ画像: TIFF、CAD: DXF、メタデータ: CSV                  【専用ファイル形式の場合】                  3Dモデル: PSX (Photoscan)、OBJ、メタデータ: CSV (カメラ座標)</p>		
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>-</p>		
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>-</p>		
<p>調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名</p>	<p>-</p>		

## 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	地上から床版までの高さ:15m以下 箱桁内部:高さ7mまで	-
	周辺条件	床版直下を台車が平行に移動するためのスペースが確保できること	-
	安全面への配慮	台車移動時は転倒しないよう二人作業で行うこと	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	台車移動範囲に道路等がかかる場合は、誘導員の配置や道路使用許可などの申請が必要な場合あり	-
	その他	雨天、砂嵐、結露発生時は使用不可	-

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	・望遠撮影システムの操作訓練を受けた者	-
	必要構成人員数	3名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	床版直下(床版面積と同等の地上範囲) 箱桁橋内部	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋/鋼橋] ■点検事例 橋長 60m 全幅員 15m 部位・部材[床版のみ] 活用範囲 [900]m2 検出項目 [ひびわれ] <費用> 合計 550,000円(経費含む)	状況に応じて概算費用は変動しますので、橋梁ごとに見積いたします。 点検範囲は現場撮影から損傷データ(損傷合成画像、DXF)提出までで、調書作成は含みません。
	保険の有無、保障範囲、費用	事業活動包括保険に加入 対人、対物5億円	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	夢想科学にて業務請負とする	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	不具合時は夢想科学にて対応する	-
	センシングデバイスの点検	レンズの汚れやカメラのセンサークリーニングは点検ごとに行う。	-
その他	-	-	

## 7. 図面

地上撮影システム(台車バージョン1)  
床版撮影仕様



地上撮影システム(台車バージョン2)  
ボックスカルバート仕様



地上撮影システム(三脚バージョン)  
補助光照射は作業補助者が行う



地上撮影システム(人間ジンバルバージョン)  
補助光照射は作業補助者が行う



### 1. 基本事項

技術番号	BR010035-V0325			
技術名	デジタル画像とAIを用いた橋梁点検サポートシステム			
技術バージョン	Ver.1.0.0	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社ニコン・トリムブル			
連絡先等	TEL: (03)3737-9411	E-mail: gs-info@nikon-trimble.co.jp	ジオスペーシャル事業部マーケティング部マーケティング課	
現有台数・基地	無制限	基地	-	
技術概要	本技術は、橋梁等コンクリート構造物を撮影したデジタルカメラを用い、AIと画像処理技術によりひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の損傷を自動で検出するものである。ひびわれの幅と長さ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の面積を自動で計測することができ、これらの損傷情報を画像データ、DXFデータ、Excelデータとして出力できる技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁)		
	損傷の種類	鋼		
		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 ①床版ひびわれ	
		その他		
共通				
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		本技術は、コンクリート構造物を撮影したデジタル画像から、AIと画像処理技術を使用して、コンクリート表面に発生するひびわれ、漏水・遊離石灰、剥離・鉄筋露出の損傷の自動検出と計測を行う解析支援ソフトウェアのため、計測機器はない。	
移動装置	機体名称		-
	移動原理		-
	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		-
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		-
計測装置	設置方法		-
	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	下記仕様を満たすデジタル一眼カメラを推奨 ・センサーサイズ:APS-C以上 ・焦点距離:20mm~300mm ・ダイナミックレンジ:8bit以上  例 ・ニコン製デジタルカメラ:Z 7 II ・センサーサイズ(35.9×23.9mm)、ピクセル数(8256×5504ピクセル) ・ニコン製レンズ:NIKKOR Z 24-70mm f/4 S、NIKKOR Z 70-200mm f/2.8 VR S、AF-S NIKKOR 200-500mm f/5.6E ED VR など  ドローンに搭載されている小型カメラなどを使用する場合は、検出したい損傷の大きさとあわせてお問合せ下さい。
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	-
	耐久性		-
	動力		-
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		-
	外形寸法・重量(分離構造の場合)		-
	データ収集・記録機能		-
	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		-
	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 ※	-	
	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	・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 +0.01~+0.05mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 -0.01~+0.03mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 +0.01~+0.03mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 -0.01~+0.00mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 +0.01~+0.03mm		【供試体による検証は未実施】 ・自然光または補助光を使用し、適正露出で撮影した画像を使用 ・三脚使用 ・被写体とほぼ正対して撮影 ・画素分解能 凡そ0.25mm/pixelに対し、bicubic補間を行いひびの幅を計測 ・Z7+NIKKOR Z 24-70mm f/2.8S を使用、撮影距離3m、焦点距離50mmで撮影
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅:0.05mm  ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.10mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.13mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.08mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.10mm		・被写体距離:4.5~5.0 m ・照度:14.3~66.2klx
	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 2022年 ・相対誤差:0.17%	
		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 2022年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.003, 0.012)		・真値(x, y)=(-4.830, -2.353)m ・測定値(x, y)=(-4.827, -2.341)m ・被写体距離:8.5 m
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 2022年 ・フルカラーチャート識別可能		・照度:12.0~60.7klx	

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>① 結合画像及び損傷データをトレースする為の図面データ(JPEG/PNG)を読み込む(手動)                  ② 点検対象を撮影した、互いにラップ領域のある複数枚画像を結合する(自動)                  ③ 結合画像に対してひびわれと剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の損傷を検出し(自動)、手順②の画像に重ね描きする(自動)                  ④ 自動検出結果の手直し(結合、追加、削除等)、及び上記以外の損傷を追加する(手動)                  ⑤ 損傷図、DXFデータ、損傷の数量表(Excel)の出力を行う(手動)</p> <p>※①、②については、外部アプリケーションで結合した画像を読み込む事も可能。</p>
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名                  ・SightFusion for Desktop Ver. 1.0.0(自社開発ソフト)</p>
	<p>検出可能な変状                  下記の損傷について自動検出可能                  ・ひびわれ(幅および長さ)                  ・剥離、鉄筋露出、漏水、遊離石灰(面積)</p>
	<p>ひびわれ                  ・AI(畳み込みニューラルネットワーク)と画像解析による自動検出                  ・AI教師データは、RC/PC橋の床板や橋台、ボックスカルバート等コンクリート構造物表面の損傷に対して正解データを付与し、学習させている                  ・撮影条件・仕様等                  1) デジタル一眼カメラを用いて撮影を行う(ブレ、ボケ、露出、被写界深度に留意し、適切な設定とする)                  2) 撮影モード: マニュアルモード、絞り優先モード                  3) ISO感度: ISO1000以下 (Nikon Z7を使用した場合)                  4) ラップ率: オーバーラップ 50%                  5) 撮影角度: 画像結合、ひびわれ幅の計測精度確保には30度以内                  6) 画質: 最高(ファイン)                  7) 画像フォーマット: JPEG                  8) 撮影解像度:                      ひびわれ幅0.05mmを対象とする場合、画素分解能約0.1mm/pixel 以下                      ひびわれ幅0.2mmを対象とする場合、画素分解能約0.5mm/pixel 以下                  9) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しないこと</p>
	<p>ひびわれ幅および長さの計測方法                  【撮影時】                  ・点検対象を前述の『撮影解像度』が満たされる様に撮影する                  【解析時】                  ・幅の計測: 画像内にひびわれが存在する箇所はAIにより検出する。AIが検出したひびわれ箇所の輝度情報を基に、ひびわれ幅を計算する                  ・長さの計測: AIが検出したひびわれの始点と終点の画像上の座標に、1ピクセルの大きさを乗ずることで算出する                  ・データ補間処理により、1ピクセル以下のひびわれ幅も計測可能(概ね0.5ピクセル程度まで)</p>
	<p>損傷検出の原理・アルゴリズム                  ひびわれ以外                  【剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の自動検出】                  ・ひびわれ検出と同様に、AI(畳み込みニューラルネットワーク)と画像処理により自動検出                  ・AI教師データは、RC/PC橋の床板や橋台、ボックスカルバート等コンクリート構造物表面の損傷に対して正解データを付与し、学習させている                  ・これ以外の損傷については、人が画像を確認して損傷箇所を手動でトレースする</p>
<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)                  【ひびわれ】                  再現率92%、適合率91%、ダイスコア91%                  【剥離】                  再現率85%、適合率84%、ダイスコア85%                  【鉄筋露出】                  再現率85%、適合率85%、ダイスコア85%                  【漏水】                  再現率96%、適合率92%、ダイスコア94%                  【遊離石灰】                  再現率94%、適合率93%、ダイスコア93%                  再現率=正しく検出した損傷の個数/真の損傷の個数                  適合率=正しく検出した損傷の個数/検出した損傷の個数                  ダイスコア=再現率と適合率の調和平均                  何れも、学習に使用していない画像を使い評価</p>	
<p>変状の描画方法                  ・ひびわれ: ポリライン                  ・ひびわれ以外: ポリゴン</p>	
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式                  JPEG(画像結合を自動で行う場合は、Exif情報が残っていること)</p>
	<p>ファイル容量                  135MPixel/枚</p>
	<p>カラー/白黒画像                  カラー</p>
	<p>画素分解能                  ・ひびわれ幅0.05mmを対象とする場合、画素分解能凡そ0.1mm/pixel 以下であること                  ・ひびわれ幅0.2mmを対象とする場合、画素分解能凡そ0.5mm/pixel 以下であること</p>
	<p>その他留意事項                  ・ひびわれにチョークが重なっている場合は、幅計測の精度が劣化する可能性がある                  ・入力画像を人が見た時に、損傷の識別が難しいもの(汚れや、低解像度画像)は検出精度が劣化する可能性がある                  ・AI解析に、NVIDIA社製GPUボード、及びCUDA 11.3が必要</p>

	出力ファイル形式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・損傷図:JPEG、PNG</li> <li>・損傷解析詳細画像:JPEG、PNG</li> <li>・CADフォーマット:DXF</li> <li>・数量表:xlsx</li> </ul>
調書作成支援の手順		<p>① 点検対象に必要な画素分解能で撮影を行なう(ひびわれ幅0.2mmを対象とする場合、画素分解能凡そ0.5mm/pixel 以下)</p> <p>② 全体結合画像が得られる様に、画像間で50%以上のラップ領域を確保して撮影を行なう</p> <p>以降、本支援技術を用いた調書作成支援の手順</p> <p>③ ①②で撮影した画像をアプリケーションへ読み込む</p> <p>④ ③の画像に対して、アプリケーション内で画像結合(自動処理)と、損傷解析・計測(自動処理)が行われる</p> <p>⑤ ④の結果を作図するための図面をアプリケーションへ読み込む</p> <p>⑥ ⑤の図面上に展開された結合画像及び損傷トレース結果を編集する(追加・削除・結合)</p> <p>⑦ ⑥の編集結果を損傷図、CAD図、数量表へ出力する</p>
調書作成支援の適用条件		<ul style="list-style-type: none"> <li>・所望の損傷検出結果を得るためには、必要な画素分解能が満たされていないといけない</li> <li>・所望の損傷検出結果を得るためには、入力画像がブレていたりボケていたりしてはならない</li> <li>・画像の自動結合結果を得るには、結合対象が一様な平面で、画像間にラップ領域が必要</li> <li>・損傷解析を行なうためには、NVIDIA製のGPUを搭載したPCが必要</li> </ul>
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		<ul style="list-style-type: none"> <li>・SightFusion for Desktop Ver. 1.0.0(自社開発ソフトウェア)</li> <li>・Windows10/11で動作</li> <li>・NVIDIA社製 GPU (10, 20, 30,40 シリーズ等) 及び CUDA11.3 が必要</li> </ul>

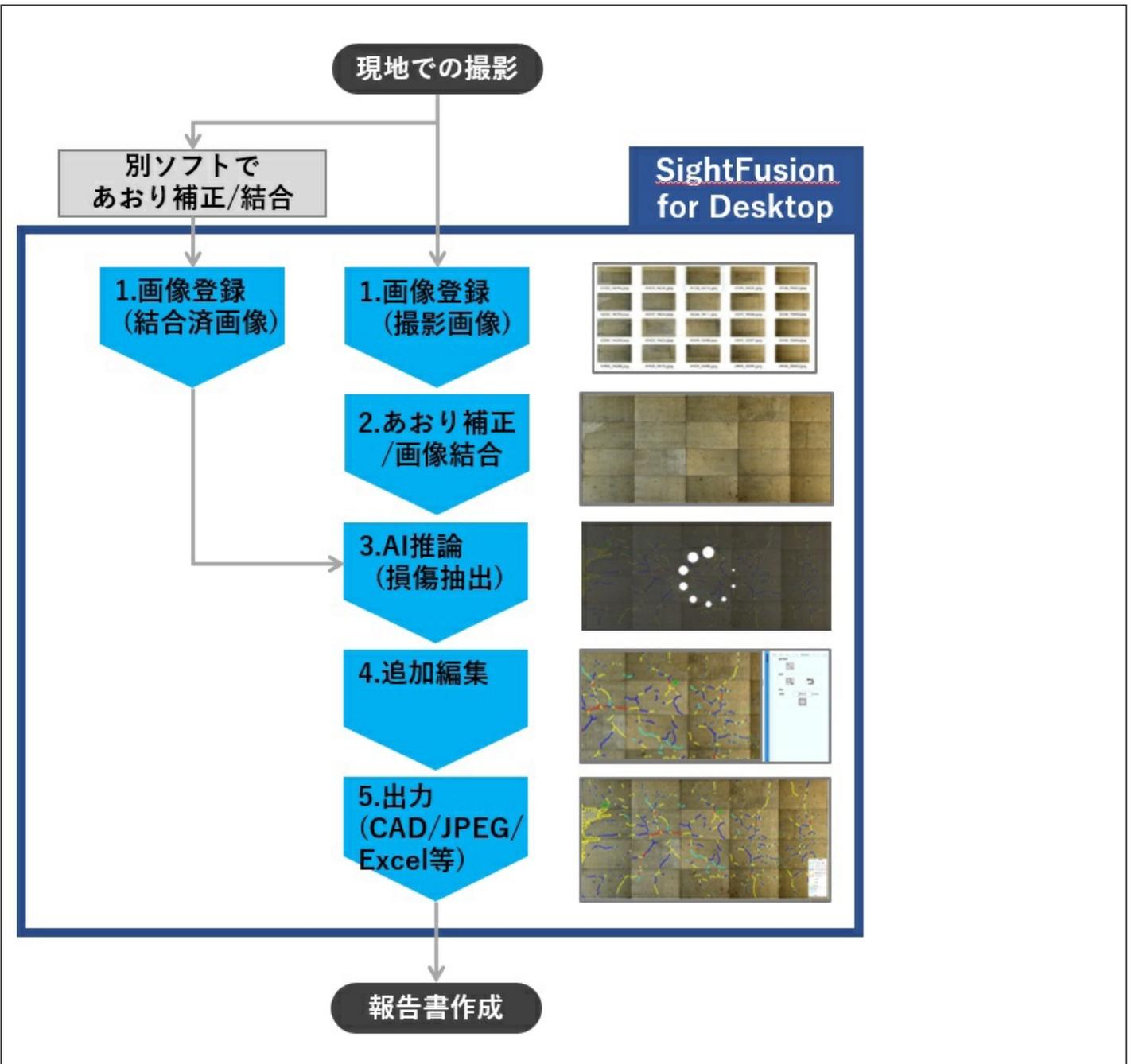
## 6. 留意事項(その1)

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	-	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	-	-

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	・適切な入力画像を得るための撮影技術が必要 ・アプリケーションの操作については特別な技術は必要なし	-
	必要構成人員数	ソフトウェア操作者:1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	不要	-
	作業ヤード・操作場所	現場またはオフィス	-
	点検費用	橋種[コンクリート橋/鋼橋] 橋長 [制限なし] 全幅員 [制限なし] 部位・部材[橋台/橋脚/床版等のコンクリート部材] 活用範囲 [制限なし] 検出項目[ひびわれ/床版ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰] <費用> ソフトウェア費用(サブスクリプション)として 56万円(半年)~	-
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	・ソフトウェアは専用サイトからダウンロードよりインストールを行う	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	弊社サポートチームにて対応	-
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

7. 図面



# 1. 基本事項

技術番号	BR010036-V0325			
技術名	AI機能付きタブレット端末による点検支援技術(ひびわれ)			
技術バージョン	Version 1.0	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: ixn-npro@ixs.co.jp	ビジネスイノベーション部門 金野寿哉	
現有台数・基地	10セット	基地	神奈川県川崎市幸区	
技術概要	本技術は、橋梁点検時に現場作業者が、タブレット端末付属カメラで撮影した写真に画像認識AI(深層学習)を適用して、ひびわれを自動検出し、ひびわれ幅を計測できる。また、計測結果を必要に応じて、国土交通省「道路橋記録様式」帳票に自動作成ができる技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,主桁ゲルバー部,横桁,縦桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台,基礎) 支承部(沓座モルタル,台座コンクリート) 路上(高欄,防護柵,地覆,中央分離帯,伸縮装置,縁石) RC床版橋(上部構造(主桁))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ①床版ひびわれ	
		その他		
共通				
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<p>本計測機器は、タブレット端末とカメラで構成され、それぞれの役割は次のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測装置：外部カメラ(タブレット端末から有線接続され、伸縮可能な棒の先端に取付ける)</li> <li>データ収集・通信装置：タブレット端末</li> <li>移動装置：なし(作業者による移動・運搬となるため、該当しない)</li> </ul> <p>※なお、計測装置(カメラ)とデータ収集・通信装置(タブレット端末)は、USBケーブルの抜き差しによって脱着可能である。 ※カメラによって撮影される写真は、タブレット端末内部に一次保存された後、クラウド・サーバ上の記憶装置に保存され、AI解析される。</p>	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	【人力型】 ・本計測機器の主装置はデータ収集・通信装置であり、その実体となるタブレット端末は、橋梁点検を行う作業者が現場で携帯して移動する。	
	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	—	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	—		
計測装置	設置方法	・計測装置(外部カメラ)は、伸縮可能な棒の先端に取り付けられ、同棒は現場の作業者によって手持ちされる。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・計測装置：最大外形寸法(W94mm×D71mm×H860mm)、最大重量(0.5 kgf)	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>専用USBカメラ 型番：IXS-GRM-200-002</li> <li>ピクセル数(縦720pixel×横1,280pixel)</li> <li>※カメラメーカーの供給計画変更により、利用カメラを変更する可能性はあるものの、システム内の設定変更により解析に影響を及ぼさない機構あり。</li> </ul>
		パン・チルト機構	・計測装置(カメラ)は、伸縮可能な棒の先端に取り付けられており、同棒は現場の作業者によって手持ちされるため、撮影方向は自由に変更可能である。
		角度記録・制御機構 機能	—
		測位機構	—
	耐久性	—	
	動力	・データ収集・通信装置(タブレット端末)より、USBケーブル経由で給電	
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(タブレット端末)より給電されるため、同装置の稼働時間に同じ		
データ収集・通信装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ収集・通信機能はタブレット端末に内蔵され、タブレット端末は下記の方法により、現場の作業者が装着することができる。</li> <li>①タブレット端末側面に付属のストラップを、現場作業者の首や肩から下げる。</li> <li>②タブレット端末裏面に付属のハンドホルダを、現場作業者の手甲に装着する。</li> <li>③タブレット端末背面に付属のスタンドを立てることで、水平な台の上に設置可能である。</li> </ul>	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・データ収集・通信装置：最大外形寸法(L195mm×W275mm×H25mm)、最大重量(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インターネット経由でクラウド上のサーバに伝送し記憶装置に保存	
	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(タブレット端末～カメラ間)：有線(USB)</li> <li>通信方法(タブレット端末～クラウド・サーバ間)：無線(携帯電話網)</li> </ul>	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>認証方式： ユーザIDとパスワードによる認証</li> <li>暗号化方式：SSLによる暗号化</li> </ul>	
	動力	・タブレット端末内蔵バッテリーより給電されて稼働	
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	・連続2時間程度使用可能	

### 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 ※	有		
		性能値	—	—	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) ・0.047㎡/sec	・風速:0.1~6.6 m/s	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	・ひびわれ幅0.05mm 計測精度0.01mm  ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度0.05mm	◆距離0.07mの場合 ひびわれ幅 0.05mm 計測精度0.01mm  ◆距離0.3mの場合 ひびわれ幅 0.2mm 計測精度0.05mm  ※実際の解像度の2/3程度のひびわれ幅であれば超解像度で計測可能	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅:0.05mm  ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.02mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.01mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.03mm	・被写体距離:0.36~1.0 m ・照度12.8~67.0klx	
	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 ※	-	
			性能値	—	—
			標準試験値	—	—
		位置精度	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	・フルカラーチャート識別可能	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・フルカラーチャート識別可能		
	標準試験値	暗所では別途照明が必要	・照度:16.0~67.7klx		

※「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

<b>変状検出手順</b>	①撮影した画像からひびわれの箇所を自動で検出(自動) ②検出した箇所にひびわれの幅毎に着色 0.1mm未満:緑、0.1mm以上・0.2mm未満:黄、0.2mm以上:赤 (自動) ③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抽出(矩形で囲む) (手動) ※今後、ひびわれ以外の損傷についても自動抽出する仕組みを随時リリース予定		
<b>ソフトウェア情報</b>	<b>ソフトウェア名</b>	・「イクシス橋梁ひびわれ検出AI ver2.1」(自社開発ソフト)	
	<b>検出可能な変状</b>	・ひびわれ(幅0.05~10.0mm)	
	<b>損傷検出の原理・アルゴリズム</b>	ひびわれ	・画像認識AI(畳み込みニューラルネットワーク)による自動検出 ・AI教師データはコンクリート構造物としてはRC床版橋上部構造(床版)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10橋分)。 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ:専用USBカメラ 2) 撮影設定:オート 3) 画質:1280x720 4) 画像フォーマット:JPEG 5) 注意事項:デジタルズーム機能は使用しないこと
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅:ひびわれと自動検出された画素(pixel)の数を計測し、1pixelあたりの長さを乗することでひびわれ幅を算出する。 かつ、輝度値を基に補正値を掛けることで実際の解像度の2/3程度のひびわれ幅を検出可能。
		ひびわれ以外	・作業者が画像を確認して、変状を自身でトレース
		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: 再現率92.6%、0.05mm未満の細いひびわれを除いた場合 100%
		変状の描画方法	・ラスタデータで撮影した画像に重畳して表示
	<b>取り扱い可能な画像データ</b>	ファイル形式	JPEG
		ファイル容量	10MB
		カラー/白黒画像	カラー
画素分解能		・0.01mm/pix~10.0mm/pix ただし、解像度に応じて計測可能なひびわれ幅が決まる 解像度の2/3程度のひびわれ幅を計測可能	
その他留意事項		・ひびわれの色が黒以外の場合は検出困難 ・超解像技術を利用	
<b>出力ファイル形式</b>	・zip形式でJPEG画像とCSVで撮影箇所・損傷程度等の情報を専用フォーマットで出力 ・国土交通省の道路橋記録様式をExcel(.xlsx)ファイルとして出力		
<b>調書作成支援の手順</b>	①本システムで画像を撮影し、撮影した部材の箇所・損傷程度などを入力する ②AIによる解析を適用し、ひびわれの抽出・幅の計測を行う ③結果を専用フォーマットのzipでダウンロードする ④専用のExcelマクロを使用し、点検調書を自動で作成する 国交省様式で出力可能		
<b>調書作成支援の適用条件</b>	・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) 撮影距離は1m以内で撮影(ひびわれ幅の計測機能を使用する場合) ・タブレットで入力したデータをクラウド・サーバに保存するため、現地でインターネット環境(無線の電波状)が整っている方が望ましい。		
<b>調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名</b>	・Microsoft Excel 2019または、Microsoft 365		

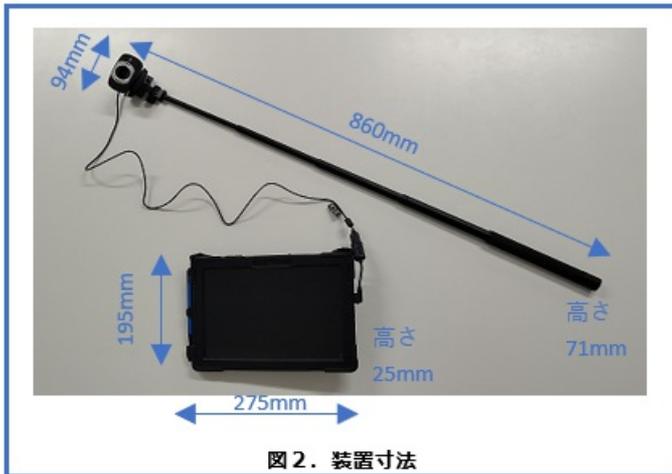
## 6. 留意事項(その1)

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	桁下は人が進入できる箇所	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	タブレット端末をストラップで首等から下げる場合は、ストラップを周囲のものにひっかかないように留意する。	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	大雨の場合、計測不可。 高所を計測する場合には、足場あるいは高所作業車が必要である。	—

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	本システムの利用方法習得のため、当社から提供する操作マニュアルで自習するか、当社が実施する講習を受講すること。	—
	必要構成人員数	現場作業員 1名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	操作に必要な資格:なし	—
	作業ヤード・操作場所	—	—
	点検費用	月額利用料5万円	—
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	—
	自動制御の有無	自律制御:無	—
	利用形態:リース等の入手性	・レンタル: (取扱店)株式会社イクシス (連絡先)info@ixs.co.jp	—
	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	携帯電話網(LTE)が利用できない場所では利用不可	—

7. 図面



## 1. 基本事項

技術番号	BR010037-V0325			
技術名	水中ドローン(DiveUnit300)を用いた橋梁点検支援技術(ひびわれ)			
技術バージョン	1	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社FullDepth			
連絡先等	TEL: 03-5829-8045	E-mail: sales@fulldepth.co.jp	営業部 中村	
現有台数・基地	5台	基地	〒103-0004 東京都中央区東日本橋2-8-4東日本橋1stビル	
技術概要	本技術は、水中ドローンで撮影された画像からひびわれ幅を計測する技術である。また、水中ドローンにソナーを装着することで洗掘量も計測可能。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	下部構造(橋脚,橋台,基礎)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		下記、各機器を接続し一体的構造となる(図面参照) ・水中ドローン(DiveUnit300:ビークルユニット):カメラやセンシングデバイス等が一体となった移動装置(水中) ・光ケーブル(テザーユニット):陸上のある操縦用コントローラーと水中ドローンを繋ぐケーブル(水中/陸上) ・操作用PC(CPC)ユニット(セントラルユニット):カメラ映像 センシングデバイスのデータを取得し操縦信号を送るPCユニット(陸上)にゲームパッドを接続し、操縦する ・定規(スケールユニット):ひびわれ幅を計測するための定規(水中)	
移動装置	機体名称	DiveUnit300	
	移動原理	[水中ドローン] ・機体は水平方向に4基(前後左右旋回の動作) 鉛直方向に2基(浮上沈降) 姿勢制御に1基(水平姿勢維持)、推力となるスラスターがついており、手動で操縦し潜航および移動させる。	
	運動制御機構	通信	有線通信型
		測位	—
		自律機能	ホバリング機能 ホールド(方位・姿勢・深度保持)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(長さ640mm×幅410mm×高さ375mm) ・最大重量(28kg)	
	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:Li-ion バッテリー	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・240分(外気温:20℃の場合)	
計測装置	設置方法	移動装置と一体的な構造	
	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	・Webカメラ Logicool 920
		パン・チルト機構	—
		角度記録・制御機構 機能	—
		測位機構	—
	耐久性	IP65 水深300mの耐圧性能 ※当社独自の耐圧試験機による耐圧試験で確認	
	動力	—	
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	移動装置と一体的な構造	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—	
	データ収集・記録機能	計測装置の記録装置(ハードディスク)にデータ収集。	
	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	—	
	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 ※	有	
	性能値	—	—
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 変化量0cm	流速0.2m/s
3-2 進入可能性	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	縦:横:高さの最大寸法(mm) 縦:800mm 横:1200mm 高さ:600mm	【飛行型】水中部 衝突回避距離を加味した最小所要空間寸法を縦、横、高さの最大寸法(mm) 縦:800mm 横:1200mm 高さ:600mmの場合。 ホールド機能のみの利用であれば、考慮不要
	標準試験値	標準試験方法 水中(2022) 実施年 2022年 W2.0m×H1.0m ×L1.0m	—
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	・最大稼働範囲 300m	飛行型 (水中潜航) 最大稼働範囲 300m 付属品 テザーケーブルのケーブル長範囲
	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

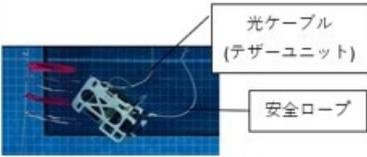
項目		性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件	
計測装置	4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	約0.012m <sup>3</sup> /sec(距離18m)	1mの離隔距離で撮影ができる濁度において約0.012m <sup>3</sup> /sec(距離18m)	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 0.003m <sup>3</sup> /sec	—	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	0.1mm : 最小ひびわれ幅0.5mm	最小ひびわれ幅: 0.5mm ・ひびわれ幅 0.5mm 計測精度 0.1mm ラップ率80% 離隔距離1mで撮影可能な透明度	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 水中(2022) 実施年 2022年 濁度1.1の場合 最小ひびわれ幅:0.5mm		流速0m/s 被写体距離 8.0cm
			・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.06mm		
			・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 1.66mm		
			・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.08mm		
	・ひびわれ幅 2.0mm : 計測精度 0.53mm				
	濁度60.5の場合 最小ひびわれ幅:0.5mm				
	・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.24mm				
・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 -mm					
・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.23mm					
・ひびわれ幅 2.0mm : 計測精度 0.51mm					
・ひびわれ幅 5.0mm : 計測精度 -mm					
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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	位置精度	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	未実施	-		
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 フルカラーチャート識別可能(濁度1.1度) フルカラーチャート識別不可(濁度60.5度)	流速0m/s 被写体距離 8.0cm 濁度1.1度 濁度60.5度		

※「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水中ドローンにて点検対象を近接撮影する。(自動) ②撮影中に変状を確認しスクリーンショットで画像を保存。(手動) ③変状の名称や番号を設定し、スケール等と比較して大きさを計測。(手動) ④計測を基に、変状の大きさを割り出して記録する。(手動)	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	自社製ソフト CU Softwer2(操縦用ソフト)	
	検出可能な変状	・ひびわれ(幅:0.7mm以上)	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	撮影した映像から、ひびわれを発見しスクリーンショットで撮影時間を記録する ・撮影カメラ仕様等 1) カメラ:Logicool Webカメラ 2) 撮影設定:オートフォーカス(適宜マニュアルフォーカス対応) 3) 画素数:3メガピクセル 4) 最大解像度:1080p/30fps 5) レンズタイプ:ガラス 6) 動画/画像データ:mov,mp4/jpeg
		ひびわれ幅および長さの計測方法	動画から目視により検出
		ひびわれ以外	動画から目視により検出
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	—
	変状の描画方法	—	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	mov,mp4,jpeg
		ファイル容量	約200GB
		カラー／白黒画像	カラー
画素分解能		ひびわれ幅0.5mmを検出するには、分解能が1mm/Pixel以下である必要がある。	
その他留意事項		—	
出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 mov,mp4,jpeg		
調書作成支援の手順		①「変状検出手順」より、検出した変状の寸法を記録 ②記録した寸法・元になった画像データを点検要領様式に記入する	
調書作成支援の適用条件		撮影中に変状を確認した際に適宜スクリーンショットで記録を残すこと	
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		・現地での入力:水中ドローン操作用PC ・点検調書データのダウンロード:OS Windows8.1以降、ブラウザ Chrome ・自社ソフト CU Softwer2にて利用	

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	—	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	<p>下図のように、安全ロープを取り付けることで、突発的に流速が上がる場合衝突を回避する。                      ※テザーケーブル(テザーユニット)の引っ張り強度136kgを超える可能性がある場合</p>  <p>図1 安全ロープ</p>	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
その他	<p>大雨の場合、計測不可。                      表面に藻等の汚れ等が付着しているときは、別途オプションの高圧洗浄機で除去し、計測する。</p>	—	

6. 留意事項(その2)

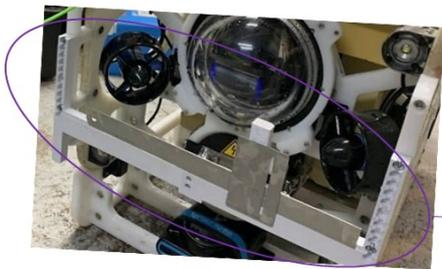
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	水中ドローンの特性を理解し、点検対象を撮影する際に的確かつ安全な潜航計画を立案できること。	—
	必要構成人員数	現場責任者1人、操作1人、補助員1人 合計3名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	30時間程度の操作練習	—
	作業ヤード・操作場所	・点検対象付近の約2m×2mの平坦な陸上 ・機材一式を搬入搬出が可能な通路があること	—
	点検費用	機体価格6,700,000円(1基あたり) サブスクリプションサービス価格3,400,000円/年	オプション等の条件により価格が変わります。
	保険の有無、保障範囲、費用	保険加入有 顧客の責に依らない機器の故障について保障 機体の保守点検サービス有	—
	自動制御の有無	無	—
	利用形態:リース等の入手性	購入品/サブスクリプションサービス(年間契約)	—
	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(前述の「保守点検サービス」加入者を優先的にサポート)	—
	センシングデバイスの点検	無し(電源ON時に深度/温度などのセンサー類にキャリブレーション)	—
その他	流速 0.5m/sec以上の河川等(適用不可) 雨天時計測には、テント等の雨天対策が必要 使用温度範囲0℃~40℃	—	

7. 図面

DiveUnit300 標準構成



図4 標準構成



定規(スケールユニット)

図5 定規(スケールユニット)

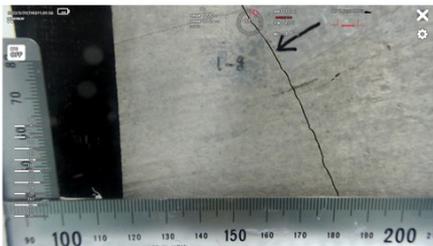


図6 ひびわれを計測している映像

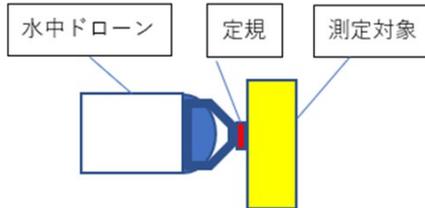


図7 ひびわれ計測時イメージ図

1. 基本事項

技術番号	BR010038-V0325			
技術名	MCSによる3Dデータを活用した橋梁点検技術			
技術バージョン	—	作成:	2025年3月	
開発者	ジビル調査設計株式会社 企画開発室 / 国立大学法人 福井大学 工学部			
連絡先等	TEL: 0776-23-7155	E-mail: minamide@zivil.co.jp	企画開発室 南出 重克	
現有台数・基地	4台 (MCS-Slider(スライダー)1台・MCS-CuGo(キューゴ)1台・MCS-BoxCulvert(ボックスカルバート)1台・MCS-Handy(ハンディ)1台)	基地	福井県福井市大願寺2丁目5-18	
技術概要	本技術は、溝橋等の狭隘空間を有する橋梁を対象に複数のカメラとLED照明を搭載したMCSを活用し、上部構造・下部構造を網羅的に撮影し、その写真データより3Dモデルデータを作成する技術である。 時系列に作成した3Dモデルデータを作成することで、損傷の進行状況の把握を目的とした技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 支承部(支承本体) 路上(地覆,舗装) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,翼壁,周辺地盤) H形鋼桁橋(上部構造(主桁),支承部(支承本体)) RC床版橋(上部構造(主桁),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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ	
		その他	⑬遊間の異常 ⑭路面の凹凸 ⑮舗装の異常 ⑯支承部の機能障害	
共通		⑩補修・補強材の損傷 ⑰変色・劣化 ⑱漏水・滞水 ⑲異常なたわみ ⑳変形・欠損 ㉑土砂詰まり		
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		移動装置 : MCS-Slider (スライダー式架台装置) MCS-CuGo (ゴムキャタピラ駆動式架台(電動モータ式)) MCS-BoxCulvert(フレーム式架台) MCS-Hahdy (フレーム式架台) 計測装置 : デジタルカメラ データ収集・通信装置 : SDカード	
移動装置	機体名称	MCS-Slider(MCS-スライダー) MCS-CuGo(MCS-キューゴ) MCS-BoxCulvert(MCS-ボックスカルバート) MCS-Hahdy (MCS-ハアディ)	
	移動原理	MCS-Slider(MCS-スライダー) (スライダー式架台装置をガイドロープ又はガイドポールに連結して手動で移動) MCS-CuGo(MCS-キューゴ) (ゴムキャタピラ駆動式架台(電動モータ式)を遠隔無線操作で移動) MCS-BoxCulvert(MCS-ボックスカルバート)(フレーム式架台を人力で押して移動) MCS-Hahdy (MCS-ハアディ) (フレーム式架台を人力で押して移動)	
	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	MCS-Slider : 最大外形寸法 (800mm×1200mm×300mm) 最大重量 (20kg) MCS-CuGo : 最大外形寸法 (660mm×850mm×350mm) 最大重量 (20kg) MCS-Box Culvert : 最大外形寸法 (600mm×500mm×1,000~1,800mm) 最大重量 (16kg) MCS-Handy : 最大外形寸法 (350mm×150mm×1,500mm) 最大重量 (7kg)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	MCS使用時は一体構造であるため、本項目は非該当	
動力	MCS-CuGoはキャタピラ駆動(電動モータ式) それ以外は手動(手押し・ガイドロープ・ガイドポールを使用)		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	MCS-CuGo、搭載バッテリーで約2時間		
計測装置	設置方法	移動装置と一体的な構造	
	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	・ カメラ : SONY製 型番 DSC-RX0M2 ・ センサーサイズ : 1.0型(13.2mm x 8.8mm) Exmor RS CMOSセンサー、アスペクト比3:2 ・ ピクセル数 : 14,000万 画素 (4,272pixel x 3,200pixel) 4:3モード: ・ 焦点距離 : f=7.9mm
		パン・チルト機構	チルト角度 -30°~+120°(カメラ昇降&チルト機構搭載時)
		角度記録・制御機構機能	撮影方向は、カメラ取付の調整にて自由に設定可能
		測位機構	3Dモデルに座標設定のために、撮影対象物にL型鋼尺の取り付けが必要(対象物撮影時に同時撮影)
	耐久性	IP68(カメラ単体使用時)	
	動力	外部電源が必要(ポータブルバッテリー)	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約8時間(カメラ14個、LED照明3個、700Wh外部ポータブルバッテリーAC100V使用時)		
データ収集・通信装置	設置方法	移動装置と一体的な構造	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	移動装置と一体的な構造	
	データ収集・記録機能	記録メディア(micro SDカード)に保存	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	・ 通信方法 有線(LANケーブル) ・ 通信速度 最大 1Gbps (Cat6の場合) ・ 通信規格 250MHz帯 ・ 通信距離 最長 10m	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	—	
	動力	外部バッテリー(AC100V)より供給	
データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	700Wh外部バッテリー(AC100V)からの給電により連続8時間使用可能(気温0~40℃の場合)		

### 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 ※	有	
	性能値	・桁下空間 500mm以上 ・最小カメラ被写体距離 L=200mm(カメラ仕様)	-
	標準試験値	標準試験方法 溝橋(2022) 実施年 2022年 ・挿入空間(幅2.50m×桁下1.21m)	ガイドポール式で挿入 ・水深:29cm ・流速:0.476m/s ・濁度:14.10FUN
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	・10m	ガイドポール・ガイドロープ併用し挿入 ・LANケーブルの長さ制限 ケーブル長10m
	標準試験値	標準試験方法 溝橋(2022) 実施年 2022年 ・7.25m	ガイドポール式で挿入 ・水深:30cm ・流速:2.467m/s ・濁度:66.6FUN
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 ※	有		
		性能値	—	—	
		標準試験値	・撮影速度=0.027m2/sec	・風速: 3.0~5.2 m/s	
	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: 0.1mm」 ・ひびわれ幅 0.05mm 計測精度 0.05mm (参考) ・ひびわれ幅 0.1mm 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 0.2mm 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 0.3mm 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 1.0mm 計測精度 0.05mm	・四角柱試験体(420 x 420 x 800mm)において、ひびわれ幅、0.05、0.1、0.2、0.3、1.0mmの物それぞれ6個ずつ選定。 ・3Dモデル上で幅を測定し、実測値との誤差量求める ・撮影条件 ①被写体距離 600mm ②平均照度850lx ③ラップ率80%	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅 0.05mm: 計測精度 0.13mm ・ひびわれ幅 0.1mm: 計測精度 0.14mm ・ひびわれ幅 0.2mm: 計測精度 0.13mm ・ひびわれ幅 0.3mm: 計測精度 0.13mm ・ひびわれ幅 1.0mm: 計測精度 0.06mm	・被写体距離: 1.0、1.5 m ・照度: 10.3~62.9kLux	
	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	・1%以内	2点間距離の誤差率 1%以内 四角柱試験体(420 x 420 x 800mm)、側面の4面において、各面4点の2点間距離を測定し、その誤差率の平均値を算出(実績値)
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・相対誤差:0.09%	・真値:5.373m ・測定値:5.368m ・被写体距離: 1.0、1.5 m
		位置精度	性能確認シートの有無 ※	有	
			性能値	5mm以内/ 100mmの誤差保証(誤差率 5%以内)	5mm以内/ 100mmの誤差保証 <sup>1</sup> (誤差率 5%以内)四角柱試験体(420 x 420 x 800mm)、側面の4面において、各面4点の位置座標を測定し、その絶対値および誤差率の平均値を算出
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.009、0.009)	・真値(x、y)=(-4.830、-2.353)m ・測定値(x、y)=(-4.821、-2.362)m ・被写体距離: 1.0、1.5 m
4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※	有			
	性能値	—	—		
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度: 26.0~36.1kLux		

※「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 MCSにて取得した画像データをSfMの原理を有する、3D合成ソフトを用い3Dモデルを作成する(自動) ② PC上の3Dモデルを閲覧し、損傷箇所を目視確認する(手動) ③ 損傷状況を3Dモデルから画像キャプチャーする(調書貼付用の写真データの作成)(手動) ④ 3Dモデルの各部位毎に、オルソ画像処理を行い、2D-CADで扱えるデータに変換(自動) ⑤ 2D化した画像を用いて、損傷図の作成を行う(手動) ⑥ 損傷の大きさ(例 ひびわれ幅&長さ、鉄筋露出範囲)は3Dモデル上、2Dデータ上のどちらでも手動測定可能(手動)	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	① 3Dモデル合成 : Bentley 社製 「ContextCapture 最新版」 (市販ソフト) ② 3Dモデル閲覧 : Bentley 社製 「ContextCapture Viewer 最新版」 (市販ソフト) ③ 分析&編集 : Bentley 社製 「ContextCapture Editor 最新版」 (市販ソフト)	
	検出可能な変状	-	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	<ul style="list-style-type: none"> <li>3Dモデルより、目視にてひびわれ検出</li> <li>3Dモデルを部位毎にオルソ画像処理を行い、2D-CAD等で使用可能データに変換後、目視検出も可能</li> <li>撮影条件・仕様等                         <ol style="list-style-type: none"> <li>1) カメラ:デジタルカメラ</li> <li>2) ラップ率:オーバーラップ 80%以上</li> <li>3) 画質:最高(ファイン)</li> <li>4) 画質フォーマット:JPEG</li> <li>5) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しない 白飛び&amp;ピンボケが無いように撮影する</li> </ol> </li> </ul>
		ひびわれ幅および長さの計測方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>3Dモデルには「座標」が設定されており、寸法・面積の計測が可能。 3Dモデルを目視確認し、ひびわれの幅・長さを計測する</li> <li>座標にはXYZ軸の方向情報と、長さ(距離)情報が記録されており、長さは-10乗(m) (0.000000001 m)単位で設定・表示可能</li> </ul>
		ひびわれ以外	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひびわれの検出と同様</li> <li>剝離・鉄筋露出、漏水、欠損等、面的な損傷を選択し、周長、面積を測定</li> </ul>
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	<ul style="list-style-type: none"> <li>MCS、本項目には非該当</li> </ul>
		変状の描画方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>メッシュ(三角形) が基本</li> <li>点群データのみ、メッシュ+点群データの展開可能</li> </ul>
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	推奨形式 : jpeg 対応可能形式 : tiff, raw, mp4, mov, mpg
		ファイル容量	特に制限無し
		カラー/白黒画像	カラー 白黒画像
画素分解能		<ul style="list-style-type: none"> <li>理論上、ひびわれ幅0.1mm検出するためには0.2~0.3mm/Pixel以下が望ましい (1画素の20~30%の幅の測定が可能)</li> <li>ただし検出可能なひびわれ幅の最小値は、画素分解能の性能に関わらず0.1mm</li> </ul>	
その他留意事項		<ul style="list-style-type: none"> <li>正確に3D合成を行うため、画像のラップ率80%以上が必要</li> <li>ガラス面、反射面、特長点が存在しない物体等の3D合成は基本できない</li> </ul>	
出力ファイル形式	① 3Dモデルのファイル形式: .3mx ② ビューソフト ContextCapture View (無料)あり ③ 中間ファイル形式 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3Dメッシュ : obj, fbx, dae, dgn, stl, kml</li> <li>・ 3D点群 : las, laz, pod</li> </ul>		
調書作成支援の手順	① 橋梁緒元の入力(手動) ② 現況写真のコメント入力・指定・取り込み(手動) ③ 損傷情報の入力・データベース化(手動) ④ ③に紐づく写真を3Dモデルよりキャプチャーし、ファイル名を指定(手動) (最終的に、マクロで読み込めるように) ⑤ 3Dモデルより、損傷図・損傷位置図を作成し、ファイル名を指定(手動) ⑥ システム実行 所定様式の調書を自動作成		
調書作成支援の適用条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft社製 Excelが必須</li> <li>PCスペック、3Dモデルの描画が可能な仕様であること</li> </ul>		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	「ジビル 点検調書作成支援システム」(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	・ 幅員20m以内	・ MCS装置を使用して撮影した場合LANケーブルの長さ制限あり
	桁下条件	—	—
	周辺条件	・ 桁下に降りられない現場(水深約1m、流速が速い等) 対応要相談	—
	安全面への配慮	・ 計測中は注意喚起の看板の設置 ・ ライフジャケットの装着	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	・ 天候条件: 雨天時は要相談、降雪時不可	—

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	橋梁点検士を取得している技術者が望ましい	—
	必要構成人員数	3名	現場の状況によって、補助員を増員する場合あり
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	弊社における、撮影方法レクチャー受講が望ましい	—
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲: 約2m <sup>2</sup> (2m x 1m) 操作場所: 計測機器より10m以内	—
	点検費用	<p>【橋梁条件①】 橋種 [桁橋・RC床版橋] 橋長 10m 全幅員 5m 部位・部材[上部工・下部工・路面] 活用範囲 [50]m<sup>2</sup> 検出項目 [ひびわれ、剥離・鉄筋露出、遊離石灰・漏水・滞水、防食機能の劣化 等] &lt;費用&gt; 合計 252,000円(税別・諸経費込み・移動交通費別途)</p> <p>【橋梁条件②】 橋種 [溝橋] 橋長 2m 全幅員 25m 部位・部材[頂版・側壁・路面] 活用範囲 [50]m<sup>2</sup> 検出項目 [ひびわれ、床版ひびわれ、その他(鉄筋露出・腐食/漏水・遊離石灰)不同沈下 等] &lt;費用&gt; 合計 180,000円(税別・諸経費込み・移動交通費別途)</p>	<p>※費用は、計画準備・現場撮影・3Dモデル及びPVを含む。 ※費用は、参考値。現場条件により異なる。(別途見積りを原則とする) ※点検調書の作成は要相談(別途見積り)</p>
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	—
	自動制御の有無	無: 人力型のため、手動にて制御	—
	利用形態: リース等の入手性	受託業務	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	弊社、ジビル調査設計株式会社にてサポート	—
	センシングデバイスの点検	センシングデバイス(カメラ)が不調の場合、交換対応	—
その他	—	—	

7. 図面

機材一覧写真

MCS-Slider	MCS-CuGo	MCS-BoxCulvert	MCS-Hahdy
スライダー	キューゴ	ボックスカルバート	ハンディー
			

1. 基本事項

技術番号	BR010039-V0325		
技術名	ドローンを活用した橋梁点検技術(MATRICE300RTK・350RTK, Skydio2+)		
技術バージョン	-	作成:	2025年3月
開発者	計測検査株式会社 九州電力株式会社 九電ドローンサービス株式会社		
連絡先等	TEL: 093-642-8231 (代表連絡先) 092-981-0808	E-mail:	kkeigy@keisokukensa.co.jp(代表連絡先) drone@kyuden.co.jp kikaku@kyuden-drone.co.jp 計測検査株式会社 営業(代表連絡先) 九州電力株式会社 情報通信本部 ドローン業務グループ 九電ドローンサービス株式会社 企画管理部
現有台数・基地	[ドローン] ・MATRICE300RTK 11台 ・MATRICE350RTK 5台 ・Skydio2+ 4台 [カメラ及びLiDAR] ・H20(H30T含む) 7台 ・iXM100MP 3台 ・HoverMap 1台	基地	〒810-0004 福岡県福岡市中央区渡辺通2丁目1-82号
技術概要	<p>本技術は、ドローン(MATRICE300RTK、350RTK)に搭載したカメラ(H20、iXM100MP)、また、ドローン(Skydio2+)に内蔵されたカメラで撮影した画像から損傷を把握する技術である。H20カメラはドローン機体の下部と上部に付け替えることで、正面、真上の撮影が可能であり、iXM100MPカメラは超高画質撮影により離れた箇所から鮮明な画像の取得が可能である。MATRICE300RTK、350RTKは機体に搭載されたステレオカメラ、赤外線による障害物検知システムを搭載して飛行する。</p> <p>さらに、HoverMapを機体下部に搭載することで、360°の点群情報の取得と、LiDAR SLAMによる非GPS環境及び低照度環境での安定した飛行が可能となる。</p> <p>Skydio2+は衝突回避用の上下各3つ、計6つのカメラにより、Visual SLAM技術を用いて非GPS環境での安定した飛行と可能とする。また、内蔵されたカメラは、上下各90°に向けることが可能であり、床板から橋脚まで撮影が可能である。</p> <p>コンクリートに限り、計測検査㈱にて登録しております【BR010058 AIによる画像からの損傷抽出支援システム「MIMM-AI」によるひび割れ解析】を行うことが可能である。</p> <p>また、撮影したデータから3Dモデルを作成してモデル内に損傷情報(写真、経年写真、コメント等)を入れた、成果品(モックアップ)の作成も可能である。</p>		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	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、主構トラス、アーチ、ラーメン、斜張橋、外ケーブル、PC定着部) 下部構造(橋脚、橋台) 支承部(支承本体、落橋防止システム) 路上(地覆) 排水施設(排水管) 点検施設 添架物 袖擁壁 溝橋(ボックスカルバート)(頂版、側壁・底版・隔壁・その他、翼壁、周辺地盤) H形鋼桁橋(上部構造(主桁)、床版、支承部(支承本体)) RC床版橋(上部構造(主桁)、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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ ⑪うき
		その他	その他(不法占有、落書き、鳥のふん害、目地材などのずれ及び脱落、火災による損傷)
共通	⑫補修・補強材の損傷 ⑬定着部の異常 ⑭変色・劣化 ⑮漏水・滞水 ⑯異常なたわみ ⑰変形・欠損		
検出原理	画像(静止画/動画)	2-1-354	

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		移動装置:ドローン(MATRICE300RTK,350 RTK(DJI社製)、Skydio2+(Skydio社製)) 計測装置:カメラ(DJI Zenmuse H20(DJI社製)、iXM100MP(PhaseOne社製)) データ収集・通信装置:microSDカード、XQDカード(iXM100MP)	
移動装置	機体名称	MATRICE300 RTK MATRICE350 RTK Skydio2+	
	移動原理	【飛行型】 ・4枚の羽根により飛行し、任意の方向に移動を行う。 ドローンの飛行は、飛行環境により自動飛行が可能であるが基本的に手動飛行にて行う。	
	運動制御機構	通信	・通信種別:無線 ・周波数帯:2.4GHz帯小電力データ通信システム ・出力:100mW以下
		測位	・GNSS及びRTK測位システム ・デュアルビジョンカメラ ・赤外線センサー ・Visual SLAM(Skydio2+) ・Lider SLAM(HoverMap)
		自律機能	・GNSSおよびRTK測位システムにより自動ホバリング ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより自律的にホバリングを行う ・Visual SLAMによる自動ホバリング(Skydio2+) ・LiDAR SLAMによる自動ホバリング(HoverMap取り付け時)
		衝突回避機能(飛行型のみ)	・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより衝突を回避する(MATRICE300RTK、350RTK) ・Visual SLAMによる衝突回避(Skydio2+) ・LiDAR SLAMによる衝突回避(HoverMap取り付け時) ※アプリケーションにて任意の距離に設定の変更が可能
	外形寸法・重量	【MATRICE300RTK、350RTK】 810x670x430mm(長さx幅x高さ) 機体:約3.6kg バッテリー:約1.35kg(1個の重量であり飛行には2本必要) カメラH20:678g±5g カメラH20、バッテリー搭載時:約7.0kg カメラiXM100MP:1.1kg カメラiXM100MP、バッテリー搭載時:約7.4kg HoverMap:1.6kg HoverMap、バッテリー搭載、H20カメラ搭載時:約8.6kg 【Skydio2+】 229x274x126mm(長さx幅x高さ) 機体:約0.8kg(バッテリー含む)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	【MATRICE300RTK、350RTK】 2.7 kg 【Skydio2+】 分離構造無し	
	動力	【MATRICE300RTK、350RTK】 ・名称 TB60 ・容量 5935 mAh ・バッテリータイプ LiPo 12S ・電力 274 Wh ・正味重量 約1.35 kg ※1個の重量であり飛行には2本必要	
		・名称 TB65 ・容量 5880 mAh ・バッテリータイプ Li-ion ・電力 263.2Wh ・正味重量 約1.35 kg ※1個の重量であり飛行には2本必要	
【Skydio2+】 ・名称 Skydio2+Battery ・容量 5410 mAh ・バッテリータイプ Li-ion ・電力 59.89Wh ・正味重量 約-kg			
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	MATRICE300RTK、350RTKについては、搭載するカメラ等により飛行時間は変動する約30分～45分の飛行が可能(バッテリー100%から0%まで飛行時) ※カメラを搭載し、気温25度、無風、ホバリング状態での飛行時間。 ※安全に着陸するため、飛行環境によりバッテリー残量20%～30%程度で着陸を行う。 そのため、実飛行時間は約30分となる。 Skydio2+については、27分の飛行が可能。 ※安全に着陸するため、飛行環境によりバッテリー残量20%～30%程度で着陸を行う。		
設置方法	・機体上部もしくは下部に装着。 2-1-355 ※専用工具、ボルト、ナットなどは不要。 ※Skydio2+については機体とカメラはセット		

計測装置	外形寸法・重量(分離構造の場合)		【Zenmuse H20】 ・150×114×151mm ・678g±5g 【iXM100MP】 ・90×90×164mm(80mmレンズ装着時) ・1.1kg	
	センシングデバイス	カメラ	【H20カメラ】 センサー:1/1.7インチCMOS 有効画素数:20 MP 動画解像度:3840×2160、30fps 1920×1080、30fps 静止画解像度:5184×3888 光学ズーム:23倍(デジタルズームと光学ズームで最大200倍) 【iXM100MP】 センサーサイズ:43.9×32.9 有効画素数:100 MP 静止画解像度:11664×8750	
		パン・チルト機構	【H20カメラ】 ・3軸(ピッチ、ヨー、ロール) ピッチ:-120°~+30° ヨー:±320° ロール:-90°~+60° ※制御精度 ±0.01° 【iXM100MP】 ・3軸(ピッチ、ヨー、ロール)	
		角度記録・制御機構 機能	・角度記録、ジンバルにて全方向の制御可能	
		測位機構	・ドローン本体からの測位情報を利用して画像に記録 ・画像の位置情報は、飛行撮影後にSfM (Structure from Motion) 技術により解析可能。	
	耐久性	【H20カメラ】 ・保護等級 IP44 ・動作環境温度-20℃~50℃ 【iXM100MP】 ・動作環境温度-10℃~40℃ 【HoverMap】 ・動作環境温度-10℃~45℃		
	動力	・ドローン本体のバッテリーより供給		
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・ドローン本体のバッテリー残量に依存		
	データ収集・通信装置	設置方法	【H20カメラ】 ・microSDカード(最大容量:128 GB、UHS-1 スピードクラス3が必要)をカメラに装着。 【iXM100MP】 ・XQDカードをカメラに装着	
		外形寸法・重量(分離構造の場合)	【H20カメラ】 ・11mm×15mm×1mm (microSDカード外形寸法) 【iXM100M】 ・38.5mm×29.8mm×3.8mm (XQDカード外形寸法)	
データ収集・記録機能		・カメラに装着したmicroSDカード、XQDカードに直接書き込み。		
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		・ドローン本体のバッテリーより供給		
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 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	【MATRICE300RTK+H20カメラ】 標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2022年 ・変化量:0cm 標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:11.6cm(22.3cm) 鉛直方向 最大移動量:7.2cm(10.9cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:28.5cm(36.1cm) 鉛直方向 最大移動量:4.8cm(11.2cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:76.4cm(81.4cm) 鉛直方向 最大移動量:7.8cm(19.2cm)	【MATRICE300RTK+H20カメラ】 (標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2022年) ・構造物までの距離:2.0m ・風速:1.7m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
		【MATRICE350RTK】 標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2024年 ・変化量:0cm 標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:21.0cm(16.5cm) 鉛直方向 最大移動量:2.0cm(3.4cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:39.0cm(38.7cm) 鉛直方向 最大移動量:3.1cm(3.2cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:67.0cm(64.7cm) 鉛直方向 最大移動量:4.9cm(4.8cm)	【MATRICE350RTK】 (標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2024年) ・構造物までの距離:0.5m ・風速:1.9m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間  【Skydio2+】 (標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2024年) ・構造物までの距離:0.3m ・風速:6.1m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
性能確認シートの有無 ※	有		
3-2 進入可能性能	性能値	未検証	-
	標準試験値	【MATRICE300RTK+H20カメラ】 標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2022年 ・桁下空間:高さ5.0m進入可能	【MATRICE300RTK+H20カメラ】 (標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2022年) ・風速:2.2m/s
		【MATRICE350RTK】 標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2024年 ・桁下空間:高さ5.0m進入可能  【Skydio2+】 標準試験方法 桁間に進入する場合(2022) 実施年 2024年 ・桁間に進入(2.8m×2.4m×3.7m)	【MATRICE350RTK】 (標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2024年) ・風速:1.9m/s  【Skydio2+】 (標準試験方法 桁間に進入する場合(2022) 実施年 2024年) ・風速:6.1m/s ・2.8m×2.4m×3.7m(平面寸法A)
性能確認シートの有無 ※	有		

3-3 可動範囲	性能値	【MATRICE300RTK,350RTK】 ・水平8km 【Skydio2+】 ・水平1km	【MATRICE300RTK】 【Skydio2+】 メーカーカタログ値 障害物や電波干渉がない場合
	標準試験値	【MATRICE300RTK+H20カメラ】 標準試験方法 飛行体(ドローン) (2022) 実施年 2022年 可動範囲 ・42.5m  【MATRICE350RTK】 標準試験方法 飛行体(ドローン) (2022) 実施年 2024年 ・飛行距離 50m  【Skydio2+】 標準試験方法 飛行体(ドローン) (2022) 実施年 2024年 ・飛行距離 50m	【MATRICE300RTK+H20カメラ】 (標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2022年) ・風速:1.7m/s  【MATRICE350RTK】 (標準試験方法 桁間に進入しない場合(2022) 実施年 2024年) ・風速:1.9m/s  【Skydio2+】 (標準試験方法 桁間に進入する場合(2022) 実施年 2024年) ・風速:6.1m/s
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無	※	無
	性能値	【MATRICE300RTK+H20カメラ】 ●メーカーカタログ値 ホバリング精度 (GPSあり、Pモード) 垂直: ±0.1 m (ビジョンシステム有効時) ±0.5 m (GPS有効時) ±0.1m (RTK有効時) 水平: ±0.3 m (ビジョンシステム有効時) ±1.5 m (GPS有効時) ±0.1 m (RTK有効時)	-
	標準試験値	未検証	-

※「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
4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 標準試験方法(2019) 実施年 2022年 ・0.063m/sec</p> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・撮影速度:0.055 m<sup>2</sup>/sec</p> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・撮影速度:0.058 m<sup>2</sup>/sec</p> <p>【MATRICE350RTK+iXM100MP】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・撮影速度:0.058 m<sup>2</sup>/sec</p> <p>【Skydio2+】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・撮影速度:0.068 m<sup>2</sup>/sec</p>	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 (標準試験方法(2019) 実施年 2022年) ・風速:2.1~2.7 m/s</p> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】 (標準試験方法(2019) 実施年 2024年) ・風速:6.2 m/s ・撮影面積:12.22 m<sup>2</sup> ・撮影時間:224 sec</p> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】 (標準試験方法(2019) 実施年 2024年) ・風速:6.2 m/s ・撮影面積:12.22 m<sup>2</sup> ・撮影時間:209 sec</p> <p>【MATRICE350RTK+iXM100MP】 (標準試験方法(2019) 実施年 2024年) ・風速:7.4 m/s ・撮影面積:12.22 m<sup>2</sup> ・撮影時間:209 sec</p> <p>【Skydio2+】 (標準試験方法(2019) 実施年 2024年) ・風速:2.9 m/s ・撮影面積:12.22 m<sup>2</sup> ・撮影時間:181 sec</p>
4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 ひびわれ幅:計測精度 0.1mm:0.02mm 0.2mm:0.05mm 0.3mm:0.05mm 0.5mm:0.05mm 1.0mm:0.05mm</p>	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 ・カメラ名称:ZENMUSE H20 ・被写体距離:5.0m ・平均風速:3m/s(最大風速5m/s)の自然風 ・ズーム倍率:10倍(光学ズーム) ・焦点距離:235mm(35mm判換算) ・絞り:オート ・ISO値:オート ・画像Pixel数:5184x3888</p>
		<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2022年 ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅 0.05mm 計測精度:0.17mm ・ひびわれ幅 0.1mm 計測精度:0.24mm ・ひびわれ幅 0.2mm 計測精度:0.17mm ・ひびわれ幅 0.3mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅 1.0mm 計測精度:0.12mm</p> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】 標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2024年 ・最小ひびわれ幅:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm</p> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】 標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2024年 ・最小ひびわれ幅:0.05mm</p>	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 ・被写体距離:4.5、5.0 m ・照度:10.8~67.7klx</p> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】 ・被写体距離:10.0 m ・照度:6.99~48.2 kLux ・風速:0.0~6.2 m/s ・気温:5.8℃ ・焦点距離:80mm ・シャッター速度:1/2500(最高) ・絞り:F5.6~22 ・ISO値:50~6400 ・フォーカス:オートフォーカス ・画像Pixel数:11664x8750</p> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】 ・被写体距離:5.0 m ・照度:6.99~48.2 kLux ・風速:0.0~6.2 m/s ・気温:5.8℃ ・焦点距離:51mm(6.83~119.94)光学10倍ズームにて撮影</p>

計測装置	標準試験値	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.04mm</li> <li>・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.00mm</li> <li>・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.09mm</li> <li>・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.08mm</li> <li>・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm</li> </ul> <p>【MATRICE350RTK+iXM100MP】 標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2024年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最小ひびわれ幅:0.05mm</li> <li>・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.03mm</li> <li>・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.00mm</li> <li>・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.10mm</li> <li>・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.13mm</li> <li>・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm</li> </ul> <p>【Skydio2+】 標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2024年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最小ひびわれ幅:0.05mm</li> <li>・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.04mm</li> <li>・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm</li> <li>・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.09mm</li> <li>・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.06mm</li> <li>・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.00mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シャッター速度:1~1/8000</li> <li>・絞り:F2.8~11</li> <li>・ISO値:100~25600</li> <li>・フォーカス:オートフォーカス</li> <li>・画像Pixel数:5184×3888</li> <li>【MATRICE350RTK+iXM100MP】</li> <li>・被写体距離:10.0 m</li> <li>・照度:4.11~48.1 kLux</li> <li>・風速:0.0~7.4 m/s</li> <li>・気温:5.0 ℃</li> <li>・焦点距離:80mm</li> <li>・シャッター速度:1/2500(最高)</li> <li>・絞り:F5.6~22</li> <li>・ISO値:50~6400</li> <li>・フォーカス:オートフォーカス</li> <li>・画像Pixel数:11664×8750</li> </ul> <p>【Skydio2+】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・被写体距離:3.0 m</li> <li>・照度:53.1~55.0 kLux</li> <li>・風速:0.0~4.1 m/s</li> <li>・気温:2.9 ℃</li> <li>・焦点距離:4mm</li> <li>・シャッター速度:1~1/1920</li> <li>・絞り:F2.8</li> <li>・ISO値:100~3200</li> <li>・フォーカス:オートフォーカス</li> <li>・画像Pixel数:4056×3040</li> </ul>			
		性能確認シートの有無 ※	有			
		性能値	未検証	-		
		長さ計測精度	標準試験値	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 標準試験方法(2019) 実施年 2022年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・相対誤差:0.45%</li> </ul> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・相対誤差:0.1%</li> </ul> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・相対誤差:0.3%</li> </ul> <p>【MATRICE350RTK+iXM100MP】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・相対誤差:0.2%</li> </ul> <p>【Skydio2+】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・相対誤差:0.5%</li> </ul>	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・真値:5.373m</li> <li>・計測値:5.349m</li> <li>・被写体距離:5.0m</li> </ul> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・真値:3.761 m</li> <li>・計測値:3.763 m</li> <li>・被写体距離:8.0 m</li> <li>・照度:7.99~13.2 kLux</li> <li>・風速:0.0~6.0 m/s</li> </ul> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・真値:3.761 m</li> <li>・計測値:3.748 m</li> <li>・被写体距離:5.0 m</li> <li>・照度:5.20~7.65 kLux</li> <li>・風速:0.0~7.7 m/s</li> </ul> <p>【MATRICE350RTK+iXM100MP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・真値:3.761 m</li> <li>・計測値:3.755 m</li> <li>・被写体距離:8.0 m</li> <li>・照度:5.18~8.00 kLux</li> <li>・風速:0.0~6.7 m/s</li> </ul> <p>【Skydio2+】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・真値:3.761 m</li> <li>・計測値:3.743 m</li> <li>・被写体距離:3.0 m</li> <li>・照度:5.17~6.80 kLux</li> <li>・風速:0.0~6.6 m/s</li> </ul>	
				性能確認シートの有無 ※	有	
				性能値	未検証	2-1-360
						【MATRICE300RTK+H20カメラ】
		4-3 オルソ画像精度				

位置精度	標準試験値	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 標準試験方法(2019) 実施年 2022年 ・絶対誤差: <math>(\Delta x, \Delta y) = (0.001, 0.011)</math> m</p> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・絶対誤差: <math>(\Delta x, \Delta y) = (0.001, 0.010)</math> m</p> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・絶対誤差: <math>(\Delta x, \Delta y) = (0.004, 0.015)</math> m</p> <p>【MATRICE350RTK+iXM100MP】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・絶対誤差: <math>(\Delta x, \Delta y) = (0.000, 0.008)</math> m</p> <p>【Skydio2+】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・絶対誤差: <math>(\Delta x, \Delta y) = (0.003, 0.028)</math> m</p>	<p>・真値: <math>(x, y) = (-4.830, -2.353)</math> m ・計測値: <math>(x, y) = (-4.819, -2.322)</math> m ・被写体距離: 5.0 m</p> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】 ・真値: <math>(x, y) = (-3.376, -1.651)</math> m ・計測値: <math>(x, y) = (-3.377, -1.661)</math> m ・被写体距離: 8.0 m ・照度: 7.99~13.2 kLux ・風速: 0.0~6.0 m/s</p> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】 ・真値: <math>(x, y) = (-3.376, -1.651)</math> m ・計測値: <math>(x, y) = (-3.372, -1.636)</math> m ・被写体距離: 5.0 m ・照度: 5.20~7.65 kLux ・風速: 0.0~7.7 m/s</p> <p>【MATRICE350RTK+iXM100MP】 ・真値: <math>(x, y) = (-3.376, -1.651)</math> m ・計測値: <math>(x, y) = (-3.376, -1.643)</math> m ・被写体距離: 8.0 m ・照度: 5.18~8.00 kLux ・風速: 0.0~6.7 m/s</p> <p>【Skydio2+】 ・真値: <math>(x, y) = (-3.376, -1.651)</math> m ・計測値: <math>(x, y) = (-3.373, -1.623)</math> m ・被写体距離: 3.0 m ・照度: 5.17~6.80 kLux ・風速: 0.0~6.6 m/s</p>
	性能確認シートの有無 ※	有	
4-4 色識別性能	性能値	未検証	-
	標準試験値	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 標準試験方法(2019) 実施年 2022年 ・フルカラーチャート識別可能</p> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・フルカラーチャート識別可能</p> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・フルカラーチャート識別可能</p> <p>【MATRICE350RTK+iXM100MP】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・フルカラーチャート識別可能</p> <p>【Skydio2+】 標準試験方法(2019) 実施年 2024年 ・フルカラーチャート識別可能</p>	<p>【MATRICE300RTK+H20カメラ】 ・照度: 24.7~56.2klx</p> <p>【MATRICE300RTK+iXM100MP】 ・被写体距離: 8.0 m ・照度: 7.99~53.1 kLux ・風速: 0.0~6.0 m/s</p> <p>【MATRICE350RTK+H20カメラ】 ・被写体距離: 5.0 m ・照度: 5.20~56.2 kLux ・風速: 0.0~7.7 m/s</p> <p>【MATRICE350RTK+iXM100MP】 ・被写体距離: 8.0 m ・照度: 5.18~54.0 kLux ・風速: 0.0~6.7 m/s</p> <p>【Skydio2+】 ・被写体距離: 3.0 m ・照度: 5.17~55.0 kLux ・風速: 0.0~6.6 m/s</p>

※「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		<p>本技術のサービスは撮影から損傷の抽出(AIによるひびわれ抽出)、3Dモデルを使用した成果品(3Dモデル内で損傷箇所の把握と詳細画像の確認ができる)を作成するものである。</p> <p>ひびわれの抽出については、計測検査(株)にて登録している、[BR010058 AIによる画像からの損傷抽出支援システム「MIMM-AI」]を使用して行う。</p> <p>ひびわれ以外の損傷については撮影したデータより検査員の人の目にて抽出を行う。</p> <p>①ドローンで対象物に正対(角度等の物理的に正対が不可能な場合は斜めから撮影)して撮影したデータから、3Dソフト(Metashape、ContextCapture、Pix4D等)にて3Dモデルとオルソ画像を作成する。(モデル作成は自動)</p> <p>③3Dソフトより出力される3Dメッシュモデル(fbxファイル)を用いて、モックアップを作成するためのUnityへデータを取り込み、モックアップを作成する(手動)</p> <p>⑥成果品はUnity(無償)にて閲覧が可能。</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	<p>【3Dモデル作成及びオルソ作成】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・主:Metashape(市販ソフト)</li> <li>・副:Pix4Dmapper(市販ソフト)</li> </ul> <p>【モックアップ作成】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ContextCapture(市販ソフト)</li> <li>・Unity(基本的に無償)</li> </ul>		
	検出可能な変状	腐食/亀裂/ゆるみ・脱落/破断/ひびわれ/変形・欠損/漏水・遊離石灰/剥離・鉄筋露出/補修・補強材の損傷		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	BR010058 AIによる画像からの損傷抽出支援システム「MIMM-AI」に準ずる	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	BR010058 AIによる画像からの損傷抽出支援システム「MIMM-AI」に準ずる	
		ひびわれ以外	・PCに取り込んだ画像及び映像から目視確認して行なう。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-	
		変状の描画方法	画像	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	jpg, jpeg, tif, tiff	
		ファイル容量	100MB程度(iXM100MP)が一枚当たりの撮影画像としては最大サイズ	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		ひびわれ幅0.2mmを検出するためには、1.0mm/pix以下で撮影を行う。 検出したいひびわれ幅の5倍の分解能で撮影を行うが、明るさ、表面状態によっては分解能を変更する場合がある。		
その他留意事項		・ひびわれから遊離石灰などが析出していおり表面状態が良くない場合、チョーク線が重なっている場合などは、ひびわれの検出が困難。		
出力ファイル形式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Metashape(基本的にjpeg又はtiff)</li> <li>・Pix4Dmapper(基本的にjpeg又はtiff)</li> <li>・Unity(SLNファイル)</li> </ul>			
調書作成支援の手順	-			
調書作成支援の適用条件	-			
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	-			

6. 留意事項(その1)

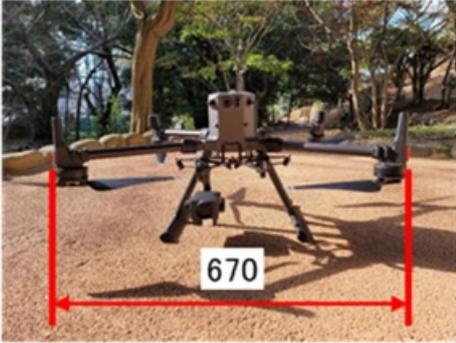
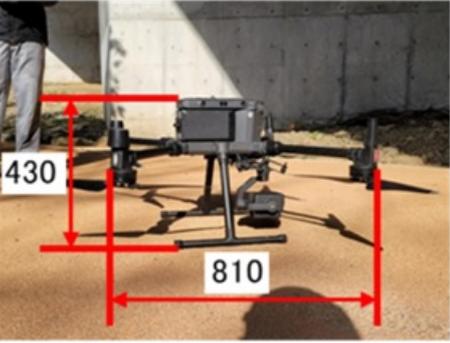
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	—	—
	桁下条件	・桁下高3m以上 ・撮影に必要な被写体照度を確保できること。 上方向に対しては、機体(MATRICE300RTK,350RTK)に搭載される補助照明装置の使用を検討する。(有効照射距離5m)	—
	周辺条件	・飛行の障害となる物件、草木等が無いこと。 ・突風などにより機体の姿勢を立て直すため空間とし10m程度の空間を確保することが望ましい。	・空港などの航空法に関わる場合は調整が必要。
	安全面への配慮	・低空(2m)にて機体が正常に動作するかテスト操作を行う。 ・飛行区域に第三者が立ち入らないように関係機関と協議を行なうことを基本とし、現地状況に合わせて適切な監視員、侵入防止措置を実施する。 ・機体耐風速以内であることを確認する。	—
	無線等使用における混線等対策	・付近に機体の無線操縦に影響する強い電波が出ていないか、計器を用いて確認する。 ・操縦装置と機体をリンクする際には双方を十分に近づけ、第三の操縦装置とリンクさせないように徹底する。 ・同じ点検現場で2機以上同時に飛行させる場合は、操縦者同士が声を掛け合い、操縦装置と機体をリンクさせるタイミングが合わないよう徹底する。	—
	道路規制条件	・飛行する範囲が道路直上などにおよぶ場合は、交通規制など別途安全対策の併用を検討する。	—
	その他	・雨天時の運用は不可とする。 ・濃霧の場合も運用は不可とする。	—

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)
調査技術者の技量	・機体操縦者は国土交通省の発行する飛行許可・承認書を持つもの	—
必要構成人員数	・機体操縦者1名 ・カメラ補助者1名 ・監視人1名	・必要に応じて監視人の増員が必要
操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・機体操縦者は国土交通省の発行する飛行許可・承認書を持つもの	—
作業ヤード・操作場所	・機体の挙動が把握できる位置で、操縦者が安全かつ安定して立てること。 ・操縦者に対して必要かつ適切な助言が可能な位置に、操縦補助者が安全かつ安定して立てること。	・機体操縦者が常に機体を認識できること
作業条件・運用条件 点検費用	<p>【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋](中空床板) 橋長 77m 全幅員 13m 健全度 I 部位・部材 [上部構造/下部構造] 活用範囲 [1,000㎡(路面を除く上部工下部工を対象)] 検出項目 [腐食/亀裂/ゆるみ・脱落/破断/ひびわれ/変形・欠損/漏水・遊離石灰/剥離・鉄筋露出/補修・補強材の損傷]</p> <p>&lt;費用&gt; 合計 【MATRICE300RTK,350RTK+H20カメラ、Skydio2+】:700,000円 【MATRICE300RTK,350RTK+iXM100MPカメラ】:970,000円 ※成果品としては、損傷図、調書作成までを想定 ※モックアップ成果品、出張費は含んでおりません。</p> <p>実際の橋梁の状態、実施時期の周囲環境、損傷の検出レベルにより、使用機体の選定を行います。 条件によって、単機種の場合もあれば、機体を使い分けての対応となります。 上記金額は、単機種の使用かつ橋梁と周囲環境が良い状態での金額例となります。 問い合わせいただいた際に、条件により正確な御見積を提示させていただきます。</p>	<p>・1班3名体制で現場は1日で実施想定 ・橋脚の構造や損傷の量により変動あり</p>
保険の有無、保障範囲、費用	・対人対物 100,000,000円	—
自動制御の有無	<p>・GNSSおよびRTK測位システムにより自動ホバリングおよび自動飛行 ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサー、LiDAR SLAM(HoverMap)により自律的にホバリングを行う。 ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサー、LiDAR SLAM(HoverMap)により衝突を回避する ※衝突回避については、付属のアプリケーションにて任意の距離に設定が可能</p>	—
利用形態:リース等の入手性	・業務委託	—
不具合時のサポート体制の有無及び条件	・サポート制あり	—
センシングデバイスの点検	<p>・各飛行前に日常点検を行う。 ・年に1回、自主点検を実施。 ・各飛行前に低空での挙動確認を実施</p>	—
その他	・河川流路を飛行する際には、下部ビジョンセンサーをOFFにする場合がある。(MATRICE300RTK,350RTK)	—

7. 図面

MATRICE300RTK,350RTK

正面	側面
	
上面	上向きジンバル装着状況
	

Skydio2+



1. 基本事項

技術番号	BR010040-V0325		
技術名	内視鏡 (IPLEX) による狭隙部を有する橋梁の点検支援技術		
技術バージョン	—	作成:	2025年3月
開発者	株式会社エビデント		
連絡先等	TEL: 03-6901-4090	E-mail:	kazuyoshi.shinomura@evidentscientific.com (代表連絡先) tatsuya.ito@evidentscientific.com 東日本産業販売促進 篠村和美 (代表連絡先) 東京検査営業 伊藤達哉
現有台数・基地	20台程度	基地	東京都新宿区西新宿2-3-1 新宿モノリスビル
技術概要	内視鏡 (IPLEX) により、橋梁の狭隙部の目視点検等を可能にし、内視鏡 (IPLEX) の機能を利用することで、点検対象構造物の画像撮影や計測機能による桁側面のひびやクラック幅など寸法測定も可能。内視鏡 (IPLEX) は、橋梁の狭隙部の状況把握や定量評価を支援する非破壊調査方法である。		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	対象部位	上部構造 (主桁, 主桁ゲルバー部, 横桁, 床版) 下部構造 (橋脚, 橋台) 支承部 (落橋防止システム, 沓座モルタル)	
	損傷の種類	鋼	
		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 ⑨抜け落ち ⑪床版ひびわれ ⑫うき
		その他	⑬遊間の異常
共通	⑱定着部の異常 ⑲変色・劣化 ⑳漏水・滞水		
検出原理	画像 (静止画 / 動画)		

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		計測装置: <ul style="list-style-type: none"> <li>・内視鏡:IPLEXシリーズ ステレオ計測モデル (外径φ6mm、有効長3.5m~)</li> <li>・光学アダプター:AT120D/FF、AT120S/FF、AT60S/60Sステレオ計測</li> <li>・挿入ガイドチューブ:フレキシブルガイドチューブ</li> </ul> データ収集・通信装置: <ul style="list-style-type: none"> <li>・SDHCカード</li> </ul>	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	【人力】 機材は片手で保持することが可能で、作業員が持ち込んで使用する	
	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	—	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	—		
計測装置	設置方法	—	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	【内視鏡:IPLEX G-Liteの場合】 機材寸法:128(幅)×203(高さ)×110(奥行)mm 機材重量:1.3Kg(ケーブル長3.5mの場合)	
	センシングデバイス	カメラ	IPLEX用CCD小型カメラ
		パン・チルト機構	先端湾曲全方向 150度
		角度記録・制御機構 機能	—
		測位機構	—
	耐久性	・挿入部:防水構造/光学アダプター装着した状態で、水中使用可能。 ・挿入部以外(本体など)IP65準拠/水中では使用できません。	
	動力	【内視鏡IPLEX G-Liteの場合】 ・AC駆動:100V~240V、50/60Hz (付属ACアダプター使用のこと) ・DC駆動:7.4V(付属バッテリー使用のこと)	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・約90分 (-10~40℃ 新品バッテリー使用時の参考値)		
データ収集・通信装置	設置方法	・機器本体にSDHCカードを装着してデータを保管	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・市販のSDHCカードを使用	
	データ収集・記録機能	・記録メディア(SDHCカード)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	—	
	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 ※	有	
	性能値	-	-
	標準試験値	標準試験方法 狭隘部 (2022) 実施年 2022年 【下方からの進入】 ・狭隘度:30mm ・進入深さ:3m ・曲がり回数:1回  【横からの進入】 ・狭隘度:30mm ・進入深さ:3m	供試体諸元 【下方からの進入】 ・狭隘度:30~100mm ・進入深さ:1~3m ・曲がり回数:0~1回  【横からの進入】 ・狭隘度:30~100mm ・進入深さ:1~3m
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	・10m	ケーブル長さの範囲による(最大10m)
	標準試験値	標準試験方法 (2022) 実施年 2022年 進入深さ3m	供試体諸元 【下方からの進入】 ・狭隘度:30~100mm ・進入深さ:1~3m ・曲がり回数:0~1回  【横からの進入】 ・狭隘度:30~100mm ・進入深さ:1~3m
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	内視鏡 (IPLEX) のステレオ計測によるクラック幅測定における測定結果の目安 		・計測モードは2点間測定で実施。 ・光学レンズ面から物体(クラック)までの距離は左図で示した通り、なるべく近づける事(クラック幅の拡大)で精度が上がる。 ・ステレオ計測レンズの観察深度(物体距離)の限界値は4mmとなり、それ以上距離を近づけると画像のピントが合わないので注意が必要。 ・ステレオ計測レンズの視野から測定するクラック幅などがはみ出さないようにする。 ・物体までの距離が離れると、測定精度が落ちてしまう。(物体までの距離が30mmの場合、測定精度は±10%程度となる。)	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.13mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.53mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.30mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.17mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.15mm		・照度:0 klx(狭陰部のため) ※自動調光	
	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 ※		-	
			性能値	-	-	
			標準試験値	-	-	
		位置精度	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	・フルカラーチャート識別可能		①光学系の焦点が合っていること ②適切な照明がなされていること		
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・フルカラーチャート識別可能		・照度:0 klx(狭陰部のため) ※自動調光		

※「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抽出したひびわれを目視で確認する。(手動) ②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抽出する。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	-		
	検出可能な変状	-		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	-	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅、長さとも、内視鏡光学系に三角測量の原理を取り込み実測する	
		ひびわれ以外	-	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-	
		変状の描画方法	-	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	静止画像記録:JPEG圧縮	
		ファイル容量	1MB程度	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		H768 × V576(Pixel) 当機材の機器仕様による		
その他留意事項		-		
出力ファイル形式	・JPEG(非計測画像) ・TIF(計測画像)			
調書作成支援の手順	①適応条件に記載の条件により画像データを取得する。 ②点検調書の様式をPCに取り込み、PC上でデータの確認する。 ③画像データをPCに取り込み、画像データに番号を付ける。 ④点検調書の様式に従い、径間番号、部材名、要素番号を手動入力する。 ⑤損傷が映っている写真を手動で抽出し、点検調書の所定の項目に張り付けるとともに、損傷の種類、その状況を旗揚げする。 ⑥PCに入力した点検調書データを出力する。			
調書作成支援の適用条件	1) 適切な条件で撮影されていること(白飛びが無いなど) 2) 物体距離が、前記の範囲にあること			
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	当社で用意しているものではありません。 市販のものなどを利用いただくことになります。			

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	桁下は人が進入できる箇所 等	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	計測中は注意喚起の看板の設置 等	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	装置の設置・撤去時は交通規制の必要はない	—
	その他	計測時間や時期の制限なし 使用温度-25℃~100℃以内 大雨の場合、計測不可。 高所を計測する場合には、足場あるいは高所作業車が必要である。	—

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	内視鏡の取り扱いに慣れていること。	—
	必要構成人員数	現場責任者1人、操作1人、補助員1人 合計3名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	—
	作業ヤード・操作場所	作業員が立ち入ることができれば可	—
	点検費用	<p>&lt;内視鏡購入費用&gt; 合計 4,077,000円~(経費・検査費用は含まず)</p> <p>【橋梁条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・橋種 [鋼橋・コンクリート橋]</li> <li>・橋長 「指定なし」</li> <li>・全幅員 「指定なし」</li> <li>・部位・部材 [桁端側面、台座など]</li> <li>・活用範囲 [ 4 ]m<sup>2</sup></li> <li>・検出項目 [ひびわれ]</li> </ul>	<p>【参考】</p> <p>&lt;機材購入費のみ&gt; IV9635GLite+オプション ・3,882,000円~ ※上記仕様:IPLEXG-Lite 外径φ6mm、有効長3.5m、ステレオ計測可能 ※内視鏡の機種、長さ、オプションにより価格は変わります。</p> <p>&lt;上記機材リースの事例&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・月額77,640円×60回(5年リースの場合4,658,400円)</li> <li>※リース会社により変動あり。</li> <li>※リース会社により動産保険あり。</li> <li>※内視鏡の機種、長さ、オプションにより価格は変わります。</li> </ul> <p>&lt;上記機材レンタルの事例&gt;</p> <p>(株)エビデントからレンタルした場合の金額 ・388,200円(1週間)+配送料・全国一律10,500円 ※最大2週間までレンタル可能(機材購入金額の料率17%) ※内視鏡の機種、長さ、オプションにより価格は変わります。 ※その他、レンタル会社からのレンタルもあり</p>
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	—
	自動制御の有無	自動制御無し	—
	利用形態:リース等の入手性	<p>【購入、リース、レンタル】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・購入:弊社販売店</li> <li>・リース:リース会社</li> <li>・レンタル:(株)エビデント及びレンタル会社</li> </ul>	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポートあり	—
	センシングデバイスの点検	JISに基づく点検などはありませんが、弊社メーカー営業で、対応	—
その他	—	—	

## 7. 図面

【内視鏡IPLEX G-Liteの場合】

外形寸法	128(W) x 203(H) x 110(D) mm (挿入部を含まず)
質量 (バッテリーとSDHCカード 含む)	IV9420GL : 1.15 kg
	IV9435GL : 1.21 kg
	IV9620GL : 1.23 kg
	IV9635GL : 1.34 kg
	IV96100GL : 1.83 kg
LCD 液晶パネル	4.3 型(インチ)TFT フルカラー低外光反射タイプ



### 10 計測方法の種類

スチレオ計測を開始した直後または計測メニュー画面で「計測方法」を選択した場合、計測方法選択画面が表示されます。計測方法には以下の4種類があります。

#### ■ 二点間計測

指定した2点を結ぶ線分の長さを求めます。測りたい長さの両端にそれぞれカーソルを合わせて【MEAS/OK】ジョイスティックを押し、計測点を指定します。



二点間計測

#### ■ 面基準計測

3点で指定した基準面から計測点までの距離を求めます。深さまたは高さを表します。高さは正の値、深さは負の値で結果が表示されます。



面基準計測

#### ■ 線基準計測

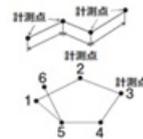
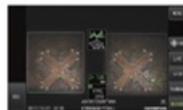
2点で指定した基準線から計測点までの距離を求めます。



線基準計測

#### ■ 面積/全長計測

2点以上指定されたそれぞれの道路の長さの合計を求めます。最後に計測点を指定したときに最初の線と最後の線が交差すると図形が判して面積を求めます。ただし、この値は測定対象の正確な表面積ではなく、領域を三角形で分割して求めた近似値です。一回の計測で最大20点まで指定できます。



面積/全長計測

製品紹介動画リンク

<https://www.olympus-ims.com/ja/video/iplax-g-lite-introduction/>

# 1. 基本事項

技術番号		BR010041-V0325		
技術名		全方向水面移動式ボート型ドローンを用いた橋梁点検支援技術		
技術バージョン		1	作成:	2025年3月
開発者		株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク		
連絡先等		TEL: 06-6736-5355	E-mail: jiw_dbk@jiw.co.jp	事業推進部インフラDX推進担当 (建設土木担当)
現有台数・基地		Waymark Boat(J-boat) [type-P] 2台(溝橋用)	基地	〒537-0021大阪府大阪市東成区東中本3-16-23 東成第一ビル3F
技術概要		[type-P] 本技術は、桁下空間が狭い橋梁(溝橋)に対して、最小桁下空間横幅1.5m、桁下高50cmであれば進入可能で、水面上を全方向で移動できる、ボート上面に4つのプロペラを有したボート型のドローンにより撮影された画像から損傷を把握する技術である。撮影画像は、手元のモニターで確認し、搭載されたデジタルカメラのSDカードに保存される。		
技術区分	橋種	コンクリート橋		
	対象部位	溝橋(ボックスカルバート)(頂版・側壁・底版・隔壁・その他)		
	損傷の種類	鋼		
		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 ⑨床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<p>【type-P】溝橋用                  移動装置:ボート型ドローン                  計測装置:デジタルカメラ                  データ収集・通信装置:SDカード                  機体構成                  ・ドローン本体(カメラ搭載)                  ・プロポ                  ・モニター                  ・三脚                  ・遠隔伝送装置                  ・PC(SDカード)</p>	
移動装置	機体名称	・WaymarkBort(旧J-Boat) type-P	
	移動原理	<p>【水上型ドローン】                  上面に複数(4つ)のプロペラを有するボート型ドローン 浮遊型。複数のプロペラを異なった方向に有することにより全方向への移動を可能にする。</p>	
	運動制御機構	通信	<p>・【無線】                  周波数:2.4GHz帯,5GHz帯等(変更可)</p>
		測位	—
		自律機能	—
		衝突回避機能(飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量	<p>【type-P】                  ・固定構造(移動装置+計測装置)                  ・最大外形寸法(L100cm×W70cm×H30cm)                  ・最大重量(7.5kg)</p>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	約1.5kg	
動力	<p>【type-P】                  ・バッテリーなどの仮設電源が必要                  ・動力源:電気式                  ・電源供給容量:バッテリー                  ・定格容量:14.8V、10Ah</p>		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・30分(外気温:18℃の場合)環境、使用方法による		
計測装置	設置方法	<p>【type-P】                  ・移動装置の前方上部に計測装置(カメラ)をボルト・ナット、両面テープ等により取付を行う。</p>	
	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	<p>【type-P】                  SONY製カメラ DSC-RX100IV                  センサー:1.0型(13.2 x 8.8mm) Exmor CMOSセンサー                  画素数:2100万画素                  ※変更可</p>
		パン・チルト機構	<p>【type-P】                  ・鉛直 最大稼働角度100度(-10°~90°)</p>
		角度記録・制御機構 機能	<p>【type-P】                  ・ジンバルにて制御可能</p>
		測位機構	—
	耐久性	—	
	動力	<p>・バッテリーなどの仮設電源が必要                  ・計測機器のバッテリーを充電</p>	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<p>【type-P】                  ・静止画:165分 動画:80分</p>		
データ収集・通信装置	設置方法	一体構造	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—	
	データ収集・記録機能	・記録メディア(SDカード)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	—	
	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	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	[type-P] ・幅1.5m×高さ0.35m	[type-P] ・幅1.5m×高さ0.35mの空間であれば進入可能 ・最浅部水深が10cm以上あること
	標準試験値	標準試験方法 溝橋(2022) 実施年 2022年 ・挿入空間(幅2.50m×桁下1.21m)	・水深:29cm ・流速:0.476m/s ・濁度:14.10FUN
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	・最大300m	・転送範囲内
	標準試験値	標準試験方法 溝橋(2022) 実施年 2022年 ・24.2m	・水深:30cm ・流速:2.467m/s ・濁度:66.6FUN
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	[type-P] ・0.3m/s	—	
		標準試験値	未検証	—	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	[type-P] ①ケース1 ひびわれ幅0.1mm 計測精度0.098mm 誤差0.02mm ひびわれ幅0.2mm 計測精度0.196mm 誤差0.04mm ひびわれ幅0.5mm 計測精度0.432mm 誤差0.068mm ②ケース2 ひびわれ幅0.1mm 計測精度0.119mm 誤差0.02mm ③ケース3 ひびわれ幅0.1mm 計測精度0.084mm 誤差0.016mm	①被写体距離1m 室内検証 横 大きさ5472×3648 f1.8 1/30 ISO125 焦点距離9mm 24.545mm(35mm換算) 横 1pixelあたり0.098mm 縦 1pixelあたり0.098mm ②被写体距離1.22m 屋外検証 横 大きさ5472×3648 f2 1/500 ISO125 焦点距離9mm 24.545mm(35mm換算) 横 1pixelあたり0.119mm 縦 1pixelあたり0.119mm ③被写体距離0.42m 屋外検証 縦 大きさ5472×3648 f2 1/500 ISO125 焦点距離9mm 24.545mm(35mm換算) 横 1pixelあたり0.042mm 縦 1pixelあたり0.042mm	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅:0.1mm  ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.16mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.14mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.14mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.16mm	・被写体距離:1.0~2.2 m ・照度:10.6~47.7kLux	
	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 ※	-	
			性能値	—	—
			標準試験値	—	—
		位置精度	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 2022年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:10.9~26.3kLux		

※「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		[type-P] ①損傷の画像を撮影する。(手動) ②対象損傷との離隔を計測し、キャリブレーションを行う。(手動) ③キャリブレーション画像と取得画像を対比し、相対的にひびわれの幅及び長さを算出する。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	[type-P] Windowsの写真編集ソフト		
	検出可能な変状	[type-P] ・ひびわれ(幅および長さ), 剥離・鉄筋露出		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	[type-P] 撮影離隔測定後、キャリブレーションから幅を計測。 焦点距離24mm(35mm換算) 離隔30cm→幅0.05mm 離隔1m→幅0.1mm 離隔2m→幅0.2mm 離隔3m→幅0.3mm 離隔4m→幅0.5mm	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	[type-P] 画像及び撮影離隔からキャリブレーションの対比で寸法及び長さの算出を行う。 離隔1mの場合撮影画角が幅0.55m縦0.366667mとなる。記録サイズが4864×3648なので、1pixelあたり0.11mmとなる。	
		ひびわれ以外	[type-P] 伝送の画像を確認しながら取得を行う。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-	
		変状の描画方法	-	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	[type-P] JPEG,MP4	
		ファイル容量	-	
		カラー／白黒画像	カラー 白黒画像	
画素分解能		-		
その他留意事項		-		
出力ファイル形式	JPEG,MP4			
調書作成支援の手順		-		
調書作成支援の適用条件		-		
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名		-		

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	【type-P】 桁下高0.5m~4.0m 進入までに障害物がない箇所	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	【type-P】 最大100mで伝送範囲内の作業 流速が0.3m/s以上は中止	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	【計測不可状況例】 【type-P】 ・降雨時(目安10mm/h~20mm/h)水滴がカメラにつくと不可 ・最浅水深10cm未満 ・流速が0.3m/s以上の河川及び水路 ・ボート着水が困難な箇所	—

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	社内の操作研修にて操作方法習得	-
	必要構成人員数	現場責任者1名、船体操作1名、補助員1名、船体安全確認者1名 合計4名(最低人数3名 現場責任者除く3名)	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	特になし	-
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲: 2㎡ 操作場所: 計測機器より300m以内	-
	点検費用	【橋梁条件】 >type-P 橋種 [溝橋] 橋長 4m 全幅員 25m 部位・部材[頂版・側壁] 活用範囲 [100]㎡ 1日あたり5橋程度点検可能 [500]㎡ 検出項目 [ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水、遊離石灰] <費用> 合計 500,000円(税込み) 5橋あたり ※直接人件費、直接経費(機体損料、旅費・交通費概算)、諸経費	【費用における委託範囲】 >type-P ・外業: 現地状況確認および撮影 ・内業: 撮影データ、撮影記録(野帳等)の整理・納品 ・使用計画書・点検調書の作成は含みません ・現地撮影の範囲は損傷程度、撮影当日の水深、風速、河川の場合の流速状況、電波伝送状況などによって変動します。
	保険の有無、保障範囲、費用	保険加入していない	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面

**機体仕様**

100cm (width)  
70cm (depth)  
LEDパネル (カメラ角度と連動)  
カメラ + 距離計(センサー)  
機体とカメラの制御 + バッテリー  
プロペラ  
吊り下げ用ハンドル

**制御イメージ**

OPTセンサー  
検知範囲

**ジンバル及びカメラ概**

カメラ  
LEDパネル

**カメラ+LEDパネル稼働イメージ**

カメラ  
LEDパネル  
-10° ~ +90°

**ボート制御イメージ図(特許)**

青色の向きに風をプロペラでおこして、赤の方向に推進力を発生

機体	
サイズ	(長さ×幅×高さ)100×70×24cm
重量	約7.5kg (カメラ除く)
最高速度	約8km/h
連続稼働時間	20~60分程度 ※使用状況・バッテリーにより異なる
使用可能空間	(幅×高さ)1.5m×35cm以上
最大伝送距離	約300m ※環境により異なる
航行水深	10cm以上
カメラ	SONY製RX-100 ※変更可能

1.5m (width)  
35cm (height)  
10cm (depth)

# 1. 基本事項

技術番号	BR010042-V0325			
技術名	損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」			
技術バージョン	ver.20190606	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社計測リサーチコンサルタント			
連絡先等	TEL: 082-899-5470	E-mail: kimoto@krcnet.co.jp	クリエイティブ事業部 木本啓介	
現有台数・基地	—	基地	—	
技術概要	<p>・本技術は、ドローン等飛行型やポール型、手撮影等で連続撮影した画像を元に画像解析技術によりコンクリート表面の展開画像(オルソ画像)を作成し、そこからひびわれの位置と幅を抽出する技術である。これは、ひびわれ幅と[CI] (クラックインデックス)※の相関から、展開画像上のひびわれ概形をトレースすることで、指定幅内のひびわれ位置・幅を自動抽出できる。また、ひびわれの他、画像から判読可能な剥離や鉄筋露出などの図化やDXFへの変換も可能である。</p> <p>※[CI]:ひびわれ近傍の濃淡の「特徴値×分布幅」</p>			
技術区分	橋種	コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		- ソフトウェアのため,計測機器は特にならない	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	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	-	
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	-	
	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	-
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	-
	耐久性	-	
	動力	-	
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	-	
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	-	
	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	-	
	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 ※	-	
	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	ひびわれ幅0.1~1.0mm ・計測誤差±0.2mm以内		0.1mm~1.0mm幅のひびわれに対し、計測誤差±0.2mm以内 ・対象面に汚れがなく、濡れていない ・適正露出でブレのない撮影画像を用いる ・正対撮影(45度程度のおおりの撮影まで可) ・画素分解能1.0mm/pixelの画像から計測 ・同条件で撮影した模擬ひびわれシートなどを用いて、既知ひびわれ幅から[CI]とひびわれ幅の関係式を作成	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅:0.1mm  ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.08mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.00mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.08mm		・被写体距離:4.6 m ・照度:6.65~61.5klx	
	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	性能値		-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・相対誤差:0.13%		・真値:5.590m ・測定値:5.597m  ・被写体距離:4.6 m
		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 2022年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.006, 0.001) (m)		・真値(x, y)=(-5.077, -2.340)m ・測定値(x, y)=(-5.083, -2.339)m  ・被写体距離:8.5 m
4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※		無			
	性能値	性能値		-		
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・フルカラーチャート識別可能		・照度:4.95~58.2klx		

※「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展開画像作成:撮影画像から画像解析技術(SfM解析等)により展開画像を作成する。(当該システム対象外) ②パラメータ作成:展開画像上の既知ひびわれ幅から[CI]とひびわれ幅の関係式を作成し、k-traceにパラメータとして挿入する。(手動)※既知ひびわれ幅がない場合は、模擬ひびわれシート等でも代用可 ③目視確認、概形トレース:展開画像を目視確認し、ひびわれ概形をトレースする。(手動) ④[CI]算出:一定の探查幅内の各画素に含まれる濃淡レベルから自動で[CI]を算出する。(自動) ⑤ひびわれ位置・幅算出:算出した[CI]からひびわれ位置・幅が自動抽出され、画像上のひびわれにライン情報として描画される。描画されたラインは、算出した幅に応じて任意区分ごとに色分けして表示される。(自動) ⑥他損傷記述:ひびわれ以外の損傷を目視確認し、損傷をトレースする。(手動) ⑦集計:ひびわれの起終点情報、延長、幅等を集計する。(自動) ⑧変換:CAD等へ転記するためにDXFへ変換する。(自動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」ver.20190606(自社開発ソフト)		
	検出可能な変状	・ひびわれ(幅および長さ)(自動検出) ・剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/抜け落ち等(目視検出)		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・トレースによる自動検出:点検者が画像上のひびわれを目視確認し、ひびわれ概形をトレースすることで、ひびわれ近傍の濃淡の「特徴値×分布幅」[CI]からひびわれの幅・位置を自動検出 ・画像の画素分解能に応じたひびわれ幅と[CI]の関係性をパラメータとして挿入 ・撮影条件 1)使用するカメラ:センササイズが大きなカメラが有効 2)画素分解能:抽出すべき最小ひびわれ幅の3~5倍 ex. 0.1mm幅のひびわれを抽出する場合、0.5mm/pixel(5倍) 3)撮影角度:正対撮影(45度程度までは可能) 4)ラップ率:オーバーラップ 80%、サイドラップ 50%程度 ・カメラ設定 1)ISO感度:可能な範囲で低感度 2)画質:最高(ファイン) 3)画質フォーマット:JPEG 4)注意事項:デジタルズーム機能は使用しないこと	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅:ひびわれ幅と「特徴値×分布幅」[CI]の関係式より算出する。 ・長さ:[CI]により検出し、画像上のひびわれにフィットしたラインの延長を算出する。ピクセル単位で算出されるため、入力画像の画素分解能により換算。	
		ひびわれ以外	一般的なCADと同等の機能により、人が画像を確認して、変状をトレース	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-	
		変状の描画方法	・ひびわれ:ポリライン ・ひびわれ以外:ポリゴン	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG	
		ファイル容量	20000pixel×20000pixel	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		抽出すべき最小ひびわれ幅の3~5倍 ex. 0.2mm幅のひびわれを抽出する場合、1.0mm/pixelより高画素分解能		
その他留意事項		・コンクリート表面の色(基調色)と画素分解能に合わせたひびわれ幅算出式の作成が必要 ・精度よく検出するためには、正対撮影が理想 ・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難 ・コンクリート表面の汚れ等で目視でもひびわれが判読できない場合は、検出不可 ・濡れた面のひびわれは検出が困難		
出力ファイル形式	k-traceオリジナル形式:TXT(抽出したひびわれの情報を画像座標として保存、ビューワ無し) 展開画像に損傷を重ね合わせる場合:JPEG 抽出した損傷をCADへ変換する場合:DXF			
調書作成支援の手順		①上記「変状検出手順」に従い、損傷抽出を実施する。 ②損傷抽出結果をDXF形式で出力し、任意のCADソフトにより所定の図面に合わせて損傷図を作成する。 ③点検調書(損傷図)の所定の項目に貼付する。 ④展開画像から損傷が映っている箇所を手動でキャプチャし、点検調書の所定の項目に貼り付けるとともに、損傷の種類、その状況を旗揚げする。		
調書作成支援の適用条件		・点検対象範囲を網羅した画像を撮影すること ・抽出すべき最小ひびわれに応じた画素分解能で撮影すること ・目視で損傷が認識できる画像を取得すること		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		・損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」ver.20190606(自社開発ソフト) ・AutoCAD等の汎用CADソフトウェア		

## 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	—	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	—	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	—	—

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	—	—
	必要構成人員数	ソフトウェア操作者:1名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	—
	作業ヤード・操作場所	PCが利用できる環境	—
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 100m 全幅員 10 m 部位・部材[上部構造(主桁)] 活用範囲 [ 1,000 ]㎡ 検出項目 [ ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/抜け落ち ] <費用> 合計 200,000円 ※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 ※画像撮影、展開画像作成などの事前作業は別途とする。 ※1mm/pixの画素分解能の画像から0.2mm以上のひびわれ幅を抽出する場合	—
	保険の有無、保障範囲、費用	—	—
	自動制御の有無	—	—
	利用形態:リース等の入手性	開発者による受託業務業務委託	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	—	—
	センシングデバイスの点検	—	—
その他	—	—	

## 7. 図面



# 1. 基本事項

技術番号	BR010043-V0325			
技術名	360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術 (Skydio)			
技術バージョン	Ver 1.1.0	作成:	2025年3月	
開発者	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社 (docomo business)			
連絡先等	TEL: 050-3464-6525	E-mail: infra-drones@ml.ntt.com	5G&IoT部 ドローンサービス部門 docomoskyチーム	
現有台数・基地	Skydio 2, Skydio 2+:100台 Skydio X2E Color, Skydio X2E Color/Thermal:5台 Skydio X10:20台	基地	〒100-8019 東京都千代田区大手町2-3-1 大手町プレイスウエストタワー 26F	
技術概要	<p>本技術は360度周囲を認識する機構を有し、自動および手動で損傷の状態を記録することが出来るドローンの技術である。</p> <p>本技術を用いることで非GNSS環境においても飛行をすることが出来る。</p> <p>自動飛行では構造物の形状を認識し構造物に沿った形で一定の離隔を保ち撮影することが可能となる。</p> <p>手動飛行では衝突回避機能を活用し最小120cmの狭小部に進入し撮影することが可能となる。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 支承部(支承本体)		
	損傷の種類	鋼	①腐食 ④破断	
		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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ	
		その他	⑬支承部の機能障害	
		共通		
検出原理	画像(動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・本計測に必要な機器は以下の通り。</li> <li>-ドローン</li> <li>-専用コントローラ (Skydio 2/Skydio 2+の場合は操作タブレットも必要)</li> <li>-専用操作アプリケーション</li> <li>・計測されたデータは計測機器に内蔵されるmicroSDカードに保存され、計測後に計測機器から取り外してPC等に取得する。</li> </ul>	
移動装置	機体名称	[Skydio 2] [Skydio 2+] [Skydio X2E Color/Thermal] [Skydio X2E Color] [Skydio X10]	
	移動原理	【飛行型】 計測機器はドローンで、上下6つのカメラにより認識した情報をもとに対象物および周辺環境を自動認識できる。手動飛行および自動飛行は障害物を回避する機能が作動する。自動飛行中は対象物との距離を一定に保ちながら飛行する。	
	運動制御機構	通信	無線通信 周波数:2.4GHz、出力:10mW [Skydio X10] 無線通信 周波数:2.4GHz帯および5.7GHz帯、4G LTE(オプション装備)
		測位	<ul style="list-style-type: none"> <li>・GPS</li> <li>・GLONASS</li> <li>・Visual-SLAM</li> </ul> [Skydio X10] <ul style="list-style-type: none"> <li>・GPS</li> <li>・GLONASS</li> <li>・Galileo</li> <li>・BeiDou</li> <li>・Visual-SLAM</li> </ul>
		自律機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各衛星測位、Visual-SLAMによる自律飛行。</li> </ul>
衝突回避機能(飛行型のみ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Visual-SLAMによる障害物検知機能により、計測機器端より66cm (Skydio 2/Skydio 2+)または60cm (Skydio X10)の距離を保って回避する。</li> <li>モード切替により、手動飛行時は15cmまで接近することが可能である。</li> </ul>		
外形寸法・重量	[Skydio 2] ・一体構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法(L223mmxW273mmxH74mm) ・飛行時重量(775g)  [Skydio 2+] ・一体構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法(L229mmxW274mmxH126mm) ・飛行時重量(800g)  [Skydio X2E Color/Thermal] [Skydio X2E Color] ・一体構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法(L663mmxW569mmxH211mm) ・飛行時重量(1325g)  [Skydio X10] ・一体構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法:(L790mmxW650mmxH145mm) ・飛行時重量(2110g)		
搭載可能容量(分離構造の場合)	腐食/破断/ひびわれ/床版ひびわれ/漏水・遊離石灰/剥離・鉄筋露出/抜け落ち/支承部の機能障害		
動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動力源:電気式</li> <li>・電源供給:移動装置のバッテリーより供給</li> </ul> [Skydio 2] [Skydio 2+] ・定格容量:11.4V 4280mAh / 11.4V 5410mAh (装着バッテリーにより異なる)  [Skydio X2E Color/Thermal] [Skydio X2E Color] ・定格容量:11.4V 8200mAh  [Skydio X10] ・定格容量:18.55V 8419mAh		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	[Skydio 2] [Skydio 2+] ・1フライト最大23分 / 最大27分(装着バッテリーにより異なる)  [Skydio X2E Color/Thermal] [Skydio X2E Color] ・1フライト最大35分  [Skydio X10] 2-1-392 ・1フライト最大40分		
設置方法			

計測装置	移動装置と一体的な構造		
	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	[Skydio 2] [Skydio 2+] [Skydio X2E Color] ・SONY製 IMX577 ・センサーサイズ(1/2.3インチ)、ピクセル数(4056 x 3040)、焦点距離(20mm ※35mm換算)
			[Skydio X2E Color/Thermal] ・SONY製 IMX577 ・センサーサイズ(1/2.3インチ)、ピクセル数(4056 x 3040)、焦点距離(41mm ※35mm換算)
			[Skydio X10] ・SONY製 IMX686 ・センサーサイズ(1/1.7インチ)、ピクセル数(9248 x 6944)、焦点距離(46mm ※35mm換算)
		パン・チルト機構	・鉛直-90°~90°
		角度記録・制御機構 機能	角度記録あり、ジンバルにて鉛直方向の制御あり
	測位機構	各衛星測位、Visual-SLAM、IMU、移動制御装置と併用	
	耐久性		
	動力		
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		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)		
	データ収集・記録機能		
	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		
	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 ※	有	
	性能値	【Skydio 2】【Skydio 2+】【SkydioX2E Color/Thermal】【Skydio X2E Color】 【Skydio X10】 機体中心から約50cm以内で安定	風速5m/s以下
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2022年 【Skydio 2】【Skydio X2E Color/Thermal】 ・変化量:0cm 実施年 2024年 【Skydio 2+】【Skydio X10】 ・変化量:0cm  標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 【Skydio 2】 ・風速:3.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量: 7cm (4cm) 鉛直方向 最大移動量:21cm (8cm) ・風速:5.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:15cm (13cm) 鉛直方向 最大移動量:15cm (8cm) ・風速:8.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量: 26cm (18cm) 鉛直方向 最大移動量: 24cm (14cm) 【Skydio 2+】 ・風速:3.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量: 5cm (8cm) 鉛直方向 最大移動量:12cm (10cm) ・風速:5.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量: 9cm (16cm) 鉛直方向 最大移動量:14cm (7cm) ・風速:8.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:17cm (25cm) 鉛直方向 最大移動量:16cm (9cm) 【Skydio X2E Color/Thermal】 ・風速:3.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量: 7cm (7cm) 鉛直方向 最大移動量: 2cm (2cm) ・風速:5.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量: 9cm (15cm) 鉛直方向 最大移動量: 2cm (2cm) ・風速:8.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:15cm (24cm) 鉛直方向 最大移動量: 7cm (4cm) 【Skydio X10】 ・風速:3.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量: 6cm (9cm) 鉛直方向 最大移動量:16cm (8cm) ・風速:5.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:14cm (16cm) 鉛直方向 最大移動量: 2cm (3cm) ・風速:8.0m/s 正面 (側面) 水平方向 最大移動量:20cm (25cm) 鉛直方向 最大移動量: 7cm (6cm)	【Skydio 2】 ・風速:4.1m/s 【Skydio X2E Color/Thermal】 ・風速:4.1m/s  【Skydio 2+】 ・構造物までの距離:0.5m ・風速:2.3m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間 【Skydio X10】 ・構造物までの距離:1m ・風速:4.2m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【Skydio 2】【Skydio 2+】 縦120cm、横120cm、高さ100cmの狭小部への進入可能  【Skydio X2E Color/Thermal】【Skydio X2E Color】 縦160cm、横160cm、高さ120cmの狭小部への進入可能	風速5m/s以下での運用を推奨
		標準試験方法 桁間に進入する場合(2022) 実施年 2022年 【Skydio 2】 ・桁間に進入(5.6m×3.7m×3.7m) 実施年 2024年 【Skydio 2+】 ・桁間に進入(2.8m×2.4m×3.7m)	【Skydio 2】 ・風速:2.5m/s ・5.6m×3.7m×3.7m(平面寸法B) 【Skydio X2E Color/Thermal】

	標準試験値	標準試験方法 桁間に進入しない場合 (2022) 実施年 2022年 【Skydio X2E Color/Thermal】 ・桁下空間:高さ5.0m進入可能 実施年 2024年 【Skydio X10】 ・桁下空間:高さ5.0m進入可能	・風速:2.5m/s 【Skydio 2+】 ・風速:2.3m/s ・2.8m×2.4m×3.7m(平面寸法A) 【Skydio X10】 ・風速:4.6m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【Skydio 2】【Skydio 2+】【Skydio X2E Color/Thermal】 操作場所から最大400m(見通しがよい場所) 【Skydio X10】 2.4GHz帯:操作場所から最大800m(見通しがよい場所) 5.7GHz帯:操作場所から最大2Km(見通しがよい場所) 4G LTE:4G LTEエリア内	操作場所から機体まで電波を遮る遮蔽物なく、周囲に電波干渉の原因となる要因がないこと
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 【Skydio 2】【Skydio X2E Color/Thermal】 可動範囲 42.5m  標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年 2024年 【Skydio 2+】【Skydio X10】 飛行距離 50m	【Skydio 2】 風速:4.1m/s 【Skydio X2E Color/Thermal】 風速:4.1m/s  【Skydio 2+】 風速:2.3m/s 【Skydio X10】 風速:4.2m/s
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
4-1 計測速度(撮影速度)	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 2022年 【Skydio 2】 ・0.068m/s 【Skydio X2E Color/Thermal】 ・0.063m/s  実施年 2024年 【Skydio 2+】 ・0.044m <sup>2</sup> /s 【Skydio X10】 ・0.028m <sup>2</sup> /s	【Skydio 2】 ・風速:0.1~3.0m/s 【Skydio X2E Color/Thermal】 ・風速:1.2~3.8m/s  【Skydio 2+】 ・風速:4.0 m/s ・撮影面積:16.5 m <sup>2</sup> ・撮影時間:378 sec 【Skydio X10】 ・風速:8.9 m/s ・撮影面積:16.5 m <sup>2</sup> ・撮影時間:593 sec
4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【Skydio 2】 最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.00mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.03mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.4mm : 計測精度 0.06mm  【Skydio X2E Color/Thermal】 最小ひびわれ幅:0.2mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.4mm : 計測精度 0.05mm	・明るさ1000lux以上
	標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2022年 【Skydio 2】 最小ひびわれ幅: - ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.10mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.12mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.00mm 【Skydio X2E Color/Thermal】 最小ひびわれ幅: - ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.15mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.14mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.18mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.14mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.06mm  実施年 2024年 【Skydio 2+】 最小ひびわれ幅: - ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.06mm	【Skydio 2】 ・照度:11.3~73.4 kLux  【Skydio X2E Color/Thermal】 ・照度:10.7~60.4 kLux  【Skydio 2+】 ・被写体距離:1.0 m ・照度:4.94~17.8 kLux ・風速:0.0~4.0 m/s ・気温:33.3 °C ・焦点距離:20mm(35mm判換算) ・シャッター速度:1/332~1/2368秒(オート設定) ・絞り:F2.8(固定) ・ISO値:100(オート設定) ・フォーカス:AF(オート設定) ・画像Pixel数:4056×3040  【Skydio X10】 ・被写体距離:2.0 m ・照度:3.37~9.79 kLux ・風速:0.0~12.5 m/s ・気温:31.1~31.2 °C

計測装置		計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.06mm 【Skydio X10】 最小ひびわれ幅: - ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.00mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.08mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.06mm	・焦点距離:46mm(35mm判換算) ・シャッター速度:1/245~1/416秒(オート設定) ・絞り:F1.8(固定) ・ISO値:100(オート設定) ・フォーカス:AF(オート設定) ・画像Pixel数:9248×6944	
	4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	未検証	-
長さ計測精度 標準試験値		標準試験方法(2019) 実施年 2022年 【Skydio 2】 ・相対誤差:0.02% 【Skydio X2E Color/Thermal】 ・相対誤差:0.02% 実施年 2024年 【Skydio 2+】 ・相対誤差:0.35% 【SkydioX10】 ・相対誤差:0.08%	【Skydio 2】 ・真値=5.373m ・測定値=5.372m ・被写体距離:1.0、2.0、3.0m 【Skydio X2E Color/Thermal】 ・真値=5.373m ・測定値=5.372m ・被写体距離:2.0、3.0、4.0m 【Skydio 2+】 ・真値=3.762m ・測定値=3.749m ・被写体距離:2.0m ・照度:9.80~13.5 kLux ・風速:0.0~11.7 m/s 【Skydio X10】 ・真値=3.762m ・測定値=3.765m ・被写体距離:4.0m ・照度:6.11~8.16 kLux ・風速:0.0~6.2 m/s	
性能確認シートの有無 ※	有			
性能値	未検証	-		
位置精度 標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2022年 【Skydio 2】 絶対誤差(Δx、Δy)=(0.010、0.019) (m) 【Skydio X2E Color/Thermal】 絶対誤差(Δx、Δy)=(0.001、0.000) (m) 実施年 2024年 【Skydio 2+】 絶対誤差(Δx、Δy)=(0.001、0.026) (m) 【Skydio X10】 絶対誤差(Δx、Δy)=(0.005、0.003) (m)	【Skydio 2】 ・真値(x,y)=(-4.830、-2.353)m ・測定値(x,y)=(-4.820、-2.372)m ・被写体距離:1.0、2.0、3.0m 【Skydio X2E Color/Thermal】 ・真値(x,y)=(-4.830、-2.353)m ・測定値(x,y)=(-4.829、-2.353)m ・被写体距離:2.0、3.0、4.0m 【Skydio 2+】 ・真値(x,y)=(-3.339、-1.733)m ・測定値(x,y)=(-3.338、-1.707)m ・被写体距離:2.0m ・照度:9.80~13.5 kLux ・風速:0.0~11.7 m/s 【Skydio X10】 ・真値(x,y)=(-3.339、-1.733)m ・測定値(x,y)=(-3.344、-1.730)m ・被写体距離:4.0m ・照度:6.11~8.16 kLux ・風速:0.0~6.2 m/s		
性能確認シートの有無 ※	有			
性能値	未検証	-		
	標準試験方法(2019)	2-1-397 【Skydio 2】 ・照度:17.0~22.8klx		

<p>4-4 色識別性能</p>	<p>標準試験値</p>	<p>実施年 2022年                  【Skydio 2】                  ・フルカラーチャート識別可能</p> <p>【Skydio X2E Color/Thermal】                  ・フルカラーチャート識別可能</p> <p>実施年 2024年                  【Skydio 2+】                  ・フルカラーチャート識別可能</p> <p>【Skydio X10】                  ・フルカラーチャート識別可能</p>	<p>【Skydio X2E Color/Thermal】                  ・照度:17.0~22.8klx</p> <p>【Skydio 2+】                  ・被写体距離:2.0 m                  ・照度:9.80~18.6klx                  ・風速:0.0~11.7 m/s</p> <p>【Skydio X10】                  ・被写体距離:4.0~4.5 m                  ・照度:6.11~15.4klx                  ・風速:0.0~6.2 m/s</p>
------------------	--------------	--	---

※「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ドローンで撮影で構造物を撮影し、撮影後はmicroSDカードを抜き取りPC端末に撮影データを取得する。 ②ひびわれの測定は、取得した写真を画像表示ソフトウェアを用いてモニタにて目視で確認する。または、SfMソフトウェアによる3Dモデルからオルソモザイク画像を作成後、オルソモザイク画像を画像表示ソフトウェアを用いてモニタにて目視で検出する。 ③ひびわれの自動検出を行う場合は「ひびみつけ」を利用して自動検出を行う。自動検出後に作成されたオルソモザイク画像を画像表示ソフトウェアを用いてモニタにて目視で確認する。 ④その他の損傷については、②の画像表示ソフトウェアを用いてモニタにて目視で確認する。		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・富士フイルム株式会社「社会インフラ画像診断サービス ひびみつけ」(市販ソフト) ・Agisoft「Metashape Professional」(市販ソフト) ・Pix4D社「Pix4DMapeer」「Pix4DCloud」(市販ソフト)		
	検出可能な変状	腐食、破断、ひびわれ、床版ひびわれ、漏水・遊離石灰剥離・鉄筋露出、抜け落ち、支承部の機能障害		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	「ひびみつけ」はAIによる画像診断により自動で解析を行う。 撮影条件 ・明るさ条件1000lx以上	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	「ひびみつけ」による自動解析の場合 ・解析画像により幅と長さを判定する。 目視による解析の場合 ・クラックスケールなどと比較して幅と長さを判定する。	
		ひびわれ以外	画像ビューアーを用いて目視で判定する。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	未公開	
		変状の描画方法	・ひびわれ:ポリライン ・ひびわれ以外:なし	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG	
		ファイル容量	8,800x6,500画素以下	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.4mm/Pixel以下であることが必要		
その他留意事項		必要な照度に達していること		
出力ファイル形式	JPEG			
調書作成支援の手順	—			
調書作成支援の適用条件	—			
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	—			

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3m以上	離陸地点から高度10m以上で飛行する場合、開空間でのGPS補足が望ましい
	周辺条件	・ワイヤーや木枝には接近しないこと ・暗所で飛行しないこと	—
	安全面への配慮	飛行中は補助者を配置して第三者への注意と構造物への接近を監視する	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	橋梁下が道路の場合は、管理者と協議の上で必要に応じ通行規制を行うこと。	—
	その他	・動作温度:-5℃~40℃ ・風速:5m/s以下 ・夜間計測不可 ・雨天計測不可 【Skydio X10】 ・動作温度:-20℃~45℃ ・風速:5m/s以下 ・夜間計測はナイトセンス(オプション機能)を装着することにより飛行可能 ・雨天計測不可	風速については、メーカー仕様上の11m/s以下に安全性/安定性を加味した基準

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	当機器の操作方法について知識が必要であり当社指定の講習受講者がいることが必須である	—
	必要構成人員数	現場責任者1人、操縦者1人、補助員1人	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	弊社による飛行講習が受講済であること	—
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲: 4㎡ 操作場所: 計測機器より200m以内(機体を目視可能な範囲)	・安全確保のために、離着陸ポイントの周辺3mに構造物がないこと ・明るさが確保できない場合は離陸不可 ・離陸地点から高度10m以上で飛行する場合、開空間でのGPS補足が必要となる
	点検費用	【橋梁撮影例】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 30m X 2径間 全幅員 10m 部位・部材[床版下面、橋脚] 活用範囲 床版[600]m <sup>2</sup> 橋脚[500]m <sup>2</sup> 撮影形式: 静止画・動画 作業工数:0.5日 <費用> 合計 750,000円 含む UAV撮影費、機械経費 3人体制/日 交通費別途	橋種、対象範囲、部位・部材、活用範囲、橋梁周辺状況などにより見積り対応となる場合あり。 ひびわれ解析、オルソ画像作成、3Dモデル作成は別途見積り。  ひびわれ解析の自動検出・解析: 社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」費用を用いた概算費用例は以下のとおり。 橋種[コンクリート橋] 橋長 35m 全幅員 10m 部位・部材[床版] 活用範囲[350]m <sup>2</sup> 検出項目[ひびわれ] <費用> 0.1mmひびわれ検出の場合 合計 約110,000円 0.2mmひびわれ検出の場合 合計 約35,000円 対象となるひびわれ幅で写真の枚数が増減するため費用が変わる。サービス料のみで、消費税・一般管理費等は作業者の人件費等は含まず。
	保険の有無、保障範囲、費用	対人・対物損害賠償保険	—
	自動制御の有無	自律制御有	—
	利用形態:リース等の入手性	腐食/破断/ひびわれ/床版ひびわれ/漏水・遊離石灰/剥離・鉄筋露出/抜け落ち/支承部の機能障害	Skydio 2について試験利用をされる場合は個別問い合わせ
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	購入はサービス提供条件による	—
	センシングデバイスの点検	飛行前にメインカメラ、センサーカメラ(6個)の汚れを付属のクリーニングクロスで清掃をすること。	—
その他	—	—	

7. 図面

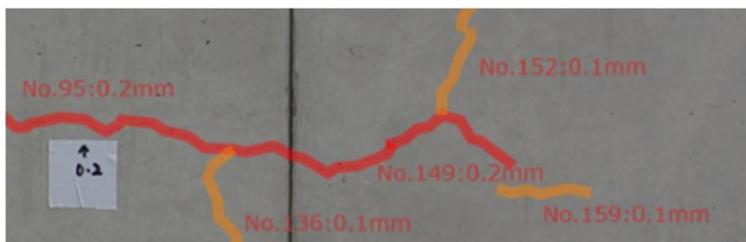
Skydio 2		
Skydio 2+		
Skydio X2E Color/Thermal		
Skydio X2E Color		
Skydio X10 (VT-300Z)		



橋梁下の画像計測例



桁内の撮影例



富士フィルム「ひびみつけ」による解析例

# 1. 基本事項

技術番号	BR010044-V0325		
技術名	360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ)		
技術バージョン	Ver.01	作成:	2025年3月
開発者	一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所 京都大学 成長戦略本部 インフラ先端技術産学共同研究部門		
連絡先等	TEL: 06-6367-2310	E-mail: ogura.nori@atim.or.jp	(一社)先端インフラメンテナンス研究所 小椋紀彦
現有台数・基地	5台	基地	大阪府大阪市北区西天満
技術概要	本技術は、溝橋などの小規模橋梁を対象とし、全方位を撮影できる360度カメラで構造物全体を一括で撮影し、撮影データを元に自動で3次元の点群データに変換、かつ任意の位置での撮影写真を自由に確認することができる。また、点群データ上に損傷(ひびわれ)箇所をマークすることで点検調書への損傷写真の掲載が可能である。		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 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) 路上(高欄,防護柵,地覆,中央分離帯,伸縮装置,その他(遮音施設・照明施設・標識施設),縁石,舗装) 排水施設(排水ます,排水管) 点検施設 添架物 袖擁壁	
	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 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ
		その他	⑬遊間の異常 ⑭路面の凹凸 ⑮舗装の異常 ⑯支承部の機能障害 ⑰その他
共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑰定着部の異常 ⑱変色・劣化 ⑲漏水・滞水 ⑳異常なたわみ ㉑変形・欠損 ㉒土砂詰まり ㉓沈下・移動・傾斜 ㉔洗掘		
検出原理	画像(静止画/動画)		

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・360度カメラ</li> <li>・データ転送用端末(ノートパソコン or タブレット端末)</li> </ul> <p>本手法で計測に使用する機器は、360度カメラのみである。360度カメラで撮影した動画をクラウドサーバーにアップロードし、画像解析はアップロード先のサーバーで行う。</p>	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	<ul style="list-style-type: none"> <li>【人力】</li> <li>・計測者が360度カメラを保持して撮影する。</li> </ul>	
	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	—	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	—		
計測装置	設置方法	—	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・最大外形寸法(長さ110mm×幅45mm×高さ30mm)、最大重量(150kgf)	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・深圳嵐ビジョン社製カメラ Insta360 ONE X2</li> <li>・深圳嵐ビジョン社製カメラ Insta360 ONE X3</li> <li>・深圳嵐ビジョン社製カメラ Insta360 ONE X4</li> <li>・動画解像度 5.7K@30/25/24fps, 4K@50/30fps, 3K@100fps</li> <li>※360度撮影をできるものなら他製品でも適用可能</li> </ul>
		パン・チルト機構	—
		角度記録・制御機構 機能	・6軸ジャイロ
		測位機構	—
	耐久性	・IPX8(防塵等級はメーカー規格ではIP規格適用外、実績値としてはIP4X相当)	
	動力	・カメラに内蔵されたバッテリーを使用	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・最大80分間(5.7K@30fps)	
データ収集・通信装置	設置方法	—	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—	
	データ収集・記録機能	・動画はmicroSDカードに保存	
	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	—	
	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	・桁下0.5m	未検証
	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
4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	・1.0m/s程度	・徒歩による計測を想定
	標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2022年 ・0.438m <sup>2</sup> /sec  実施年 2023年 ・0.065m <sup>2</sup> /sec  実施年 2024年 【Insta360 X3】 ・0.106m <sup>2</sup> /sec 【Insta360 X4】 ・0.130m <sup>2</sup> /sec	・徒歩による計測を想定 実施年 2022年 ・風速:2.3~2.7 m/s  実施年 2023年 ・風速:0.0~4.2 m/s ・撮影面積:16.5 m <sup>2</sup> ・撮影時間:255 sec  実施年 2024年 【Insta360 X3】 ・撮影面積:12.37 m <sup>2</sup> ・撮影時間:117 sec ・風速:1.7 m/s 【Insta360 X4】 ・撮影面積:12.37 m <sup>2</sup> ・撮影時間:95sec ・風速:1.7 m/s
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 0.2mm  ・ひびわれ幅1.0mm以下 計測精度0.7mm	・ひびわれの検出手順は画像処理性能の「検出手順」と同様  ・撮影速度1.0m/s以下(検証時:1.0m/s) ・撮影距離1.5m
	標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅: - ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 - ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 - ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 - ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 - ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.72mm  実施年 2023年 最小ひびわれ幅: - ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.09mm ・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 1.0mm : 計測精度 0.07mm  実施年 2024年 【Insta360 X3】 最小ひびわれ幅: - ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.09mm ・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 1.0mm : 計測精度 0.08mm 【Insta360 X4】 最小ひびわれ幅: 2-1-406 ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.07mm	実施年 2022年 ・被写体距離:1.5~2.0 m ・照度:9.3~73.6 klx  実施年 2023年 ・被写体距離:1.5~2.0 m ・照度:9.3~73.6 klx  実施年 2024年 【Insta360 X3】 ・被写体距離:0.3 m ・照度:6.15~61.8 kLux ・風速:0.0~3.2 m/s ・気温:12.5 °C ・焦点距離:7.2mm (35mm換算) ・シャッター速度:オート、1/8000~1/30秒 ・絞り:F2.0 ・ISO値:オート、100~3200 ・フォーカス:オートフォーカス ・画像Pixel数:5760×2880 【Insta360 X4】 ・被写体距離:0.3 m ・照度:6.15~61.8 kLux ・風速:0.0~3.2 m/s ・気温:12.5 °C ・焦点距離:7.2mm (35mm換算) ・シャッター速度:オート、1/8000~1/30秒 ・絞り:F2.0 ・ISO値:オート、100~3200 ・フォーカス:オートフォーカス ・画像Pixel数:5760×2880

4-3 オルソ画像精度		・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.08mm		
	長さ計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	・縦断方向:1.83% ・進行方向:1.97%	・撮影速度1.0m/s以下(検証時:1.0m/s) ・撮影距離1.5m
		標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2022年 ・相対誤差:0.43%  実施年 2024年 【Insta360 X3】 ・相対誤差:4.7% 【Insta360 X4】 ・相対誤差:4.7%	実施年 2022年 ・真値=5.373m ・測定値=5.350m ・被写体距離:1.5~2.0m  実施年 2024年 【Insta360 X3】 ・真値:2.871m ・測定値:2.735m ・被写体距離:2.0m ・照度:47.7~59.4 kLux ・風速:0.0~3.0 m/s 【Insta360 X4】 ・真値:2.871m ・測定値:2.737m ・被写体距離:2.0m ・照度:10.7~53.4 kLux ・風速:0.0~6.7 m/s
	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 2022年 絶対誤差(Δx, Δy)=(0.020, 0.003) (m)  実施年 2024年 【Insta360 X3】 ・絶対誤差:(Δx, Δy) = (0.044, 0.200) m 【Insta360 X4】 ・絶対誤差:(Δx, Δy) = (0.042, 0.199) m	実施年 2024年 【Insta360 X3】 ・真値:(x, y) = (-2.467, -1.468) m ・計測値:(x, y) = (-2.423, -1.268) m ・被写体距離:2.0 m ・照度:47.7~59.4 kLux ・風速:0.0~3.0 m/s 【Insta360 X4】 ・真値:(x, y) = (-2.467, -1.468) m ・計測値:(x, y) = (-2.425, -1.269) m ・被写体距離:2.0 m ・照度:10.7~53.4 kLux ・風速:0.0~6.7 m/s
	4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	・フルカラー識別可能	-
		標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2022年 ・フルカラーチャート識別可能  実施年 2023年 ・フルカラーチャート識別可能  標準試験方法(2019) 実施年 2024年 【Insta360 X3】 ・フルカラーチャート識別可能 【Insta360 X4】 ・フルカラーチャート識別可能	実施年 2022年 ・照度:9.3~73.6kLux  実施年 2023年 ・照度:4.04~12.4kLux  実施年 2024年 【Insta360 X3】 ・被写体距離:1.0 m, 2.0m ・照度:9.65~59.4 kLux ・風速:0.0~3.7 m/s 【Insta360 X4】 ・被写体距離:0.3 m, 1.0m ・照度:6.15~61.8 kLux ・風速:0.0~3.2 m/s

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>①撮影した動画をクラウドサーバーにアップロードする。(手動)                  ②動画を撮影時間、角度毎に分割して静止画像化する。(自動)                  ③画像を正射変換し、オルソ画像とする。(自動)                  ④オルソ画像を用いて写真測量法により3次元情報を取得し、3次元点群データを作成する。(自動)                  ⑤写真測量に使用したオルソ画像は点群データとリンクされ、点群データ上で同位置を指定することで、閲覧が可能となる。(自動)                  ⑥オルソ画像を確認して損傷をプロットする。(手動)                  ⑦変状データは、抽出に使用したオルソ画層と同様に点群データとリンクされ、位置情報が付与される。(自動)</p>		
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>—</p>	
	<p>検出可能な変状</p>	<p>腐食／亀裂／ゆるみ・脱落／破断／防食機能の劣化／ひびわれ／剥離・鉄筋露出／漏水・遊離石灰／抜け落ち／床版ひびわれ／うき／遊間の異常／路面の凹凸／舗装の異常／支承部の機能障害／その他／補修・補強材の損傷／定着部の異常／変色・劣化／漏水・滞水／異常なたわみ／変形・欠損／土砂詰まり／沈下・移動・傾斜／洗掘                  ※ただし、画像で確認できるものに限る。</p>	
	<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>ひびわれ</p>	<p>・人力による抽出                  ・撮影条件・仕様等                  1) カメラ:360度カメラ                  2) 撮影設定:5.7K動画あるいはハイパーラップス撮影</p>
		<p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p>	<p>・幅:オルソ画像よりひびわれを抽出し、オルソ画像とリンクされた点群データ上でひびわれ幅を計測                  ・長さ:オルソ画像よりひびわれを抽出し、オルソ画像とリンクされた点群データ上でひびわれ長さを計測</p>
		<p>ひびわれ以外</p>	<p>・人力による抽出</p>
		<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>—</p>
		<p>変状の描画方法</p>	<p>・ひびわれ:ポリライン                  ・ひびわれ以外:ポリゴン</p>
	<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p>	<p>INSV</p>
		<p>ファイル容量</p>	<p>制限なし</p>
		<p>カラー／白黒画像</p>	<p>カラー</p>
<p>画素分解能</p>		<p>・5.7K動画あるいはハイパーラップス撮影</p>	
<p>その他留意事項</p>		<p>・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難                  ・構造物が煤により汚れている場合は、ひびわれの検出が困難</p>	
<p>出力ファイル形式</p>	<p>【専用ファイル形式】                  損傷形状データを追記した3次元データのダウンロードはできないが、調書形式のエクセルデータの他に、点群データやオルソ画像、アップロードした動画、動画から変換した静止画像については、クラウドサーバーからダウンロード可能</p>		
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>①変状検出手順に従って、変状を検出する。                  ②変状データとリンクされた各データより、自動で3次元点群データor3D-CADを用いた損傷図とオルソ画像を用いた損傷写真帳がエクセルデータとして出力される。                  ③それぞれのデータを定期点検記録様式(その9)、様式(その10)に活用することで、調書作成作業を省力化できる。</p>		
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>・撮影距離1.0m                  ・撮影速度1.0m/s                  ・5.7K動画あるいはハイパーラップス撮影                  ・動画データをクラウドサーバーにアップロードするため、大容量データを通信できるインターネット環境が整っている方が望ましい。</p>		
<p>調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名</p>	<p>・撮影動画データのアップロード:OS Windows10以降、ブラウザ Chrome                  ・点検調書データのダウンロード:OS Windows10以降、ブラウザ Chrome</p>		

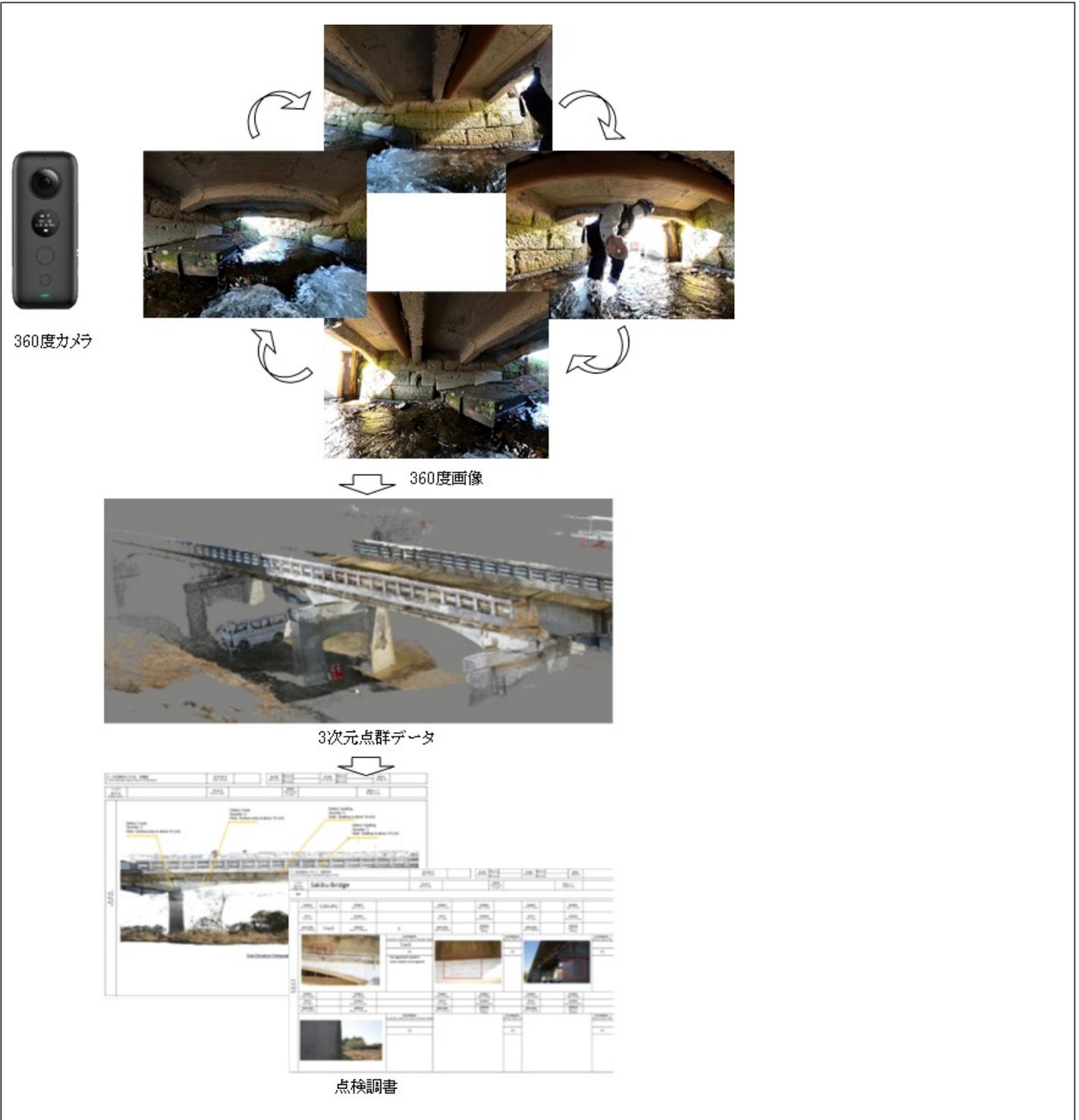
## 6. 留意事項(その1)

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	・徒歩で撮影するため、桁下高さ0.5m程度(人が浸入できる高さ)以上が必要である。	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	—	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	・光量が確保できない暗所、夜間の場合は照明が必要	—

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	・橋梁点検に精通するもの	—
	必要構成人員数	・現場責任者1人、計測者1人、合計2名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	—
	作業ヤード・操作場所	・不要	—
	点検費用	橋種 [コンクリート橋、鋼橋] 橋長 15m 全幅員 8m 部位・部材 [床版、橋台] 活用範囲 [150 ]m2 検出項目 [ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰] <費用> 合計 1,000,000円(経費含む)	—
	保険の有無、保障範囲、費用	・加入していない	—
	自動制御の有無	—	—
	利用形態:リース等の入手性	・カメラのリースは無し(購入のみ)	撮影等を業務委託することは可能
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・無	—
	センシングデバイスの点検	—	—
その他	—	—	

## 7. 図面



1. 基本事項

技術番号	BR010046-V0325			
技術名	桁端狭陰部の点検技術(NSRV工法)			
技術バージョン	1	作成:	2025年3月	
開発者	東日本高速道路株式会社/株式会社ネクスコ・メンテナンス東北/ 株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北/ピーエス・コンストラクション株式会社/UBE三菱セメント株式会社			
連絡先等	TEL: 03-6385-8051	E-mail: y-shiramizu@psc.co.jp	ピーエス・コンストラクション(株) 技術本部 白水 祐一	
現有台数・基地	1台	基地	福島県二本松市	
技術概要	桁端狭陰部の点検技術(NSRV工法: Vertical girder-end Repair method at Narrow Space)は、桁端遊間狭陰部の目視確認の調査を可能にする工法です。ビデオスコープと専用の架台を使用し、遊間幅が20mm以上あれば狭陰部コンクリートの撮影ができます。撮影した動画を専用のソフトを使用し損傷部の静止画の作成および損傷部位の長さ、面積、ひびわれ幅の計測が可能となります。			
技術区分	橋種	コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,縦桁,PC定着部) 下部構造(橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		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 ⑨抜け落ち	
		その他	⑬遊間の異常	
共通		⑩補修・補強材の損傷 ⑭定着部の異常 ⑲変色・劣化		
検出原理	画像(静止画/動画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>○移動装置</li> <li>・ビデオスコープガイド</li> <li>・レール</li> <li>・ガイド走行装置(2機)</li> <li>○計測装置</li> <li>・ビデオスコープ</li> <li>○データ収集・通信装置</li> </ul> <p>・計測装置と一体的な構造である。計測したデータはビデオスコープ本体のSDカードに記録、保存される。計測したデータは計測終了後にカメラから取り外して処理を行う。</p>	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	<p>【懸架型】</p> <p>遊間両側に設置したモーターによりワイヤーを巻取り、ワイヤーに接続されたビデオスコープガイドがレール上を移動する。</p>	
	運動制御機構	通信	有線
		測位	ビデオスコープケーブルを挿入長検知装置で測定し、移動距離を収録。 遊間両端のメジャーで、高さを収録。
		自律機能	無
		衝突回避機能(飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量	<p>ビデオスコープガイド</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法(L600mm×W8mm×H2.0m)</li> <li>・最大重量(約14kg)</li> </ul> <p>ガイド走行装置(2機)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法(1機毎・突起含む)(L350mm×W600mm×H675mm)</li> <li>・最大重量(約36kg/機)</li> </ul>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	ビデオスコープガイド先端の100mm程度	
動力	・動力源:電気式(100V)		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	—		
計測装置	設置方法	・ビデオスコープ先端をビデオスコープガイドのカメラ固定プレートにカメラホルダーで固定し、撮影したい高さに調節する。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<p>オリンパス 工業用ビデオスコープ IPLEX FX</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計測装置(本体):外形寸法 250mm(W)×160mm(D)×285mm(H)</li> <li>・計測装置(スコープ部):外径6mm ケーブル長12m</li> <li>・総重量(約7.0kg)</li> </ul>	
	センシングデバイス	カメラ	<p>オリンパス 工業用ビデオスコープ IPLEX FX</p> <p>光学アダプタ(先端レンズ) ※観察深度:観察像が鮮明に写る距離の範囲</p> <p>・AT120S/FF-IV86 視野角120° 側視 観察深度5~∞mm</p>
		パン・チルト機構	—
		角度記録・制御機構 機能	—
		測位機構	挿入長検知装置
	耐久性	・IP55	
	動力	・リチウムイオンバッテリー	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・2.5時間		
データ収集・通信装置	設置方法	・計測装置と一体的な構造	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—	
	データ収集・記録機能	・記録メディア(SDカード)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	—	
	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 ※	有	
	性能値	遊間幅が20mm以上	ビデオスコープガイド厚さ8mm ビデオスコープ先端外径6mm 光学アダプタ観察深度1mm以上 ※観察深度:観察像が鮮明に写る距離の範囲
	標準試験値	標準試験方法 狭隘部(2022) 実施年 2022年 ・狭隘度:30mm	供試体諸元 【横からの進入】 ・狭隘度:30~100mm
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	10m	幅員方向20mまで対応可能 ※ビデオスコープケーブルの最大撮影可能長10mのため、幅員方向で両側から挿入することで20mまで対応可能
	標準試験値	標準試験方法 狭隘部(2022) 実施年 2022年 ・進入可能:1m	供試体諸元 【横からの進入】 ・進入深さ:1~3m
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 ※	有		
		性能値	1m/min	—	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 0.0089m2/min	—	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	・ひびわれ幅 計測範囲:0.05~1.5mm 誤差: 10%以内  ・ひびわれ長さ 計測範囲:1mm以上 誤差: 10%以内  ・変状面積 計測範囲:1mm <sup>2</sup> 以上 誤差: 10%以内  ・変状外周距離 計測範囲:1mm以上 誤差: 10%以内	遊間部のゴミ等を除去。 雨天、降雪、強風時は撮影不可。	
	標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅: —			
		・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.30mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.33mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.17mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.17mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.24mm	・被写体距離:30mm ・照度:0klx		
	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 ※	-	
			性能値	—	—
			標準試験値	上記【性能値】の記載に準じる。	—
		位置精度	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	フルカラー識別可能	—		
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 フルカラー識別可能	・照度:0klx		

※「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撮影した動画に規則に従ったファイル名を付与する。(手動) ②ファイル名を付与した動画を「パノラマ画像生成アプリ」で連結長尺画像に処理する。(自動) ③処理した画像を「垂直結合・解析アプリ」に取り込み基準に合わせて並べ、ずれを修正する。(手動) ④縦結合処理を行う。(自動) ⑤縦結合処理した画像を「伸縮アプリ」に取り込み横方向のずれを修正する。(手動) ⑥再び「垂直結合・解析アプリ」に取り込み、測定基準を設定し、ひびわれ幅、長さを測定する。(手動) ⑦変状領域に沿って計測点を入力し面積を測定する。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・(株)ソーシャル・キャピタル・デザイン社製 「パノラマ画像生成アプリ(垂直結合・解析アプリ、伸縮アプリ) ver2.4.2」		
	検出可能な変状	ひびわれ(幅および長さ)、鋼材の腐食、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	ひびわれを処理した画像から目視で検出する。	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	画像内のメジャーから測定基準を設定し、入力した計測点から長さを計測する。 ひびわれ幅は設定した測定基準に従ったスケールの比較線から目視で計測する。	
		ひびわれ以外	ひびわれ以外の変状は、目視で検出し、入力した計測点から面積等を計測する。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-	
		変状の描画方法	ポリライン	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	AVI形式(Motion JPEG)	
		ファイル容量	-	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		-		
その他留意事項		-		
出力ファイル形式	JPEG			
調書作成支援の手順	①変状検出手順より処理した画像データを取得する。 ②画像データを展開画像(全体)として調書の所定の項目に張り付ける。 ③展開画像(全体)を分割し、拡大させ所定の項目に張り付ける。 ④変状が映っている箇所を手動で抽出し、長さ、幅、面積等を計測する。 ⑤点検結果集計表の所定の項目に張り付けるとともに、変状の種類、その状況を旗揚げする。 ⑦詳細調査として、拡大画像等詳しく情報を記入する。			
調書作成支援の適用条件	-			
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	-			

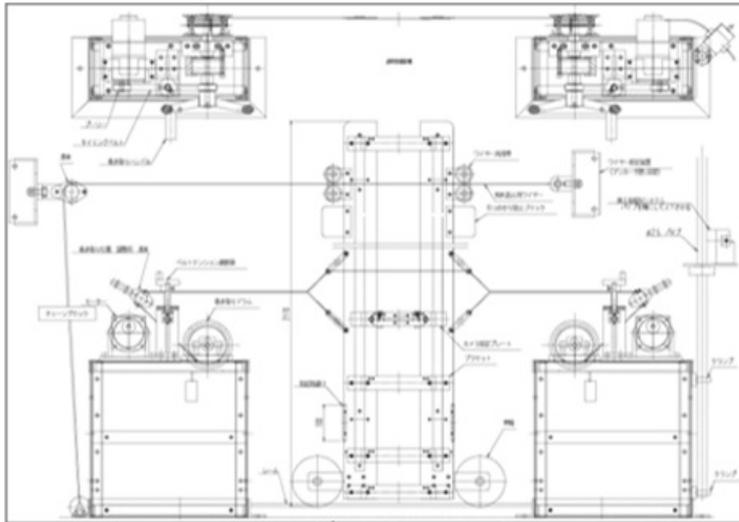
6. 留意事項(その1)

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	橋梁幅員20m以内	ビデオスコープケーブルの撮影可能長10m 両側からの撮影で20mまで対応可能。
	桁下条件	—	—
	周辺条件	遊間両側に作業スペースがある事。 遊間内はごみや型枠等があれば事前に除去。 遊間内に添架物等が通っている場合は、適用不可。 撮影面が濡れていない事。	—
	安全面への配慮	高所作業の場合、墜落対策、落下物対策を行う。	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	雨天、降雪、強風の場合、計測不可。 高所を計測する場合には、足場あるいは高所作業車が必要である。	—

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	—	—
	必要構成人員数	走行装置操作 2人、ビデオスコープ操作 1人、世話役1人 画像解析 1~2人	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	—
	作業ヤード・操作場所	遊間両側に1.0m×1.0m以上の作業スペース	—
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 部位・部材 桁端部 活用範囲 12.0 m2(幅8.0m×高さ1.5m) 検出項目 [ひびわれ幅・長さ、その他変状]  <費用> 桁端部調査工 540,000円 資機材費 700,000円 画像処理工 570,000円 合計 1,810,000円 (現場経費別)	桁端部の計測の為、橋長に依存しない。
	保険の有無、保障範囲、費用	—	—
	自動制御の有無	自律制御無	—
	利用形態:リース等の入手性	業務委託	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	—	—
	センシングデバイスの点検	調査開始前の動作確認 返却後のメーカーによる整備・点検(使用者負担)	—
その他	—	—	

7. 図面



ビデオスコープガイド・巻取り機 詳細図



ビデオスコープガイド・巻取り機



ビデオスコープ



ビデオスコープ先端取付状況



狭隙部撮影状況

画像処理・変位検出結果



画像作成 例



ひび割れ幅・長さ検出 例

## 1. 基本事項

技術番号	BR010047-V0325			
技術名	損傷自動検出技術 C2finder(ひびわれ・遊離石灰)			
技術バージョン	Ver.1.1	作成:	2025年3月	
開発者	テクノハイウェイ株式会社			
連絡先等	TEL: 029-879-5401	E-mail: c2finder@technohighway.co.jp	技術開発部 永見武司、佐々木久之	
現有台数・基地	無制限	基地	茨城県つくば市	
技術概要	本技術は、対象部位を撮影した画像からコンクリート部材のひびわれおよび遊離石灰を同時あるいは個別に検出し、その形状および位置とともに、数値情報としてひびわれの幅・長さおよび遊離石灰の面積を出力する技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑧漏水・遊離石灰 ①床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		ソフトウェアのため、計測機器は特にならない。	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	—	
	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	—	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	—	
計測装置	設置方法	—	
	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	一般的なデジタルカメラであれば利用可能である。カメラの性能および機能によって、撮影可能な点検対象の大きさ、検出すべき劣化損傷の細かさ、照明条件、撮影距離を調整する必要がある。検査車両、ドローン等の移動装置に搭載されたカメラによって撮影する場合は、フォーカス、ブレ、コントラストにも留意する。
		パン・チルト機構	—
		角度記録・制御機構 機能	—
		測位機構	—
	耐久性	—	
	動力	—	
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	—	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—	
	データ収集・記録機能	—	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	・通信方法 有線LAN、LTE、WiFi ・通信規格 HTTPS	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	・プロトコル SSL/TLS ・認証方式 OpenID準拠、一時的発行トークンによるアクセス方式	
	動力	—	
	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 ※	-	
	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
4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	-	-
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 【三脚】0.160㎡/s 【手持ち】0.400㎡/s	
4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	<p>1. ひびわれ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅 0.10mm : 計測精度 0.07mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.20mm 計測精度 0.07mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.30mm 計測精度 0.10mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.50mm 計測精度 0.12mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.70mm 計測精度 0.13mm</li> <li>・ひびわれ幅 1.0mm 計測精度 0.29mm</li> </ul> <p>2. 遊離石灰</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・正解率(accuracy) 98.6%</li> <li>・適合率(precision) 88.3%</li> <li>・再現率(recall) 94.8%</li> </ul>	<p>1. ひびわれ</p> <p>下記①②の撮影によって、各々のひび割れ幅(6種)について2条件(水平・垂直・斜め×撮影距離3m・5m・6m)で採取した9個(計54個)を用いて、計測精度を算出した。</p> <p>①福島ロケットテストフィールド試験用トンネル内埋め込みテストピース(5)列を使用し、距離3mと6mからそれぞれ撮影。トンネル端部から6.3mの位置で、自然光下で撮影。</p> <p>②自社制作テストピースを使用し、室内暗所にて距離5mの位置で、ストロボ発行撮影。</p> <p>カメラ: CANON EOS R5 レンズ: CANON RF 70-200 f2.8 絞り: f5.6 シャッター速度: 自動 フォーカス: 自動 ISO感度: 自動 ホワイトバランス: 自動</p> <p>2. 遊離石灰</p> <p>「7. 図面」に掲載した遊離石灰撮影画像5枚について、技術者が遊離石灰として塗りつぶしたデータ(正解データ)と本技術での検出結果(検出データ)を比較し、面積比で正解率、再現率、適合率を下記の式にもとづき算出した。</p> <p>正解率=(TP+TN)/(TP+FP+TN+FN)</p> <p>適合率=TP/(TP+FP) 再現率=TP/(TP+FN)</p> <p>TP:真陽性、TN:真陰性、FP:偽陽性、FN:偽陰性</p>
計測装置	標準試験値	<p>1. ひびわれ</p> <p>標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2023年 【三脚】 最小ひびわれ幅:-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.07mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.15mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.15mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.12mm</li> <li>・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.46mm</li> </ul> <p>【手持ち】 最小ひびわれ幅: -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.07mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.11mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.04mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.07mm</li> <li>・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.05mm</li> </ul>	<p>【三脚】OM-D E-M10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・照度:15.0~59.9klx</li> <li>・被写体距離:3.0m</li> </ul> <p>【手持ち】EOS R5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・照度:19.5~60.3klx</li> <li>・被写体距離:5.0m</li> </ul>

		2. 遊離石灰 未検証。検出事例を「7. 図面」に掲載		
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 2022年 【三脚】 ・相対誤差:0.37%  【手持ち】 ・相対誤差:0.48%	【三脚】OM-D E-M10 ・真値=5.373m ・測定値=5.393m  ・被写体距離:12.0m  【手持ち】EOS R5 ・真値=5.373m ・測定値=5.347m  ・被写体距離:12.0m
	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 2022年 【三脚】 絶対誤差 ( $\Delta x, \Delta y$ )=(0.004, 0.053) (m)  【手持ち】 絶対誤差 ( $\Delta x, \Delta y$ )=(0.021, 0.014) (m)	【三脚】OM-D E-M10 ・真値(x, y)=(-4.830, -2.353)m ・測定値(x, y)=(-4.826, -2.406)m  ・被写体距離:12.0m  【手持ち】EOS R5 ・真値(x, y)=(-4.830, -2.353)m ・測定値(x, y)=(-4.809, -2.339)m  ・被写体距離:12.0m
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 2022年 【三脚】 ・フルカラーチャート識別可能  【手持ち】 ・フルカラーチャート識別可能	【三脚】OM-D E-M10 ・照度:19.5~60.3klx  【手持ち】EOS R5 ・照度:19.5~60.3klx	

※「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

<p>変状検出手順</p>	<p>Webアプリ(自動検出Webサービス<a href="https://mihari.net">https://mihari.net</a>)を利用する場合:                  ①必要があればあおり補正等を行い画像を正対画像として処理する。(手動)                  ②処理した画像を1径間ごとにつなぎ合わせる。(手動)                  ③Webブラウザにより、サイトURLにアクセスして表示された画面上で、検出する損傷種類、検出結果の出力形式等のオプションを指定し、画像をアップロードする。(手動)                  ④アップロードされた画像から、ひびわれ(位置、形状、ひびわれ幅・長さ)および遊離石灰(位置、形状、面積)を検出する。(自動)                  ⑤検出したひびわれは、ひびわれ幅毎に色分けされ、入力画像上に表示されるので、これを目視で確認する。(手動)                  ⑥検出した遊離石灰は、ひびわれ幅毎に色分けされ、入力画像上に表示されるので、これを目視で確認する。(手動)                  ⑦検出したひびわれおよび遊離石灰の結果は、③のオプション指定に対応したCAD等の形式(DXF、SXF、SVG)で、位置、形状、ひびわれ幅・長さを含むファイルが生成されるので、ダウンロードする。(手動)</p> <p>APIを利用する場合:                  ①必要があればあおり補正等を行い画像を正対画像として処理する。(ユーザープログラム)                  ②処理した画像を1径間ごとにつなぎ合わせる。(ユーザープログラム)                  ③検出する損傷種類、処理枚数、処理方法、出力形式等のオプションをAPI呼出しで指定する。(ユーザープログラム)                  ④③にもとづくサーバーからの応答メッセージにセットされているURLに画像を送信する。(ユーザープログラム)                  ⑤検出したひびわれの出力データは、③で指定された出力形式で生成され、ダウンロード可能になる。(自動)                  ⑥検出した遊離石灰の出力データは、③で指定された出力形式で生成され、ダウンロード可能になる。(自動)                  ⑦④での応答メッセージにセットされているURLにアクセスし、出力データを受信する。(ユーザープログラム)</p>
<p>ソフトウェア名</p>	<p>損傷自動検出技術C2finder ver.1.1 (ひび割れ自動検出Webサービスmihari.net)</p>
<p>検出可能な変状</p>	<p>・ひびわれ(位置、形状、幅、長さ、幅ごとの総延長)(自動検出)                  ・遊離石灰(位置、形状、面積)(自動検出)</p>
<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>ひびわれ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・AI(ディープラーニング)によって自動検出</li> <li>・AI教師データは、RC床版橋、RCT桁橋の下部構造(橋脚、橋台)、上部構造(主桁、床版)、山岳トンネル側壁・アーチ部におけるひびわれ、床版ひびわれに関する写真と、技術者によるひびわれ、床版ひびわれと判断した部位の情報とを用いて学習させている。</li> <li>・撮影条件・仕様等                         <ol style="list-style-type: none"> <li>1) カメラ:コンパクトデジタルカメラ、デジタルミラーレスカメラ、デジタル一眼レフカメラ、ドローン搭載カメラ</li> <li>2) 撮影設定:インテリジェントオート、プログラムオート、絞り優先、マニュアル</li> <li>3) ISO感度:コンパクトデジタルカメラはISO400以下、その他はISO1600以下</li> <li>4) 画質:最高(ファイン)</li> <li>5) 画質フォーマット:JPEG</li> <li>6) 撮影角度:正対位置から±25°</li> <li>7) 注意事項:デジタルズーム機能は使用しないこと。検出範囲内にボケ、ブレが発生していないこと。</li> </ol> </li> </ul> <p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ境界を特定し、ひびわれ幅および長さを算出する。</li> <li>・メートル単位への変換は、1画素のサイズが対応する画像中の対象のサイズ(mm)を指定するか、対象とカメラ間の距離(mm)と画角(度)を指定することで自動計算する。画角は、撮影画像中のEXIF情報に35mm換算焦点距離があればそれを自動取得して計算することも可能。</li> </ul> <p>ひびわれ以外</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・遊離石灰の析出範囲をAI(ディープラーニング)によって自動検出</li> <li>・AI教師データは、RC床版橋、RCT桁橋の下部構造(橋脚、橋台)、上部構造(主桁、床版)、山岳トンネル側壁・アーチ部における遊離石灰に関する写真と、技術者による遊離石灰と判断した部位の情報とを用いて学習させている。</li> <li>・撮影条件・仕様等                         <ol style="list-style-type: none"> <li>1) カメラ:コンパクトデジタルカメラ、デジタルミラーレスカメラ、デジタル一眼レフカメラ、ドローン搭載カメラ</li> <li>2) 撮影設定:インテリジェントオート、プログラムオート、絞り優先、マニュアル</li> <li>3) ISO感度:コンパクトデジタルカメラはISO200以下、その他はISO1600以下</li> <li>4) 画質:最高(ファイン)</li> <li>5) 画質フォーマット:JPEG</li> <li>6) 撮影角度:正対位置から±25°</li> <li>7) 注意事項:デジタルズーム機能は使用しないこと。検出範囲内にボケ、ブレが発生していないこと。</li> </ol> </li> </ul> <p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれの検出結果を、あらかじめ技術者が作成した正解データとの一致度について、Mean Average Precision法により計算した検出精度が95%であった。</li> <li>・遊離石灰の検出結果を、あらかじめ技術者が作成した正解データとの一致度を集計し、算出した正解率(accuracy)が98.6%であった。その他の指標は「4. 計測性能」を参照。</li> <li>・性能評価には、当社が保有する画像データのうち、評価用に無作為に選出した画像を用いた。評価用画像は、機械学習のトレーニングデータとしては用いていない。</li> </ul> <p>変状の描画方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ:指定色による画像上範囲塗りつぶし、ポリライン</li> <li>・遊離石灰:指定色による画像上範囲塗りつぶし、ポリゴン</li> </ul>
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p> <p>JPEG</p> <p>ファイル容量</p> <p>無制限(ただし、Webアプリを利用するブラウザの違いによる制約あり)</p> <p>カラー/白黒画像</p> <p>カラー</p> <p>画素分解能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.3mm/Pixel以下であることが必要</li> </ul>
<p>その他留意事項</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・画像の撮影は、一般的なデジタルカメラの場合、手持ち撮影を基本とする。</li> <li>・離れた位置から撮影する場合は、望遠レンズを装着し、三脚に固定して撮影することが望ましい。</li> <li>・検査車両、ドローン等の移動装置に搭載されたカメラによって撮影する場合は、フォーカス、ブレに注意する。</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・高精度な検出を行う場合は、レンズのMTFチャートを確認し、高コントラストかつ高解像となるレンズを選択し、絞り値を明瞭な画像となるよう調整する。</li> <li>・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難である。</li> </ul>
	出力ファイル形式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・検出結果重畳画像:JPEG</li> <li>・CAD等ベクターデータ:DXF/SXF/SVG</li> <li>・ひびわれ幅ごとの総長集計表:CSV</li> </ul>
	調書作成支援の手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>①劣化損傷自動検出結果を必要なデータ形式でダウンロードする。</li> <li>②利用者が使用するCADソフト等を用い、ダウンロードしたファイルを読み込み、損傷図等に張り込み、整形する。</li> </ul>
	調書作成支援の適用条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 被写体に対して正対して撮影することが望ましい。</li> <li>2) 斜め方向から撮影した画像は利用者があり補正を実施する。</li> </ul> </li> </ul>
	調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	—

## 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	—	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	—	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	—	—

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	不要	・カメラ説明書において、ピント合わせ、露出調整の操作方法を確認する。 ・本技術の技術マニュアルおよびWebアプリを提供するサイト情報を確認する。
	必要構成人員数	撮影者1人	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	—
	作業ヤード・操作場所	点検現場/オフィス	—
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 35m 全幅員 10m 部位・部材 [床版のみ] 活用範囲 [350]m2 検出項目 [ひびわれ、遊離石灰] <費用> 合計105,600円(画像ファイル7MBx240枚)	・入力する画像ファイルのサイズが1MB毎に ひびわれ 33円(税込み) ひびわれ以外(現在遊離石灰のみ) 55円(税込み)
	保険の有無、保障範囲、費用	・保険には加入していない。 ・検出結果・出力ファイルの利用に関するいかなる保証もしない。	—
	自動制御の有無	—	—
	利用形態:リース等の入手性	Webアプリ、WebAPIとも利用者登録後に利用できる。利用料は、利用数量にもとづく従量制。	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	メールおよびコンタクトフォームによるサポート	—
	センシングデバイスの点検	—	—
その他	—	—	

7. 図面

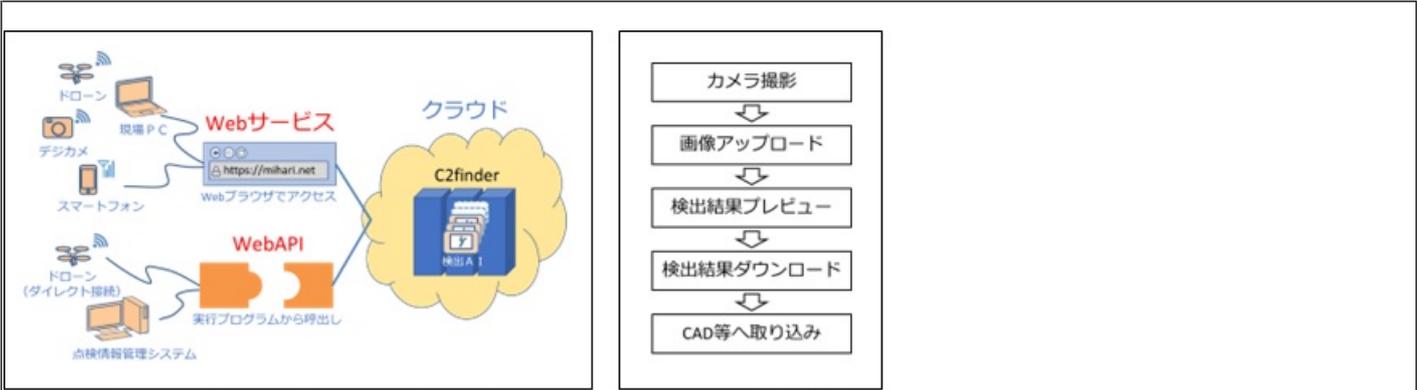


図1 利用機器とサービス提供イメージ

図2 利用手順

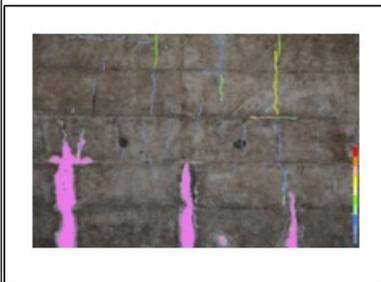


図3 ひびわれ・遊離石灰

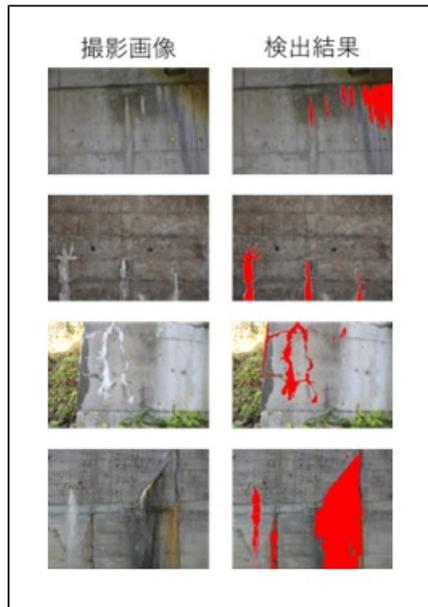


図5 遊離石灰検出例

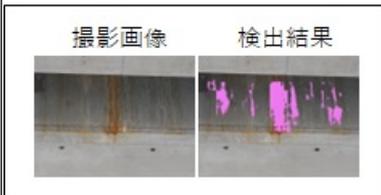


図4 標準試験での遊離石灰

# 1. 基本事項

技術番号	BR010048-V0225		
技術名	全方位カメラを用いた点検支援技術		
技術バージョン	バージョン1	作成:	2025年3月
開発者	首都高技術株式会社		
連絡先等	TEL: 03-3552-6832	E-mail: fusem@shutoko-eng.jp	構造管理部 東京東管理課 布施光弘
現有台数・基地	4台	基地	東京都中央区新富
技術概要	本技術は、360度全体の撮影が可能な全方位カメラを上下運動用伸縮金具や、伸縮ポール、L型ポールに附随させ、近接目視が困難な部位などを撮影する。撮影した360度画像を歪み補正し、その画像より損傷を検出する技術である。		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版,対傾構,横構,主構トラス,斜張橋) 下部構造(橋脚,基礎) 排水施設(その他)	
	損傷の種類	鋼	①腐食 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 ⑩床版ひびわれ
		その他	
共通	⑯変色・劣化 ⑳漏水・滞水 ㉑異常なたわみ ㉒変形・欠損 ㉓洗掘		
検出原理	画像(静止画/動画)		

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置: 全方位カメラ操作用設備(上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール等)</li> <li>・計測装置: 全方位カメラ</li> <li>・データ収集・通信: microSDカード</li> </ul>	
移動装置	機体名称	全方位カメラ操作用設備(上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール)	
	移動原理	<p>【設置型: 上下運動用伸縮金具】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全方位カメラ上下運動用の伸縮金具、ロープ、ロープ巻き取り用スプールより構成される。全方位カメラ上下運動用伸縮金具を構造物等にクランプで固定もしくは、ショルダーストラップにて人体に固定し、ロープの先端に全方位カメラを取り付け、ロープの上下操作によって点検対象箇所へ全方位カメラを接近させる。</li> </ul> <p>【人力型: 伸縮ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最長 約7,500mm、収納時 約1,550mmのポール先端に全方位カメラを取り付け、ポールの伸縮操作によって点検対象箇所へ全方位カメラを接近させる。</li> </ul> <p>【人力型: L型ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1本当り1,500mmのポールをL型に連結し、ポール先端に全方位カメラを取り付け、ポールの移動操作によって点検対象箇所へ全方位カメラを接近させる。</li> </ul>	
	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	<p>【上下運動用伸縮金具】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分離構造(移動装置+計測装置)</li> <li>・最大外形寸法(L1,200mm×W300mm×H250mm)</li> <li>・最大重量(10.0kgf)</li> </ul> <p>【伸縮ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分離構造(移動装置+計測装置)</li> <li>・最大外形寸法(L7,500mm)</li> <li>・最大重量(1.6kgf)</li> </ul> <p>【L型ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分離構造(移動装置+計測装置)</li> <li>・最大外形寸法(鉛直L4,500mm、水平L3,000mm)</li> <li>・最大重量(6.0kgf)</li> </ul>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	<p>【上下運動用伸縮金具】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法(制限無し)</li> <li>・最大重量(20.0kgf)</li> </ul> <p>【伸縮ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大重量(0.30kgf)</li> </ul> <p>【L型ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大重量(0.30kgf)</li> </ul>	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリーなどの仮設電源が不要</li> <li>・動力源: 人力</li> </ul>	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	<p>【上下運動用伸縮金具】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置の上下運動用のロープ先端に、金属リング(カラビナ)を取付け、全方位カメラ専用フレームに取付けたアイボルトと接続する。全方位カメラは専用フレームで固定する。</li> </ul> <p>【伸縮ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポールの先端に、全方位カメラ専用フレームに取付けたアイボルトを接続する。全方位カメラは専用フレームで固定する。</li> </ul> <p>【L型ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポールの先端に、全方位カメラ専用フレームに取付けたアイボルトを接続する。全方位カメラは専用フレームで固定する。</li> </ul>	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測装置: 最大外形寸法(長さ113mm×幅46mm×高さ30mm)</li> <li>・最大重量: 本体(0.149kgf)、</li> </ul>	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全方位カメラ 型番 insta360 ONE X2</li> <li>・センサーサイズ(縦6.2mm×横4.7mm)、ピクセル数(縦3040pixel×横6080pixel)、焦点距離(35mm換算 7.2mm)</li> </ul>
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水平0°~360°</li> <li>・鉛直0°~360°</li> </ul>
		角度記録・制御機構 機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全方位カメラにて360度を撮影</li> </ul>
		測位機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運動制御機構と共用</li> </ul>
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IPX8</li> </ul>		

	動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・専用の1,630mAhバッテリーが必要</li> <li>・全方位カメラ本体経由 (Type-CのUSBケーブル接続) もしくはスマートチャージャー経由 (9V 2Aアダプター) にてバッテリーを事前に充電する。</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>・連続動画撮影 80分 (外気温: -20℃~40℃)</li> </ul>
データ収集・通信装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ICT端末 (iPad) で全方位カメラを操作し、撮影した画像 (静止画・画像) を確認する。</li> <li>・ICT端末 (iPad) は、移動装置操作者が確認・操作する。</li> </ul>
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ収集・通信装置: 最大外形寸法 (長さ195mm×幅135mm×高さ6.3mm)、最大重量 (0.293kgf)</li> </ul>
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測装置 (全方位カメラ) にデータ収集・記録</li> </ul>
	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリーなどの仮設電源が必要</li> <li>・事前に電源アダプタまたは、USB-C経由で充電する。</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)	-

### 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 ※	有	
	性能値	【上下運動用伸縮金具】 ・最小空間:L1,200mm×W300mm×H250mm	・風速5m/s以上の環境下での使用は控える。 ・暗所での使用時は照明設備を付加させる。
	標準試験値	【伸縮ポール】 標準試験方法 進入可能性能 桁間に進入する場合(2022) 実施年2023年 ・空間:3.7m×2.8m×2.4m ・空間:5.6m×3.7m×3.7m  【L型ポール】 標準試験方法 進入可能性能 桁間に進入する場合(2022) 実施年2023年 ・侵入深さ:30mm ・曲がり回数:0回 ・先端部最小断面:113×46mm	・風速:0.0~5.0m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	【上下運動用伸縮金具】 ・10m	・WiFi接続可能距離は、障害物のない理想的な条件下で10.0mとなる。 ・風速5m/s以上の環境下での使用は控える。 ・暗所での使用時は照明設備を付加させる。
	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 ※	有	
		性能値	【伸縮ポール】【L型ポール】 ・1.1m/s(4km/h)	・平均徒歩速度
		標準試験値	【上下運動用伸縮金具】 標準試験方法 地上(2019) 実施年 2023年 ・0.006m2/s	・風速:0.0~5.0m/s
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
性能値		【上下運動用伸縮金具】【伸縮ポール】【L型ポール】 ・ひびわれ幅 0.05mm 計測精度0.06mm ・ひびわれ幅 0.10mm 計測精度0.15mm ・ひびわれ幅 0.20mm 計測精度0.14mm ・ひびわれ幅 0.30mm 計測精度0.15mm ・ひびわれ幅 1.00mm 計測精度0.21mm	・ひびわれ幅の計測精度は、最小ひびわれ幅・最小変位(a)の複数(n個)の模擬ひびわれ・模擬変位の計測結果 $x_i(1 \leq i \leq n)$ の二乗平均平方根誤差(mm)により評価している。 ・被写体と全方位カメラの距離が250mmとした場合の、ひびわれ幅の計測精度である。 ・360°画像を専用のソフトで歪み補正し、正射投影した状態でひびわれ幅を測定 ・ひびわれ幅を測定する必要がある場合は、10,000ルクス以上の照度を確保する ・insta360 Studio 2023 4.6.5 (insta360に附随するソフト)にて検証	
	標準試験値	【上下運動用伸縮金具】【伸縮ポール】【L型ポール】 標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2023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 0.15mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.14mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.15mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.21mm	・被写体距離:0.25m ・照度:6.25 ~35.7kLux ・風速:0.0~1.9m/s	
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 ※	無	
		性能値	【上下運動用伸縮金具】【伸縮ポール】【L型ポール】 ・相対誤差84%	・真値:500mm、計測値:420mm ・コンクリート表面から全方位カメラまでの距離500mm ・10,000ルクス以上の照度環境下で撮影 ・専用ソフトで歪み補正し、最も拡大した時に得られる画像で長さを計測する ・insta360 Studio 2023 4.6.5 (insta360に附随するソフト)にて検証
		標準試験値	未検証	-
	位置精度	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	・フルカラーチャート識別可能	・カラーチャート設置場所と同じ明るさでコンクリート表面を撮影し、補正の基準を定める ・照度が把握できているコンクリート画像と上記の画像を比較して補正値を定める ・insta360 Studio 2023 4.6.5 (insta360に附随するソフト)にて検証	
	標準試験値	【上下運動用伸縮金具】【伸縮ポール】【L型ポール】 標準試験方法 色識別性能(2019) 実施年 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:6.25 ~35.7kLux	

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。2-1-434

5. 画像処理・調書作成支援

<p>変状検出手順</p>	<p>(変状検出手順)                  ①専用のソフトで360°画像(静止画・動画)を確認し変状を検出する。(手動)                  ②変状が確認された場合は、あおり補正等を行い画像を正対画像として処理する。(手動)                  ③変状の正対画像を静止画(.jpg)としてパソコンに保存する。(手動)                  ④既存の維持管理支援システムに変状写真を登録する。(自動・手動)</p> <p>(ひびわれ幅・ひびわれ長さ検出)                  ①専用のソフトで360°画像(静止画・動画)を確認しひびわれを検出する。(手動)                  ②あおり補正等を行い画像を正対画像として処理する。(手動)                  ③専用のソフトで正対画像を最大値まで拡大する。(手動)                  ④全方位カメラと撮影したコンクリート面までの距離によって凡そのひびわれ幅を決定する。(手動)                  ⑤ひびわれ長さを測定する場合は、抽出したひびわれをDXFに変換し、CADソフトでひびわれの起終点を指定し、その直線長さをひびわれの長さとする。(手動)                  ⑥ひびわれの正対画像を静止画(.jpg)としてパソコンに保存する。(手動)                  ⑦既存の維持管理支援システムに変状写真を登録する。(自動・手動)</p>
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名                  ・insta360 Studio 2023 4.6.5 (insta360に附随するソフト) (2023.2.1時点)</p>
	<p>検出可能な変状                  腐食／ゆるみ・脱落／破断／防食機能の劣化／ひびわれ／剥離・鉄筋露出／漏水・遊離石灰／床版ひびわれ／変色・劣化／漏水・滞水／異常なたわみ／変形・欠損／洗堀</p>
	<p>ひびわれ                  ・人が画像(静止画・動画)を確認して、変状を人力でトレースする。                  ・撮影条件・仕様等                  1) カメラ: 全方位カメラ                  2) ひびわれ幅を測定は、被写体とカメラの距離によって測定限界があることを留意する。                  3) 撮影設定: 絞り優先設定                  4) ISO感度: ISO200以下                  5) ひびわれ幅を測定する必要がある場合は、10,000ルクス以上の照度を確保する。                  6) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しないこと</p>
	<p>損傷検出の原理・アルゴリズム                  ひびわれ幅および長さの計測方法                  ・幅: 被写体とカメラの距離により画像(静止画・動画)より確認できるひびわれ幅を設定している。                  被写体とカメラの距離250mm : ひびわれ幅 0.05mm以上判定可能                  被写体とカメラの距離500mm : ひびわれ幅 0.08mm以上判定可能                  被写体とカメラの距離1,000mm : ひびわれ幅 0.20mm以上判定可能                  被写体とカメラの距離2,000mm : ひびわれ幅 0.30mm以上判定可能                  ・長さ: 起終点を人力で指定し、CAD上で直線距離を計測</p>
	<p>ひびわれ以外                  ・人が画像を確認して、変状を人力でトレース</p>
	<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)                  -</p>
	<p>変状の描画方法                  ・ポリライン</p>
	<p>取り扱い可能な画像データ                  ファイル形式                  ・JPEG                  ファイル容量                  ・特に無し                  カラー／白黒画像                  カラー                  白黒画像                  画素分解能                  ・ひびわれ幅0.20mmを検出するためには6,080×3,040Pixel以上であることが必要                  ・ただし検出可能なひびわれ幅の最小値は、画素分解能の性能に関わらず0.05mmである                  その他留意事項                  ・10,000ルクス以上の照度環境下で撮影</p>
	<p>出力ファイル形式                  ・撮影した全方位画像(静止画・動画)を、次に示す専用ソフトで確認し、正対させた後、JPEGファイル形式に変換する。                  insta360 Studio 2023 4.6.5 (insta360に附随するソフト) (2023.2.1時点)                  RICOH THETA v3.18.0 (THETAに附随するソフト) (2022.10.13時点)</p>
	<p>調書作成支援の手順</p>
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>・ひびわれ幅の測定が必要な場合は、被写体とカメラの距離により画像(静止画・動画)より確認できるひびわれ幅が異なる。                  被写体とカメラの距離250mm : ひびわれ幅 0.05mm以上判定可能                  被写体とカメラの距離500mm : ひびわれ幅 0.08mm以上判定可能                  被写体とカメラの距離1,000mm : ひびわれ幅 0.20mm以上判定可能                  被写体とカメラの距離2,000mm : ひびわれ幅 0.30mm以上判定可能                  ・全方位カメラの記録されたデータをクラウドやパソコンに保存するため、インターネット環境が整っていない環境下での使用も可能である。</p>
<p>調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名</p>	<p>・全方位カメラ現地での操作: タブレット (iPad)                  ・点検調書データのダウンロード: OS Windows8.1以降、ブラウザ Chrome</p>

## 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	・歩道1.0m以上必要	・L型ポール
	桁下条件	・撮影箇所より上下10.0mが適用限界 ・交差物件の上層より下層に吊り下げの場合、下層の建築限界高さまでが適用限界。	・上下運動用伸縮金具、L型ポール
	周辺条件	・撮影箇所より上下10.0mが適用限界	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	安全面への配慮	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポールや全方位カメラが落下しないよう各部材には二重の落下防止対策を施す	-
	無線等使用における混線等対策	適用限界内(上下10.0m)であれば基本的に混線等は生じない	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	道路規制条件	・上下運動用伸縮金具等の設置場所の条件によっては養生や道路規制が必要となる	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	その他	・雨天時は使用しない ・風速5m/s以上の環境下での使用は控える ・暗所での使用時は照明設備を付加させる	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール

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	・公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に資する技術者資格保有者	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	必要構成人員数	・現場責任者1人、操作1人、(補助員1人) 合計3名(2名)	・上下運動の規模によって3~2名で実施可能 (上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール共通)
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・社内講習2時間以上	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	作業ヤード・操作場所	・作業ヤード範囲: 2.3m <sup>2</sup> ・操作場所: 計測機器より10m以内	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [鋼橋] 橋長 20m 全幅員 15m 部位・部材[床版・鋼桁] 活用範囲 [300]m <sup>2</sup> 検出項目 [外観変状] <費用> 合計 400,000円/回(別 諸経費別) ※ 人員構成2名の場合	・伸縮ポール、L型ポール
	保険の有無、保障範囲、費用	・労災保険適用	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	自動制御の有無	・自動制御無	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	利用形態:リース等の入手性	・業務委託	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・バックアップ機器を備えて業務実施	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面

URL  
<https://www.youtube.com/watch?v=r2fywalQLZI>



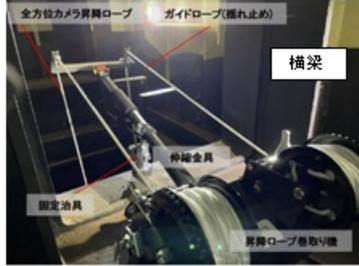
画像補正前

画像補正後

上下運動用伸縮金具



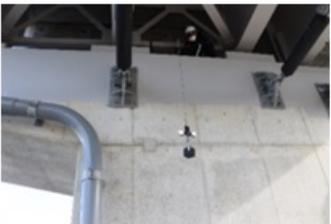
梯子が無い橋脚柱内部を橋梁より点検



橋梁



橋脚天端より壁面の点検

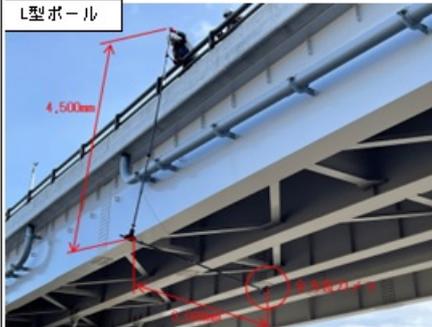


全方位カメラ吊下げ状況



伸縮ボール

L型ボール



※ 1本当たり1,500mmのボールを連結 (垂直: 3本、水平: 2本)



全方位カメラ

全方位カメラ

