

1. 基本事項

技術番号	BR010045-V0224			
技術名	壁面走行ロボットを用いたコンクリート点検システム(ひびわれ)			
技術バージョン	Ver.1.0	作成:	2024年3月	
開発者	非破壊検査㈱/青木あすなる建設㈱			
連絡先等	TEL: 06-6539-5823	E-mail: mori@hihakaikensa.co.jp	非破壊検査㈱技術本部 森 雅司	
現有台数・基地	1台	基地	大阪市西区北堀江	
技術概要	本技術は、撮影機能と打音機能を有する壁面走行ロボットを用いてコンクリート構造物の壁面を点検する技術である。 この吸着型壁面走行ロボットの操作は、落下防止用としてワイヤ等(落下防止装置)を設置した状態で遠隔で操作する。			
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		
		共通	⑯変色・劣化 ⑰漏水・滞水 ⑱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"> ・ロボット(壁面走行ロボット、コントロールボックス、メインケーブル(電源、通信用)、落下防止装置) ・トータルステーション ・制御PC ・落下防止装置の付帯品(ベルトスリング、滑車、カラビナ等) ・発電機(周辺に電源がない場合) 	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	【接触型】 壁面走行ロボットは吸着機構により、構造物に対する吸着力で自重を支える機構を有し、構造物上を移動できる範囲で検査対象場所にアプローチするもの	
	運動制御機構	通信	・有線(LANケーブル)
		測位	・トータルステーションの自動追尾機能
		自律機能	・自律機能はなし (壁面走行ロボットの位置及び傾きの情報は得ている)
		衝突回避機能(飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量	・移動装置:最大外形寸法(長さ700mm×幅530mm×高さ480mm)、最大重量(21kg)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	・最大重量(25kg)	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・発電機などの仮設電源が必要 ・動力源:電気式 ・電源供給容量:発電機など、AC100V、3.0kVA ・移動装置への電源供給方法:有線 	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・時間制限なし		
計測装置	設置方法	・移動装置の上部に計測装置をボルト・ナットにより取付を行う。計測装置には移動装置に設置するためのアタッチメントが付属している。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・計測装置:最大外形寸法(長さ940mm×幅530mm×高さ450mm)、最大重量(19kg) ・打音機構と一体構造	
	センシングデバイス	カメラ	カメラ機構 ・カメラ2台: コグネックス社製 型番CAM-CIC-1300-60GC 1280x1024pixels ・照明1台: ミスミ社製 型番LZ15A-397-W
		パン・チルト機構	—
		角度記録・制御機構 機能	—
		測位機構	トータルステーション(SX-105T)にて3次元情報を取得
	耐久性	防水、防塵性能は未確認	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・発電機などの仮設電源より電源供給 ・計測装置への電源供給方法:有線 	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・時間制限なし		
データ収集・通信装置	設置方法	・移動装置の上部にデータ収集・通信装置(計測装置と一体)をボルト・ナットにより取付を行う。データ収集・通信装置には移動装置に設置するためのアタッチメントが付属している。	
	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(長さ940mm×幅530mm×高さ450mm)、最大重量(19kg) ・打音機構と一体構造	
	データ収集・記録機能	・計測機器で収集したデータを有線で地上の制御PCに伝送しハードディスクに保存	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・通信方法 有線(LANケーブル) ・通信規格 Ethernet ・通信距離 0m~100m 	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	—	
	動力	・計測装置より電源供給	
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	・時間制限なし	

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 ※	-	
	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】 最小断面寸法:縦1m×横1m	・本体寸法:長さ1000mm×幅530mm×高さ630mm ・進入可能な空間の最小断面寸法:縦1m×横1m
	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	・100m	ケーブル長さ:最大100m
	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	トータルステーションSX-105T 角度精度:5" 距離精度(D:測定距離): ±(1.5mm+2ppm×D)	トータルステーションの設置位置や距離により位置精度は異なる
	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:最大64mm/s	—	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・0.016m/s	・風速10 m/s	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	検出可能な最小ひびわれ幅 0.1mm	富士フィルム株式会社の社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」または、倉敷紡績株式会社のひびわれ自動抽出システム「Kuraves-Actis」で解析できる条件	
		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 0.21mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.12mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.23mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.18mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.31mm	・被写体距離:0.35 m ・照度:6.77~76.2klx 「Kuraves-Actis」にて解析	
	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:0.65%	・真値=2.610m ・測定値=2.593m ・被写体距離:0.35m
	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	トータルステーションSX-105T 角度精度:5" 距離精度(D:測定距離): ±(1.5mm+2ppm×D)	トータルステーションの設置位置や距離により位置精度は異なる
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 絶対誤差(Δx, Δy)=(0.017, 0.004) (m)	・真値(x, y)=(-2.588, 0.336) m ・測定値(x, y)=(-2.571, 0.340) m ・被写体距離:0.35m
4-4 色識別性能	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 2022年 フルカラー識別可能	・照度:6.77~76.2klx		

※「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		壁面走行ロボットで撮影し、得られた画像データから変状を検出する手順を示す。 ①撮影した画像データを全て合成する。(自動) ②合成した全体画像をひびわれの自動検出ソフトにアップロードできるサイズに分割する(自動) ③分割した画像をひびわれの自動検出ソフトにアップロードし、ひびわれを抽出する。(自動) ④抽出したひびわれを目視で確認し、ひびわれ以外の抽出結果を手動で削除する。(手動) 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を行う。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・「photo_joiner」(自社開発ソフト) ・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) ・倉敷紡績株式会社「ひびわれ自動抽出システムKuraves-Actis」(市販ソフト)		
	検出可能な変状	ひびわれ0.1mm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	ひび割れ	・「ひびみつけ」は撮影した画像の合成と、構造物に自然発生するひびわれから学習したAIによるひびわれ検出を行うツールです。 ・「Kuraves-Actis」は撮影した画像より、色情報の違いによってひびわれを自動抽出するツールです。 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ:コグネックス社製カメラCIC-1300を2台使用 2) 撮影距離:350mm 3) ラップ率:オーバーラップ 30%、サイドラップ 10%(ひびみつけのみ) 4) 画質フォーマット:JPEG	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	「ひびみつけ」または「Kuraves-Actis」により幅および長さを抽出し作成する。	
		ひび割れ以外	目視にて撮影画像を確認しながら手動で抽出を行う。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	「ひびみつけ」または「Kuraves-Actis」の精度に依存	
		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、DXF	
		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		・ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.25mm/Pixel以下であることが必要 ・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0.1mmである。		
その他留意事項		-		
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	・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」 ・倉敷紡績株式会社「ひびわれ自動抽出システムKuraves-Actio」			

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:制限なし 歩道:制限なし	-
	桁下条件	桁下高:100m未満 桁下に1m×5mのスペースが確保できること	-
	周辺条件	落下防止ワイヤーが設置できること 対象物が円柱の場合、直径8.1m以上であること	-
	安全面への配慮	壁面走行ロボットの落下防止用としてワイヤー等を設置する 計測中は作業者以外は立入禁止	-
	無線等使用における混線 等対策	状況によりトランシーバーを使用することがある	-
	道路規制条件	道路の規制無	-
	その他	気温:0~40℃ 降雨、降雪時は適用不可	-

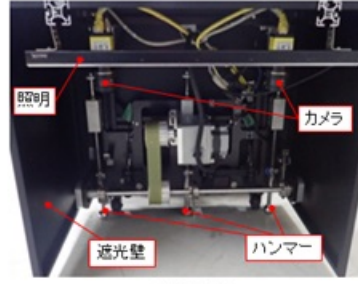
6. 留意事項(その2)

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	本技術に習熟している者	—
	必要構成人員数	現場責任者1人、操作1人、データ監視1人、補助員1人 合計4名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	社内トレーニング受講者	—
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲: 1m×5m 操作場所: 装置が目視できる場所	—
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 高さ: 30m 幅: 7 m 部位・部材: コンクリート橋脚の柱部 活用範囲: 210m ² 検出項目: ひびわれ 現場作業: 1日(解析含む) <費用> 合計 420,200円	うきの検出も同時に実施 ※諸経費は含まない
	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	装置の故障時は修理	—
	センシングデバイスの点検	自社による定期点検及び使用前点検	—
その他	適用の可否は図面や現場の確認を行い判断する	—	

7. 図面



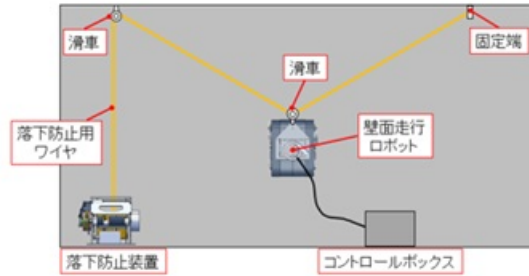
装置概要
長さ1000mm×幅530mm×高さ630mm



計測装置
カメラ:2台、ハンマー×マイク:3セット



点検実施状況



落下防止設置イメージ

動画URL <https://www.hihakaikensa.co.jp/technologies/robot.html>

1. 基本事項

技術番号	BR010046-V0224			
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:	2024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/株式会社ピーエス三菱/UBE三菱セメント株式会社			
連絡先等	TEL: 03-6385-8054	E-mail: y-shiramizu@psmic.co.jp	(株)ピーエス三菱技術本部 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 ⑮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"> ○移動装置 ・ビデオスコープガイド ・レール ・ガイド走行装置(2機) ○計測装置 ・ビデオスコープ ○データ収集・通信装置 ・計測装置と一体的な構造 	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	【懸架型】 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。	
	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	ビデオスコープガイド ・最大外形寸法(L600mm×W8mm×H2.0m) ・最大重量(約14kg) ガイド走行装置(2機) ・最大外形寸法(1機毎・突起含む)(L350mm×W600mm×H675mm) ・最大重量(約36kg/機)	
	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)	オリンパス 工業用ビデオスコープ IPLEX FX ・計測装置(本体):外形寸法 250mm(W)×160mm(D)×285mm(H) ・計測装置(スコープ部):外径6mm ケーブル長12m ・総重量(約7.0kg)	
	センシングデバイス	カメラ	オリンパス 工業用ビデオスコープ IPLEX FX 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 ・AT120S/FF-IV86 視野角120° 側視 観察深度5~∞mm
		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	防水・防塵	
	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 ² 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	ひび割れ	ひびわれを処理した画像から目視で検出する。	
		ひび割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。	
		ひび割れ以外	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。 ⑥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、拡大画像等詳細情報を記入する。			
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	-			

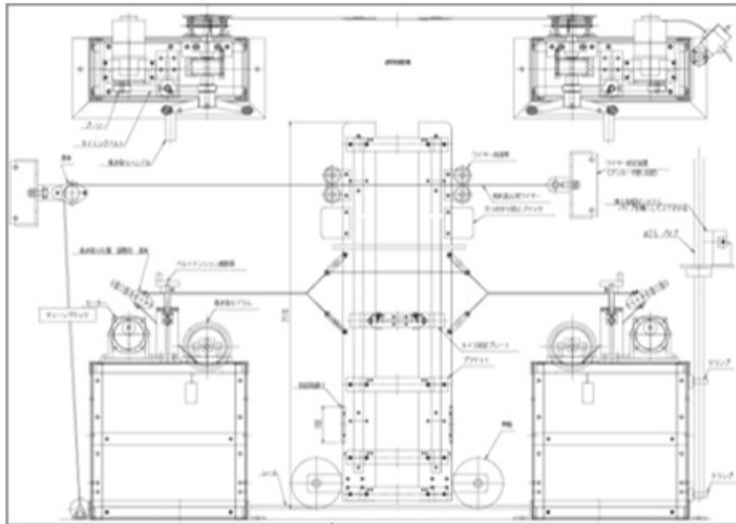
6. 留意事項(その1)

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	—	—
	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

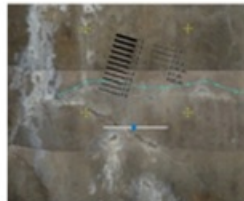


狭隙部撮影状況

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-V0224			
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:	2024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"> ・ひびわれ幅 0.10mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.20mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.30mm : 計測精度 0.10mm ・ひびわれ幅 0.50mm : 計測精度 0.12mm ・ひびわれ幅 0.70mm : 計測精度 0.13mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.29mm <p>2. 遊離石灰</p> <ul style="list-style-type: none"> ・正解率 (accuracy) 98.6% ・適合率 (precision) 88.3% ・再現率 (recall) 94.8% 	
	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"> ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.15mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.15mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.12mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.46mm <p>【手持ち】 最小ひびわれ幅: -</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.11mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.04mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.05mm 	
	<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福島ロボ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		<p>【三脚】OM-D E-M10 ・照度: 15.0~59.9klx ・被写体距離: 3.0m</p> <p>【手持ち】EOS R5 ・照度: 19.5~60.3klx ・被写体距離: 5.0m</p>	

		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https://mihari.net)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>検出可能な変状</p> <p>ひび割れ</p> <p>ひび割れ幅および長さの計測方法</p> <p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p> <p>ひび割れ以外</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</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>・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>・AI(ディープラーニング)によって自動検出 ・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。 ・撮影条件・仕様等 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 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 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 4) 画質:最高(ファイン) 5) 画質フォーマット:JPEG 6) 撮影角度:正対位置から±25° 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。</p> <p>・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。 ・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。</p> <p>・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 ・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。 ・撮影条件・仕様等 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 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 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 4) 画質:最高(ファイン) 5) 画質フォーマット:JPEG 6) 撮影角度:正対位置から±25° 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。</p> <p>・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。 ・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。 ・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。</p> <p>・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 ・遊離石灰:指定色による画像上範囲塗りつぶし、ポリゴン</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>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> <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>・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。 ・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。 ・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。</p>

		<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。
	出力ファイル形式	<ul style="list-style-type: none"> 検出結果重畳画像:JPEG CAD等ベクターデータ:DXF/SXF/SVG ひびわれ幅ごとの総長集計表:CSV
	調書作成支援の手順	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。
	調書作成支援の適用条件	<ul style="list-style-type: none"> 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"> 1) 被写体に対して正対して撮影することが望ましい。 2) 斜め方向から撮影した画像は利用者があおり補正を実施する。
	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

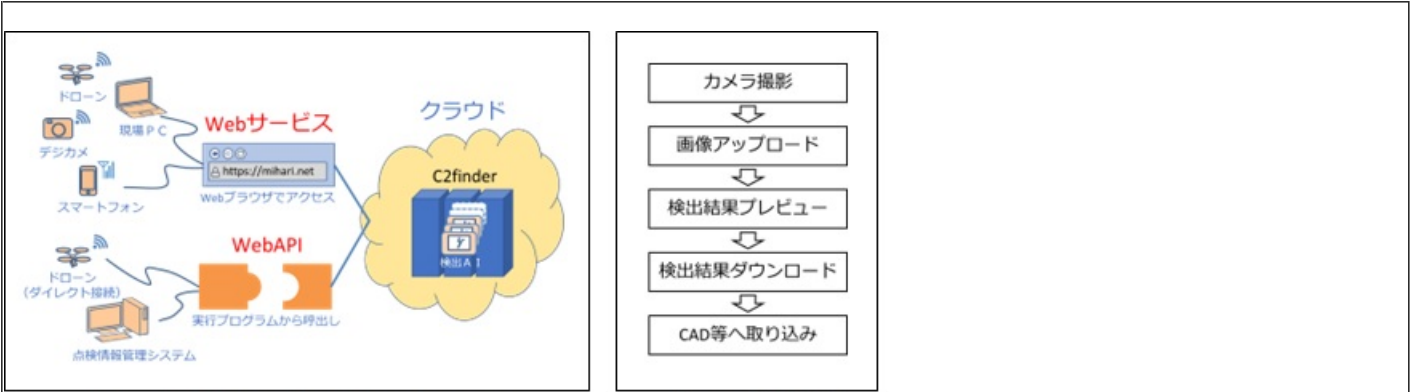


図1 利用機器とサービス提供イメージ

図2 利用手順

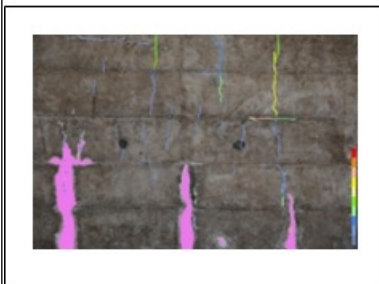


図3 ひびわれ・遊離石灰

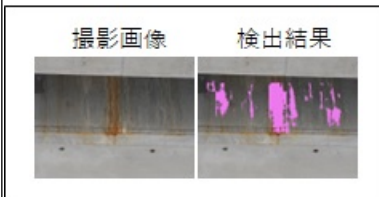


図4 標準試験での遊離石灰

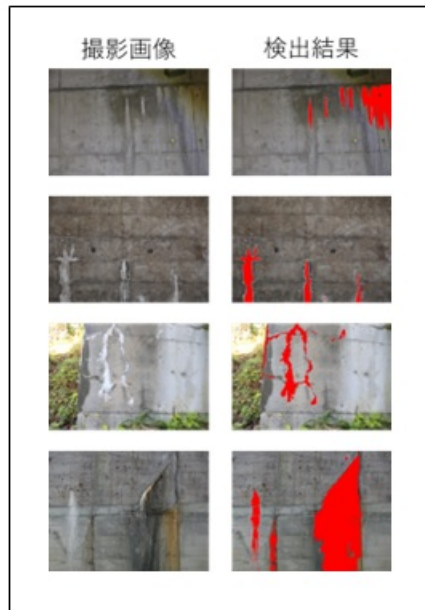


図5 遊離石灰検出例

1. 基本事項

技術番号	BR010048-V0124			
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:	2024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		⑱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"> ・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) ・計測装置: 全方位カメラ ・データ収集・通信: microSDカード 	
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"> ・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。 <p>【人力型: 伸縮ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>【人力型: L型ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 	
	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"> ・分離構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法(L1,200mm×W300mm×H250mm) ・最大重量(10.0kgf) <p>【伸縮ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分離構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法(L7,500mm) ・最大重量(1.6kgf) <p>【L型ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分離構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法(鉛直L4,500mm、水平L3,000mm) ・最大重量(6.0kgf) 	
	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"> ・最大外形寸法(制限無し) ・最大重量(20.0kgf) <p>【伸縮ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最大重量(0.30kgf) <p>【L型ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最大重量(0.30kgf) 	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリーなどの仮設電源が不要 ・動力源: 人力 	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	<p>【上下運動用伸縮金具】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>【伸縮ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>【L型ポール】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・計測装置: 最大外形寸法(長さ113mm×幅46mm×高さ30mm) ・最大重量: 本体(0.149kgf)、 	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・全方位カメラ 型番 insta360 ONE X2 ・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)
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> ・水平0°~360° ・鉛直0°~360°
		角度記録・制御機構 機能	<ul style="list-style-type: none"> ・全方位カメラにて360度を撮影
		測位機構	<ul style="list-style-type: none"> ・運動制御機構と共用
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・IPX8 		

	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・専用の1,630mAhバッテリーが必要 ・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。
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・連続動画撮影 80分(外気温:-20℃~40℃)
データ収集・通信装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・ICT端末(iPad)は、移動装置操作者が確認・操作する。
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・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)
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> ・計測装置(全方位カメラ)にデータ収集・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	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリーなどの仮設電源が必要 ・事前に電源アダプタまたは、USB-C経由で充電する。
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	-

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	
		性能確認シートの有無 ※	無		
	4-3 オルソ画像精度	長さ計測精度	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		-	-	
	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。2-1-441

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・滲水／異常なたわみ／変形・欠損／洗堀</p>
	<p>ひび割れ ・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 ひび割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>ひび割れ以外 ・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)

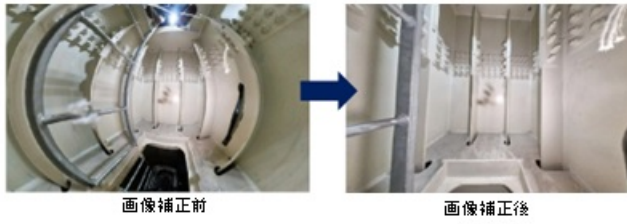
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	・歩道1.0m以上必要	・L型ポール
	桁下条件	・撮影箇所より上下10.0mが適用限界 ・交差物件の上層より下層に吊り下げの場合、下層の建築限界高さまでが適用限界。	・上下運動用伸縮金具、L型ポール
	周辺条件	・撮影箇所より上下10.0mが適用限界	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポール
	安全面への配慮	・上下運動用伸縮金具、伸縮ポール、L型ポールや全方位カメラが落下しないよう各部材には二重の落下防止対策を施す	-
	無線等使用における混線等対策	適用限界内(上下10.0m)であれば基本的に混線等は生じない	・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 ² ・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 ² 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

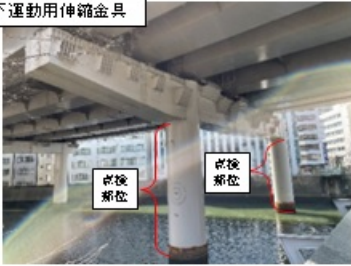
URL
<https://www.youtube.com/watch?v=r2fywalQLZI>



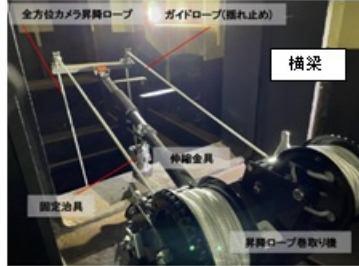
画像補正前

画像補正後

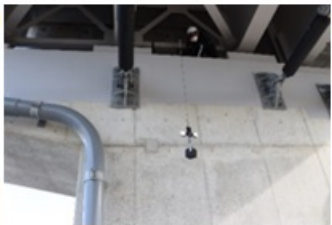
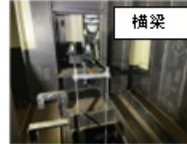
上下運動用伸縮金具



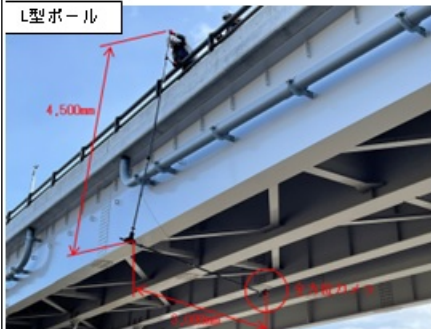
梯子が無い橋脚柱内部を橋梁より点検



橋梁



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)

1. 基本事項

技術番号	BR010049-V0124			
技術名	コンクリート表面の損傷抽出AI(点検AI)			
技術バージョン	v1.0	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社WorldLink & Company			
連絡先等	TEL: 075-708-2369	E-mail: info@skylinkjapan.com	株式会社WorldLink & Company 事業本部産業ソリューション事業部技術統合課 生田朋広	
現有台数・基地	無制限	基地	京都府京都市	
技術概要	道路橋の定期点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者(以下、点検士)が橋梁コンクリート表面を撮影した写真、あるいは橋梁部位面のオルソモザイク画像から、損傷を抽出するための補助技術である。物体検出AIによる画像解析で、ひびわれを伴う主要損傷6種(ひびわれ・漏水・遊離石灰・剥離・鉄筋露出・錆汁)を抽出・分類し、バウンディングボックスで囲み表示する。			
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,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)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		本技術は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を持たない。	
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 ※	有			
		性能値	-	-		
		標準試験値	標準試験方法 地上(2019) 実施年2023年 ・0.040m ² /sec		・風速:0.0~6.8m/s	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有			
		性能値	・再現率0.98 ・適合率0.89		評価対象: ひびわれ 評価方法: 1. 対象画像を0.1m×0.1mの正方ブロックで区切り、ブロック毎にAIの正誤判定を行う。 損傷が存在することを正しく判別した :TP 損傷がないことを正しく判別した :TN 損傷を見逃した :FN 損傷がないのにあると誤判別した(過検出):FP 正方マスに複数の判定が混在する場合は、複数の判定を残す。 2. TP、TN、FP、FNの正方ブロックの数をカウントする。 3. 再現率と適合率を計算する 再現率=TP/(TP+FN) 適合率=TP/(TP+FP)	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれや鉄筋露出の検出(2023) 実施年 2023年 ・検出率:0.44(オルソ加工前) ・検出率:0.56(オルソ加工後)		・被写体距離:7m ・照度:8.32~78.5 kLux ・風速:0.0~6.8 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 ※	有		
			性能値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・相対誤差:1.80%		・真値:3.891m ・測定値:3.821m ・被写体距離:7m
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.070、0.008)(m)		・真値(x、y)=(-3.601、-1.474)m ・測定値(x、y)=(-3.531、-1.466)m ・被写体距離:7m
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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能		・照度:8.32~78.5 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		<p>画像中の主要損傷6種(ひびわれ・漏水・遊離石灰・剥離・鉄筋露出・錆汁)を抽出・分類し、バウンディングボックスで囲み表示する</p> <p>①初期設定を実施する(手動) ・検出対象の損傷種類、表示する検出度合いの基準(confidence値)、表示する色を設定する ・AIモデルを選択する</p> <p>②画像があるフォルダを選択し各種損傷を抽出する(自動) (選択したフォルダ内の画像全てがAI解析できる)</p> <p>※その際、オルソモザイク画像のような対象面全体の画像を用いると、面全体をマクロに捉え損傷の分布を知ることができる。</p>	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	点検Alver1.0(自社開発ソフト)	
	検出可能な変状	ひびわれ・漏水・遊離石灰・剥離・鉄筋露出・錆汁	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	深層学習による物体検出AI AI教師データは国内のRC橋やPC橋を始めとしたコンクリート橋梁におけるひびわれ・床版ひびわれに関する写真に、正解情報を付与したアノテーション済データを用いて学習させている
		ひび割れ幅および長さの計測方法	ピクセル分解能に基づき、点検士が目視で判断する。 デンソー「橋梁点検における損傷の3次元デジタル記録ツール」と組み合わせて使用する際は、ひびわれの長さは入力されたオルソ画像精度とピクセル数から自動的に算出され、ひびわれ幅は電子スケールで目視計測する。
		ひび割れ以外	深層学習による物体検出AI AI教師データは国内のRC橋やPC橋を始めとしたコンクリート橋梁におけるひびわれ・床版ひびわれに関する写真に、正解情報を付与したアノテーション済データを用いて学習させている。
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	損傷種によるが再現率と適合率が90%前後 (AI学習に使用していない当社所有画像をActecの評価手法にて評価)
		変状の描画方法	ひびわれ:バウンディングボックス ひびわれ以外:バウンディングボックス
	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	画像1枚当たり最大65500x65500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		-	
出力ファイル形式	JPEG(損傷検出バウンディングボックス重畳された画像) JSON(損傷検出座標情報)		
調書作成支援の手順	<p>①初期設定を実施する</p> <p>②画像があるフォルダを選択しAI解析にかける</p> <p>③AI解析済の画像ファイルを書き出し任意の描画ソフトでデータを読み込む</p> <p>④点検調書の様式に従い、データを転記する</p>		
調書作成支援の適用条件	<p>適用可能な画像は、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。</p> <p>AIの学習にあたり、コンクリートの継ぎ目やチョーク文字を変状と判別しないように教師データセットを作成しているため、標準試験にて性能検証したような直線的な割れ目や端面が直線の窪みは変状と判定できない場合がある。</p>		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	<p>[使用機器]</p> <p>使用PCのGPUとCPUについて、下記品番と同等程度以上のスペックが必要</p> <p>OS:Windows 10(64bit) NVIDIA GeForceシリーズ必須 第8世代Intel® Core™ i7以上を推奨 メモリ:32GB 以上を推奨 HDD:SSDを推奨、1GB 以上の空き容量を推奨 前提ソフトウェア:.NET Framework 4.8 別途、YOLOv4(https://github.com/AlexeyAB/darknet)が導入済みであること。</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	-	-
	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	-	-
	点検費用	<p>【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 橋長:180m(3径間) 幅員:17m 部位:上部工下面、下部工(橋脚) 部材:コンクリート</p> <p>検出項目:ひびわれ/床版ひびわれ/漏水・遊離石灰/剥離・鉄筋露出</p> <p>活用範囲:3782m2(上部工3078m2 + 下部工704m2) 3径間 約130万円(AI解析費用、350円/m2)</p>	橋梁毎に個別に費用見積もりします。
	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	業務委託	AI解析を請け負い、AI解析結果を重畳した画像を納品物とする。
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポートあり	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面


点検支援システム

<UAV撮影・画像処理>

1. 撮影



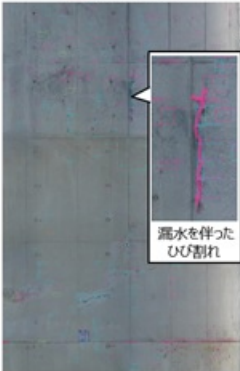
2. 画像処理



点検支援：網羅的に撮影し、
・3次元モデル
・高精細なオルソモザイク を生成する

<点検AI>

3. 変状判別



漏水を伴った
ひび割れ

解析支援：点検AIが、
変状の種類と位置を示唆する

<デジタル点検>

4. 変状記録・診断



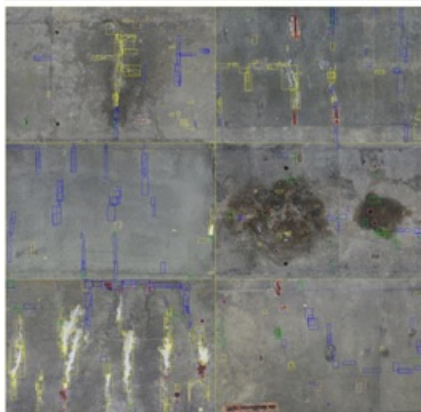
記録/診断支援：点検士は、AI示唆を受けながら変状を記録し、損傷メカニズムを考察し、適切な措置を導出する

登録済
BR010012-V0222
「UAVを用いた近接撮影による橋梁点検支援システム」

「コンクリート表面の損傷抽出AI」

橋梁コンクリート表面を撮影した写真、あるいは橋梁部位面のオルソモザイク画像から、損傷を抽出するための補助技術である。物体検出AIによる画像解析で、ひびわれ含む主要損傷6種(ひびわれ・漏水・遊離石灰・剥離・鉄筋露出・錆汁)を抽出・分類し、バウンディングボックスで囲み表示する。

- | | | |
|--|--|---|
| ひびわれ | 遊離石灰 | 鉄筋露出 |
| 漏水 | 剥離 | 錆汁 |



1. 基本事項

技術番号	BR010050-V0124			
技術名	自律飛行型UAVを用いた橋梁の3D点検技術			
技術バージョン	-	作成:	2024年3月	
開発者	KDDIスマートドローン株式会社			
連絡先等	TEL: 03-4485-1606	E-mail: ys-yamazaki@kddi.com	KDDIスマートドローン ソリューション推進1部 山崎 靖博	
現有台数・基地	Skydio 2+ 100台 Skydio X10 1台	基地	本社:東京都港区虎ノ門1丁目16番16号 虎ノ門1丁目MGビル 6F KDDIスマートドローンアカデミー事業部:千葉県君津市広岡1000	
技術概要	橋長に関わらず、橋梁点検に際して、自律飛行型UAVを使用して画像(静止画および動画)を取得することにより現橋を3Dモデル化し、3Dデータ上で点検支援を行う技術である。また、Skydio X10は、降雨時の飛行が可能なIP55等級仕様となっている。更にオプションのナイトセンスにより夜間・暗闇での飛行が可能となっている。 Dock(ドローン基地)を利用することにより、自律飛行(予め飛行ルートを設定)により、橋梁および橋梁周辺を撮影しながら、現況を確認することができる。			
技術区分	橋種	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,基礎) 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,遮音施設,照明施設,標識施設,縁石,舗装) 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,その他(路上)) 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	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"> ・移動装置: 自律飛行型UAV ・計測装置: デジタルカメラ(装置前面: 静止画撮影用、動画撮影用、赤外線カメラ) ・データ収集・通信: SDカードおよびWifiあるいはVPNインターネットを利用した撮影データの転送 ・プロポ、および専用コントローラなど ・タブレット端末、および専用コントローラ、専用操作アプリケーション(撮影画像確認用) ・確認用モニター(移動装置付属のカメラ映像用) 	
移動装置	機体名称	<ul style="list-style-type: none"> ・Skydio2+ ・Skydio X10 および VT-300Z(カメラ) 	
	移動原理	<ul style="list-style-type: none"> 【飛行型】 ・UAV機体上下にある計6個のレンズによる「Visual SLAM」技術を搭載しており、機体の中で3D処理を行って機体周囲の状況把握し、AIにより障害物を回避する。橋梁の床版下面のような非GPS下においても飛行が可能である。 	
	運動制御機構	通信	<ul style="list-style-type: none"> 【Skydio 2+】 無線通信: 周波数2.4GHz、出力10mW/MHz 【Skydio X10】 無線通信: 周波数2.4GHz、出力 EIRP 34.3dBmi (2.69W相当)
		測位	<ul style="list-style-type: none"> ・GPS ・GLONASS ・Visual SLAM
		自律機能	<ul style="list-style-type: none"> ・自律機能有。 ・Visual SLAMによる制御機構は、6点の魚眼カメラによる飛行時の障害物衝突回避機能を有する。
		衝突回避機能(飛行型のみ)	<ul style="list-style-type: none"> ・Visual SLAMによる障害物衝突回避機能のモード切替により、10cmまでの近接が可能。
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> ・一体構造 移動装置+計測装置 【Skidio 2+】 ・最大外形寸法 L22.9cm×W27.4cm×H12.6cm ・飛行時重量 800g 【Skidio X10】 ・最大外形寸法 L78.9cm×W65.0cm×H14.4cm ・飛行時重量 2.11Kg 	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> 【Skidio 2+】 搭載不可 【Skidio X10】 搭載可能容量:400g 	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・動力源: 電気式 ・電源供給: 移動装置のバッテリーより供給 【Skidio 2+】 ・定格容量: 11.4V 5410mAh 【Skidio X10】 ・定格容量: 18.55 V 8419 mAh 	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<ul style="list-style-type: none"> 【Skidio 2+】 ・1フライト最大27分 【Skidio X10】 ・1フライト最大40分 	
計測装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> ・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"> 【Skidio 2+】 SONY製 IMX577 センサーサイズ 1/2.3インチ ピクセル数 4056×3040 焦点距離 20mm ※35mm版換算 【Skidio X10】 ・ナローカメラ SONY製 IMX686 センサーサイズ 1/1.7インチ 64MP ピクセル数 9248 x 6944 焦点距離 46mm ※35mm版換算
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> ・鉛直-110°~90°
		角度記録・制御機構機能	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・GPS、GLONASS、Visual-SLAM、IMU、移動制限装置と併用
	耐久性	-	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・移動装置のバッテリーより共有 	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<ul style="list-style-type: none"> 【Skidio 2+】 ・4時間 外気温20℃、1回20分の測定 ・本体が過熱した場合は冷却が必要となる。 2-1-455 【Skidio X10】 ・5時間 外気温20℃、1回30分の測定 		
設置方法	<ul style="list-style-type: none"> ・移動装置と一体的な構造 		

データ収集・通信装置		・移送装置の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	・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あるいは、専用コントローラに伝送し、内部ストレージに保存、もしくはmicroSDカードを取り出し、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)	-
	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	風速5m/s以下での運用を推奨
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 【Skydio2+】 実施年 2023年 ・変化量:0cm 【Skydio X10】 実施年 2024年 ・変化量:0cm 標準試験方法 室内・人工風(2023) 【Skydio2+】 実施年 2023年 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:4cm (9cm) 鉛直方向 最大移動量:26cm(11cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:32cm(16cm) 鉛直方向 最大移動量:31cm(9cm) ・風速:8.0m/s 水平方向 最大移動量:27cm(22cm) 鉛直方向 最大移動量:33cm(15cm) 【Skydio X10】 実施年 2024年 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:7cm (10cm) 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:14cm(16cm) 鉛直方向 最大移動量:2cm(4cm) ・風速:8.0m/s 水平方向 最大移動量:25cm(30cm) 鉛直方向 最大移動量:6cm(6cm)	【Skydio2+】 ・風速:6.2m/s(自然風) 【Skydio X10】 ・風速:3.3m/s(自然風)
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【Skydio 2+】 最小所要空間寸法1.0m以上	【Skydio 2+】 障害物回避モードを「近接」とした場合
	標準試験値	標準試験方法 進入可能性能 桁間に進入する場合(2022) 【Skydio 2+】 実施年2023年 ・空間:3.7m×2.8m×2.4m ・空間:5.6m×3.7m×3.7m 桁間に進入しない場合 【Skydio X10】 実施年2024年 桁下空間:高さ5.0m進入可能	【Skydio 2+】 ・風速:6.2m/s(自然風) 【Skydio X10】 ・風速:4.6m/s(自然風)
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	未検証	操作場所から機体までの電波遮蔽物が無く、電波干渉となる要因が無いこと。操縦者から機体が直接目視できる位置にあること。
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 【Skydio2+】 実施年2023年 ・50m 【SkydioX10】 実施年2024年 ・50m	【Skydio2+】 ・風速:6.2m/s 【SkydioX10】 ・風速:4.6m/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	-	2-1-457

※「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 地上(2019) 【Skydio 2+】 実施年2023年 ・0.007m ² /sec 【Skydio X10】 実施年2024年 ・0.017m ² /sec 撮影面積: 16.5平方メートル 撮影時間: P1 5分59秒=982秒	【Skydio2+】 ・風速: 0.0~2.7 m/s 【SkydioX10】 ・風速: 0.0~2.7 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) 【Skydio 2+】 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 0.05mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.00mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.06mm ・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 【Skydio X10】 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 0.00mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.08mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.08mm	【Skydio 2+】 ・被写体距離: 1.0~1.5 m ・照度: 10.8~66.9kLux 【Skydio X10】 ・被写体距離: 2.5~3 m ・照度: 6.0~63.1kLux	
	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) 【Skydio 2+】 実施年 2023年 ・相対誤差:0.05% 【Skydio X10】 実施年 2024年 ・相対誤差:0.02%	【Skydio 2+】 ・真値:3.891m ・測定値:3.889m ・被写体距離: 1.0~1.5 m 【Skydio X10】 ・真値:3.828m ・測定値:3.820m ・被写体距離:3.5~4 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) 【Skydio 2+】 実施年 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.003, 0.000) (m) 【Skydio X10】 実施年 2024年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.003, 0.000) (m)	【Skydio 2+】 ・真値(x, y)=(-3.601, -1.474)m ・測定値(x, y)=(-3.598, -1.474)m ・被写体距離: 1.0~1.5 m 【Skydio X10】 ・真値(x, y)=(-3.551, -1.431)m ・測定値(x, y)=(-3.546, -1.417)m ・被写体距離: 3.5~4 m
	性能確認シートの有無 ※	有	2-1-458		
	性能値	未検証	-		

<p>4-4 色識別性能</p>	<p>標準試験値</p>	<p>標準試験方法 (2019) 【Skydio 2+】 実施年 2023年 ・フルカラーチャート識別可能 【Skydio X10】 実施年 2024年 ・フルカラーチャート識別可能</p>	<p>【Skydio2+】 ・照度:7.48~77.1kLux 【Skydio X10】 ・照度:7.87~66.2kLux</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. 橋梁を動画または静止画撮影する。(手動) 2. 下記②ソフトを使用して、SfM処理によるテクスチャ付きの高精細な3Dモデルを作成する。(手動) 3. 2. で作成した3Dモデルを下記③ソフトに取り込み、3Dモデル上で技術者が点検、記録を行う。(手動) 4. 下記③ソフトを使用して、状況動画やVRデータを出力する。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	①コンクリート構造物劣化調査支援ソフト:「Crack Imager」(自社開発ソフト:販売品) ②SfMソフト:米国Bentley Systems製「iTwins Capture」(市販ソフト) ③3D汎用ソフト:英国Veesus製「Arena4D DataStudio-J」(機能部分開発:販売品)		
	検出可能な変状	・ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、床版ひびわれ		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・ひびわれの検出は、技術者が3Dデータ上で有無を判定する。	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	・ひびわれ幅の計測は、上記①ソフトを使用して、計測したいひびわれ幅を画像上で指定することで自動的に表示する。 ・上記①ソフトを使用して、ひびわれの長さを計測する。	
		ひび割れ以外	・上記①ソフトを使用して、変状の大きさ(長さ×高さ)、位置を計測する。	
		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	・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	・自社開発ソフト:JPEG、BMP、TIFF ・SfMソフト:JPEG、mp4など ・3D汎用ソフト:2D画像データ各種(JPEGなど)、3Dモデルデータ各種(OBJ、LASなど) 注:ひびわれの幅を測定するためにGeoTiffなどのデータが必要となる場合がある	
		ファイル容量	-	
		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/Pixel以下であることが必要。 ただし、現場での撮影条件等を考慮し、安全率を適用して撮影対象との離隔を決定する。		
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検出が困難な場合がある。		
出力ファイル形式	・2Dデータ:JPEG、DXF(自社開発ソフト) ・3Dデータ:テクスチャ付きOBJなど(SfMソフト) ・オルソ画像:JPEG、GeoTiff(SfMソフト) ・動画データ:mp4(3D汎用ソフト) ・VRデータ:pkg(3D汎用ソフト)			
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	-			

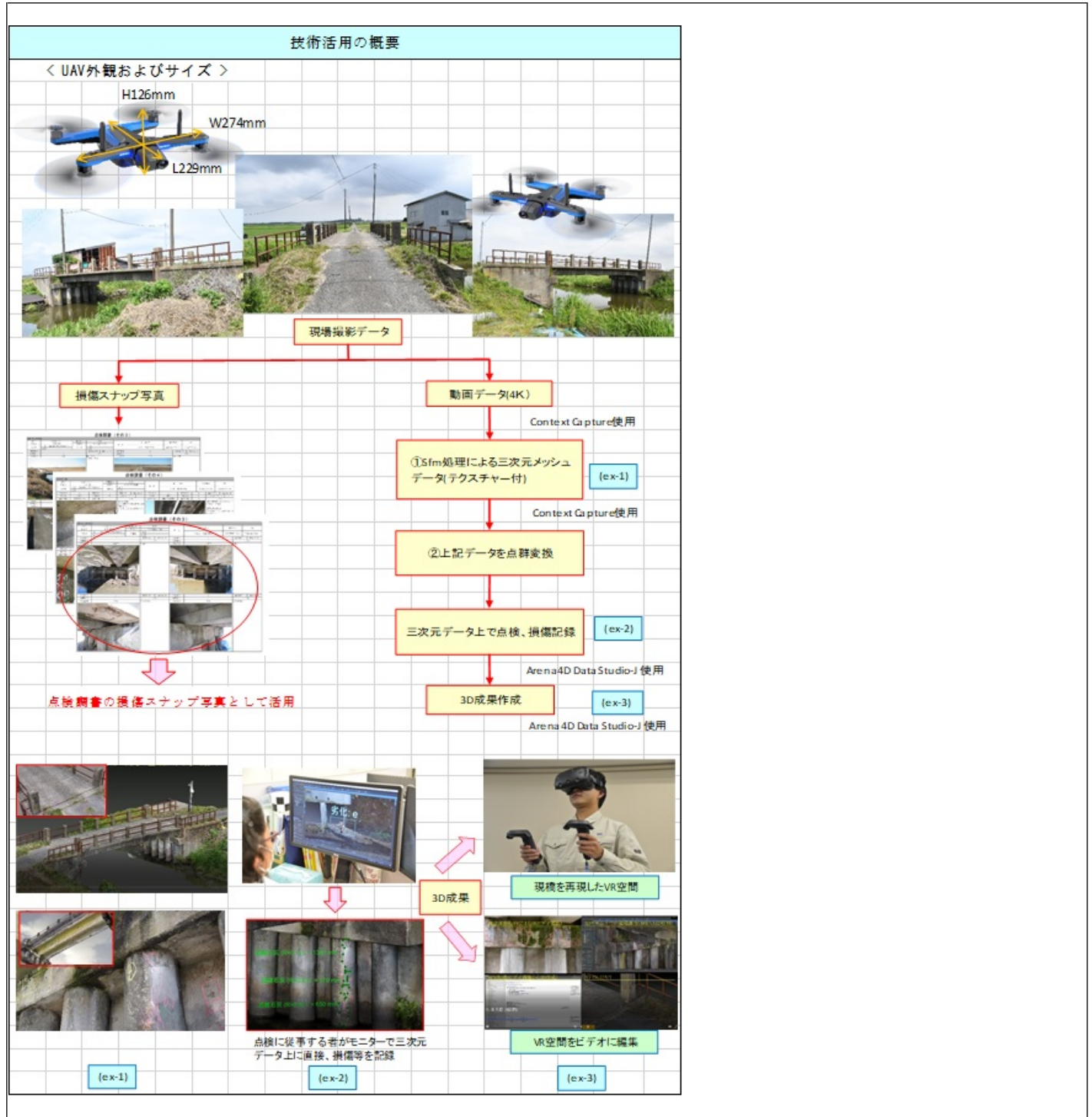
6. 留意事項(その1)

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	【Skydio 2+】 ・桁下進入時は、高さ1m以上必要。	・飛行範囲に植生があり、問題となる場合は伐採を行う。
	周辺条件	【Skydio 2+】 ・細いワイヤーや小枝等が飛行範囲に無いこと。 ・夜間や暗所で飛行しないこと。 【Skydio X10】 ・細いワイヤーや小枝等が飛行範囲に無いこと。 ・夜間や暗所を飛行する場合は、オプションのNightSenseを装備すること。	-
	安全面への配慮	・飛行中は、操縦者とは別に安全管理員を立てることで、第三者への配慮や構造物への接近に問題がないか監視を行う。	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	・必要に応じ通行規制を行う。	-
	その他	・UAVの飛行が可能な地域や場所であること。 ・撮影対象はコンクリート面であること。	・風速5m/s以下(メーカー仕様の11m/s以下に対し、操作性や安全性を考慮) ・動作温度:-5℃~40℃ ・夜間計測不可 ・雨天計測不可 ・照度100lux以下は離陸不可 ・撮影対象が鋼材面や光沢のある塗装面の場合は不可

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	・UAVの安全飛行について知識が必要であり、業務を実施するために必要な操縦技量の習得者	・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。
	必要構成人員数	・現場責任者(安全管理員)1人、操縦者1人、補助員1人を基本とする。	・状況に応じ、補助員は操縦者を兼任する。
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・「無人航空機の飛行に係る許可・承認書」の「無人航空機を飛行させる者」の登録者 ・当社の講習を修了していること。	・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	・離着陸やバッテリーの交換、充電作業等を行うため、約2~3m四方の平坦な場所があること。	・離着陸ポイントの周辺3mに構造物が無いこと。 ・離陸地点から高度10m以上で飛行する場合は、GPSの補足が必要。
	点検費用	【橋梁条件:参考】 橋種:コンクリート橋 橋長:10m 部位・部材:上部工、下部工 範囲:100m ² 以内(上部工側面積、下部工面積含む) 【作成データ】 ・SfMデータ ・状況動画 【費用】:委託 ・400,000円より (標準条件での直接費用:現場1日の場合) 【費用】:販売 ドローン機体 Skydio2+:1,400,000円 Skydio X10 : 2,630,000円 * 円ドル為替レートにより価格が変わります。 ソフトウェア ・Crack Imager:450,000円 ・Arena4D DataStudio-J:1,400,000円 ・Bentley iTwins Capture:1,780,000円	・橋梁規模や構造に応じ、別途見積もりが必要。 ・照明や治具など、現場に特有な条件に対し必要な機材の準備について、別途見積もりが必要。 ・2D、3Dデータの作成要求事項によっては、別途見積もりが必要。 ・交通規制、カードマンの費用は含まない。 ・販売価格は基本セットとし、オプション類、保守費、サポート費、技術指導費は含まない。また為替の影響等により価格は変動することがある。
	保険の有無、保障範囲、費用	対人・対物・対施設 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	委託または販売 UAV販売 ・Skydio 2+ ・Skydio X10 ソフト販売 ・コンクリート構造物劣化調査支援ソフト:Crack Imager ・3D画像処理ソフト Bentley Systems iTwins Capture ・3D汎用ソフト: Arena4D DataStudio-J	【お問い合わせ先】 KDDIスマートドローン株式会社 担当:山崎、福井 お問い合わせは、下記のWEBページから https://kddi.smartdrone.co.jp/contact-list/contact/
	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	飛行前にメインカメラ、センサーカメラ(6個)に汚れがあれば、付属のクリーニングクロスで清掃を行うこと。	-
その他	UAV飛行前に、必ずフライトチェックを実施する。	-	

7. 図面



1. 基本事項

技術番号	BR010051-V0124			
技術名	投影面座標指定によるオルソ画像作成技術 (MakeOrtho)			
技術バージョン	Ver1.0	作成:	2024年3月	
開発者	アジア航測株式会社			
連絡先等	TEL: 044-967-6303	E-mail: mhr.shimokawa@ajiko.co.jp	先端技術研究所 下川 光治	
現有台数・基地	1台	基地	神奈川県川崎市麻生区万福寺1-2-2新百合トウェンティワン	
技術概要	<p>本技術は、手持ちカメラやUAVに搭載したカメラにより橋梁点検のために撮影した複数の画像から、指定した範囲のオルソ画像を作成する技術である。撮影した複数枚の画像と、SfM処理によって出力した画像の撮影時の位置や方向、カメラ内部パラメータ、対象物の3次元点群データを使用する。使用するUAVやカメラの種類は問わない。本技術はPC上で使用する。オルソ画像化する場所が複数枚の画像に写り込んでいる場合は、各画像撮影時のカメラの角度と撮影距離を使用して最適な画像を組み合わせてオルソ画像を作成する。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼	①腐食 ②亀裂 ④破断	
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑧漏水・遊離石灰 ⑩床版ひびわれ	
		その他		
		共通	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		-	
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 ※	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	-	-
	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	-	-
	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	-	-
	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 地上(2019) 実施年 2023年 ・0.077m ² /sec	・風速: 0.0~2.3 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:- ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.04mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.08mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.12mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.00mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.00mm	・被写体距離:0.35 m ・照度: 1.49~11.7kLux	
	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 ※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・相対誤差:0.14%	・真値:5.593m ・測定値:5.601m ・被写体距離:4 m
		位置精度	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 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.009, 0.001) (m)	・真値(x, y)=(-5.414, -1.402) m ・測定値(x, y)=(-5.423, -1.403) m ・被写体距離:4 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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:1.49~11.7kLux		

※「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. UAVに搭載したカメラや手持ちカメラで点検対象を近接から撮影(手動) 2. SfMソフトウェアにより撮影情報(撮影位置やカメラ諸元)及び3次元データを作成(自動) 3. オルソ画像作成範囲の座標を3次元データから取得(手動) 4. MakeOrthoソフトウェアでオルソ画像を作成(自動) 5. CADソフトウェアによってオルソ画像を読み込み、目視確認することで損傷の幅や長さを計測し形状を記録(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	①SfM解析:PIX4D社製PIX4Dmapper ②オルソ画像作成:MakeOrtho(自社開発ソフト)		
	検出可能な変状	-		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	-	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	-	
		ひび割れ以外	-	
		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	JPEG	
		ファイル容量	30MB/枚	
		カラー／白黒画像	カラー 白黒画像	
画素分解能		ひびわれ幅0.2mmを検出するために0.6mm/PIXel以下を推奨している		
その他留意事項		-		
出力ファイル形式	JPEG、TIFF、PNG			
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	-	-

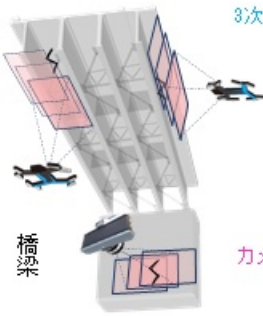
6. 留意事項(その2)

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	点検に必要な画像と3次元データに関する品質や特性を理解し、的確かつ安全な撮影計画を立案できること	
	必要構成人員数	撮影者1名、撮影補助者1名	
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	ドローン操縦資格、10時間以上フライト時間が必要	
	作業ヤード・操作場所	・手持ち撮影では、大型の三脚を利用するため直径1.0m以上 ・UAV撮影では直径2.0m以上	
	点検費用	【橋梁条件】 橋種：コンクリート橋、鋼橋 大きさ：1径間(長さ50m×幅10m) 検出項目：ひびわれ、剥離、鉄筋露出、漏水、遊離石灰 費用：合計95万円(500㎡×1,900円/㎡、経費含まず)	
	保険の有無、保障範囲、費用	有、対物・対人、10,000万円 (UAVを使用する場合)	
	自動制御の有無	有(UAVを使用する場合)	
	利用形態:リース等の入手性	業務委託	点検サービス(アジア航測で運用し、オルソ画像、損傷図、撮影写真などを納品)
	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	撮影前に実施	-
その他	-	-	

7. 図面

作業内容

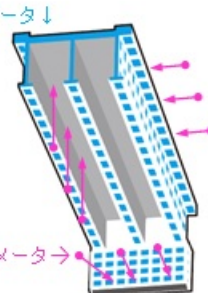
① 撮影



橋梁


② SfM処理

3次元点群データ↓



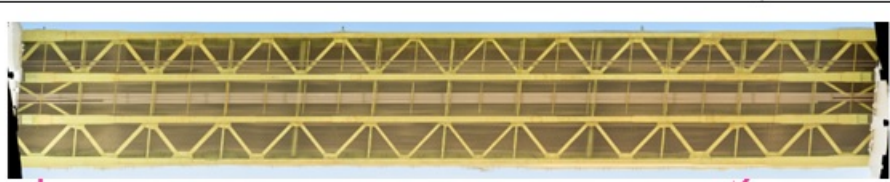
カメラパラメータ→

③ 損傷確認




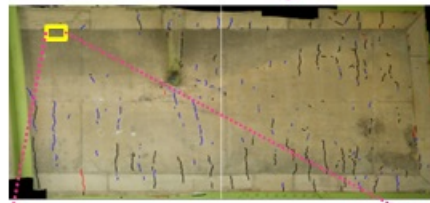
↓


④ オルソ画像作成



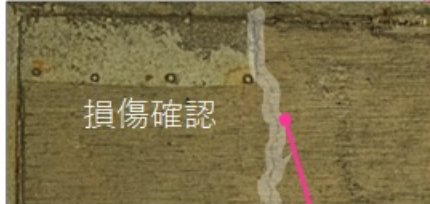
側面オルソモザイク







損傷確認



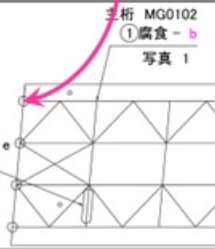
↓

⑤ 損傷図作成

主桁 MG0102

① 腐食 - b

写真 1

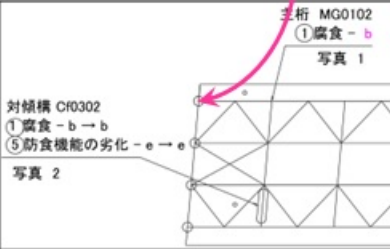


対横構 CF0302

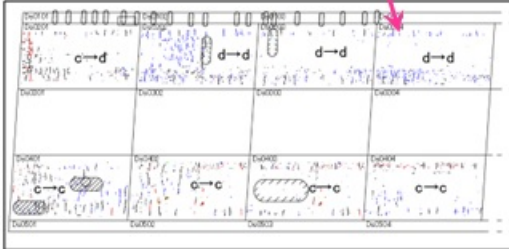
① 腐食 - b → b

⑤ 防食機能の劣化 - e → e

写真 2



損傷図に記載



2-1-471

基本操作画面

① Pix4Dで出力された撮影位置と方向、カメラ内部パラメータを指定

④ 撮影画像の格納場所を指定

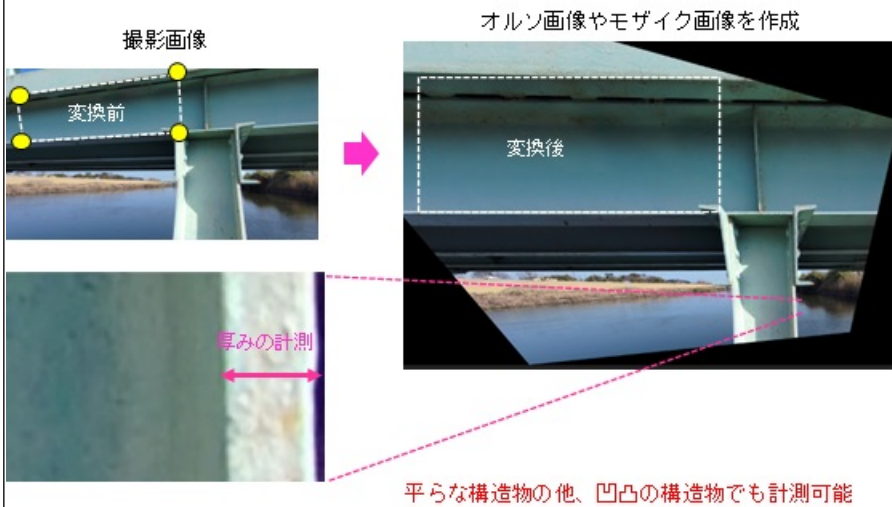


⑤ 作成したオルソ画像の格納場所を指定

③ 作成するオルソ画像設定値を入力

② オルソ画像作成範囲の4隅の座標値を記載したCSVファイルを指定

オルソモザイク画像作成事例



1. 基本事項

技術番号	BR010052-V0124			
技術名	AIによるひびわれの自動検出システム			
技術バージョン	Ver1.0	作成:	2024年3月	
開発者	富士通株式会社 株式会社建設技術研究所			
連絡先等	TEL: 070-3052-8758	E-mail: tsumura.takumi@fujitsu.com	防災ビジネス事業部 津村拓実	
現有台数・基地	無制限	基地	東京都港区	
技術概要	本技術は、コンクリート面を撮影した画像からひびわれを自動検出し、ひびわれ損傷図を自動作成する技術である。 ひびわれとひびわれ幅は、AIと画像処理を用いて検出している。			
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) 路上(高欄,防護柵) 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)		
	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		ソフトウェアのため、計測機器は持たない。	
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	「exif情報」と呼ばれる絞りやISO感度といったカメラの設定が出力できるデジタルカメラが利用可能である。 以下が推奨仕様である。 ・カメラ:Nikon D7200、レンズ:AF-S DX NIKKOR 18-300mm f/3.5-6.3G ED VR ・レンズ:18~300mm ・センサーサイズ:23.5×15.6mm ・画素数:2416万画素 カメラの性能によって、撮影範囲、撮影距離、照明条件を調整する必要がある。
		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)		-	
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	【未検証】		-
		標準試験値	標準試験方法 地上(2019) 実施年2023年 ・0.043m ² /sec		・風速: 0.0~1.6m/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 ・検出率:98.2% ・ひびわれ幅計測精度 0.1mm以下:±0.04mm 0.1mm超0.2mm以:±0.08mm 0,2mm超: ±0.09mm		※コンクリートボックスカルバートで、人手により検出・計測した115箇所のひびわれと29箇所のひびわれ幅計測結果に対し、本技術での検出率と幅計測誤差を算出 ・デジタル一眼レフカメラと三脚を使用し撮影 ・照度:2000ルクス以上 ・対象との角度20度以内で撮影
		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:- ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.10mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.04mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.10mm		・被写体距離:2.5、4.0 m ・照度:2.94~15.7kLux
	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	-		-	
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・フルカラーチャート識別可能		・照度:2.94~15.7kLux	

※「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利用者が拡大して撮影した画像(詳細画像)を俯瞰で撮影した画像(全体画像)を入力する。入力の際に、全体画像のうち図面化する範囲の4隅の位置と、図面化する範囲の幅・高さを指定する。(手動)</p> <p>②詳細画像と全体画像の位置を対応づける。コンクリートの型枠跡や模様から対応点を抽出し、自動で対応付けする(自動)</p> <p>③詳細画像に対してひびわれの自動抽出機能(下記アルゴリズム参照)により、ひびわれを抽出する。(自動)</p> <p>④詳細画像に対してひびわれ幅を自動計測する(下記アルゴリズム参照)。(自動)</p> <p>⑤ひびわれ位置と幅情報を全体画像に投影し、全体画像にひび検出結果を重ね合わせた画像を作成する。(自動)</p> <p>⑥全体画像上のひびわれをDXFに変換し、出力する(自動)</p> <p>⑦DXFと画像を確認し、CADソフト上で損傷図を修正する。(手動)</p> <p>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)</p>	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・「ひび検出システム ver1.0」(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)	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	<p>・AI(畳み込みニューラルネットワーク)による自動検出</p> <p>・AI教師データはコンクリート橋(橋脚、床版)を含み、それ以外にブロック・タイル・外壁などの構造物の損傷画像約1万枚に対し損傷部分を技術者によりラベル付けしたデータ。</p> <p>・撮影条件・仕様等</p> <p>1) カメラ: デジタルカメラ</p> <p>2) 対象の図面化部分を俯瞰で撮影した全体画像と、対象を拡大して撮影した詳細画像を撮影する。詳細画像の拡大率は全体画像に対して10倍以下とすること。</p> <p>3) 画質フォーマット: JPEG</p> <p>4) 注意事項: デジタルズーム機能は使用しないこと。対象面に対する撮影角度は20度以内とすること。</p>
		ひび割れ幅および長さの計測方法	<p>・幅: ひびわれと自動検出された画素から、画像処理によりひび割れ画素からひびわれと垂直方向の輝度変化を求め、背景部分に対する輝度低下量を積分してひびわれ幅を算出する。</p> <p>・長さ: 起終点を人力で指定し、CAD上で直線距離を計測する。</p>
		ひび割れ以外	-
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	<p>ひびわれ検出率 98.2%</p> <p>ひびわれ幅計測精度</p> <p>0.1mm以下のひびわれ幅に対し ±0.04mm</p> <p>0.1mm超0.2mm以下のひびわれ幅に対し ±0.08mm</p> <p>0.2mm超のひびわれ幅に対し ±0.09mm</p> <p>※コンクリートボックスカルバートで、人手により検出・計測した115箇所ひびわれと29箇所ひびわれ幅計測結果に対し、本技術での検出率と幅計測誤差を算出</p>
		変状の描画方法	・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(焦点距離のEXIF情報付き)
		ファイル容量	・20GB
		カラー/白黒画像	カラー
画素分解能		<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>・ひびわれ幅計測の誤差を最小化するためには0.1mm/Pixel以下であることが必要</p> <p>例)0.1mm/Pixel以下で撮影する場合、画素数が6000*4000だと1枚の中に600mm*400mmの間で撮影する</p>	
その他留意事項		<p>・直射日光による白飛びがある場合、幅計測精度が低下する。</p> <p>・雨濡れ面に対しては検出・幅計測精度が低下する。</p>	
出力ファイル形式	<p>・JPG形式: 対象画像へのひびわれ検出結果重畳画像</p> <p>・PNG形式: 対象画像へのひびわれ検出結果の矩形を補正した画像</p> <p>・DXF形式: ひびわれ損傷図</p>		
調書作成支援の手順	<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。</p> <p>②システム画面から画像データと、全体画像上で図面化する4点の位置と、矩形の幅と高さをシステムに入力する。</p> <p>③システムによりひびわれ損傷図を作成する。</p> <p>④CADソフトによりひびわれ損傷図を修正する。</p> <p>⑤点検調書の様式にひびわれ損傷図を貼り付ける。</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20度以内の撮影角度で撮影</p> <p>2) 詳細画像の解像度は0.1mm/Pixel以下となるよう撮影</p> <p>・画像は事務所に持ち帰ってからシステムに入力する。</p>		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	・「ひび検出システム ver1.0」(自社開発ソフト)		

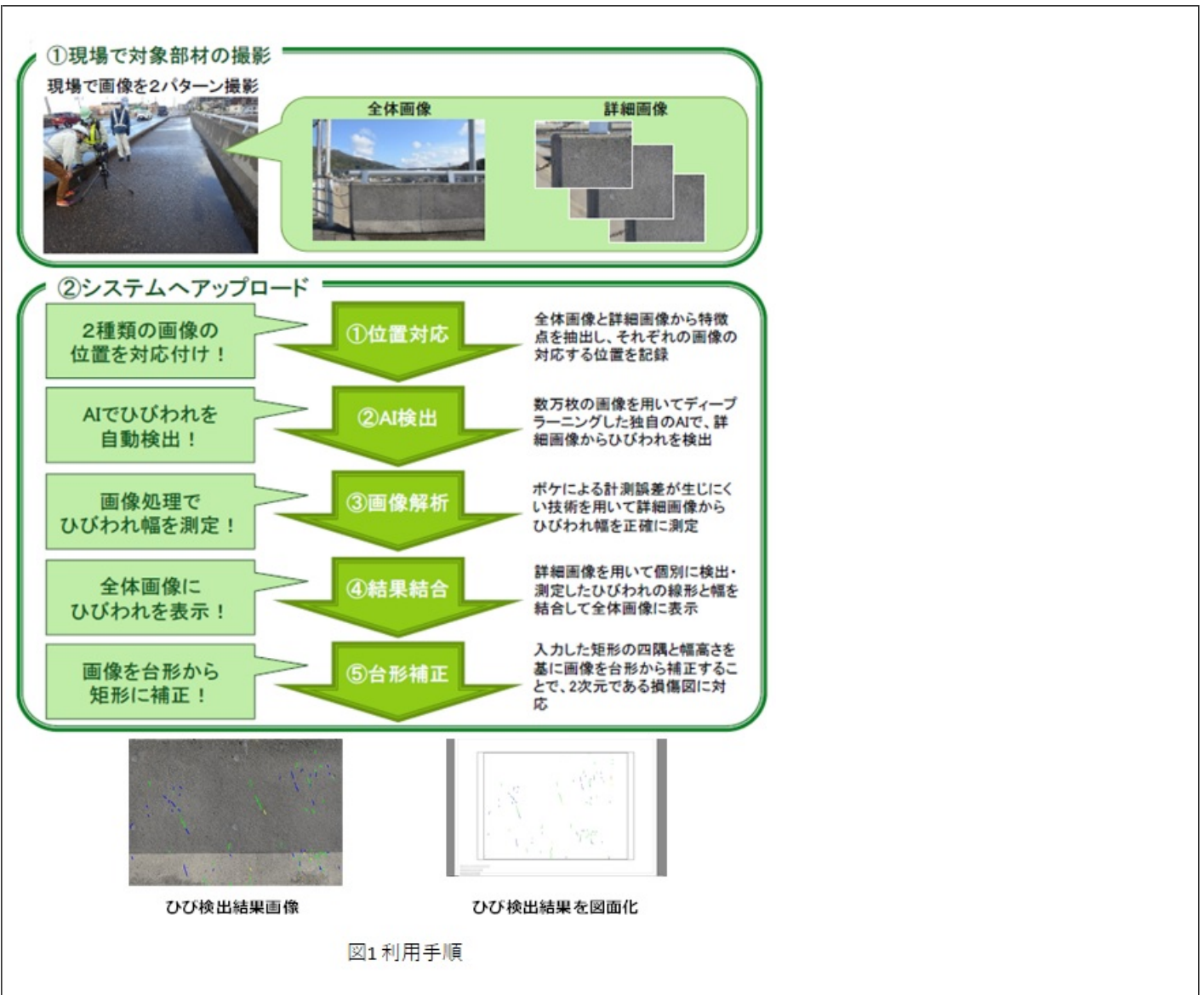
6. 留意事項(その1)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	-	-
	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	・本技術のマニュアルを確認する。
	必要構成人員数	-	-
	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] 橋長 10m 全幅員 10 m 部位・部材 [床版のみ] 活用範囲 [100]m2 検出項目 [ひびわれ] <費用> 合計100,000円 サポート料金含む(質問対応・PCセットアップ)	・消費税、諸経費などは含まないものとする。 ・対象範囲に応じて減額 例) 活用範囲:1000m2 費用:900,000円(10%減額) *現場条件によって変動する。
	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	・利用形態:ソフトウェアサービス	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・メールによるサポート	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面



1. 基本事項

技術番号		BR010053-V0124		
技術名		狭小空間専用ドローンIBIS(アイビス)を用いた溝橋及び箱桁内部点検技術		
技術バージョン		-		作成: 2024年3月
開発者		株式会社Liberaware		
連絡先等		TEL: 043-497-5740	E-mail: kitagawa.yusuke@liberaware.com	千葉県千葉市中央区中央
現有台数・基地		80機	基地	千葉県千葉市中央区中央
技術概要		・狭小空間を安定して飛行することのできるドローンである。 ・狭所・高所・暗所を飛行し、橋梁におけるコンクリートや鋼部材等を撮影するもの。 ・ドローンが撮影した映像データを画像処理(SfM)して点群データやオルソ画像を生成し、これをもとにひびわれや遊離石灰等の損傷を検出する。		
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,横桁,床版,その他(アーチリブ等)) 支承部(支承本体, 沓座モルタル, 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)		
	損傷の種類	鋼	①腐食 ②亀裂 ③ゆるみ・脱落 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		
		共通	⑯変色・劣化 ⑰漏水・滞水 ⑱異常なたわみ ⑳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"> ・移動装置:ドローン ・計測装置:ドローン搭載高感度広角カメラ ・データ収集:ドローン搭載メモリ、USB接続によりPC転送 	
移動装置	機体名称	・IBIS LW125G	
	移動原理	<ul style="list-style-type: none"> 【飛行型】 ・プロペラを4つ備えたドローン。 ・地上からの操作信号により、飛行コントロールされる。 ・上昇・下降、前進・後退、左移動・右移動、左回転・右回転の動作が可能。 	
	運動制御機構	通信	<ul style="list-style-type: none"> 操作信号受信 ・周波数:2.4Hz帯, 小電力データ通信システム 映像信号送信(免許および開局申請が必要) ・周波数:5.7GHz帯 ・送信電力:10mW ・NTSCビデオ信号をFM変調
		測位	・なし
		自律機能	・なし
		衝突回避機能(飛行型のみ)	<ul style="list-style-type: none"> ・プロペラガード(水平) ・距離センサーによる距離表示
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> ・一体構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法(L191mm×W179mm×H54mm) ・最大重量(185kgf) 	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	・分離構造ではない	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・専用バッテリーが必要 ・動力源:電気式 ・電源供給容量:バッテリー ・定格容量:7.4V、850mA 	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・8分(外気温:25℃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	<ul style="list-style-type: none"> ・解像度:FHD(1920×1080) ・画角:水平;131度 垂直;80度 対角;144度 ・SONY製STARVIS搭載イメージセンサ(高感度センサー)
		パン・チルト機構	・なし(広角カメラ使用)
		角度記録・制御機構 機能	・なし
		測位機構	・なし
	耐久性	・防水・防塵構造ではない	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリーなどの仮設電源が必要 ・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)	・8分(外気温:25℃の場合) ドローンの連続稼働時間と等しい		
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	・ドローン搭載のフラッシュメモリに記録	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・飛行中に映像伝送(低画質)を行うが、ドローンの操作のみに使用。収集データ(高画質)はドローン搭載のメモリに記録する。 飛行後、USBケーブル接続により、PCにデータを転送する。 	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	・アナログ映像転送のため、飛行中の映像伝送にはセキュリティなし	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリーなどの仮設電源が必要 ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・飛行後のUSBデータ転送時は、USBから給電を行なう。 ・ドローン搭載のメモリには50分の映像データを保存可能。 	

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 ※	有	
	性能値	構造物には接触しても飛行可能。	・最大風圧抵抗:3m/s
	標準試験値	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:44cm(31cm) 鉛直方向 最大移動量:42cm(41cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:103cm(28cm) 鉛直方向 最大移動量: 41cm(38cm) ・風速:8.0m/s 水平方向 最大移動量:131cm(移動大きく測定不能) 鉛直方向 最大移動量:938cm(移動大きく測定不能)	-
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】 水平方向の円筒は直径50cm以上 垂直方向の円筒は直径100cm以上 窓形状を通り抜ける場合は、幅30cm、高さ30cm	-
	標準試験値	標準試験方法 箱桁内部(2023) 実施年2023年 ・1.8m×1.8m	風速:0.0~0.2 m/s
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 箱桁内部(2023) 実施年2023年 ・飛行距離:20m	風速:0.0 m/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		
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	ドローンの移動速度:0.2m/s~0.5m/s		暗所、ドローンのヘッドライトのみで撮影 撮影距離 1.5m (明るいところであれば、移動速度を上げることは可能)	
		標準試験値	標準試験方法 地上(2019) 実施年2023年 ・0.011m ² /sec		・風速: 0.0~0.2 m/s	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有			
		性能値	非公開		-	
		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:- ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.54mm		・被写体距離 :0.3~0.5 m ・照度: 0.21~14.2kLux	
	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	-		-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・相対誤差:0.00%		・真値:0.740m ・測定値:0.740m ・被写体距離:0.5~1.0 m
		位置精度	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 (2019) 実施年 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.002, 0.001) (m)		・真値(x, y)=(-0.372, -0.640)m ・測定値(x, y)=(-0.370, -0.641)m ・被写体距離:0.5~1.05 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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能		・照度:0.21~14.2kLux		

※「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撮影した動画データをSfM処理して、点群データとオルソ画像を生成する。(自動) ②ひびわれ及び遊離石灰の自動検出システムにより、ひびわれ及び遊離石灰を抽出する。(自動) ③抽出したひびわれ及び遊離石灰を目視で確認し、目地などの誤検出部分を手動で削除する。(手動) ④ひびわれ幅や長さを自動抽出する。(自動) ⑤検出結果は、指定したオプションに応じて、画像、CADデータ、集計データとして出力(ダウンロード)する。(自動) ⑥ひびわれ・遊離石灰以外の変状については、動画データや点群データ、オルソ画像を目視にて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	・SfM処理: 「TRANCITY」(CaTa株式会社・株式会社Liberawareの共同開発) ・異常箇所自動検出: 「C2finder」(テクノハイウェイ株式会社)		
	検出可能な変状	・ひびわれ(幅および長さ), 遊離石灰		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・「C2finder」は、AI(ディープラーニング)によって自動検出	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	「C2finder」利用の場合、 ・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	
		ひび割れ以外	「C2finder」利用の場合、 ・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	
		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。 ・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。	
		変状の描画方法	・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 ・遊離石灰: 指定色による画像上範囲塗りつぶし、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	・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)	
		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		・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、ブレに注意し、検出対象のサイズに応じて解像度およびコントラストを考慮する。		
出力ファイル形式	・検出結果重畳画像: JPEG ・CAD等ベクターデータ: DXF/SXF/SVG ・ひびわれ幅ごとの総長集計表: CSV			
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	-			

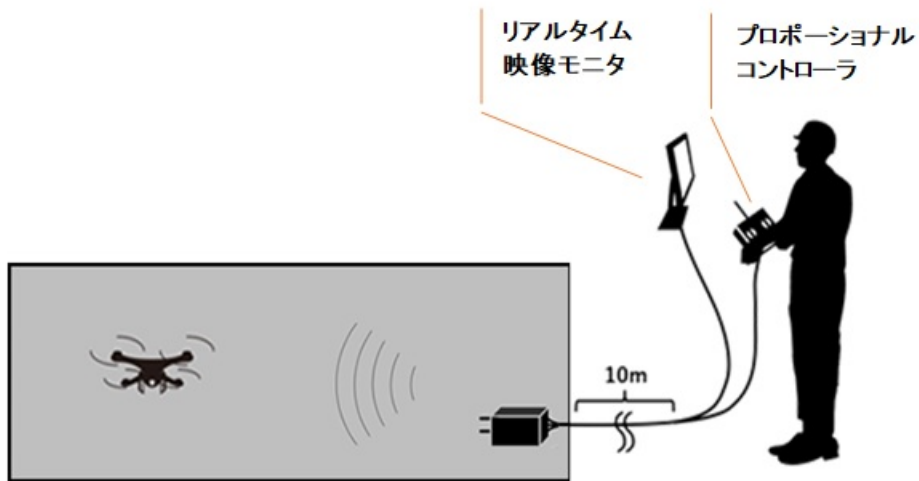
6. 留意事項(その1)

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	・特になし	-
	桁下条件	・桁下にエクステンションアンテナを設置できること、エクステンションアンテナからパイロットの操作場所の距離が10m以下であることが必要。	場合によっては、高所作業車を使用することが必要となる
	周辺条件	・付近に電波塔などがある場合は注意を払う	-
	安全面への配慮	・計測中は注意喚起のために、パイロットの周辺にカラーコーンとコーンバーを設置する ・屋外の沓座や桁ウェブを点検する際には、紐を使い係留型ドローンで計測する場合もある	-
	無線等使用における混線等対策	・本格飛行させる前に、超低空飛行で挙動を確認するアセスメント飛行を必ず行う	-
	道路規制条件	・必要に応じて道路規制が必要である	-
	その他	・風速3m以上の風や降雨時は計測不可 ・箱桁の開口部が高所の場合、足場あるいは高所作業車が必要な場合がある	-

6. 留意事項(その2)

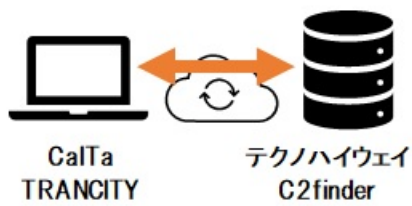
項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
調査技術者の技量	・当機器の操作にあたっては知識と操縦技能が必要である。このため当社が実施する操縦講習会の修了者のみが操縦を行うことができる。	-
必要構成人員数	・安全運行管理者:1人、フィールドエンジニア:2名(操作1人、補助員1人) 【合計3名】	-
操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・当社の操縦講習会(計4日間)を修了した者であること	・当社では「IBISスペシャリスト検定試験」も実施している。
作業ヤード・操作場所	◆作業ヤード範囲: 4㎡ ◆操作場所: ドローンを投入する開口部(エクステンションアンテナ設置場所)より10m以内	-
点検費用	【橋梁条件(一例)】 橋種 [溝橋] 橋長: 50m程度であれば1日に3本の点検が可能 全幅員: φ600mm~3,000mm 部位・部材: 内壁のコンクリート、コルゲート 撮影形式: 動画、静止画 <費用> 合計650,000円 ※1日間で3本の溝橋内部を撮影した場合 ※旅費交通費は別途請求	・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。例えば、φ3,000mm以上の管渠内も点検は可能だが、撮影に時間がかかるため点検可能な延長距離が変わってくるため。 オルソ画像作成、3Dモデル作成、AIによるひび割れ自動検出は別途見積り。
作業条件・運用条件 保険の有無、保障範囲、費用	・施設賠償責任保険に加入	-
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	・上記の点検業務を委託する「点検サービスプラン」の他に、自社で狭小空間専用ドローンIBISを導入する「年間定額制レンタルプラン」がある。 この年間定額制レンタルプランは、「機体壊し放題サービス」と「操縦講習会参加し放題サービス」が含まれていることが大きな特徴。 お問い合わせは株式会社Liberawareまで(Tel:043-497-5740)。	-
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。	・機体に不具合が発生した場合、カスタマーサポートに機体をお送りいただくと、5営業日以内に修理して返送する。
センシングデバイスの点検	・飛行前に必ず当社のオリジナルのアプリケーションと機体を接続し、不具合の有無の確認やキャリブレーションを行う仕様となっている。	-
その他	-	-

7. 図面



動画

- <https://youtu.be/tn0VYIrx64A>
- <https://youtu.be/XuIJKuMJwV4>
- <https://youtu.be/O44R18W0occ>



1. 基本事項

技術番号	BR010054-V0124			
技術名	ひび検			
技術バージョン	Ver.2.0.0	作成:	2024年3月	
開発者	中外テクノス株式会社			
連絡先等	TEL: 082-532-1624	E-mail: n.okui@chugai-tec.co.jp	工業エンジニアリング事業本部 技術部 奥井 憲昭	
現有台数・基地	6台	基地	広島県広島市西区横川新町10-21 研究技術センター	
技術概要	カメラの撮影画像からひびわれをAIで自動検出し、CAD図(dx)に変換する技術である。対象はコンクリート面に発生しているひびわれであり、画像はコンクリート面に正対して撮影したもの、もしくは合成画像、オルソ画像にも適用できる。画像に距離情報を与えることで、ひびわれの長さや幅の検出もできる。ひびわれ以外の変状もソフト上で描画することで、CAD図(dx)へ反映させることができ、データの集計や分類も可能。			
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,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 路上(高欄,防護柵) 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 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画像からAIを用いてひびわれを自動検出し、ひびわれの幅および長さを計測するソフトウェアのため、計測機器は持たない。	
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	1000万画素以上のカメラを推奨。 ※ドローンなどのカメラを使用する場合は、お問い合わせください。
		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 ※	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 ・0.319m2/sec	・風速:0.0~4.1 m/s	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	撮影画素分解能:0.3mm/Pixel 「最小ひびわれ幅:0.1mm」 ・ひびわれ幅 0.3mm 計測精度 0.15mm ・ひびわれ幅 0.6mm 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 1.0mm 計測精度 0.11mm 撮影画素分解能:0.6mm/Pixel 「最小ひびわれ幅:0.2mm」 ・ひびわれ幅 0.2mm 計測精度 0.07mm ・ひびわれ幅 0.3mm 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅 0.6mm 計測精度 0.02mm ・ひびわれ幅 0.8mm 計測精度 0.00mm	【実構造物に発生しているひびわれでの検証】 ・撮影面に正対して撮影 ・センサーサイズ:APS-C ・撮影距離画素分解能:0.3mm/pixel、0.6mm/Pixel ・自然光(照度10klx以上) ・被写体との距離:2.0m以上	
		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:- ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.25mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.22mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.18mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.21mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.85mm	・被写体距離:5 m ・照度:13.9~37.7kLux	
	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 ※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・相対誤差:0.02%	・真値:5.593m ・測定値:5.592m ・被写体距離:5 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 2023年 ・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.001、0.008)(m)	・真値(x、y)=(-5.414、-1.402)m ・測定値(x、y)=(-5.415、-1.394)m ・被写体距離: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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:13.9~37.7kLux		

※「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撮影した画像をソフトに読み込む(単体画像、合成画像、オルソ画像) ②読み込みんだ画像に寸法情報を付与する(手動) ③ひびわれの自動検出機能(AI)により、ひびわれ(長さ・幅)を検出する(自動) ④検出したひびわれをソフト上で確認し、フィルタリングをかける(手動) ⑤過検出、誤検出、未結合ひびわれなどの修正を行う(手動) ⑥必要に応じてひびわれ以外の損傷をソフト上で描画する(手動) ⑦描画されている損傷の数量を集計する(自動) ⑧描画された損傷をDXFに変換して出力する(自動)	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	「ひびわれ検出システム Ver2.0.0」(自社開発ソフト)	
	検出可能な変状	・ひびわれ/床版ひびわれ(画像に基準長さを与えることで、長さや幅も計測可能) ・剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、漏水・滞水(画像から視認できる損傷)	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・AI(畳み込みニューラルネットワーク)によりひびわれの自動検出 ・AI教師データは、技術者が学習させたひびわれ写真 ・撮影条件・仕様 1) デジタルカメラ、ラインカメラ(4K)、ビデオカメラ(4K) 2) 画像フォーマット(カラー:JPEG、BMP) 3) 正対した画像であること。(あおり補正後の画像でも適用可能) 4) 検出可能なひびわれ幅は、画像解像度(pixel/mm)の1/3程度 5) 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部を特定することで自動検出を行う(その他の損傷は手動検出)
		ひび割れ幅および長さの計測方法	・幅: 自動検出されたひびわれと画素(pixel)と輝度情報を計測し、ひびわれ幅を算出する。 ・長さ: 画像に寸法値を与えて、pixel長さから換算する。
		ひび割れ以外	・人が画像を確認して、変状をソフト上でトレース(システム上orCAD操作)
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	・80%程度(撮影条件による)
		変状の描画方法	・ひびわれれ: ポリライン ・ひびわれ以外: ポリライン
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEGおよびBMP
		ファイル容量	・画像1枚あたり 最小256×256Pixel(約1m×1m)、最大30000×20000Pixel(約15m×10m)
		カラー/白黒画像	カラー
画素分解能		・ひびわれ幅0.3mmを検出するためには、1mm/Pixel以下であることが必要 ・ひびわれ幅0.1mmを計測するためには、0.3mm/Pixel以下であることが必要	
その他留意事項		・コンクリート面に正対した画像(あおり補正後)であること ・JPEGの「圧縮ビット/ピクセル」等の設定によっては、別途変換作業が必要	
出力ファイル形式	・損傷画像: JPEG ・CAD: DXF ・数量集計表: CSV		
調書作成支援の手順	①画像データからひびわれを検出し、ソフト上でひびわれ以外の損傷を描画しCAD(dx)データに出力する。 ②作成したCADデータを参考に損傷図を作成する。 ③損傷図を調書に挿入する。		
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(あおり補正後の画像でも可) 2) 検出が必要なひびわれ幅から撮影画像の解像度を設定する		
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	・Matrox社製「MatroxImagingLibrary(MIL)」(市販ソフト) ・「ひびわれ検出システム ver2.0.0」(自社開発ソフト) ・CADソフト(市販ソフト) ※クラウドサービスの提供なし		

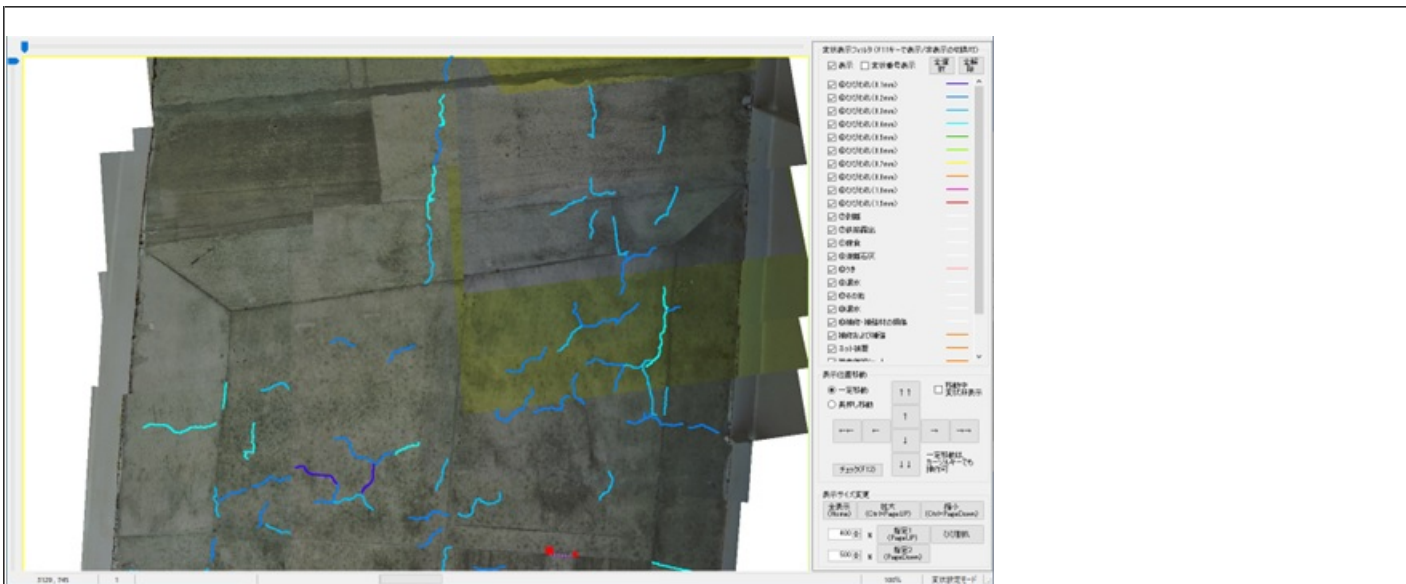
6. 留意事項(その1)

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	-	-
	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	以下の場合、ひびわれの検出精度が低下する。 1)汚れや落書きがある 2)画質が悪い(低解像度、ピント、ぶれなど) 3)照度が足りない	-

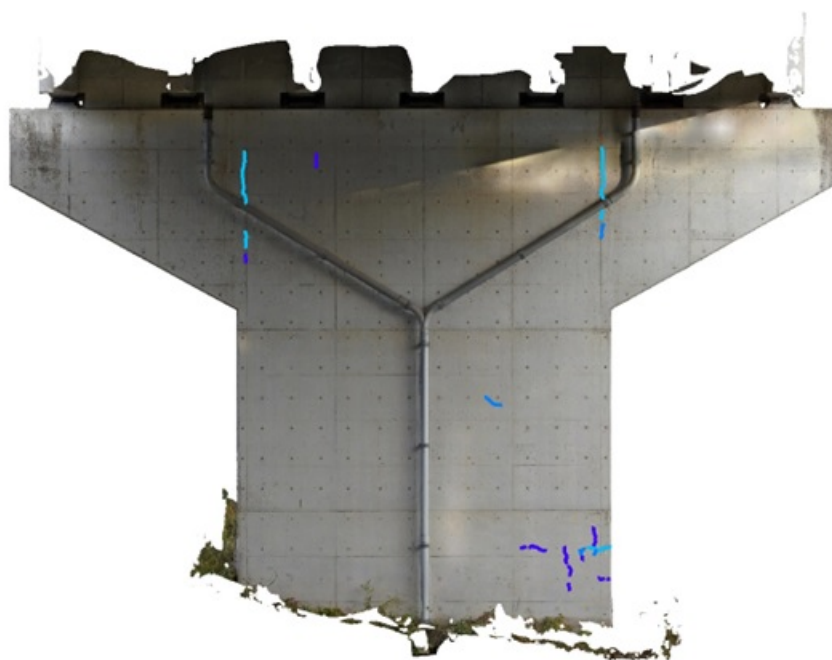
6. 留意事項(その2)

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	・検出に必要な画像撮影にはカメラ知識が必要 ・アプリケーション操作は2時間程度の教育が必要	-
	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	・所内作業のため、作業ヤード等は不要	-
	点検費用	・下部工10m×10m(100m ²) 1基 画像合成、オルソ補正、ひびわれ検出、CAD図変換まで 20,000円(200円/m ²) ※画像自体の撮影は含まない ※撮影画像の解像度は本技術仕様による	-
	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	・業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・有り	・担当者にて対応
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面



床版下面



T型橋脚 (オルソ画像)

1. 基本事項

技術番号	BR010055-V0124			
技術名	溝橋内空の損傷状態を水陸両用ロボットで把握する技術			
技術バージョン	-	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社補修技術設計			
連絡先等	TEL: 03-3877-4642	E-mail: saitoh@ire-c.com	技術部 齊藤 雅信	
現有台数・基地	1	基地	東京都江戸川区西葛西6-24-8 尚伸ビル5F	
技術概要	溝橋やカルバートのような構造物について、内空が狭すぎ人の立ち入り困難な場所や危険性がある場合に、水陸両用ロボットを使用して画像を取得することにより損傷状態を把握する技術である。			
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"> 移動装置:水陸両用ロボット(バッテリー内蔵、カメラ雲台、LED照明搭載) 計測装置:デジタルカメラ(スナップ用、動画撮影用) データ収集・通信:SDカード 係留装置:コードリール式(移動装置付属のカメラ映像用の通信ケーブルと兼用) プロボ(移動装置操作、カメラ雲台制御用) タブレット端末(カメラシャッター操作、撮影画像確認用) 確認用モニター(移動装置付属のカメラ映像用) 	
移動装置	機体名称	水陸両用ロボット	
	移動原理	【水陸両用型】 水陸両用の特殊形状タイヤを備え、4つのタイヤを個別に操作することで、陸上では前進後退・旋回、水上では前進後退・旋回・横移動が可能である。	
	運動制御機構	通信	【無線通信】 周波数2.4GHz
		測位	-
		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"> 一体構造(移動装置+計測装置) 最大外形寸法(L325×W380×315) 最大重量(4.4kg) 	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	移動装置内にバッテリー内蔵(12V×2個)	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	2~3時間(外気温20℃:環境や使用状況による)		
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	【スナップ撮影用】 ・OLYMPUS製 TG-6 ・センサーサイズ:1/2.3型、1200万画素、焦点距離25~100mm(35mm版換算) 【画像処理用】 ・SONY製 DSC-RX0M2 ・センサーサイズ:1型、1530万画素、焦点距離24mm(35mm版換算)
		パン・チルト機構	・パン(水平):270° ・チルト(垂直):天頂方向90°、下方20°
		角度記録・制御機構機能	プロボにて方向制御可能。角度記録なし。
		測位機構	-
	耐久性	【スナップ撮影用】 ・OLYMPUS製 TG-6 ・防塵防水:IP68 【画像処理用】 ・SONY製 DSC-RX0M2 ・防塵防水:IP68	
	動力	計測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)	2~3時間(外気温20℃:環境や使用状況による)※移動装置のバッテリー時間と同じ		
データ収集・通信装置	設置方法	・計測装置と一体的な構造 ・計測装置にSDカード(SONY製はmicroSDカード)を挿入	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	計測装置の記録メディア(SDカードまたは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	計測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 ※	有	
	性能値	・高さ0.5m以上	・水陸両用ロボット断面(幅380mm×高さ315mm)以上の空間であれば進入は可能であるが、カメラ撮影等を考慮し推奨値として高さ0.5m以上とした。
	標準試験値	標準試験方法 進入可能性能 溝橋(2023) 実施年2023年 ・幅1.6m×高さ0.5m	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	・30m以内	・係留ケーブルの長さ制限のほか、カメラ操作用のタブレット端末のWifi通信の範囲内にあること。
	標準試験値	標準試験方法 溝橋(2022) 実施年2023年 ・4m	-
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	・0.15m/s		・社内実験や実績により、走行速度を0.15m/s程度とすることで、3Dデータ上でのひびわれ等の損傷の視認に不具合が無いことを確認している。	
		標準試験値	標準試験方法 地上(2019) 実施年2023年 ・0.0012m ² /sec(水深5cm) ・0.0008m ² /sec(水深15cm)		・風速: 0.0 m/s(室内)	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有			
		性能値	未検証		SONY製 DSC-RX0M2での現場での対象物との撮影離隔の目安を得るため、社内実験を行った結果を以下に示す。 ・センサーサイズ:1型、画素数4800×3200(静止画) 過去の論文等によると、一眼レフカメラ相当の場合、コンクリート表面の汚れや光の影響が少なければ、理論的には1画素あたりの解像度の1/5(20%)の大きさのひびわれ幅が抽出可能であると言われている。弊社ではこの理論で得られた撮影離隔に対し、現場撮影条件を考慮した安全率を定め、その安全率を考慮した離隔にて撮影を行っている。 <安全率を考慮した撮影離隔> ・ひびわれ幅:0.10mm ⇒ 撮影対象までの離隔 1.0m以内 ・ひびわれ幅:0.15mm ⇒ 撮影対象までの離隔 1.6m以内 ・ひびわれ幅:0.20mm ⇒ 撮影対象までの離隔 2.0m以内 なお上記の離隔は、DSC-RX0M2のセンサーサイズにおいてもひびわれが視認できることを確認している。	
		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 0.05mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.00mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.10mm ・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		・被写体距離:1.0 m ・照度:0.95~0.98kLux	
	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 ・相対誤差:0.13%		・真値:0.779m ・測定値:0.780m ・被写体距離:1.0 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 2023年 ・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.001、0.000) (m)		・真値(x、y)=(-0.713、-0.314)m ・測定値(x、y)=(-0.714、-0.314)m ・被写体距離:1.0 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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能		・照度:0.95~0.98kLux		

※「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. 対象物の損傷を静止画にて撮影する。(手動) 2. 下記ソフト①②を使用してオルソ画像を作成する。(手動) 3. 下記①ソフトを使用して、変状の大きさ(長さ×高さ)、位置を計測する。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	①コンクリート構造物劣化調査支援ソフト:「Crack Imager」(自社開発ソフト:販売品) ②SfMソフト:米国Bentley Systems製「ContextCapture」(市販ソフト)		
	検出可能な変状	・ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、床版ひびわれ		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・ひびわれの検出は、技術者がモニター上で基準画像を参考とし目視にて行う。	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	・ひびわれ幅の計測は、上記①ソフトを使用して、計測したいひびわれ幅を画像上で指定することで自動的に表示する。 ・上記①ソフトを使用して、ひびわれの長さを計測する。	
		ひび割れ以外	・上記①ソフトを使用して、変状の大きさ(長さ×高さ)、位置を計測する。	
		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	・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	・自社開発ソフト:JPEG、BMP、TIFF ・SfMソフト:JPEG、mp4など	
		ファイル容量	-	
		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/Pixel以下であることが必要。 ただし現場での撮影条件等を考慮し、安全率を適用して撮影対象との離隔を決定する。		
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検出が困難な場合がある。		
出力ファイル形式	・2Dデータ:JPEG、DXF(自社開発ソフト) ・3Dデータ:テクスチャ付きOBJなど(SfMソフト) ・オルソ画像:JPEG(SfMソフト)			
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0.5m以上。 ・進入までに障害物がないこと。	水陸両用ロボット断面(幅380mm×高さ315mm)以上であれば進入は可能。
	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	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	・雨天使用不可 ・陸上の場合には砂地、土砂、コンクリート面とする。 ・水の流れが無いこと。 ・進入延長は30m以下	・陸上の場合、4cm以上の段差がある場合は不可 ・不陸等が多く床面の状態がタイヤに適合せず、走行不可能な現場は不可。 ・水の流れがある場合は上流側より係留可能であること。

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	マニュアルまたは社内研修にて操作方法を取得	社内研修の実施は別途見積もり。
	必要構成人員数	現場責任者1人、操縦者1人、補助員1人を基本とする。	状況に応じ、補助員は操縦者を兼任する。
	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	操作やバッテリーの交換、充電作業等を行うため、約2~3m四方の平坦な場所があること。	-
	点検費用	レンタル:¥100,000-(5日:最低保証)	・諸経費除く。 ・委託の場合は、別途お見積もり。
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない。	使用者側で加入することを条件とする。
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	水陸両用ロボット:レンタル	株式会社補修技術設計 TEL:03-3877-4642 FAX:03-3688-6342 担当:前田、斉藤
	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	撮影前にメインカメラに汚れがあれば、カメラ専用のクリーニングクロスで清掃を行うこと。	-
	その他	-	-

7. 図面

計測機器の構成、機材寸法

1. 形状

2. 動作イメージ

3. 機材構成

4. 本体仕様

用途	水陸両用		
移動速度	水上	0.3m/sec (流速無しの状態)	照明 (明るさ調整機能付き)
	陸上	0.1~0.5m/sec (As上)	
サイズ	L325×W380×H315		カメラ用 4W-LED 4個
重量	4.4kg	保留ケーブル	100m (操縦用カメラ映像通信用)
搭載カメラ	操縦確認用	前方1個、前方水中1個	バッテリー
	撮影画像確認用	カメラ横1個	稼働時間2~3時間(12V×2個)
	撮影用	小型CCDカメラ	操作性能
		SONY DSC-RX0M2	パン(水平) 270° チルト(鉛直) 天頂方向90° 下方20°
			操作
			確認用モニター
			プロポ (RADIOMASTER TX16S)
			11型液晶モニタ

1. 基本事項

技術番号		BR010056-V0124		
技術名		あいあい～軽量垂直ポールカメラ～		
技術バージョン		-	作成:	2024年3月
開発者		首都高技術株式会社		
連絡先等		TEL: 03-6231-1835	E-mail: konno@shutoko-eng.jp	構造管理部点検管理課(兼)技術開発室
現有台数・基地		8台	基地	東京都中央区日本橋箱崎町3-25
技術概要		あいあい～軽量垂直ポールカメラ～は、最長7.5mまで伸縮可能な長手ポールの先端にチルト機能を有した雲台および撮影用カメラを設置し、それらをwindows PCと有線接続して操作し、近接目視が困難な道路橋の点検対象等の撮影が可能な技術である。また、撮影した画像から劣化損傷自動検出技術C2finder (点検支援技術性能カタログ:BR010047-V0022)を活用することにより、コンクリート部材に発生したひびわれの長さや幅の自動検出を行うことも可能である。		
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) 路上(高欄) 添架物		
	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 ⑪床版ひびわれ ⑫うき	
		その他	⑬遊間の異常 ⑯支承部の機能障害	
共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑰定着部の異常 ⑲変色・劣化 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"> ・移動装置:雲台、長手ポール ・計測装置:2種類のカメラを選択することが可能 【カメラ1】:SONY製 RX0 II (DSC-RX0M2) 【カメラ2】:Microsoft製 LifeCam Studio Q2F-00021 ・データ収集:Windows搭載PC 	
移動装置	機体名称	<ul style="list-style-type: none"> ・長手ポール:Bi Rod 6C-7500 ・雲台 	
	移動原理	【人力型】 ・本機器は、長手ポールの先端に雲台を設置(1/4-20UNC)し、雲台に設置したカメラをWindows搭載のタブレットPCと有線接続することで使用するものである。Bi rodの伸縮により高さ調節を、PCのバッテリー駆動により雲台の上下首振りを行うことにより、撮影の画角を調整することが可能である。左右首振りは、ポールを手動で左右に振ることにより調整する。	
	運動制御機構	通信	有線
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	【長手ポール】 ・寸法 最長約7.5m、収納時約1.55m、ロッド外形最大38mm ・重量 約1.6kg 【雲台】 ・寸法 【カメラ1】および【カメラ2】の雲台 縦110mm×横170mm×幅50mm ・重量 【カメラ1】の雲台 230g 【カメラ2】の雲台(雲台とカメラが一体構造)280g	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	【Bi rod】 最大耐荷重 700g以下	
動力	<ul style="list-style-type: none"> ・Bi rodの操作は人力による ・雲台の可動は、Windows搭載PCに内蔵のバッテリーによる 		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	Windows搭載PCに内蔵のバッテリーによる		
計測装置	設置方法	【カメラ1】【カメラ2】 ・雲台下面に取り付けたねじ穴(1/4-20UNC)に、長手ポール先端のねじを回し入れる。 ・雲台・カメラとWindows搭載PCを有線接続(USB)する。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・【カメラ1】(雲台とカメラが分離構造):SONY製 RX0 II (DSC-RX0M2) 【寸法】 カメラ 縦40.5mm×横59mm×幅35mm 重量 125g ・【カメラ2】カメラ2:雲台とカメラは一体構造	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・【カメラ1】:SONY製カメラ 型番 RX-0 II (DSC-RX0M2) センサーサイズ(縦8.8mm×横13.2mm)、ピクセル数(縦3200pixel×横4800pixel)、焦点距離(24mm) ・【カメラ2】:Microsoft製カメラ 型番 LifeCam Studio Q2F-00021 ピクセル数(縦1080pixel×横1920pixel)、焦点距離(28mm)
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> ・水平 0°~360° ・鉛直 -60°~60°(12°ピッチ)
		角度記録・制御機構機能	<ul style="list-style-type: none"> ・水平方向は、人力によりBi rodを回転させることによる。 ・鉛直方向は、サーボモーターによりカメラを回転させる。この制御はWindows搭載PCのソフトによる。
	測位機構	-	
	耐久性	IP5X	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・【カメラ1】:SONY製カメラ 型番 RX-0 II (DSC-RX0M2) 内蔵のバッテリー、および有線接続するWindows搭載PCのバッテリーを動力とする。 ・【カメラ2】:Microsoft製カメラ 型番 LifeCam Studio Q2F-00021 Windows搭載PCと有線接続し、そのバッテリーを動力とする。 	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	Windows搭載PCに内蔵のバッテリーによる		
データ収集・通信装置	設置方法	手持ち	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	Windows搭載PCに内蔵のストレージに保存する。	
	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	Windows搭載PCに内蔵のバッテリーによる	
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	-	

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	【人力型】 【カメラ1】【カメラ2】 縦110mm×横170mm×幅50mm	・風速5m/s以上の環境下では使用しないこと ・構造物との離隔が、8.0m以内であること ・暗所での撮影時は、十分な照度を確保すること
	標準試験値	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 【カメラ1】 ・空間:3.7m×2.8m×2.4m ・空間:5.6m×3.7m×3.7m ・8.8m×2.8m×3.7m	【カメラ1】 ・風速:0.0~0.8 m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【人力型】 【カメラ1】【カメラ2】 ・最大可動範囲:8.0m	・作業する足元の安全性を確保すること。 ・安全確認のために2名以上で作業すること。 ・風速10m/s以上の環境下では使用しないこと
	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 ※	-	
	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 地上(2019) 実施年2023年 【カメラ1】 ・0.014㎡/sec 【カメラ2】 ・0.010㎡/sec	【カメラ1】 ・風速:0.0~0.8m/s 【カメラ2】 ・風速:0.0~0.6 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 【カメラ1】 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅 0.05mm 計測精度 0.18mm ・ひびわれ幅 0.10mm 計測精度 0.20mm ・ひびわれ幅 0.20mm 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅 0.30mm 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 1.00mm 計測精度 0.13mm 【カメラ2】 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅 0.05mm 計測精度 0.11mm ・ひびわれ幅 0.10mm 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 0.20mm 計測精度 0.10mm ・ひびわれ幅 0.30mm 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅 1.00mm 計測精度 0.18mm	【カメラ1】 ・被写体距離:1.0 m ・照度: 3.65~10.4 kLux 【カメラ2】 ・被写体距離:0.5 m ・照度: 5.65~13.1 kLux	
	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	【カメラ1】【カメラ2】 ・フルカラーチャート識別可能	暗所での撮影時は、十分な照度を確保すること。		
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 【カメラ1】【カメラ2】 ・フルカラーチャート識別可能	【カメラ1】 ・照度: 3.65~10.4 kLux 【カメラ2】 ・照度: 5.65~13.1 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カメラにより撮影し、Windows搭載PCに画像を保存する。(手動) ②C2finderを使用して、撮影した画像からひびわれを自動検出する。(自動) ③生成された検出結果を必要なデータ形式でダウンロードする。(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)	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・テクノハイウェイ社製「C2finder ver.1.1」(市販ソフト)	
	検出可能な変状	・ひびわれ(幅および長さ)、遊離石灰	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・AI(ディープラーニング)によって自動検出 ・AIの教師データは、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。 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ: ポール先端部電動雲台に搭載したデジタルカメラ 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 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 4) 画質: 最高(ファイン) 5) 画質フォーマット: JPEG 6) 撮影角度: 正対位置から±25° 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。
		ひび割れ幅および長さの計測方法	・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。 ・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。
		ひび割れ以外	・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 ・その他は、人が画像を確認して、変状を人力でトレース ・AIの教師データは、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。
		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。 ・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。
		変状の描画方法	・ひびわれ: ポリライン、指定したひびわれ幅ごとに指定色で描画 ・遊離石灰: ポリゴン、指定色で塗りつぶし
	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	・特に制限はないが、使用する情報端末の性能による。
		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		・ひびわれにチョークが重なっている場合、ひびわれが埋まっている状態は検出が困難	
出力ファイル形式	・元画像と検出結果の重畳画像: JPG ・CAD用の形状および数値情報: DXF/SXF/SVG ・ひびわれ幅ごとの総長: CSV		
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を行う。 ②Webブラウザ等を利用して、画像データを検出サービスにアップロードする。 ③生成された検出結果を必要なデータ形式でダウンロードする。 ④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。	
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することが望ましいが、10%の精度低下が供用される場合は±25度以内とする。 2) 画像の解像度は0.6mm/pix以下となるよう撮影	
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: Windows搭載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、Edge、Firefox ・テクノハイウェイ社製「C2finder」	

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	・桁下高さは8.0m以内	-
	周辺条件	・障害物がある場合は、十分な離隔をとる。特に電線が近接する場合は、留意が必要である。 ・足場が軟弱であったり突起物があったりと不安定な場合は、使用が困難である。	-
	安全面への配慮	・安全確認のために、2人以上での作業	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	・風速5m/s以上の環境下では使用不可 ・暗所での使用時は、照明設備を併用すること	-

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	・各団体ごとの点検技術資格	-
	必要構成人員数	・現場責任者1人、操作1人 合計2名	現場責任者が補助を兼務する
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・講習1時間程度	-
	作業ヤード・操作場所	・作業ヤード範囲: 1m ²	-
	点検費用	橋種 [コンクリート橋/鋼橋] 橋長 15.0m 全幅員 15.8 m 部位・部材 [床版・桁] 活用範囲 [237]m ² 検出項目 [ひびわれ] <費用> 【カメラ1】 合計 89,369円(経費含まない) 【カメラ2】 合計 67,414円(経費含まない)	<販売費用> 【カメラ1】 現在、販売なし 【カメラ2】 270,000円(2023年3月時点)
	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	・購入品および業務受注	-
	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	-	-
その他	・撮影対象とカメラの距離は、下記の通りとすること。 【カメラ1】カメラ1: 1.0m以下 【カメラ2】カメラ2: 0.5m以下 ・上を見ながらの作業となるため、足場の不安定な現場では使用困難	-	

7. 図面

計測機器は以下の通りの構成である。
カメラ・雲台は条件に応じて1・2を選択し、その他は共用とする。

<カメラ・雲台>

カメラ1: SONY製
RX0 II (DSC-RX0M2)



カメラ2: Microsoft製
LifeCam Studio Q2F-00021



<長手ポール>

Bi rod
6C-7500



<延長ケーブル>



<Windows搭載PC>



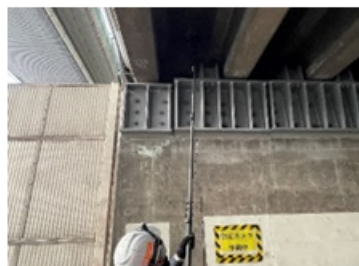
<設置状況> (例としてカメラ2を使用)



長手ポールの先端に
雲台・カメラを設置

雲台・カメラとPCを
有線接続
必要に応じて延長
ケーブルを使用

<使用状況> (例としてカメラ1を使用)



1. 基本事項

技術番号	BR010057-V0124			
技術名	赤外線・可視カメラ搭載ドローン(蒼天)による点検技術(ひびわれ)			
技術バージョン	-	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社ACSL			
連絡先等	TEL: 03-6661-3870	E-mail: sales@acsl.co.jp	カスタマーリレーション	
現有台数・基地	1000台	基地	東京都江戸川区臨海町3-6-4 ヒューリック葛西臨海ビル2階	
技術概要	本技術は、ドローンに搭載した可視カメラにより画像又は動画を取得して、部材及び損傷箇所を撮影する技術である			
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,縦桁,床版) 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 ⑪床版ひびわれ	
		その他	⑮舗装の異常	
共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑲変色・劣化 ⑳漏水・滞水 ㉓変形・欠損			
検出原理	画像(静止画/動画)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> ・移動装置:ドローン ・計測装置:赤外線カメラ(CX-GB200) ・データ収集・通信:SDカード 	
移動装置	機体名称	・ACSL 蒼天	
	移動原理	<p>【飛行型】</p> <p>自重を揚力で支えることで、平面方向、鉛直方向いずれの移動にも物理的制約が存在しないもの。 機体は2枚羽のプロペラが4枚のドローンであり、基本的にGPS(GNSS)測位により自律飛行が可能である。 送信機2台による制御権の切り替え可である。</p>	
	運動制御機構	通信	・周波数:2.412~2.477 GHz, 出力:12W
		測位	・GPS+QZSS+SLAS/SBAS
		自律機能	・自律機能有、制御機構への入力はGPS-GNSS
		衝突回避機能(飛行型のみ)	<ul style="list-style-type: none"> ・衝突回避機能 -検知範囲(前方:10m / 上方:5m / 下方:5m) -検知確度(前方・上方・下方:水平70度, 垂直40度) -検知周波数(前方:10Hz / 上方:10Hz / 下方:10Hz) ・プロペラガード(水平)
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> ・最大外形寸法:L560mm×W637mm×H144mm ・重量:1.7kg 	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	・2.0kg	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリー充電用に設電源が必要 ・動力源:電動モーター式 ・電源供給容量:バッテリー ・定格容量:12V 	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・25分(外気温:0~40℃)	
計測装置	設置方法	・移動装置の下部カメラをアタッチメントに取り付けを行う。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・可視カメラ(CX-GB100):L82mm×W78mm×H82mm ・積載重量:180kg 	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・ACSL 蒼天 可視カメラ(CX-GB100) ・センサーサイズ:1インチ ・ピクセル数:20MP(縦5448×横3632) ・焦点距離:28mm(35mm換算)
		パン・チルト機構	<ul style="list-style-type: none"> ・パン:±90° ・チルト:-120°~ +50° ・ロール:±30°
		角度記録・制御機構 機能	・ジンバルにて鉛直方向の制御可能
		測位機構	・GPS+QZSS+SLAS/SBAS
	耐久性	・IPコード:JIS C 0920 IP4X	
	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)	・移動装置と連動:25分(外気温:0~40℃)		
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	・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	・移動装置と連動	
	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	・風速11m/s以下	雨天・降雪・強風時は撮影を中止する。
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2023年 ・変化量: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:104cm (70cm) 鉛直方向 最大移動量:41cm(51cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:105cm(3D測定 範囲外) 鉛直方向 最大移動量:71cm(3D測定 範囲外) ・風速:8.0m/s 対象外	・風速:2.5m/s(自然風)
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	最小所要空間寸法: ・縦、横、高さ(2000mm、 2000mm、2000mm)	・機体周辺に障害物がない事を、操作者が確認すること。
	標準試験値	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:8.8m×2.8m×3.7m	風速:5.0m/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:4,000m	・操作場所から機体まで電波を遮る遮断物なく、周囲に電波干渉の要因となる物がないこと。
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年2023年 ・50m	・風速:5.0m/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	
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 地上(2019) 実施年 2023年 ・0.020m ² /sec	・風速:0.0~4.9m/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:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度0.44mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度0.46mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度0.43mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度0.44mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度0.44mm	・被写体距離:3、6.5 m ・照度:0.71~2.49kLux	
	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 ・相対誤差:0.39%	・真値:3.891m ・測定値:3.876m ・被写体距離:5.5 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 2023年 ・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.013、0.009) (m)	・真値(x、y)=(-3.601、-1.474)m ・測定値(x、y)=(-3.588、-1.465)m ・被写体距離:5.5 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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:0.71~2.49kLux		

※「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、点検員により確認する。 ②内業務時に画像を拡大して細部の確認を行う。 オルソ化/損傷AI検出を実施する場合は、システム利用/AI検出ソフトに応じた撮影を行う。		
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	ひび割れ	-	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	-	
		ひび割れ以外	-	
		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] ①ひびわれ幅等の比較のため、あらかじめクラックスケール等を撮影しておく(キャリブレーション作業)。 ②部材や損傷箇所の撮影を行い、PC等で撮影データの確認を行う。 ③撮影画像を点検調書や報告書に添付する(手動)。		
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		-		

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	・GPS受信環境を推奨
	周辺条件	・空撮対象物付近に生い茂る植物等がある場所は撤去が必要	-
	安全面への配慮	・飛行中は補助者を配置し、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	・飛行現場やその周辺の電波状態の確認と、飛行に影響があるのかを測定し、正常性を確認出来るまで飛行させない	-
	道路規制条件	・管理者との協議による	-
	その他	・動作温度:0~40℃ ・風速11m/s以下 ・雨天、夜間計測不可	-

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	・ドローン飛行経験者、点検作業従事者	-
	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	-	-
	作業ヤード・操作場所	・飛行中に機体および撮影対象を目視確認が可能な場所とすること。	-
	点検費用	橋種 [コンクリート橋・鋼橋] 橋長 35m 全幅員 10 m 部位・部材[主桁(外側面)/高欄/橋脚/橋台] 活用範囲 [350]m2 検出項目 [ひびわれ/腐食/漏水/剥離等] <費用> 合計 250,000円(経費・内業を含まない)	-
	保険の有無、保障範囲、費用	・賠償責任保険に加入し、対人/対物への賠償責任あり	-
	自動制御の有無	・自律制御有	-
	利用形態:リース等の入手性	・業務委託 ・機体本体を販売の場合:150万円(付属品なし)	-
	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



機体写真

■ 機体



単位: mm



可視カメラ



機体寸法図



装備品一覧



飛行中状況



記録例 (壁面をオルソ化・損傷図作成例)

1. 基本事項

技術番号	BR010058-V0124			
技術名	AIによる画像からの損傷抽出支援システム「MIMM-AI」			
技術バージョン	ver1.0.0	作成:	2024年3月	
開発者	計測検査株式会社			
連絡先等	TEL: 093-642-8231	E-mail: kkeigyo@keisokukensa.co.jp	営業部	
現有台数・基地	-	基地	福岡県北九州市八幡西区陣原	
技術概要	本技術は画像からひびわれや損傷をAIで自動抽出し、CAD図(DWG形式)に変換する技術である。 画像は、MIMMやドローン、デジカメで撮影し、あおり補正後に合成した画像やオルソ画像にも適用可能である。 結果のCADファイルは、一般的なビューアにて画像と損傷図をレイヤー階層で重畳して表示でき、CAD編集ソフトがあれば、編集可能である。			
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,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 ⑧漏水・遊離石灰 ⑪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	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	-	-

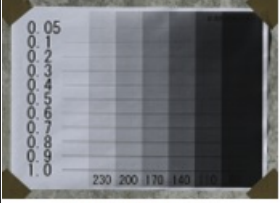
※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

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	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 地上(2019) 実施年2023年 ・0.012m ² /sec	・風速: 0.0~4.4 m/s	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	・検出したひびわれの再現率:70%以上 最小ひびわれ幅:0.05mm (学習に用いていない教師データを用いて評価) ※再現率=AIが正しく検出したひび割れ/正解のひびわれ	・画像分解能:0.3mm/pixel ・被写体距離:10m ・焦点距離:185mm ・シャッター速度:1/50~1/80秒 ・絞り:f8 ・ISO値:Lo1.0 ・フォーカス設定:マニュアル	
		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:- ・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 0.00mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.00mm	・被写体距離:10 m ・照度:6.39~59.6kLux	
	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	-	-
			標準試験値	-	-
		位置精度	性能確認シートの有無 ※	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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:10.4~56.8kLux		

※「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損傷データを抽出する為の画像データ(jpg形式、JPEG形式)および対象物の寸法情報を読み込む(手動) ②読み込んだ画像に対してひびわれと漏水・遊離石灰、うきや剥離(範囲を示すチョーキングがあるもの)の損傷を抽出する(自動) ③ひびわれ幅を校正版画像を基に検出する(自動) ④損傷図(DWG)の出力を行う(自動)</p> <p>※①にて読み込む画像データについては、ドローンやデジカメで撮影し、あおり補正後合成した画像やオルソ画像にも適応可能。 ※③の校正版画像については、以下のものを①の画像と同条件で撮影したものが要。</p>  <p>図1.校正版画像サンプル</p>																			
<p>ソフトウェア情報</p>	<table border="1"> <tr> <td>ソフトウェア名</td> <td>・「MIMM-AI ver1.0.0」(自社開発ソフト)</td> </tr> <tr> <td>検出可能な変状</td> <td>・ひびわれ(幅および長さ) ・漏水、遊離石灰</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">損傷検出の原理・アルゴリズム</td> <td>ひび割れ</td> <td>・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、トンネルの覆工展開30km分の画像を手でひびわれの損傷の領域入力をしたデータ学習させている。 ・撮影条件、仕様等 1) デジタルカメラ、ビデオカメラ 2) 画像フォーマット(カラー:jpg形式、JPEG形式) 3) 正対した画像であること。(あおり補正後の画像でも適用可能)</td> </tr> <tr> <td>ひび割れ幅および長さの計測方法</td> <td>・幅:校正された輝度分布から、ひびわれ幅を検出する。 (ひびわれ幅を検出する際、校正版の画像が必要。) ・長さ:自動抽出した画像をベクター情報に変換する。長さはそのベクター情報より算出する。</td> </tr> <tr> <td>ひび割れ以外</td> <td>・AI(畳み込みニューラルネットワーク)による自動抽出。 ・AI教師データはトンネルの覆工展開30km分の画像を手でひびわれ以外の損傷の領域入力をしたデータを学習。</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>ひびわれの検出:検出したひびわれの再現率70%以上 (学習に用いていない教師データを用いて評価) 再現率=AIが正しく検出したひび割れ/正解のひびわれ</td> </tr> <tr> <td>変状の描画方法</td> <td>・ひびわれ:ポリライン ・ひびわれ以外:ポリゴン</td> </tr> <tr> <td>取り扱い可能な画像データ</td> <td>ファイル形式:・jpg形式、JPEG形式 ファイル容量:・画像1枚あたり、最大20000×20000Pixel カラー/白黒画像:カラー 画素分解能:・ひびわれ幅0.05mm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:・画像の歪み、あおり、台形などを補正し、壁面に正対した画像とする ・ひびわれにチョークが重なっている場合は、幅計測の精度が低下する可能性がある ・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)は検出精度が低下する可能性がある</td> </tr> <tr> <td>出力ファイル形式</td> <td>・DWG形式</td> </tr> </table>	ソフトウェア名	・「MIMM-AI ver1.0.0」(自社開発ソフト)	検出可能な変状	・ひびわれ(幅および長さ) ・漏水、遊離石灰	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・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、トンネルの覆工展開30km分の画像を手でひびわれの損傷の領域入力をしたデータ学習させている。 ・撮影条件、仕様等 1) デジタルカメラ、ビデオカメラ 2) 画像フォーマット(カラー:jpg形式、JPEG形式) 3) 正対した画像であること。(あおり補正後の画像でも適用可能)	ひび割れ幅および長さの計測方法	・幅:校正された輝度分布から、ひびわれ幅を検出する。 (ひびわれ幅を検出する際、校正版の画像が必要。) ・長さ:自動抽出した画像をベクター情報に変換する。長さはそのベクター情報より算出する。	ひび割れ以外	・AI(畳み込みニューラルネットワーク)による自動抽出。 ・AI教師データはトンネルの覆工展開30km分の画像を手でひびわれ以外の損傷の領域入力をしたデータを学習。	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再現率70%以上 (学習に用いていない教師データを用いて評価) 再現率=AIが正しく検出したひび割れ/正解のひびわれ	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:・jpg形式、JPEG形式 ファイル容量:・画像1枚あたり、最大20000×20000Pixel カラー/白黒画像:カラー 画素分解能:・ひびわれ幅0.05mm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:・画像の歪み、あおり、台形などを補正し、壁面に正対した画像とする ・ひびわれにチョークが重なっている場合は、幅計測の精度が低下する可能性がある ・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)は検出精度が低下する可能性がある	出力ファイル形式	・DWG形式
ソフトウェア名	・「MIMM-AI ver1.0.0」(自社開発ソフト)																			
検出可能な変状	・ひびわれ(幅および長さ) ・漏水、遊離石灰																			
損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・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、トンネルの覆工展開30km分の画像を手でひびわれの損傷の領域入力をしたデータ学習させている。 ・撮影条件、仕様等 1) デジタルカメラ、ビデオカメラ 2) 画像フォーマット(カラー:jpg形式、JPEG形式) 3) 正対した画像であること。(あおり補正後の画像でも適用可能)																		
	ひび割れ幅および長さの計測方法	・幅:校正された輝度分布から、ひびわれ幅を検出する。 (ひびわれ幅を検出する際、校正版の画像が必要。) ・長さ:自動抽出した画像をベクター情報に変換する。長さはそのベクター情報より算出する。																		
	ひび割れ以外	・AI(畳み込みニューラルネットワーク)による自動抽出。 ・AI教師データはトンネルの覆工展開30km分の画像を手でひびわれ以外の損傷の領域入力をしたデータを学習。																		
	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再現率70%以上 (学習に用いていない教師データを用いて評価) 再現率=AIが正しく検出したひび割れ/正解のひびわれ																		
	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:・jpg形式、JPEG形式 ファイル容量:・画像1枚あたり、最大20000×20000Pixel カラー/白黒画像:カラー 画素分解能:・ひびわれ幅0.05mm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:・画像の歪み、あおり、台形などを補正し、壁面に正対した画像とする ・ひびわれにチョークが重なっている場合は、幅計測の精度が低下する可能性がある ・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)は検出精度が低下する可能性がある																		
出力ファイル形式	・DWG形式																			
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>①適応条件に則った画像(jpg形式、JPEG形式)および対象物の寸法情報、校正版画像を提供いただく ②弊社にて提供していただいたデータからAIにて、ひびわれ、損傷を抽出する ③弊社にて抽出結果(DWG)を出力し、提出する</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) 被写体に対して正対して撮影した画像、もしくは、あおり補正後に合成した画像やオルソ画像 2) ひびわれ幅0.05mmを検出するためには0.3mm/Pixel以下であることが必要 ・データ受け渡しの際、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>・「MIMM-AI ver1.0.0」(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	-	-
	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	-	-
	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	・AI解析費用例 画像1枚あたり300円 画像1枚あたりのサイズは最大20000×20000Pixel	・解析条件ごと、都度見積もりとなります
	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	・業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・サポート体制あり	・適用条件内の不具合については対応可
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

7. 図面

■ 「MIMM-AI」 作成の流れ



1 事前準備

対象物をドローンやデジカメ、MIMMにて撮影する。

対象物例(赤枠:対象範囲)



※ひびわれ幅を校正するための校正版についても、対象物を撮影する際と同条件にて撮影対象に校正版を貼り付けて撮影することが望ましい。校正版は縦、横、斜めの画像が必要となる。

これらを使用して、対象物を撮影する。



校正版

撮影した画像をあり補正後に合成した画像やオルソ画像にしたものを準備する。

撮影画像



合成画像

処理対象の情報、画像情報を準備して、画像と合わせて弊社に提供していただく。

処理対象の情報：処理対象物の名称、処理予定画像数
画像情報：画像の並び順、画像の長さ

■ 「MIMM-AI」 作成の流れ



2 AI解析

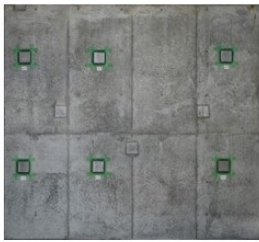
提供していただいたデータからAI抽出を行う。

処理対象の情報、画像情報

- ・ 処理対象の情報
 - 処理対象物の名称
 - 処理予定画像数
- ・ 画像情報
 - 画像の並び順
 - 画像の長さ

+

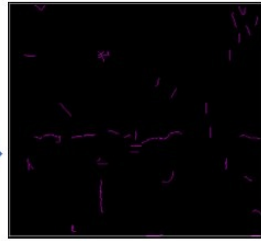
AI解析



合成画像

3 ひびわれ幅の分類

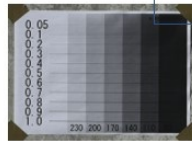
AI解析結果のひびわれ幅を校正版画像を基に分類する。



AI解析結果

+

ひびわれ幅分類



校正情報

ひびわれ幅分類結果



画像なし



画像あり

ひび割れ幅分類例

- ひび割れ (0.3mm未満)
- ひび割れ (0.3mm以上0.5mm未満)
- ひび割れ (0.5mm以上1.0mm未満)
- ひび割れ (1.0mm以上2.0mm未満)
- ひび割れ (2.0mm以上3.0mm未満)
- ひび割れ (3.0mm以上4.0mm未満)
- ひび割れ (4.0mm以上5.0mm未満)
- ひび割れ (5.0mm以上)

1. 基本事項

技術番号	BR010059-V0124			
技術名	画像診断ひびわれ抽出ソフト Kuraves-Actis			
技術バージョン	Ver4.4.46	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社保全工学研究所			
連絡先等	TEL: 03-5283-8111	E-mail: otoiawase@hozeneng.co.jp	代表取締役 天野 勲	
現有台数・基地	10	基地	東京都千代田区	
技術概要	本技術は、構造物を撮影した可視画像を接合して、コンクリート表面に発生するひびわれの幅・長さをその色調の違いから自動検出するソフトウェアである。			
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 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		-	
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	下記に推奨する一眼レフ又はミラーレス一眼デジタルカメラの仕様を示す。 ・センサーサイズ:縦15.6mm×横23.5mm(APS-C以上) ・焦点距離:16mm~800mm ・画素数:4,000画素×3,000画素以上 ・ダイナミックレンジ:8bit以上
		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 ※	有		
		性能値	-	-	
		標準試験値	標準試験方法 地上(2019) 実施年2023年 ・0.132m ² /sec	・風速: 0.0~3.4 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: 0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度0.058mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度0.08mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度0.17mm ・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	技術検証時 撮影条件 ・撮影距離: 6.0~7.5m ・1画素分解能: 0.25mm/pix ・被写体との角度: ほぼ正対 ・照度: 1,000lux以上(補助光としてフラッシュを使用) ・シャッター速度: 1/25秒 ・F値: 6.3 ・ISO値: 100 ・フォーカス: オートフォーカス-	
		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 0.02mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.05mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.04mm ・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	・被写体距離: 5~7 m ・照度: 6.45~79.4kLux	
	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 ・相対誤差: 0.09%	・真値: 5.593m ・測定値: 5.598m ・被写体距離: 6.0、7.5 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 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.006, 0.002) (m)	・真値(x, y)=(-5.414, -1.402) m ・測定値(x, y)=(-5.420, -1.400) m ・被写体距離: 6.0、7.5 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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度: 7.48~77.1kLux		

※「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撮影した画像を専用ソフトウェア「Kuraves-Actis」でレンズひずみ補正を行い、読み込む。(自動) ②撮影した画像を四点接合機能を用いて、特徴点を目視で確認し、画像処理で接合する。(手動) ③撮影時に設置した既知点や対象物の寸法を基準に縮尺を設定し、あおり補正等を行い、画像を正対画像として処理する。(自動) ④任意の範囲を指定し、その範囲内のひびわれの長さや幅を自動抽出する(変状検出アルゴリズム参照)(自動) ⑤抽出したひびわれは5~15pix単位で線画として表示する。(自動) ⑥抽出したひびわれを目視で確認し、誤抽出の削除、隣接ひびわれの接合を行う。(手動) ⑦ひびわれ以外の変状は、目視にて撮影画像を確認しながらマーキングする。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・「Kuraves-Actis(クラベス-アクティス) Ver4.4.46」(自社開発ソフト)		
	検出可能な変状	・床版ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/変色・劣化/欠損		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	<ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれと健全部とのグレースケールの色調の違いから1画素ごとにひびわれの有無を検知する。 ・撮影条件・仕様等 <ol style="list-style-type: none"> 1) カメラ:デジタル一眼レフ 2) ラップ率:30%以上 3) ISO感度:ISO200以下(可能な限り小さく) 4)撮影角度:仰角45°・水平角30°以下 5) 画質:最高(ファイン) 6) 画質フォーマット:jpeg/tiff/bmp 7) 注意事項:撮影箇所の表面が濡れていないこと。 デジタルズーム機能は使用しないこと。 手振れ補正機能(ソフトウェア)は使用しないこと。 	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	<ul style="list-style-type: none"> ・接合画像に存在する既知点(構造物の寸法など)から縮尺を設定する。 ・ひびわれ幅は、1画素のグレースケールの色調の違い(256階調)・画像の縮尺から決定する。 ・ひびわれ長さは、ひびわれ画素が5~15pix以上連続する場合に、ひびわれとして線画を表示し、画像の縮尺から長さを決定する。 	
		ひび割れ以外	・人が可視画像から変状(遊離石灰・漏水・鉄筋露出など)を目視判読し、画像上にトレースする。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-	
		変状の描画方法	<ul style="list-style-type: none"> ・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/tiff/bmp	
		ファイル容量	・制限なし	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		<ul style="list-style-type: none"> ・検出したいひびわれ幅の5倍以上の画像分解能が必要 ひびわれ幅0.1mmを検出・幅計測するためには、0.5mm/pixel以下の画像分解能が必要 ひびわれ幅0.2mmを検出・幅計測するためには、1.0mm/pixel以下の画像分解能が必要 		
その他留意事項		<ul style="list-style-type: none"> ・対象面が濡れている場合は検出不可 ・画面全体が暗い、手ブレしている、ピントが合っていないなどの場合は抽出精度が低下する。 		
出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 ・JPEG/DXF等、出力可能なファイル形式を記載する。 【専用ファイル形式の場合】 ・使用ソフトウェア独自のファイル形式を使用する場合に、ビューワの有無を含めて記載する。 ・画像データ: bmp/jpg/tiff ・CADデータ: dxf ・ひびわれ長さ・幅データ: 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変状検出結果をDXF・CSV形式などで出力する。 ③任意のCADソフト、表計算ソフト等で、出力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」「取り扱い可能な画像データ」を参照			
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	・現地での撮影: デジタルカメラ ・点検調書データのダウンロード: OS Windows8.1以降、ブラウザ Chrome ・「Kuraves-Actis(クラベス-アクティス) Ver4.4.46」(自社開発ソフト)			

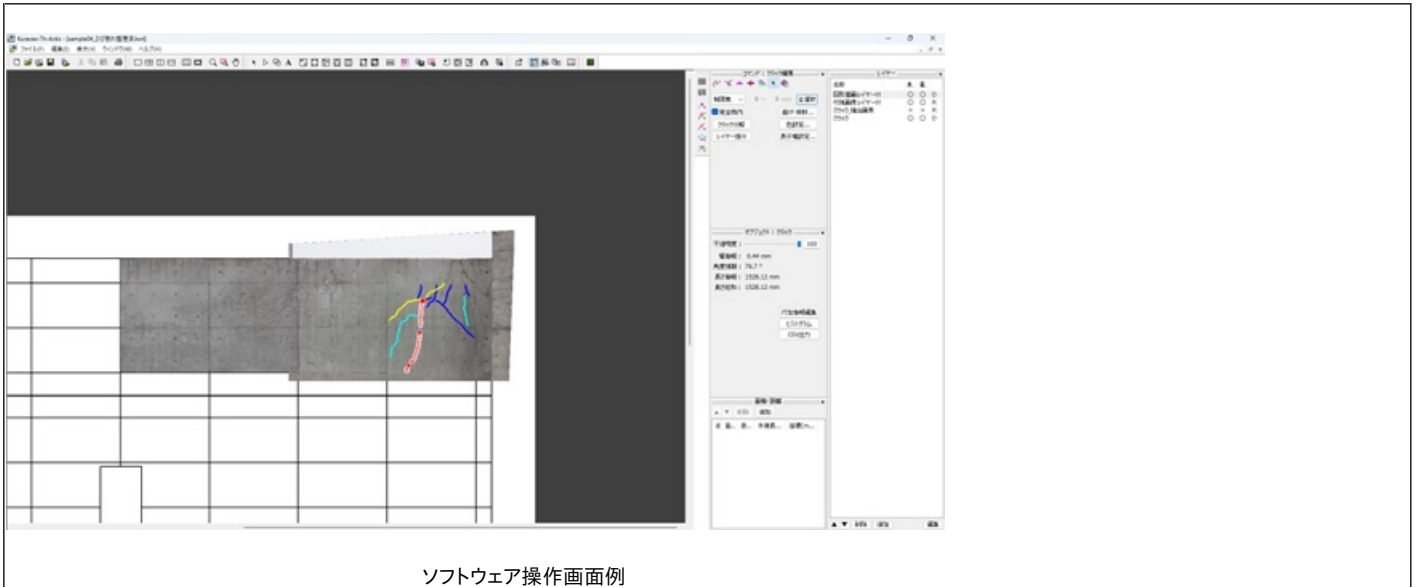
6. 留意事項(その1)

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	-	-
	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	・一眼カメラでの撮影に、ある程度の知識が必要。 ・初回サポート時に、操作説明を行っている。 ・解析はマニュアルに従い操作すると可能。 ・初回サポート時に操作説明を標準で行っている。
	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	現場またはオフィス	-
	点検費用	<p>【橋梁条件】 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 [上部構造:主桁、/床版/横桁/縦桁/アーチ/ラーメン/斜張橋(コンクリートの損傷) 下部構造:橋脚/橋台(コンクリートの損傷)、袖擁壁 溝橋:頂版/側壁/底版/隔壁/その他/翼壁 H形鋼桁橋:上部構造:床版、PC床版橋:上部構造:主桁] 活用範囲 [制限なし] 検出項目 [コンクリート部のひびわれ/床版ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/変色・劣化/欠損/] <費用> 【業務委託の場合】 最小ひびわれ幅0.2mmの場合 ・調査費用(外業:画像撮影):400㎡当たり、約60,000円 ・解析費用(机上:画像接合、自動検出、損傷図作成、報告書作成):400㎡当たり約100,000円 (ただし、消費税、一般管理費、間接工事費、旅費交通費、諸経費は含まないものとする。) 【ソフトウェア販売】 ・提供金額:1,320,000円(税込) 買い切りであり、保守費用は不要</p>	-
	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	・業務委託またはソフトウェア販売	・ソフトウェア販売費用としては提供金額:1,320,000円(税込) 買い切りであり、保守費用は不要
不具合時のサポート体制の有無及び条件	有り	・ソフトウェア利用に関する問い合わせは当社にて対応致します。	
センシングデバイスの点検	-	-	
その他	-	-	

7. 図面



ソフトウェア操作画面例

1. 基本事項

技術番号	BR010060-V0124			
技術名	ドローンを活用した橋梁点検技術(ELIOS3)			
技術バージョン	Ver.1.0	作成:	2024年3月	
開発者	ブルーイノベーション株式会社			
連絡先等	TEL: 03-6801-8781	E-mail: inspection@blue-i.co.jp	ソリューション営業1部	
現有台数・基地	20台	基地	東京都文京区本郷	
技術概要	本技術は、ドローンに搭載し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。 カメラは上下180°チルト可能なため、正面、真上、真下の撮影が可能である。 独自のSLAMエンジンにより、桁下等のGPSが入らない環境でも安定飛行が可能である。			
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)		
	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	
		共通	⑩補修・補強材の損傷 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		<ul style="list-style-type: none"> ・移動装置:ドローン ・計測装置:カメラ(ドローンに装備)、専用コントローラ、専用タブレット ・記録装置:SDD(ドローンに装備)、PC 	
移動装置	機体名称	・ELIOS 3	
	移動原理	【飛行型】 ・独自のSLAMエンジンにより、自己位置を認識して飛行する。	
	運動制御機構	通信	・無線通信 周波数:2.4GHz、出力:≤20dBm
		測位	・IMU、磁力計、気圧計、LiDAR、コンピュータービジョンカメラ×3、ToF距離センサー
		自律機能	・自律機能有、SLAMによる安定化アルゴリズムによって、ドローンに対する小さな動きを捉え、それを補正するようにフライトコントローラーに指示する。
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> ・一体構造(移動装置+計測装置) ・最大外形寸法(L480mm×W480mm×H380mm) ・最大重量(2350kg) 	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・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:22.8V、4350mAh 	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・12.5分 ・9分(LiDAR搭載時) 		
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	・FlyaCam
		パン・チルト機構	・センサーサイズ(1/2.3" CMOS)、ピクセル数(縦3000pixel×横4000pixel)、焦点距離(3mm)
		角度記録・制御機構 機能	・ジンバルにて垂直方向の制御可能
		測位機構	・IMU、磁力計、気圧計、LiDAR、コンピュータービジョンカメラ×3、ToF距離センサー
	耐久性	・IP44	
	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)	・移動装置の連続稼働時間と同じ		
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	・移動装置内SSD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	未検証	<ul style="list-style-type: none"> ・構造物に触れた状態でも安定したホバリング ・計測器が大雨に晒されないこと ・風速7m/s未満の自然風であること
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2023年 ・変化量: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:5cm(10cm) 鉛直方向 最大移動量:3cm(3cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:23cm(31cm) 鉛直方向 最大移動量:5cm(2cm) ・風速:8.0m/s 対象外	<ul style="list-style-type: none"> ・風速:6.6m/s(自然風)
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	空間:幅500mm、高さ400mm	<ul style="list-style-type: none"> ・計測器が大雨に晒されないこと ・風速7m/s未満の自然風であること
	標準試験値	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 ・空間:8.8m×2.8m×3.7m	<ul style="list-style-type: none"> ・風速:7.0m/s(自然風)
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	【飛行型・接触型】 ・200m	<ul style="list-style-type: none"> ・機体と送信機の間には遮蔽物がなく電波干渉が全くない場合
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年2023年 ・35m	<ul style="list-style-type: none"> ・風速:7.0m/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	
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 地上(2019) 実施年 2023年 ・0.021m ² /sec	・風速: 0.0~4.9 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:- ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.17mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.51mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.41mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 - ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.76mm	・被写体距離:0.3 m ・照度: 0.87~2.53kLux	
	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 ・相対誤差:0.39%	・真値:3.891m ・測定値:3.876m ・被写体距離:1.5 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 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.031, 0.037) (m)	・真値(x, y)=(-3.601, -1.474)m ・測定値(x, y)=(-3.570, -1.511)m ・被写体距離:1.5 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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:0.87~2.53kLux		

※「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		ドローンで撮影し、得られた画像データから変状を検出する手順は下記の通り。 ①撮影した画像をつなぎ合わせる。 ②ひびわれの自動検出ソフト「ひびみっけ」で抽出を行う。		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・富士フィルム株式会社「社会インフラ画像診断サービス ひびみっけ」		
	検出可能な変状	・ひびわれ0.1mm以上、鋼材の腐食、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	ひび割れ	・「ひびみっけ」は撮影した画像から近接目視点検の代替として画像診断を行うソフトウェアである。 ①ELIOS3で撮影した画像を「ひびみっけ」に取り込む ②画像をつなぎ合わせる ③自動でひびを抽出する	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	・「ひびみっけ」により幅および長さを抽出し作成。	
		ひび割れ以外	・スティッチ画像で確認できる損傷を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)	・ひびわれの検出:再現率	
		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、DXF、DWG、TIFF、PNG
	ファイル容量		・40MB程度／画像	
	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0.35mm/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	・JPEG、DXF、DWG、TIFF、PNG			
調書作成支援の手順		・調書作成支援機能は該当なし。		
調書作成支援の適用条件		・調書作成支援機能は該当なし。		
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。		

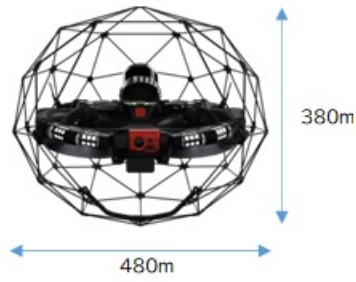
6. 留意事項(その1)

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	・桁下高さ1m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	-	-
	無線等使用における混線等対策	・空いている帯域を変動させながら使用している	-
	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	-	-

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	・当社規定の講習を受講した人のみが操縦可能
	必要構成人員数	・現場責任者1人、捜査員1人、補助者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	・当社規定の講習を受講した人のみが操縦可能	-
	作業ヤード・操作場所	・推奨作業ヤード範囲: 4m2 ・操作場所: アンテナ延長モジュールより20m以	-
	点検費用	【橋梁条件】 直轄国道 橋梁定期点検要領 橋種 [コンクリート/鋼橋] 橋長 80m 幅員 20m 部位・橋脚、桁下 活用範囲 [1400㎡] 検出項目 [静止画、動画] 〈費用目安〉合計 800,000円~/1日	・撮影箇所、橋長等、現場状況に応じて都度お見積り ・交通費、諸経費等は別途 ・データの納品手法 (3次元化、オルソモザイク作成) は別途お見積り ・希望により、損傷画像に使用出来る画像の抽出、変状部のハイライト表示、変状数量算出等を出力することも可能。
	保険の有無、保障範囲、費用	・対人・対物保険に加入、機体故障時の動産保険にも加入可能	-
	自動制御の有無	・LiDAR、コンピュータービジョンによる制御	-
	利用形態:リース等の入手性	・購入品のみまたは、当社が点検を実施	-
	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	・飛行前のLiDARやコンピュータービジョンカメラの粉塵や汚れを除去	-
その他	・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



カメラ・照明



- ・カメラは上下に180°チルト可能
- ・最大16,000ルーメンのLEDライト搭載で真っ暗な空間も、補助照明なく撮影可能
- ・LEDライトは照度の調節や左右正面の切り替えが可能
- ・防塵仕様により、粉塵環境下でも鮮明な映像取得が可能

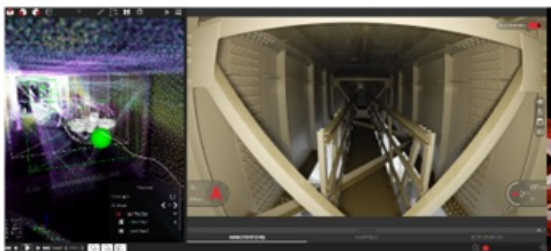
撮影データ・3Dレポート



天井部

カメラを下に向けた状態

衝突体制があるため、トラス間や狭隘部へ侵入しての撮影が可能



ELIOS3専用ソフトによる、3Dデータと映像によるデータの一元管理や不具合箇所的位置特定、2D計測、レポート作成等が可能

紹介動画URL

https://youtu.be/v74F_IetJpQ

1. 基本事項

技術番号	BR010061-V0124			
技術名	画像認識AIの損傷検出(剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰)による点検支援技術_BMStar AI			
技術バージョン	-	作成:	2024年3月	
開発者	鹿島建設株式会社			
連絡先等	TEL: 080-9209-0428	E-mail: ma-riko@kajima.com	土木管理本部土木技術部 池田真理子	
現有台数・基地	-	基地	東京都港区元赤坂1-3-8	
技術概要	画像データをAIにより解析することで、画像上にある損傷(剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰)の範囲検出とその区分(c, d, e)評価を行い、対象範囲のPixel数又は面積割合を返すAI画像診断システムである。			
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,基礎)		
	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	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(静止画)			

2. 基本諸元

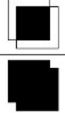
計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> 画像撮影: デジタルカメラ 画像診断ソフト: WEBアプリ 	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	-	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	-	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-	
	センシングデバイス	カメラ	一般的なデジタルカメラであれば利用可能である。ただし、画像の解像度について概ね512px×512px以上が望ましい。
		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	クラウドシステムのため、画像データはクラウドにアップロードされ、解析結果もクラウド上に保存。	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> プロトコル SSL/TLS 認証方式 メールアドレス/パスワードフレーズによる 	
	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	【範囲検出の精度】 ・剥離・鉄筋露出 IoU:42.9% Recall(再現率):68.9% Precision(適合率):56.3% ・漏水・遊離石灰 IoU:38.5% Recall(再現率):67.4% Precision(適合率):50.0% 【区分評価の精度】 (範囲検出精度が100%の時の分類精度) ・剥離・鉄筋露出 Recall(再現率):c88.0% d82.0% e53.0% Precision(適合率):c72.0% d84.0% e75.0% ・漏水・遊離石灰 Recall(再現率):c83.0% d91.0% e41.0% Precision(適合率):c80.0% d89.0% e63.0% $IoU(\text{Intersection over Union}) = \frac{\text{Area of Intersection}}{\text{Area of Union}}$ 	・本件技術開発で機械学習を行った6,171枚の画像データ(うち「剥離・鉄筋露出」1,886枚、「漏水・遊離石灰」4,366枚、合計が6,171にならないのは1つの画像に複数の損傷がある場合があるため)とTrain7割、Validation2割、Test1割に分割して精度検証を行いTeatデータに対する数値を左に示す。 Train:AIが学習するデータ Valid:AIの学習カーブを検証するデータ (過学習などを監視し適切な学習Epochを見出すため) Test:AIの学習に用いない性能評価のためのデータ 【精度指標について】 IoU:物体検出の評価指標 ・画像の重なりを割合を表す指標であり1(=100%)に近づくほど正解ラベルとAIの予測が同じとなる Recall(再現率)=正しく検出した損傷のpixel数/真の損傷のpixel数 Precision(適合率)=正しく検出した損傷のpixel数/検出した損傷のpixel数		
		標準試験値	標準試験方法 剥離・鉄筋露出(2023) 実施年 2023年 ・剥離・鉄筋露出 相対差:37.5%	・サンプル数:4 ・平均面積(86.75cm ²)		
		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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:9.18~22.0kLux			

※「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アプリを利用する場合: ①Webブラウザにより、サイトURLにアクセスログインする。 ②診断対象画像の「部材」、「材質」、「劣化機構」、「被写体との距離」をプルダウンメニューから指定し、画像をアップロードする。 ③アップロードされた画像から、「剥離・鉄筋露出」、及び、「漏水・遊離石灰」の損傷部位が、AIの自動検出機能により検出される(位置、形状、pixel数)を検出する。 ④検出した損傷は、損傷度合に応じて、c、d、eに区分されて対象画像の上の色塗り表示される(位置、形状、画像に占める面積割合)。</p>
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p> <p>・AIによる画像上の損傷検出による点検支援技術</p>
	<p>検出可能な変状</p> <p>・コンクリートの剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰(位置、形状、Pixel数、面積比)</p>
	<p>ひび割れ</p> <p>-</p>
	<p>ひび割れ幅および長さの計測方法</p> <p>-</p>
	<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p> <p>ひび割れ以外</p> <p>・剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の損傷範囲をAI(ディープラーニング)によって自動検出 ・AI教師データは、劣化機構が中性化、及び、塩害による橋梁の損傷部分のカメラ撮影画像(6,171枚)を用いている。当該画像は、過去の橋梁健全度点検時のデータ、及び、本件技術開発のために特に開発チームで撮影した画像データである。 ・これら学習用画像データに対し、技術者が損傷範囲と損傷程度別に、画像の上にな塗りしたアノテーションを施し、AIに学習させている。 ・撮影条件・仕様等については以下の通り。 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、スマートフォン搭載カメラ等、一般的なデジタルカメラ 2) 画質フォーマット:JPEG、JPG、PNG 3) 画像解像度:概ね512px×512px以上が望ましい 4) 注意事項:できるだけ損傷部位に対して正対し、遠距離からではない画像が望ましい。</p>
	<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p> <p>・剥離・鉄筋露出の検出結果を、あらかじめ技術者が作成した検証データ(AIの学習に使用しない188枚のTest画像データ)との一致度について、計算した検出精度は、IoUが42.9%、Recall(再現率)が68.9%、Precision(適合率)が56.3%であった。 ・漏水・遊離石灰の検出結果を、あらかじめ技術者が作成した検証データ(AIの学習に使用しない436枚のTestデータ)との一致度について、計算した検出精度は、IoUが38.5%、Recall(再現率)が67.4%、Precision(適合率)が50.0%であった。</p>
	<p>変状の描画方法</p> <p>・漏水遊離石灰:指定色による画像上範囲塗りつぶし、ポリゴン ・剥離鉄筋露出:指定色による画像上範囲塗りつぶし、ポリゴン</p>
	<p>ファイル形式</p> <p>・JPG, JPEG, PNG</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>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>画素分解能</p> <p>・対象画像は、Pixelサイズで言えば512px×512px以上が望ましい。 ・遠距離からの撮影画像に対する損傷の検出・評価の精度は低下する。</p> <p>その他留意事項</p> <p>・画像は日中に対象に対して正面より撮影したものを有効とし、夜間撮影したものや斜めから撮影したものは、損傷の検出・評価の精度が低下する。 ・雨天の画像の場合、雨による濡れを漏水と判断する場合がある。</p>
<p>出力ファイル形式</p> <p>・検出結果重畳画像:PNG</p>	
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>・点検時撮影した写真に対して、本技術を用いて損傷範囲・区分の検出を行い、当該写真を点検調書の所定の項目に張り付けるとともに、診断結果をもとに損傷の種類、範囲、区分を記録する。</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) 被写体に対して正対して撮影 2) 画像の解像度について概ね512px×512px以上が望ましい。 ・クラウドシステムのため、現地で診断を実行する場合はインターネット環境が整っている必要がある。</p>
<p>調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名</p>	<p>-</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	-	-
	必要構成人員数	-	-
	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	・作業ヤードは特に必要なし。PCに画像データを取り込みシステムを起動するのみのため、操作場所の限定も不要である	-
	点検費用	・システム利用料: ①登録料 1アカウント20万円 ②診断料 画像1枚当たり200円	-
	保険の有無、保障範囲、費用	・保険には加入していない。 ・診断結果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	・ライセンス契約することで、システム利用が可能となる。 ・ライセンス契約窓口:一般財団法人大阪地域計画研究所	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	システムのQ&A窓口あり	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面

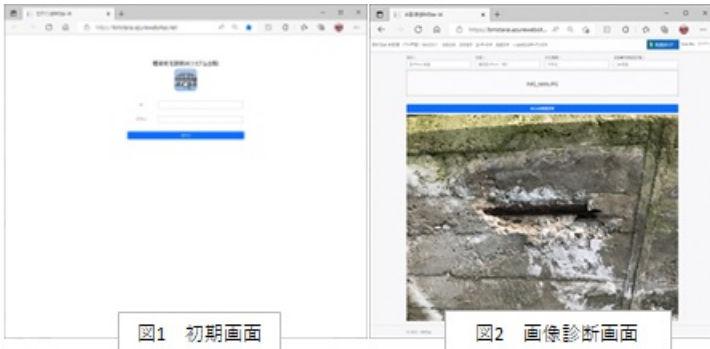


図1 初期画面

図2 画像診断画面



図3 診断結果画面

図4 診断履歴画面

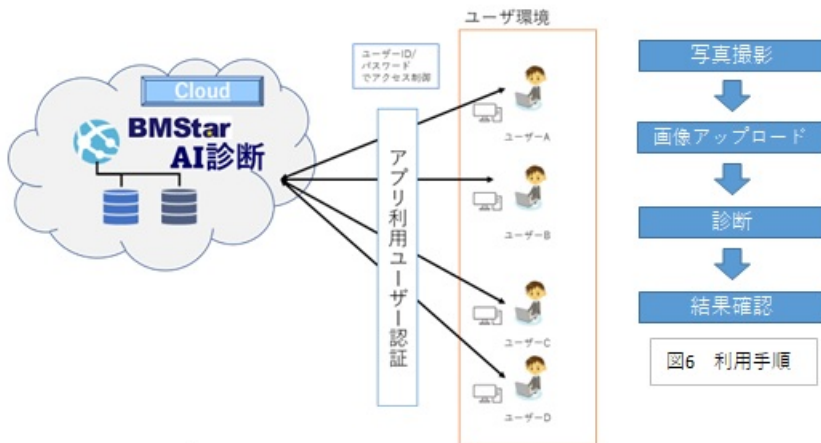


図5 サービス提供イメージ

図6 利用手順

1. 基本事項

技術番号	BR010062-V0124			
技術名	計測可能な写真生成技術「現場写真DE測れるん」			
技術バージョン	Version 1	作成:	2024年3月	
開発者	ダットジャパン株式会社			
連絡先等	TEL: 011-207-6211	E-mail: koyama@datt.co.jp	研究開発室・小山一人	
現有台数・基地	受注生産	基地	北海道札幌市	
技術概要	本技術は、デジタルカメラ等によって、検査対象部位と一緒に計測用ボードを撮影し、撮影写真上で長さを割り出し可能とするものである。構造物の点検目的で撮影した写真上で、損傷の長さや面積を現地にて確認可能とし、点検業務を支援する技術である。			
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,床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼	-	
		コンクリート	-	
		その他	-	
共通	-			
検出原理	画像(静止画)			

2. 基本諸元

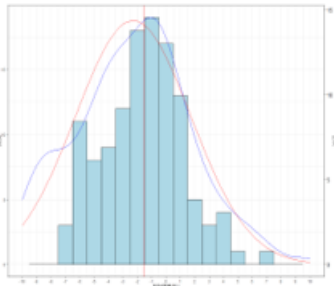
計測機器の構成		<p>下記の計測装置とソフトウェアから構成される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・距離基準器: 格子パターンを独自に配置した計測用ボード ・撮影計測装置: 市販のデジタルカメラ等 ・データ収集・通信: SDカード等の媒体かケーブル接続、またはLTE通信網での伝送など、市販のスマートフォンの画像伝送方式による。 ・データ解析: 計測用ボードを写しこんだ写真から距離を割り出す計測ソフトウェア(「現場写真DE測れるん」) 		
移動装置	機体名称	-		
	移動原理	-		
	運動制御機構	通信	-	
		測位	-	
		自律機能	-	
		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	<p>・計測用ボードを、距離・面積計測が必要な平面上に配置する。</p> <p>・計測用ボードの設置は、写真撮影の期間の一時的なものであり、養生テープ等で固定する方法で十分である。</p> <p>・点検すべき箇所が直接手の届かない場合であっても、その点検箇所が、手の届く箇所から連続的に広がっている平面上にあるのであれば、アクセス可能な同一平面上に計測用ボードを設置すればよい。</p> <p>・撮影条件は以下のとおりである。</p> <p>気象条件: 計測用ボードに水滴等が付着しないこと</p> <p>計測用ボードの数: 1~2枚</p>		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	計測用ボード: 幅428mm×高さ404mm×厚さ5mm		
	センシングデバイス	カメラ	<p>・下記仕様を満たすミラーレス一眼カメラ、または、スマートフォン。</p> <p>焦点距離(35mm換算): 22mm~28mm</p> <p>ピクセル数: 1,200万画素以上のもの</p> <p>撮影画像のドットピッチ(mm/pixel): 1.00mm/pixel以上となるように撮影のこと</p>	
		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 ※	無		
		性能値	未検証	-	
		標準試験値	-		
	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:-7%~7% 	147件のデータの計測誤差の分布を検証した。計測誤差は以下のように計算される。 $\text{計測誤差 (\%)} = (\text{計測値} - \text{真値}) / \text{真値}$
			標準試験値	標準試験方法 位置(距離:長さ)精度(2019) 実施年 2023年 ・相対誤差: 0.1%~3.0%	・サンプル数:6 ・真値: 3.891、1.596、4.539、0.779、0.576、1.227m ・照度: 1.25~5.47 kLux ・撮影距離: 1.75m
		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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・ストロボ使用時、未使用時 ・照度: 1.25~5.47 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	<p>・計測用ボードとともに検査対象部材をデジタルカメラで撮影し、対象部材の実寸値を求め、変状検出サービス(富士フイルム社のひびみっけ等)にその実寸値と撮影画像を入力として渡して、損傷の検出と、損傷の長さ、幅、面積等を求めるための基準長を与える。</p> <p>・検査対象部材の実寸距離算出の手順は以下のようになる。 計測用ボードを、距離計測が必要な平面上に配置する。(手動) 計測用ボードとともに、計測箇所をデジタルカメラ等で撮影する。(手動) 撮影データを記憶媒体または通信経路にて計測ソフトウェアが稼働するPCに転送する。(自動) 計測ソフトウェアで撮影画像を読み込み、計測したい箇所を指定する。指定2点間の実寸距離が算出される。(自動)</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・「現場写真DE測れるん」	
	検出可能な変状	-	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	-
		ひび割れ幅および長さの計測方法	-
		ひび割れ以外	-
		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	・JPEG
		ファイル容量	・デジタルカメラで撮影された写真ファイル容量
		カラー／白黒画像	カラー 白黒画像
画素分解能		・計測誤差を相対誤差±3%以内にするには1mm/Pixel以下であることが必要	
その他留意事項		・撮影に用いる、デジタルカメラ・スマートフォンは以下の性能を有するものを用いる 画素数が1,200万画素以上のもの レンズの焦点距離が35mm換算で22mm～28mm程度のもの。極端に焦点距離が短いレンズは、レンズ周辺の歪みが大きくなるため使用は避ける	
出力ファイル形式	画像:JPEG、 SVG カメラパラメータ:JSON		
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	・計測基準となるL字ボードには、水滴・雪氷など計測の妨げとなる付着物がないこと。	-

6. 留意事項(その2)

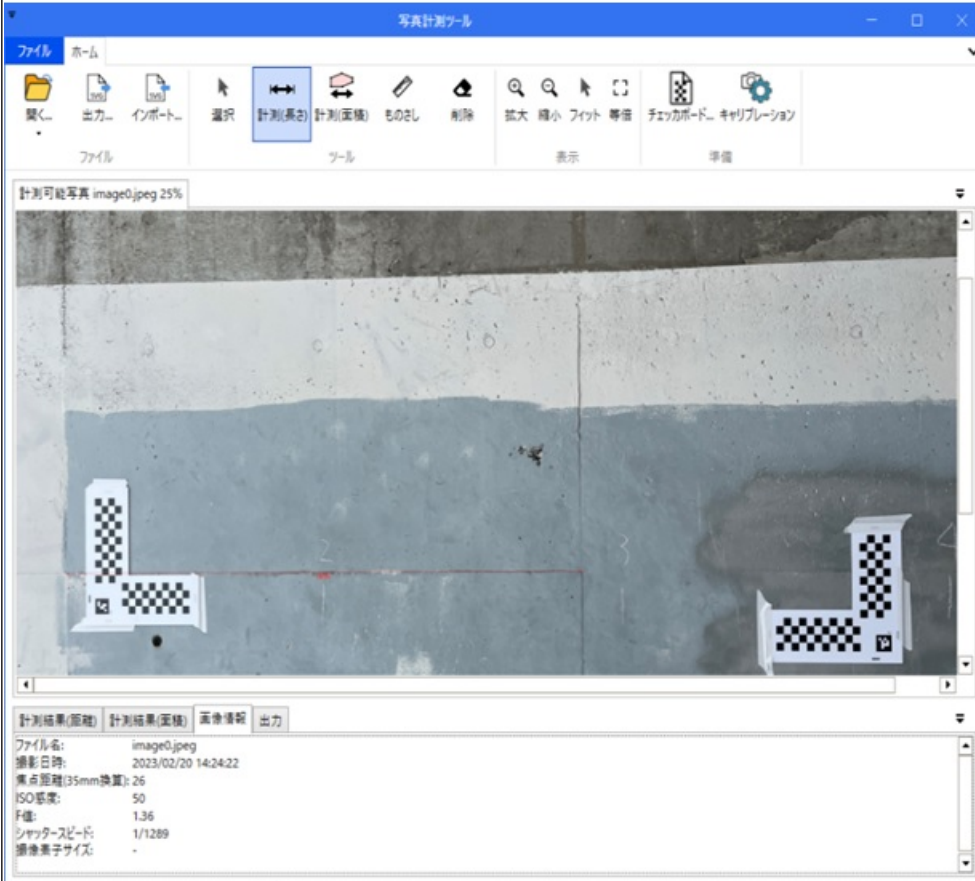
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・特に必要なし	・一般的なデジタル写真の撮影技術があればそれ以外の技量は問わない。
	必要構成人員数	・現場撮影者1人、補助員1人 合計2名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	・現場や事務所	-
	点検費用	・計測可能な写真生成技術「現場写真DE測れるん」の利用料は、計測ボード2枚1組と計測ソフトウェアで月額3万円	・撮影:使用する撮影機材に準ずる
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	・リース	・計測ボードと計測ソフトウェアの提供
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・有り	・自社製品サポート窓口にて、電話・メールで対応
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

7. 図面

データ処理ソフトウェアと計測用ボード

下記のデータ処理ソフトウェアにより距離を割り出すが、処理プロセス全体は以下の手順となる。

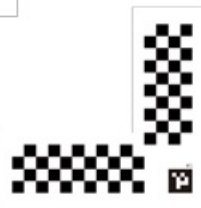
- ・撮影データを記憶媒体または通信経路にて計測ソフトウェアが稼働するPCに転送する。
- ・計測ソフトウェアから、「開く...」ボタンで撮影画像を開いて表示する。
- ・「計測(長さ)」ボタンを押して計測ツールを選択後、計測したい画面上の2点をクリックして指定する。
- ・すべての計測が完了した後、「出力...」ボタンを押して、計測結果を出力する。



データ処理ソフトウェア
撮影写真を取り込み、下記の計測用ボードを認識し、
距離計測可能とする。



計測用ボード



計測用ボード
24mm角の格子が2群に分かれ、L字状に配置されている。
アルミ複合版にマット印刷したボードである。

1. 基本事項

技術番号	BR010063-V0024			
技術名	コンクリートひびわれ計測支援システム「ICRS」			
技術バージョン	-	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社市川工務店 岐阜県産業技術総合センター 株式会社ライトスピードソリューションズ			
連絡先等	TEL: 058-251-6105	E-mail: nobuo_harata@ic-group.co.jp	株式会社市川工務店 原田 宣男	
現有台数・基地	1台	基地	岐阜県岐阜市鹿島町6-27	
技術概要	<p>当該技術は、コンクリート橋梁を対象に、撮影画像からひびわれなどの損傷を計測し記録するシステムである。高解像度カメラと複数のレーザーポインターを組み合わせた撮影装置により、カメラ単体での撮影と比較し、橋梁壁面の画像を簡易かつ効率的に収集するものであり、独自の解析システム(本システムの核となるWEBアプリケーション)を用いることで、収集した画像から統合画像を作成することができる。</p> <p>得られた統合画像からひびわれを抽出、計測できるとともに、剥離・鉄筋露出・漏水などの現地状況を統合画像に記録することでデジタルデータとしてクラウド上に保存することができる。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版) 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・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		<ul style="list-style-type: none"> ・レーザーポインター付き装置(撮影装置) ・カメラ ・三脚 ・モバイルバッテリー ・台車(床版を撮影する場合) 	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	【人力】 ・床版を撮影する場合、撮影装置を撮影面に対し正対させた状態で台車に設置し、人力で床版に対し水平に移動しながら対象領域を網羅する様撮影を行う	
	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	人力	
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装置を設置する。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	撮影装置:370×530×90(mm) ※測量三脚を除く 高解像度カメラ:132.5×94.0×145.0(mm) (レンズ先端からファインダーまで)	
	センシングデバイス	カメラ	名称:SONY RX10IV(DSC-RX10M4) センサーサイズ:1.0型(13.2mm x 8.8mm) Exmor RS CMOSセンサー 焦点距離:f=8.8-220mm
		パン・チルト機構	使用する三脚のパン・チルト可動範囲 ・水平0°~360° ・鉛直-45°~90°
		角度記録・制御機構機能	計測、撮影者が調整ねじを利用して直接制御を行う
		測位機構	キャリブレーションボードによる距離・角度補正
	耐久性	撮影装置、カメラ ・数分程度の小雨	
	動力	撮影装置(レーザーポインター) ・電源供給源:モバイルバッテリー	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	撮影装置 ・連続稼働時間8時間(モバイルバッテリーにより延長可能) カメラ ・連続稼働時間8時間(モバイルバッテリーにより延長可能)		
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	・データはカメラに挿入されているWi-Fi機能付きSDカードに保存される	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	・無線LAN規格 IEEE802.11 b/g/n (Wi-Fi機能付きSDカードを使用し、iPadに保存する場合)	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	-	
	動力	iPad内蔵バッテリー	
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	iPad,カメラの使用時間と同じ。 ※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	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 計測速度(撮影速度) 地上(2019) 実施年 2023年 0.034 m ³ /s	・風速:0.0~8.8m/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: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: 0.08mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度: 0.1mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度: 0.12mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度: 0.24mm	・被写体距離:5m ・照度:11.5~59.8kLux	
	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 ・相対誤差:0.25%	・真値: 4.769m ・測定値: 4.757m ・被写体距離:5m
		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:2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(-0.007,-0.019)(m)	・真値(x,y)=(-4.568,-1.370)(m) ・測定値(x,y)=(-4.561,-1.351)(m) ・被写体距離:5m ・撮影角度:対象面から30°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 2023年 フルカラーチャート識別可能	・照度:17.0~50.0 kLux ・カメラのシャッター速度を変更することで、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		①撮影装置で撮影した写真を解析システムに取り込む(手動) ②大域画像を1枚の大域統合画像に合成する(自動) ③局所画像をひびわれ毎に1枚の局所統合画像に合成する(自動) ④局所統合画像からひびわれ位置を選択し、ひびわれを抽出する(半手動) ⑤抽出を終えた局所統合画像のひびわれデータを大域統合画像に重ね合わせる(自動) ⑥ひびわれ以外の変状を大域統合画像に描きこむ(手動) ⑦提出様式に合わせて調書を作成する(pdf,excelファイル)	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	解析システム(自社開発WEBアプリケーション)	
	検出可能な変状	自動抽出:ひびわれ(形状・幅・長さ) 手動抽出:現場もしくは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	ひび割れ	ひびわれ抽出処理では、統合処理で生成した局所統合画像から以下の処理手順でひびわれを検出する。 1.ヘッせ行列を用いた多重スケール線強調処理と確率的弛緩法を用いて、ひびわれである確率の高い部分を抽出。 2.Hilditchの細線化処理により抽出したひびわれを線分に変換。 3.線分同士の連結箇所で線分を分割。 4.分割された線分の長さや方向の情報から、線分の除去や連結を繰り返し行うことで、ひびわれ以外のノイズを除去。 5.解析システムのエディタ機能を用いることで、手動でのひびわれの追加やノイズの除去も可能。
		ひび割れ幅および長さの計測方法	・ひびわれ幅の計測では、ひびわれ抽出の際の多重スケール線強調処理で行った、標準偏差の異なる複数のガウシアン関数の2階微分との畳み込みの結果を利用して幅を推定する。ガウシアン関数の標準偏差を変えることで、畳み込んだ際に強調される線幅のスケールも変化するため、強調度が最大となったスケールを記録しておくことで、最終的に確定したひびわれ位置と合わせて幅を決定する。ただし、標準偏差の値や畳み込んだ回数によって判別できる幅のスケールが異なるため、本手法では具体的なひびわれ幅の数値を算出するのではなく、0.3mmから0.6mmなどと幅の大きさを区分で推定する。 ・ひびわれ幅の長さの計測については、抽出したひびわれを直線近似した線分ごとに長さを足し合わせることで算出する。
		ひび割れ以外	・ひびわれ以外の損傷については、点検資格保持者が目視にて現場もしくは画像から確認を行い、解析システム上で記入を行う。
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	<検証方法> ・従来手法(人力によるクラックスケールでの計測)での実測値と解析結果(ひびわれ区分)を比較し、システム解析精度の検証を実施した。 検証結果:ひびわれ判定精度=一致した箇所数/検証箇所数=234/265=88%
		変状の描画方法	・解析システム上で、ひびわれ以外の変状がある部分にマーク、文字を書き込むことが可能。書き込んだ結果を画像として出力することが可能。
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG,PNG
		ファイル容量	指定無し
		カラー/白黒画像	カラー
画素分解能		1pixel当たり0.2mm	
その他留意事項		・ひびわれにチョーク、汚れが重なっている場合は検出が困難 ・対象面が平面でない場合抽出不可(トンネル内部、桁等による段差がある場合等)	
出力ファイル形式	画像ファイル:JPEG,PNG 調書データ:PDF,xlsx 図面データ:DXF		
調書作成支援の手順	①元となる調書(excel形式)を解析システムにインポート ②項目の設定を行う ③橋梁の点検結果に合わせて入力 ④写真の貼り付けを行う ⑤出力		
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 ・撮影した画像を解析システムに取り込むこと ・被写体に対して正対して撮影 ・画像の解像度は0.2mm/pix以下となるように撮影 ・画像は現場もしくは事務所に持ち帰りクラウド上の解析システムにアップロードする		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名	・iPadもしくはPC ・解析システム(自社開発WEBアプリケーション) (解析システム操作端末推奨動作環境 Google Chrome、Microsoft Edge(Chromium版)、Mozilla-Firefox)		

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	幅員間の距離が3m以上ある事	-
	桁下条件	点検員が桁下に侵入することができ、撮影装置を設置することが可能な高さがあること(2m程度) 装置が設置、移動できるような地面の状態であること(水辺、安定しない足場)	-
	周辺条件	損傷が直接目視可能であること	-
	安全面への配慮	レーザーポインターを車両、人等に向けない	-
	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	・SONY RX10IVを使用した場合、最大18m離れた所から点検可能 ・雨、雪が直接当たる場所からは使用不可 ・調査面が平面であること(R形状は不可)	-

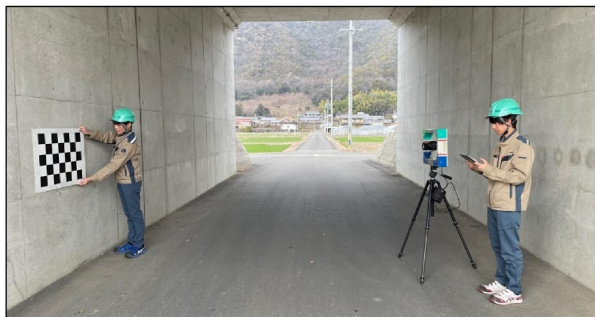
6. 留意事項(その2)

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	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	最小作業員は2名(撮影装置オペレーター1名、タブレット端末オペレーター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	三脚設置箇所(1㎡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	<施工想定> ・Co橋 ・橋梁面積: 横長4m×高さ3m×延長30mの側面2面+床版1面の300㎡ <調査経費> ・外業: 外業直接人件費 69,600円 ・内業: 内業直接人件費 10,150円 <機械経費> ・装置、システム費用: 75,000円	・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。
	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	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

標準手順

Step 1 カメラのキャリブレーション



・レーザーポインタを付帯した撮影装置でキャリブレーションを行うことにより撮影画像に距離情報を付与します。

Step 2 大域画像の撮影・統合



・撮影装置を用いて全体画像(大域画像)を撮影し、大域統合画像を作成します。

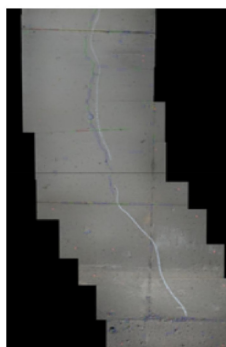


Step 3 損傷の入力・ひびわれ個所の指定



・タブレットを用いて剥離・漏水・鉄筋露出・遊離石灰、修復箇所等の調査結果を大域合成画像上に入力します。
 ・ひびわれが存在する箇所を局所画像撮影位置として登録します。

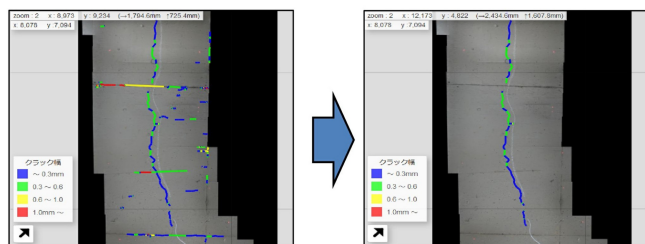
Step 4 局所画像の撮影・統合



・撮影装置を用いて個々のひびわれ画像(局所画像)を撮影します。

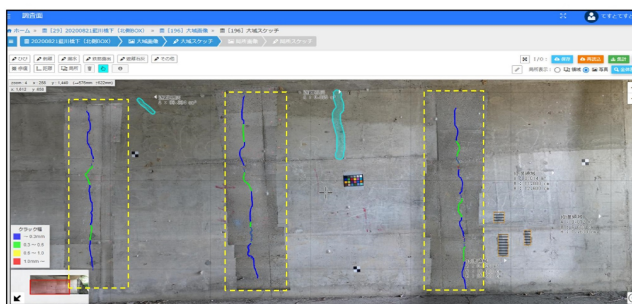
Step 5 ひびわれ幅の解析

・ひびわれ候補を自動抽出後、不要なノイズを消去してひびわれ発生箇所を確定させます。



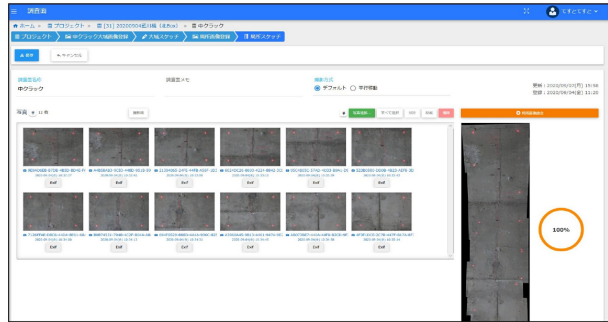
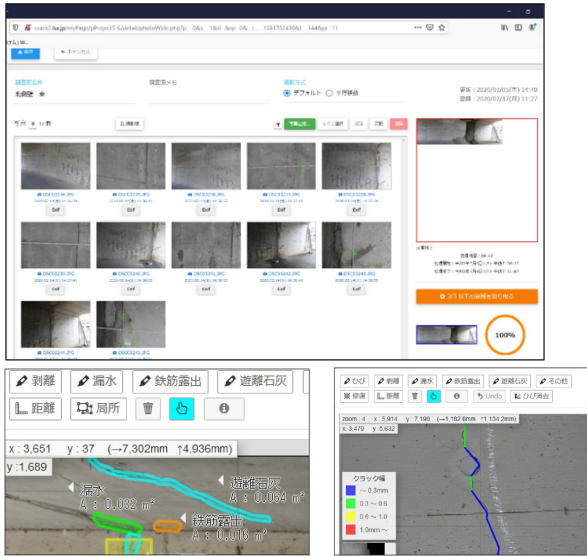
Step 6 大域・局所画像のマッチング

・ひびわれ解析結果を大域画像にマッチングさせ、点検現場で点検帳票を作成します。



専用撮影装置で点検箇所を撮影するだけで、現場で点検帳票まで完成できます

専用ソフトで点検作業をサポート

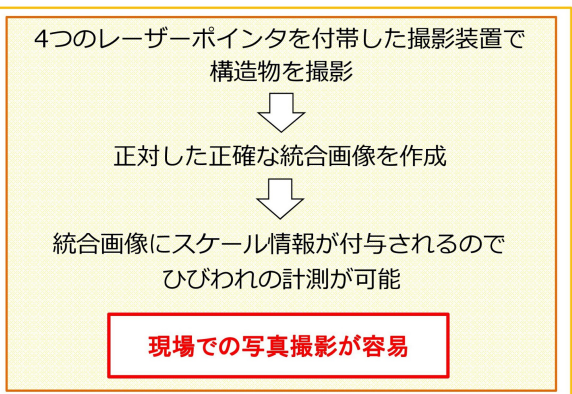


専用ソフトで点検作業をサポート (ME[※]監修)

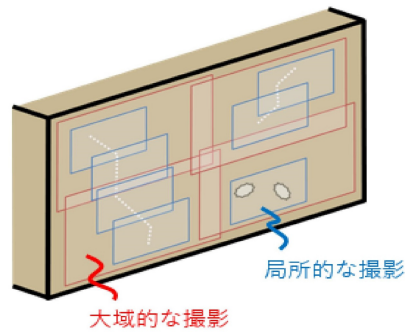
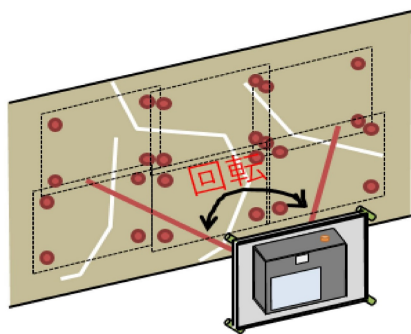
- ・現場撮影写真をわかりやすく管理
- ・わかりやすいクラウドとのデータの送受信
- ・現場で剥離などの損傷個所を処理画像に直接入力
- ・点検結果が現場で確認でき、現場で点検作業終了

※ME：岐阜県の社会基盤メンテナンスエキスパート

コンクリートひびわれ計測支援システム「ICRS」の仕組み



(特許 第6734583号)



- ・正対した状態を保つ必要はなく、三脚等を用いた自由な姿勢で容易に撮影できます。
- ・撮影画像からスケール情報が抽出可能なため、撮影距離の統一やマーカの設置は必要はありません。

- ・壁面全体(大域)とひびわれ箇所(局所)の二通りの撮影画像から統合画像を生成します。
- ・無駄のない撮影により、現場作業時間の短縮が可能です。

1. 基本事項

技術番号	BR010064-V0024			
技術名	非GNSS環境におけるTS誘導ドローンを活用した橋梁点検支援技術			
技術バージョン	Vol.1	作成:	2024年4月	
開発者	株式会社 ジツタ 株式会社 エイテック			
連絡先等	TEL: 06-4869-3365 ((株)エイテック 空間情報調査部)	E-mail: kimura-mt@kk-atec.jp	(株)エイテック 〒660-0861 兵庫県尼崎市御園町24番地 尼崎第一ビル6f	
現有台数・基地	1台	基地	兵庫県尼崎市	
技術概要	TS(トータルステーション)の自動追尾技術とドローンの自律飛行技術を組合せ、非GNSS下で自律飛行撮影を実現し、合成画像(オルソ画像)より損傷を把握する技術である。また、手動操縦での飛行撮影もできる。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台)		
	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		
		共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑪変色・劣化 ⑫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		ドローン1機:DJI製マトリス210RTKV2 カメラ1台:DJI製X7 トータルステーション1台:トプコン製GT-1200 360°プリズム1ヶ:トプコン製プリズム ソフトウェア1ヶ:(株)ジツタ開発のTS誘導アプリ	
移動装置	機体名称	DJI製 マトリス210RTKV2 当社にてガードと360°プリズムを搭載したもの	
	移動原理	飛行型 ①TSの自動追尾技術により、ドローンに搭載した360°プリズムの位置を把握する。 ②TSで把握した位置座標を専用ソフトウェアで解析し、予め計画されたコースとの差分を瞬時に算出する。 ③送信機を介し、差分に対する修正飛行指示をドローンに送る。	
	運動制御機構	通信	周波数2.4Ghz無線
		測位	TS自動追尾機能により自己位置を把握 ※任意座標で管理
		自律機能	TS自動追尾機能とドローンの自律飛行技術の組合せによる計画ルートへの自動修正飛行
		衝突回避機能(飛行型のみ)	赤外線感知システム:前方0m~5m、上方0m~5m プロベラガード
	外形寸法・重量		全幅1.0m×全長1.0m×全高0.51m、5.5kg
	搭載可能容量(分離構造の場合)		700g未満
	動力		動力源:電気式 電源供給手法: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)		最大20分(外気温25℃の場合)	
計測装置	設置方法	ドローンに専用ネジで固定	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)		151 × 108 × 132 mm、0.45kg
	センシングデバイス	カメラ	DJI製 Zenmuse X7 有効画素数24Mp
		パン・チルト機構	カメラに付属するジンバル
		角度記録・制御機構 機能	カメラにログデータ記録
		測位機構	TS位置からの任意座標で管理
	耐久性		動作環境温度範囲:-20~ 40℃
	動力		電気:ドローンよる給電
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		最大20分※ドローン稼働時間と同じ	
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)	2-1-572	
	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 ・変化量: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:81cm(48cm) 鉛直方向 最大移動量:20cm(32cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:123cm(80cm) 鉛直方向 最大移動量:14cm(37cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:132cm(166cm) 鉛直方向 最大移動量:29cm(33cm)	自然風 風速:1.8m/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 進入可能性能 桁間に進入する 場合(2022) 実施年2023年 8.4m×2.8m×8.4m×2.8m進入可能(平面寸 法C)	風速:3.0m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	可動範囲:50m ※操縦者が安全に目視できる範囲	-
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年2023年 ・50m	風速:1.8m/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	
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 地上(2019) 実施年 2023年 ・0.041m ² /sec	風速:0.0~2.8 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	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:0.1mm ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.22mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.22mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.34mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.34mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.13mm	被写体距離4.0m 照度10.3~29.9klx 風速0.0~2.8m/s未満	
	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 ・相対誤差:0.1%	・真値:4.769m ・測定値:4.773m 被写体距離4.0m 照度19.2~41.6klx 風速0.0~2.1m/s未満
		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 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.004, 0.000) (m)	・真値(x, y)=(-4.568, -1.370)m ・測定値(x, y)=(-4.572, -1.370)m 被写体距離4.0m 照度19.2~41.6klx 風速0.0~2.1m/s未満
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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度:20.9~37.7kLux		

※「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		スケール調整したオルソ画像をCADソフト上で展開し、変状検出を画像目視もしくはひびわれ検出ソフトで行う。		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	オートデスク社製 AutoCAD2023 Fujifilm社製 ひびみつけ		
	検出可能な変状	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 共通:⑪補修・補強材の損傷、⑫変色・劣化、⑬変形・欠損		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	スケール調整したオルソ画像上でひびわれを検出する。	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	オルソ画像を展開したCAD図上に、クラックスケールを作図し、目視でひびわれ幅を判読する。長さは、ひびわれをCADトレースし、プロパティの総延長を確認する。	
		ひび割れ以外	オルソ画像を展開したCAD図上で、規模を確認し、色識別により、損傷種別及び状況を判読する。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	損傷検出は、橋梁変状に関する知識及び技能を有する者が目視で確認する。	
		変状の描画方法	判読した損傷は、損傷図様式に準拠し、描画する。	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPG、PNG、LAS	
		ファイル容量	1画像当たり100MGバイト以内	
		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	特になし。	-
	桁下条件	ドローンの離着陸空間:半径1.0m以上があること。 ドローンを視認出来るTSの設置空間:半径1.0m以上があること。 被写体を正対撮影できる空間:最大撮影距離4.0mがあること。	-
	周辺条件	飛行ルート周辺に、車両、人の移動がないこと。	-
	安全面への配慮	自社指定チームにて運用	-
	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	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	-	-

6. 留意事項(その2)

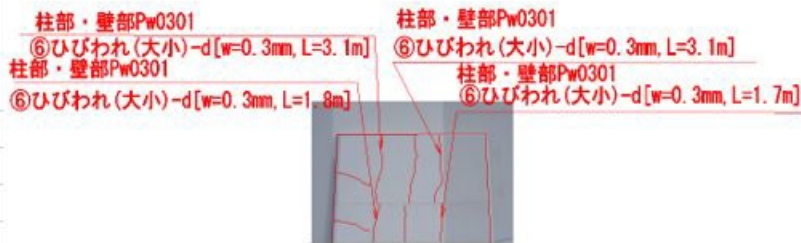
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	自社指定チームにて運用(5年以上のドローン飛行経験者チーム)	-
	必要構成人員数	操縦者1名、補助者2名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	自社指定チームにて運用	-
	作業ヤード・操作場所	ドローンの離着陸空間:半径1.0m以上 TSの設置空間:半径1.0m以上 被写体を正対撮影できる空間:最大撮影距離4.0m	-
	点検費用	橋種 [コンクリート橋] 橋長40m 全幅員10m、 部位・部材[主桁(外側面)/高欄/橋脚/橋台] 活用範囲[1,000㎡] 検出項目[ひびわれ/腐食/漏水/剥離等] <費用>合計1,500,000円(作業員3名出張費含まず) ※橋梁形状が不明で事前に点群計測を必要とする場合は、追加費用が発生する。 ※作業員3名の出張費含まず。	-
	保険の有無、保障範囲、費用	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	自律制御有	-
	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	自社にて定期的実施	-
その他	-	-	

7. 図面

TS誘導ドローン仕組み、飛行計画コースの例、壁面をオルソ化・損傷図作成の例
 【TS誘導ドローンの仕組み】



【飛行計画コースの例】



【壁面をオルソ化・損傷図作成の例】

1. 基本事項

技術番号	BR010065-V0024		
技術名	ロープスキャンシステム		
技術バージョン	—	作成:	2024年3月
開発者	株式会社東設土木コンサルタント 共同開発者: 有限会社ジーテック / 株式会社 アジア共同設計コンサルタント		
連絡先等	TEL: 03-6371-4230	E-mail: tcc_tech@tousetu.co.jp	事業推進部 営業推進グループ
現有台数・基地	1台	基地	新潟県新潟市
技術概要	<p>本技術は径間にロープを架設し、ロープに沿って撮影装置を移動させながら撮影を行い、画像からひびわれ等の変状を確認、または検出する。</p> <p>床版の損傷については、撮影した画像のオルソ補正(あおり補正)を行い、変状展開図作成支援ソフトウェア「CrackDraw21」に取り込み、損傷図を作成。</p> <p>桁、対傾構、横構については、360°パノラマ画像の確認により損傷の状態把握を行う。</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) 点検施設 添架物 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 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	
共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑫漏水・滞水 ⑬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		・移動装置 ・デジタルカメラ	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	径間に2本のロープ(ガイドロープ)を渡し、移動装置の車輪が径間に渡した2本のロープ上を移動する。 移動は、ロープ両端側の巻取り装置(リール形状)により行う。 巻取りは手動にて行う。移動装置の本体には動力や巻取り装置はない。	
	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	移動装置本体 最大外形寸法(幅×高さ×奥行):340 x 198 x 355 mm 本体重量:約 2.4 kg	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	機体重量2.4kg 機体搭載容量=1.6kg ※総重量4kgまで(ロープのたわみ量を15cm以内にする為/30mの場合)	
	動力	人力	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	移動装置に計測装置(カメラ)をネジで取り付ける。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	1.SONY RX0 II(DSC-RX0M2):(幅×高さ×奥行):59.0x40.5x35.0mm、約132g 2 Insta360 ONE RS:(幅×高さ×奥行):53.2x129.3x49.5mm、239g	
	センシングデバイス	カメラ	1.SONY RX0 II(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 ・焦点距離:f=7.9mm ・静止画記録サイズ:4,800x3,200 ・動画記録サイズ:3,840x2,160・1,920x1,080 2 Insta360 ONE RS: ・センサーサイズ:1.0型(13.2mm x 8.8mm)×2 ・焦点距離:f=6.52mm ・静止画記録サイズ:6,528x3,264 ・動画記録サイズ:5888x2944
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	撮影した連続画像や動画から自動で合成・オルソ化した画像を図面に合わせて取り込むため、測位機構は不要。
	耐久性	IP68相当の防水・防塵性能	
	動力	カメラ内蔵のバッテリー	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	連続撮影時間:約30分	
	データ収集・通信装置	設置方法	カメラの制御をスマートフォンにて行う
外形寸法・重量(分離構造の場合)		通信装置:スマートフォン(幅×高さ×奥行):74.8x158.6x8.9mm、207g	
データ収集・記録機能		デジタルカメラ内の記録媒体(SDカード)にデータを保存	
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:カメラのバッテリー 通信装置:スマートフォン内蔵バッテリー	
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 ※	-	
	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	進入可能範囲(幅×高さ):1.5m×1.0m	移動装置走行用ロープを張る際に、道糸敷設として対傾構内部空間に小型ドローンを飛行させる必要がある。 標準的な鋼桁橋の対傾構内部であれば飛行可能 移動装置の走行範囲としては以下の例が挙げられる。 ・鋼桁橋の対傾構内部、主桁下部 ・トラス橋の上弦～下弦内部、外部 閉じた空間(対傾構内部など)の場合は道糸敷設に小型ドローンを飛行させるため、進入空間の制約を受ける。 開けた空間(主桁下部など)の場合はドローンを使用しなくても道糸を敷設可能であるため、進入空間の制約を受けにくい。
	標準試験値	標準試験方法 進入可能性能 桁間(2024) 実施年2024年 ・1.0×2.5m	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	移動装置走行用ロープ両端間:100m	鋼桁橋の1径間単位を設置範囲としているため、 ・標準的な鋼桁橋であれば40mまで ・標準的なトラス橋であれば100mまで
	標準試験値	標準試験方法 桁間(2024) 実施年2024年 ・8.5m	-
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 地上(2019) 実施年2024年 ・0.018m2/sec	・風速: 0 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(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:0.04mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.08mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.00mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度:0.00mm	・被写体距離:0.8~1.05 m ・照度: 71.4Lux ・風速: 0 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 ※	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 2.7%	真値:0.517m 測定値:0.531m ・被写体距離:0.8~1.05 m ・照度: 71.4Lux ・風速: 0 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 2024年 X:0.003m Y:0.017m	真値(x,y)=(-0.376,-0.355) 測定値(x,y)=(-0.379,-0.372) ・被写体距離:0.8~1.05 m ・照度: 71.4Lux ・風速: 0 m/s
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 2024年 フルカラーチャート識別可能	・被写体距離:0.8~1.05 m ・照度: 71.4Lux ・風速: 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

<p>変状検出手順</p>	<p>【床版】 ①撮影した画像を合成しつなぎ合わせる。(自動) ②オルソ補正(あおり補正)を行う。(手動) ③オルソ画像を図面に取り込み(損傷図作成支援ソフトCrackDraw21)、径間番号、部材名、要素番号の座標設定を行う。(手動) ④ひびわれやその他変状を抽出する。ひびわれ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インドウ機能を使う。(手動) ⑤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。(自動)</p> <p>【桁、対傾構、横構】 ①点検技術者により360°パノラマ画像の確認により損傷の状態把握を行う。(手動)</p>										
<p>ソフトウェア名</p>	<p>【画像処理】自社ソフトやPhotoshop等 【損傷図作成、調書作成支援】CrackDraw21</p>										
<p>検出可能な変状</p>	<p>【鋼】 腐食/ゆるみ/脱落/破断/防食機能の劣化/補修・補強材の損傷/漏水・滞水/変形・欠損</p> <p>【コンクリート】 ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/抜け落ち/補修・補強材の損傷/床版ひびわれ/変色・劣化/漏水・滞水/変形・欠損</p>										
<p>ソフトウェア情報</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="384 712 584 1070"> <p>ひび割れ</p> </td> <td data-bbox="584 712 1506 1070"> <p>・技術者がオルソ画像を確認し、トレース記録する。</p> <p>・撮影条件 1) カメラ:パノラマカメラ、一眼カメラ、小型カメラ 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) 3) ISO感度:現場状況によるが、1600以下を推奨 4) ラップ率:オーバーラップ 30%以上、サイドラップ 30%以上 (要確認) 5) カメラの設定画質:最高 6) 画質フォーマット:JPEG, MP4 7) 撮影解像度: ・0.05mmを対象とする場合、画素分解能0.3mm/pix ・0.2mm以上を対象とする場合、画素分解能0.5mm/pix</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1070 584 1238"> <p>ひび割れ幅および長さの計測方法</p> </td> <td data-bbox="584 1070 1506 1238"> <p>・幅: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インドウ機能(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。</p> <p>・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)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1238 584 1352"> <p>ひび割れ以外</p> </td> <td data-bbox="584 1238 1506 1352"> <p>【床版】 ・技術者がオルソ画像を確認し、トレース記録する。 【桁、対傾構、横構】 ・技術者により360°パノラマ画像の確認により損傷の状態把握を行う。</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1352 584 1422"> <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 1352 1506 1422"> <p>—</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1422 584 1480"> <p>変状の描画方法</p> </td> <td data-bbox="584 1422 1506 1480"> <p>・ひびわれ:ポリライン ・ひびわれ以外:ポリゴン</p> </td> </tr> </table>	<p>ひび割れ</p>	<p>・技術者がオルソ画像を確認し、トレース記録する。</p> <p>・撮影条件 1) カメラ:パノラマカメラ、一眼カメラ、小型カメラ 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) 3) ISO感度:現場状況によるが、1600以下を推奨 4) ラップ率:オーバーラップ 30%以上、サイドラップ 30%以上 (要確認) 5) カメラの設定画質:最高 6) 画質フォーマット:JPEG, MP4 7) 撮影解像度: ・0.05mmを対象とする場合、画素分解能0.3mm/pix ・0.2mm以上を対象とする場合、画素分解能0.5mm/pix</p>	<p>ひび割れ幅および長さの計測方法</p>	<p>・幅: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インドウ機能(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。</p> <p>・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)</p>	<p>ひび割れ以外</p>	<p>【床版】 ・技術者がオルソ画像を確認し、トレース記録する。 【桁、対傾構、横構】 ・技術者により360°パノラマ画像の確認により損傷の状態把握を行う。</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>ひび割れ</p>	<p>・技術者がオルソ画像を確認し、トレース記録する。</p> <p>・撮影条件 1) カメラ:パノラマカメラ、一眼カメラ、小型カメラ 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) 3) ISO感度:現場状況によるが、1600以下を推奨 4) ラップ率:オーバーラップ 30%以上、サイドラップ 30%以上 (要確認) 5) カメラの設定画質:最高 6) 画質フォーマット:JPEG, MP4 7) 撮影解像度: ・0.05mmを対象とする場合、画素分解能0.3mm/pix ・0.2mm以上を対象とする場合、画素分解能0.5mm/pix</p>										
<p>ひび割れ幅および長さの計測方法</p>	<p>・幅: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インドウ機能(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。</p> <p>・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)</p>										
<p>ひび割れ以外</p>	<p>【床版】 ・技術者がオルソ画像を確認し、トレース記録する。 【桁、対傾構、横構】 ・技術者により360°パノラマ画像の確認により損傷の状態把握を行う。</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>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="384 1480 584 1538"> <p>ファイル形式</p> </td> <td data-bbox="584 1480 1506 1538"> <p>jpeg, png, bitmap</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1538 584 1597"> <p>ファイル容量</p> </td> <td data-bbox="584 1538 1506 1597"> <p>・PCによるが、Windows(64bit)で動作可能な容量。 ・点検範囲が広大な場合でも、画像分割で対応可能。</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1597 584 1655"> <p>カラー/白黒画像</p> </td> <td data-bbox="584 1597 1506 1655"> <p>カラー 白黒画像</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1655 584 1713"> <p>画素分解能</p> </td> <td data-bbox="584 1655 1506 1713"> <p>・ひびわれ幅0.05mmを検出するためには、0.3mm/pix以下 ・ひびわれ幅0.2mm以上を検出するためには、0.5mm/pix以下</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1713 584 1771"> <p>その他留意事項</p> </td> <td data-bbox="584 1713 1506 1771"> <p>・ひびわれにチョークが完全に重なっている場合など、CrackDraw21による技術者解析で記録・対応可能。</p> </td> </tr> </table>	<p>ファイル形式</p>	<p>jpeg, png, bitmap</p>	<p>ファイル容量</p>	<p>・PCによるが、Windows(64bit)で動作可能な容量。 ・点検範囲が広大な場合でも、画像分割で対応可能。</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>・ひびわれ幅0.05mmを検出するためには、0.3mm/pix以下 ・ひびわれ幅0.2mm以上を検出するためには、0.5mm/pix以下</p>	<p>その他留意事項</p>	<p>・ひびわれにチョークが完全に重なっている場合など、CrackDraw21による技術者解析で記録・対応可能。</p>
<p>ファイル形式</p>	<p>jpeg, png, bitmap</p>										
<p>ファイル容量</p>	<p>・PCによるが、Windows(64bit)で動作可能な容量。 ・点検範囲が広大な場合でも、画像分割で対応可能。</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>・ひびわれ幅0.05mmを検出するためには、0.3mm/pix以下 ・ひびわれ幅0.2mm以上を検出するためには、0.5mm/pix以下</p>										
<p>その他留意事項</p>	<p>・ひびわれにチョークが完全に重なっている場合など、CrackDraw21による技術者解析で記録・対応可能。</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/MP4(360°パノラマ)、損傷図:/DXF/SXF、損傷データ一覧:csv 【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、MP4(360°パノラマ)、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、技術者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。 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写真切り出しを自動で行う。 ④帳票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</p>										

6. 留意事項(その1)

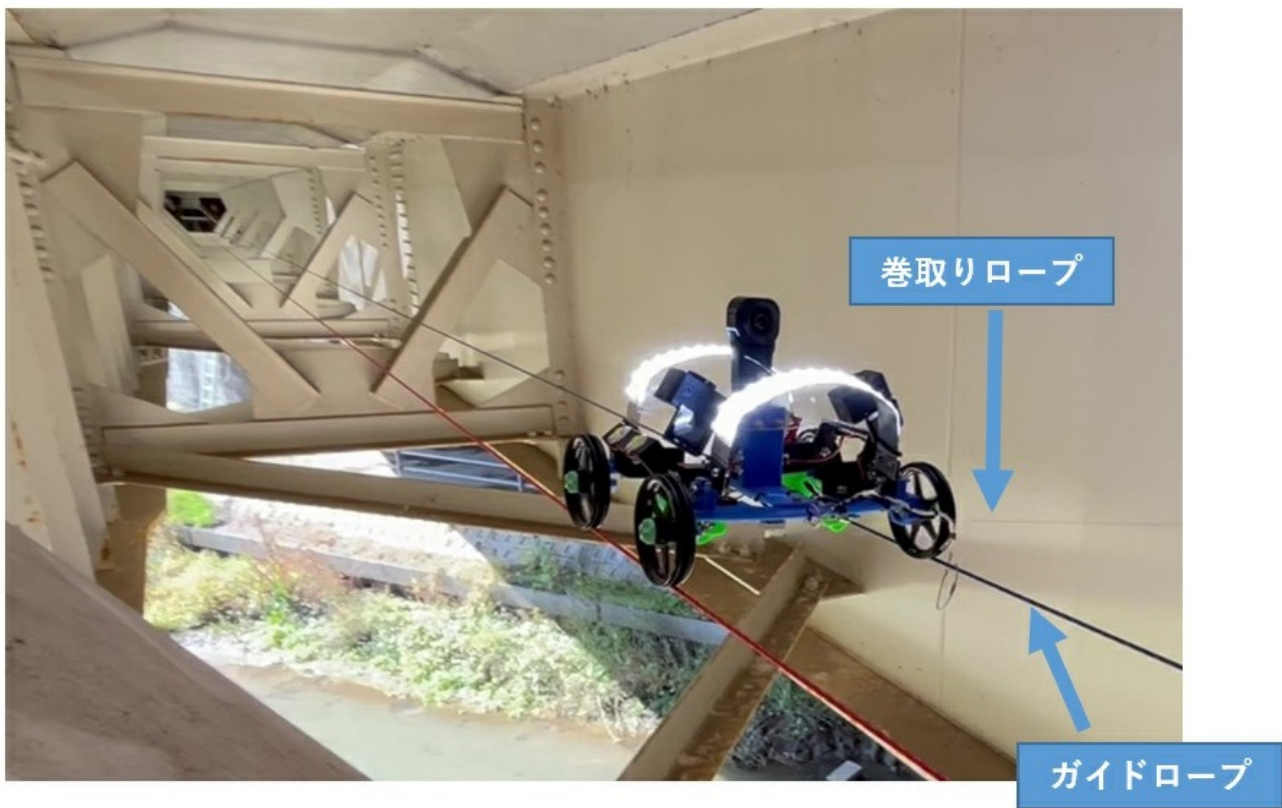
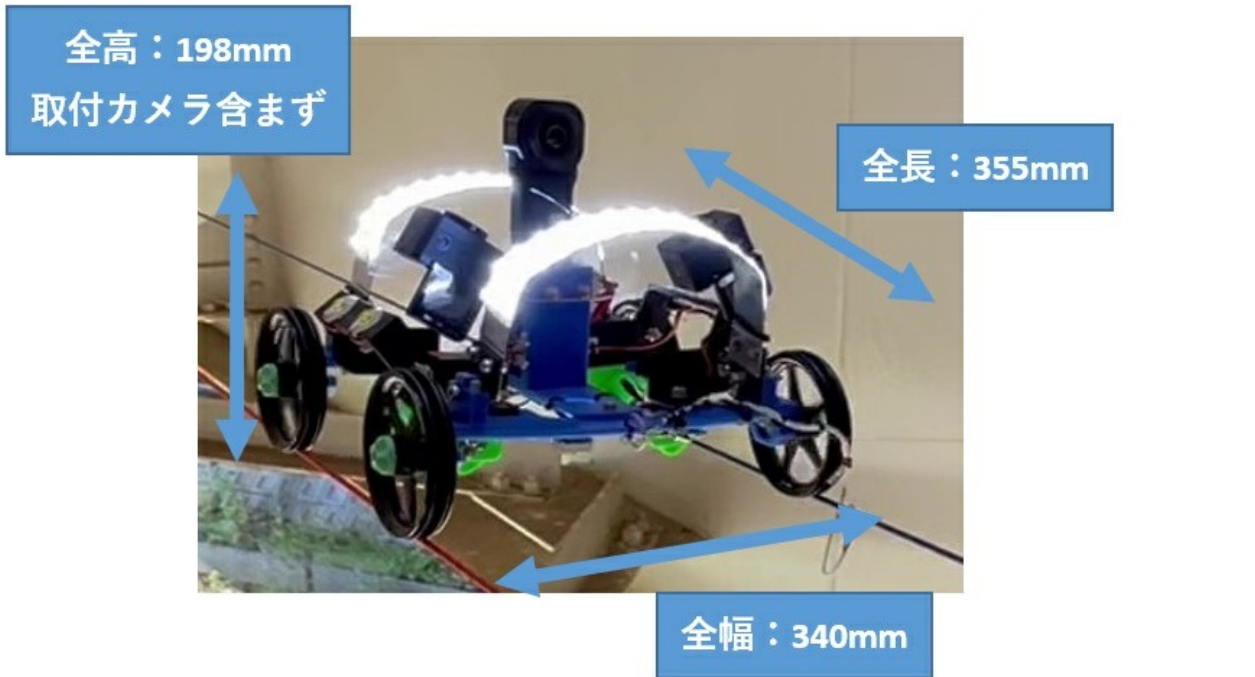
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	—	—
	桁下条件	—	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	高所作業における安全事項実施のこと	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ロープを橋脚または橋台へ取り付けする必要があるが、取り付け可能かどうかは現場状況による ・ロープを径間に通すことができること ・ロープ取り付け箇所に作業員がアクセスできること 	—

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	カメラ、画像、撮影などに関する知識が必要。(基本的に請負)	—
	必要構成人員数	現場責任者1人、操作1人、補助員2~4人 合計4~6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	—	—
	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[45.6m] 幅員[11.5m] 部位・部材[鋼製桁及びコンクリート床版] 活用範囲:床版524.4m ² 検出項目:ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/抜け落ち/補修・補強材の損傷/床版ひびわれ/変色・劣化/漏水・滞水/変形・欠損など 費用:1,300,000円(撮影費用+画像解析+変状トレース)	—
	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	業務委託	・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	・ロープを橋脚または橋台へ取り付けする必要があるが、取り付け可能かどうかは現場状況による ・ロープを径間に通すことができること ・ロープ取り付け箇所に作業員がアクセスできること	—	

7. 図面

外形寸法: 移動装置本体
 最大外形寸法(幅×高さ×奥行): 340 x 198 x 355 mm
 本体重量: 約 2.4 kg



外形寸法・ロープ種類

1. 基本事項

技術番号	BR010066-V0024		
技術名	デジタル画像による、構造物の点検・分析支援システム(ひびわれ)		
技術バージョン	-	作成:	2024年3月
開発者	株式会社中部EEN		
連絡先等	TEL: 052-848-9371	E-mail: ceen.kobayashi@gmail.com	株式会社中部EEN 業務部
現有台数・基地	8台	基地	愛知県名古屋市長区洲山町
技術概要	本技術は、橋梁等の構造物のデジタル画像からひびわれ等の損傷を計測し、損傷状況を図化、数量化する技術である。ひびわれの幅、長さを計測でき、計測データから損傷図、数量表、CADデータを出力することができる。		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋	
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版,アーチ,ラーメン,斜張橋) 下部構造(橋脚,橋台,基礎) 支承部(台座コンクリート) 路上(地覆,中央分離帯) 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) H形鋼桁橋(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 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		デジタルカメラ等の撮影機器とシステム(PC、ソフトウェア)からなる。	
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	以下の条件を満たす一眼レフカメラ推奨。 ・解放F値2.8以下のレンズ ・撮像素子フルサイズ ・画素数4800×3200ピクセル以上
		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	撮影画像をSDカードに保存する。	
	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	-	
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 地上(2019) 実施年 2023年 ・0.023m2/sec		・一眼レフカメラにて撮影 ・自然光にて撮影 ・三脚を使用
	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 ・ひびわれ幅0.05mm: 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅0.1mm: 計測精度 0.06mm ・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1mm: 計測精度 0.00mm		被写体距離:10m 照度:6.26~64.1 kLux ・一眼レフカメラにて撮影 ・自然光にて撮影 ・三脚を使用
	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	-	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・相対誤差 0.25%	
		位置精度	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 (2019) 実施年 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.008, 0.012) (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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能		照度:18.8~27.6 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		【現場での作業】 ①画像撮影 【事務所での作業:システムを使用】 ②撮影画像と図面データに座標情報を登録 ③座標情報に合わせて画像をオルソ化 ④オルソ化した画像を確認し、損傷をトレース ⑤損傷図、CADデータ、数量表の出力		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	デジタル画像による、構造物の点検・分析支援システム		
	検出可能な変状	ひびわれ、床版ひびわれ(ひびわれ幅および長さ) 剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、変形・欠損、鋼材の腐食(面積)		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	人が画像を確認し、手動で損傷をトレースする。トレースした範囲をピクセル情報からひびわれ幅や長さを算出する。	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	幅:ひびわれの任意の箇所を指定し、指定した範囲の輝度情報とピクセル情報から算出する。 長さ:手動でトレースした範囲をピクセル情報から算出する。	
		ひび割れ以外	面積:人が画像を確認し、手動でトレースした範囲をピクセル情報から算出する。	
		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。	
		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	30MB程度/1画像あたり	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		・ひびわれ幅0.2mmを判別する場合、凡そ0.5mm/1画素以下。		
その他留意事項		<ul style="list-style-type: none"> ・濡れている箇所のひびわれ幅については精度が低くなる可能性がある。 ・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。 ・汚れ等が生じている場合はひびわれが検出できない場合がある。 ・画像の撮影角度は撮影対象物に対して45度以内推奨。 ・広範囲の構造物(ダム等)でも対応が可能。 ・一眼レフカメラに限らず、ドローンやロボット等で撮影した画像でも対応可能。 		
出力ファイル形式	画像:JPEG 数量表:xlsx CAD:dxf,sfc			
調書作成支援の手順	上記『変状検出手順』を参照。			
調書作成支援の適用条件	適用可能な撮影条件、画像は上記『ソフトウェア情報』を参照。			
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	デジタル画像による、構造物の点検・分析支援システム			

6. 留意事項(その1)

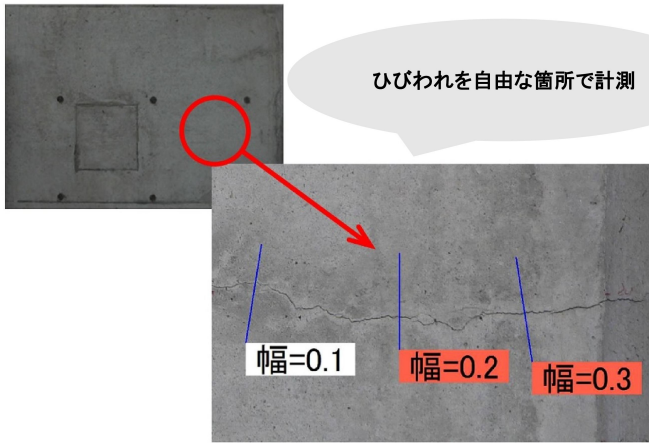
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	撮影機器を進入させることができるだけの範囲が必要。 撮影範囲の糞害・汚れ・苔・植生等については撤去が必要。	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	路面上での作業等、必要に応じて規制等が必要な場合がある。	-
	その他	-	-

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	-	損傷検出結果は、橋梁点検士等の有資格者にて確認を行う。
	必要構成人員数	撮影者:1名、補助員:1名(現場状況に応じて変動) システム操作者:1名(調査範囲に応じて変動)	-
	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	-
	点検費用	床版(コンクリート橋梁) 263㎡の場合 外業 撮影者 1人工 38,400円 補助員 1人工 33,600円 内業 システム操作者 2.5人工×38,400円 96,000円 機械経費 40,000円 合計:208,000円 (R6年2月時点)	※交通費、安全経費、諸経費、消費税等は含まず。 ※人の手で撮影した場合。 ※撮影画像1枚につきひびわれ2本程度を検出する場合。 ※調査対象構造物の現場状況や損傷状況等により変動。
	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	業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	自社にて対応	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面

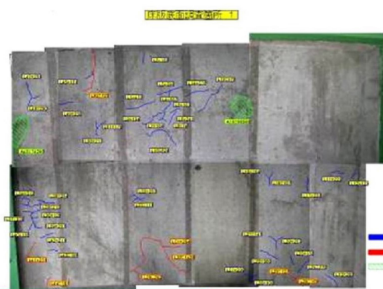
ひびわれ幅測定



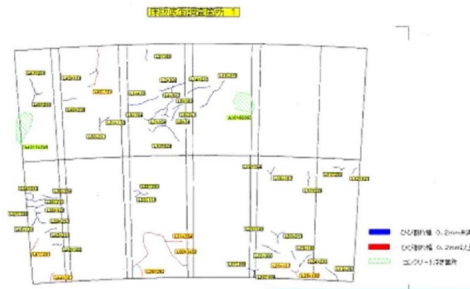
損傷トレース



成果物



診断画像



損傷図

数量表

No.	対象項目	数量	単位
1	ひびわれ幅 0.2mm未満	120	m
2	ひびわれ幅 0.2mm以上	600	m
3	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.02	m
4	ひびわれ幅 0.2mm以上	0.18	m
5	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.06	m
6	ひびわれ幅 0.2mm以上	0.61	m
7	ひびわれ幅 0.2mm未満	2.14	m
8	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.46	m
9	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.25	m
10	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.40	m
11	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.27	m
12	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.05	m
13	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.28	m
14	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.04	m
15	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.22	m
16	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.11	m
17	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.08	m
18	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.05	m
19	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.07	m
20	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.07	m
21	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.16	m
22	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.19	m
23	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.07	m
24	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.07	m
25	ひびわれ幅 0.2mm未満	0.28	m
26	ひびわれ幅 0.2mm未満	4.28	m
27	ひびわれ幅 0.2mm未満	11.52	m
28	合計	11.52	m

現場での作業

画像撮影



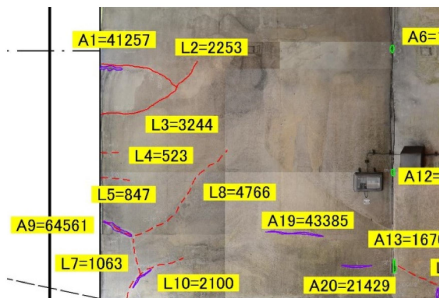
事務所での作業(システムでの作業)

撮影画像と図面に座標情報を登録

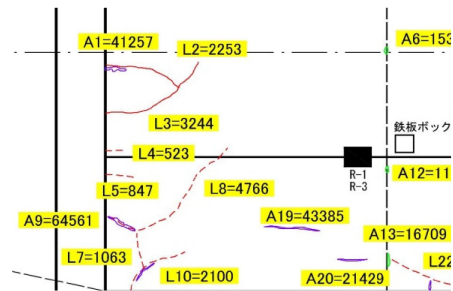
座標情報に合わせて画像をオルソ化

損傷をトレース

損傷図、数量表、CAD データ出力



診断画像



損傷図

1. 基本事項

技術番号	BR010067-V0024			
技術名	壁高欄ひびわれ撮影装置”壁高欄Doctor”及びAI解析システム			
技術バージョン	1.0	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社イクシス			
連絡先等	TEL: 044-589-1500	E-mail: info@ixs.co.jp	株式会社イクシス 壁高欄Doctor 担当者	
現有台数・基地	1	基地	神奈川県川崎市幸区新川崎	
技術概要	本技術は、専用の壁高欄撮影装置”壁高欄Doctor”を用いて壁高欄側面のひびわれ状況を撮影し、撮影画像を自社開発のAI解析システムによって解析をすることにより、壁高欄に発生したひびわれの幅、長さおよび位置を算出、結果データをCAD等にて出力することで、ひびわれの点検ができる技術			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	路上(高欄)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	◎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"> ・本体フレーム ・記録用カメラx2 ・制御用PC 	
移動装置	機体名称	壁高欄Doctor(壁高欄ドクター)	
	移動原理	人力	
	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	外形寸法(外側撮影アーム含む):(幅)1320 x (奥行)2420 x (高さ)2200 重量:約80kg	
	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	Canon EOS 5D Mark IV 2台(壁高欄内側および外側撮影用)
		パン・チルト機構	パン・チルト機構なし カメラの高さ変更可能
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	移動距離測定のための距離計を装備
	耐久性	-	
	動力	バッテリー	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	4時間程度		
データ収集・通信装置	設置方法	本体フレームに設けた据付場所への据付	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	寸法:298.5×207.3×20.0 重量:約1.38kg	
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> ・カメラ撮影および保存機能 ・撮影位置記録機能 	
	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	PC内蔵バッテリー	
	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時間程度	

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 計測速度(撮影速度) 地上(2019) 実施年 2023年 0.046m ² /sec		・風速:0.0~5.6m/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:0.2mm ・ひびわれ幅 0.05mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅 0.1mm 計測精度:0.11mm ・ひびわれ幅 0.2mm 計測精度:0.15mm ・ひびわれ幅 0.3mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅 1.0mm 計測精度:0.31mm		・被写体距離:0.7m ・照度:8.96~70.3kLux ・風速:0.0~5.6 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 (2019) 実施年 2023年 フルカラーチャート識別可能		・被写体距離:0.7m ・照度:15.0kLux ・風速:0.0~5.6 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		自社製ソフトウェアを用いた自動検出 ①撮影画像から、ひびわれ箇所の自動抽出機能によりひびわれを抽出する。 ②撮影した画像をロボットの位置情報等を基に自動でつなぎ合わせる。 ③②の結果からひびわれ幅、長さを自動抽出する。		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	名称なし		
	検出可能な変状	コンクリート面のひびわれ		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	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。	
		ひび割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	
		ひび割れ以外	-	
		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	CADとしての出力	
		取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG(壁高欄Doctorによる撮影画像に限る)
	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	DWGファイル			
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	壁高欄より1.5mの範囲において装置の移動を阻害する障害物が無いこと	撮影対象の水濡れがないこと
	安全面への配慮	組み立て及び据付は2名で行うこと	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	点検作業に際し装置の移動範囲(壁高欄より1.5m)が危険であるならば規制を設けること	-
	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	無し	標準的なPC操作が滞り無く可能であることが望ましい
	必要構成人員数	2名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	無し	-
	作業ヤード・操作場所	必要	組み立ての為3m x 3m 程度の作業範囲を要する
	点検費用	以下の条件での費用:85万円 ・解析費用:含む ・撮影壁高欄総延長:400m(内外面両面撮影において) ・壁高欄高さ:1m ・機材貸出期間:1ヶ月 ・弊社社員による撮影代行:なし	その他の条件については都度お見積りいたしますので、お問い合わせください。 弊社による撮影代行につきましては別途費用がかかります。 納品データの種類によっては追加費用がかかる場合があります。
	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	・機材貸出+弊社でのデータ解析 ・撮影請負+弊社でのデータ解析	機材貸出の場合、使用方法のレクチャー有
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	有	・電話等での対応 ・現地対応
	センシングデバイスの点検	無し	1年以上の長期貸出の場合、一定期間ごとに弊社でのメンテナンスを実施する必要有り
その他	-	-	

7. 図面

外観



使用中の状態



1. 基本事項

技術番号	BR010068-V0024		
技術名	1億画素カメラによる橋梁点検支援技術		
技術バージョン	-	作成:	2024年3月
開発者	フェーズワンジャパン株式会社 株式会社ジェピコ		
連絡先等	TEL: 03-6380-2506	E-mail:	y-aramaki@phaseone.com k_tsuchiya@jepico.co.jp フェーズワンジャパン株式会社 営業部 荒巻保光 株式会社ジェピコ 新規事業推進部 土屋 賢太郎
現有台数・基地	2	基地	東京都千代田区神田錦町3-16 五十嵐ビル4F(フェーズワン) 東京都練馬区春日町6-5-4(ジェピコ)
技術概要	<p>橋梁などコンクリート構造物の点検を遠方から可搬式の1億画素カメラを用いノートPCで画像データを確認しながら撮影を行う技術。ひびわれ検出はAI(ひびみっけ)による自動検出を活用。取得したコンクリート構造物の画像データから、AIによりコンクリートに発生する「ひびわれ自動検出」と「ひびわれ幅自動計測」の画像解析を行う。</p> <p>撮影時は地上からの画像データを取得できるので高い安全性を保つ。</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,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)	
	損傷の種類	鋼	①腐食 ③ゆるみ・脱落 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	⑲変色・劣化		
検出原理	画像(静止画)		

2. 基本諸元

計測機器の構成		カメラ(Phase One iXM 100) レンズ(Phase One RSM80mm) 三脚(中型、大型カメラ用の三脚を推奨) ギア雲台 作業用ノート PC レーザー距離計 外付けポータブルバッテリー(コンセント一体型)	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	人力。 必要な撮影範囲ごとに機材を移動	
	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	レーザー距離計で撮影対象との距離を測定し、必要な設定精度に合致した撮影距離を決定。 ・ギア雲台つき大型三脚を設置、カメラ、レンズを取り付け。 ・カメラとノート PC を USB ケーブルで接続 ・撮影対象の照度に合わせた露出を設定し、ノート PC のモニターで撮影範囲を確認、フォーカスを合わせて、撮影。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	カメラ 90 x 90 x 164mm、重量 1,100g 大型三脚(マンフロット社製 055 プロカーボン 3段三脚 + ギア雲台 の場合) 長さ 157mm、重量 3.2kg	
	センシングデバイス	カメラ	カメラPhase One iXM100 1億画素、シャッター速度 1/2500~30秒 ISO 50~6400 レンズ RSM 80mm AF 重量 630g 画角 短辺 23° 長辺 30.4° レンズは現場条件に応じて選択、交換可能。
		パン・チルト機構	使用するカメラ用三脚のパン・チルト可動範囲 鉛直 -30° / +90° 水平 360°
		角度記録・制御機構 機能	手動
		測位機構	市販のレーザー距離計
	耐久性	カメラ・レンズ IP53 適合	
	動力	外部電源 12 - 30 V DC・14W	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約2時間/1バッテリー AC出力付きモバイルバッテリー 14.4V/2900mAh(41.76Wh) AC出力最大AC100V 50Hz 65W(最大) (外気温:23℃、平均20秒に1回撮影の場合。バッテリー交換により長時間対応可。)		
データ収集・通信装置	設置方法	データ保存方法(2種) ・PC接続 USB3.1(記録枚数はPCのストレージ容量により変動する) ・XQD カードをカメラに装着	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	XQD カード 約 29.6 × 38.5 × 3.8mm 約10g	
	データ収集・記録機能	PC接続:カメラからUSB ケーブルを介して、接続されたPC のストレージに直接保存 XQD カード:カメラに挿入した XQD カードに直接保存	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	カメラとコンピュータ間の伝送:USB 3.1	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	データを保存するコンピュータのセキュリティに依存	
	動力	ノート PC 内部バッテリー、または外部電源 XQD カード カメラ電源に依存	
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	- 2-1-606	

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 計測速度(撮影速度) 地上(2019) 実施年 2023年 0.051 m/s		・風速:0.0~2.0m/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	標準試験法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2023年 最小ひびわれ幅 0.05mm ・ひびわれ幅 0.05mm 計測精度: 0.25mm ・ひびわれ幅 0.1mm 計測精度: 0.21mm ・ひびわれ幅 0.2mm 計測精度: 0.13mm ・ひびわれ幅 0.3mm 計測精度: 0.2mm ・ひびわれ幅 1.0mm 計測精度: 0.23mm		・被写体距離:3.5 m ・照度:8.36~57.5 kLux ・風速: 0.0~2.0 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 ※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2023年 ・相対誤差:0%	
		位置精度	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(2019) 実施年 2023年 ・絶対誤差(Δx、Δy)=(0.003、0.012)(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 2023年 フルカラーチャート識別可能		・照度 7.13~29.1 kLux ・被写体距離 3.5m	

※「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>【ひびわれ】</p> <p>本技術における画像解析は、富士フィルム社「ひびみっけ」を使用する。 詳細は富士フィルム社ひびみっけ(BR010024-V0323)を参照。 ①撮影した RAW 画像を JPEG 画像に変換(手動) ②撮影した画像を「ひびみっけ」クラウドにアップロード(手動) ③ひびわれ自動検出機能により、ひびわれを検出(自動) ④合成後画像の長方形領域の4頂点を指定し、実寸サイズ(mm)を入力(手動) ⑤ひびわれ幅、長さを自動計測する(自動) ⑥ひび割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) ⑦解析後のデータは DXF、合成画像で出力される(自動)</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	AI解析 富士フィルム社製「ひびみっけ ver1.4.1		
	検出可能な変状	<ul style="list-style-type: none"> ・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(目視検出) 		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	AIによるひび割れ抽出 ・富士フィルム社社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」を活用。 詳細については「ひびみっけ」の仕様に準拠する	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	ひびみっけを用いた自動計測 撮影画像をひびみっけクラウドにアップロードし解析を実行。 ひびわれと関係ない物の排除、修正を行う。 解析後の画像上にひび割れ番号、幅、長さが自動で計測される。	
		ひび割れ以外	人が画像を確認して、変状を人力で抽出。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	富士フィルム社 社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」の精度に則る。	
		変状の描画方法	<ul style="list-style-type: none"> ・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	200MB/1枚	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		ひび割れ幅0.1mmを検出・幅計測 0.3mm/pix以下 ひび割れ幅0.2mmを検出・幅計測 0.6mm/pix以下		
その他留意事項		<ul style="list-style-type: none"> ・カメラ・三脚での撮影について、初回撮影時はフェーズワン、ジェピコによる撮影講習を実施して最適な画像データ取得をサポート。 ・ひびわれにチョーク、こけ、よごれなどが重なり、画像データ上でひびを目視できない場合は検出不可。 ・1億画素データを解析する場合は、事前に富士フィルム社へ申し込みが必要。 		
出力ファイル形式	<ul style="list-style-type: none"> ・画像 JPEG、PNG、 ・CAD DXF ひび割れ数値積算表:CSV 			
調書作成支援の手順	<p>①ひびみっけで、変状検出を実施</p> <p>②変状検出結果(画像、CAD、数量表)のデータをひびみっけクラウドからダウンロード</p> <p>③汎用のCADソフト、表計算ソフトなどで、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。</p>			
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	社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」(ver1.4.1)			

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	被写体との距離が3m以上離られる事 点検員が進入できないほどの足場ではない事	-
	周辺条件	1000ルクス以下の時は、シャッタースピードが遅くなるのでカメラブレ、被写体ブレ対策が必要 損傷が確認でき、機材を設置できる足場がある事 徒歩で撮影現場に向かえる事	-
	安全面への配慮	三脚や機材が強風で倒れない様に注意する事	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	撮影のためのカメラの設置場所が道路内に立ち入る、または隣接し、作業員またはその道路の通行に危険が及ぶ場合のみ適用	三脚設置場所が、車道や歩道にかかる場合は一部規制や交通誘導員が必要。 点検対象橋梁については、特に規制の必要なし。
	その他	・太陽光の角度により直射日光がレンズに入る場合は、測定不能になる場合もある。 撮影時間や撮影場所を事前に確認する。 ・荒天時は撮影不可。	-

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	-
	必要構成人員数	撮影者1名、撮影補助1名 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	三脚が設置できる箇所
	点検費用	橋種(コンクリート橋) 橋長 50m 全幅員 20m 部位・部材 床版・橋脚 活用範囲 1,000㎡ 検出項目 ひびわれ・床版ひびわれ・剥離、鉄筋露出、遊離石灰、漏水 <費用> 作業内容: 撮影、画像解析 成果物: 損傷画像、ひび割れ解析、ひび割れ数値積算表 費用: 1,000㎡ 点検の場合 500,000円程度(人件費・機材レンタル費用 含む) 作業効率: 6時間で 1000㎡ ※1 作業効率は現場状況により増減
	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	-
	利用形態:リース等の入手性	画像撮影から解析までの受注作業 業務委託可能 機材込みでの撮影者派遣
	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	撮影前のカメラ動作確認、センサー清掃
その他	カメラ作動環境に注意が必要 雨天時の撮影不可。	動作環境温度 -10℃ ~ 40℃ 動作環境湿度 15% ~ 80% (結露しないこと)

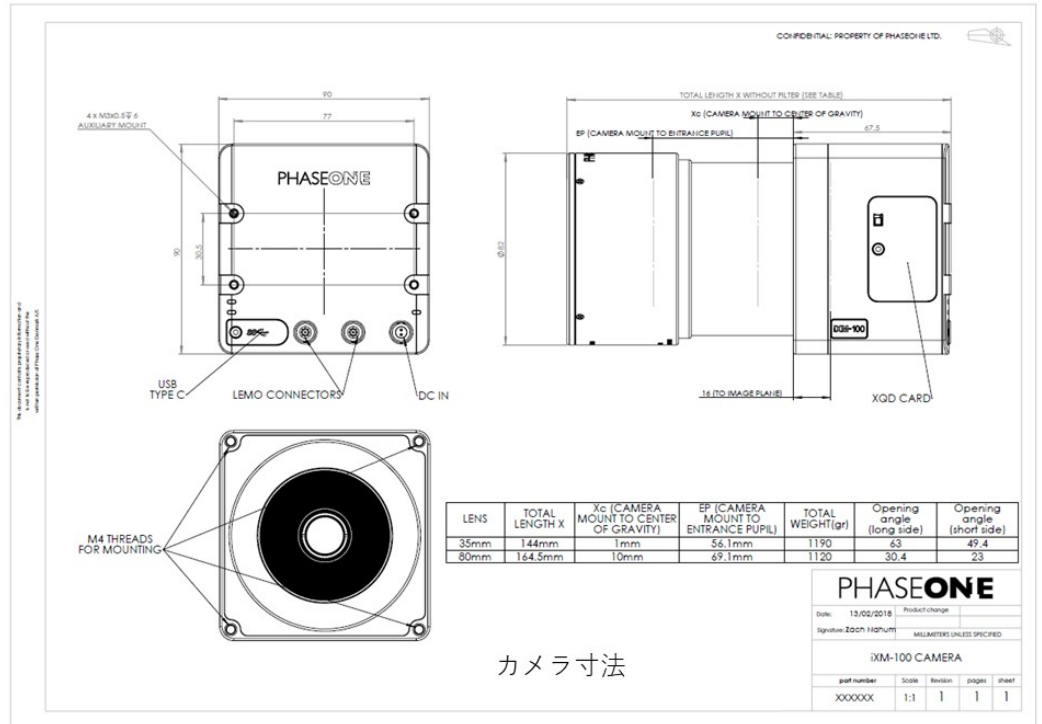
7. 図面



1億画素カメラ
iXM100



三脚に装着した図



1. 基本事項

技術番号	BR010069-V0024			
技術名	「点助」橋梁点検現場支援アプリ(ひびわれ計測等)			
技術バージョン	1.00	作成:	2024年3月	
開発者	JIPテクノサイエンス株式会社			
連絡先等	TEL: 03-6272-8237	E-mail:	ams_sales@cm.jip-ts.co.jp インフラソリューション事業部	
現有台数・基地	ソフトウェアのため制限なし	基地	-	
技術概要	点助は、橋梁点検の現場にてひびわれ幅を計測し調書の出力ができるiPad用アプリ。 ・点助を起動しiPadのカメラを起動し、ひびわれ箇所にクラックスケール画像を重ね合わせてひびわれ幅を計測 ・ひびわれ幅をiPad上で登録し、事務所に持ち帰り調書出力を行う。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(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(支承本体,沓座モルタル,台座コンクリート) 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,その他(路上),その他(その他)) RC床版橋(上部構造(主桁),支承部(支承本体))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑪床版ひびわれ	
		その他		
共通				
検出原理	-			

2. 基本諸元

計測機器の構成		・機器:Apple iPad ・OS:iPad OS15.0以降	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	人力	
	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	iPadを点検作業実施者が現場に持参して作業	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・iPad Pro 12.9インチ・・・外形寸法 281mm x 215mm x 6mm、重量684g	
	センシングデバイス	カメラ	iPad搭載の広角カメラ
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	・ひびわれ画像撮影時に、クラックスケール画像を重畳しひびわれ幅を計測する。
	耐久性	iPadは耐水性、防塵性の記載無し	
	動力	iPad内蔵バッテリー	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約10時間		
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	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 計測速度(撮影速度) 地上(2019) 実施年 2023年 0.014m ³ /s	・風速:0.0~5.6m/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0.2mm 計測誤差:±0.5mm以内 ・ひびわれ幅1.0mm 計測誤差:±0.2mm以内	・撮影は停止して行う。移動は人力のため使用者による。 ・雨天での作業不可 ・夜間など暗所では投光器等が必要	
		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:0.05mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.46mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.41mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.48mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.41mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.12mm	・iPad Pro 12.9インチ 第5世代 ・被写体距離:1.0m ・照度:8.96~70.3kLux ・風速: 0.0~5.6 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	未検証	-		
	標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・被写体距離:1.0 m ・照度:17.0~50.0 kLux ・風速: 0.0~0.6 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. 画像撮影時にあらかじめ登録したクラックスケール画像とひびわれを重畳する(手動)。 2. 重畳したクラックスケールを基にひびわれ幅を計測する(手動)。 3. 撮影したひびわれ画像と、計測したひびわれ幅の数値が関連付けられてiPadのアプリ内に保存される(自動)。		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	「点助」現場点検支援アプリ ※AR機能必須		
	検出可能な変状	ひびわれ幅		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・撮影画像を用いたひびわれ幅計測	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	1. 画像撮影時にあらかじめ登録したクラックスケール画像とひびわれを重畳する(手動)。 2. 重畳したクラックスケールを基にひびわれ幅を計測する(手動)。 3. 撮影したひびわれ画像と、計測したひびわれ幅の数値が関連付けられてiPadのアプリ内に保存される(自動)。	
		ひび割れ以外	・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)	-	
		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、画像およびシステムファイルを使用する	
		ファイル容量	iPadの容量によるがシステムによる制限はなし	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		1200dpi		
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		-		
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)

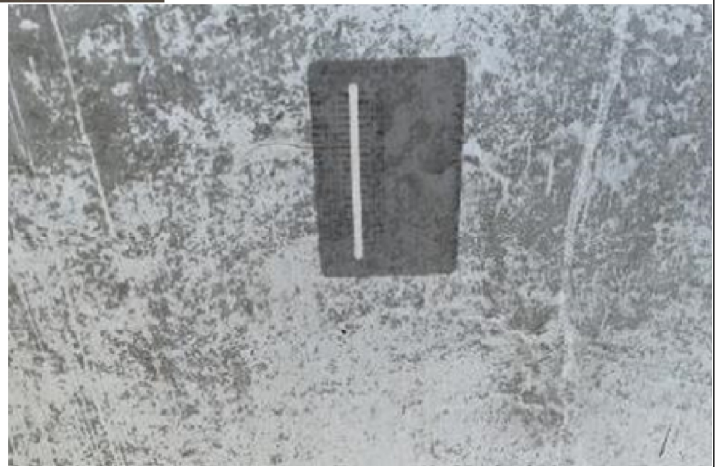
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	床版の直下で作業可能なこと	-
	周辺条件	夜間など暗所では投光器等が必要	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	桁下が道路である場合は、作業場所について制限あり	-
	その他	計測対象に概ね1m以内に近づいて撮影	-

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	-	-
	点検費用	・点検利用料 ※アプリのみの費用 30万円(税別)/3か月/1ライセンス	・iPadは利用者に別途購入いただくか、当社からレンタルいただく必要があります。
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	なし	-
	利用形態:リース等の入手性	・アプリは月額課金制 ・iPadを当社からレンタルする場合は、12万円(税別)/3か月/1台となります。	・その他条件等の詳細は、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	問合せサポート窓口有り	-
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

7. 図面


点助利用時のイメージ/iPad上でのクラックスケール重ね合わせイメージ



1. 基本事項

技術番号	BR010070-V0024			
技術名	AR技術を用いた小規模橋梁ひびわれ検査支援システム			
技術バージョン	-	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社イクシス			
連絡先等	TEL: 044-589-1500	E-mail: info@ixs.co.jp	RPdiv.RPDTeam	
現有台数・基地	10台	基地	神奈川県川崎市	
技術概要	スマートフォンを用いて、橋長15m以下の橋梁の床版下面・橋脚・橋台を静止画で連続撮影し、得られた画像とスマートフォンの自己位置情報から1枚の「パノラマ画像」として出力できる。各画像の損傷箇所(ひびわれ)をAIが予測し、幅と長さの解析を行い、パノラマ画像へ解析結果が重畳された「ひびわれの損傷図」を得ることができる。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(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) H形鋼桁橋(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	
		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"> ・LiDAR搭載のスマートフォン・タブレット (iPhone12 Pro / 13Pro /14pro/ 15Pro、2020年以降のiPad Pro) ・撮影治具 (スマートフォン・タブレットを固定できる一脚、自撮り棒) ・ARマーカー    <p style="text-align: center;"> スマートフォン 撮影治具 ARマーカー </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	手で計測装置一式を保持して撮影する(ハンディー型)	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	iPhone15 pro:H146.6mm×W70.6mm×D8.25mm 250g	
	センシングデバイス	カメラ	スマートフォン・タブレット (iPhone12 Pro / 13Pro /14pro/ 15Pro、2020年以降のiPad Pro) 内蔵カメラ
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	計測対象に張り付けたARタグを読み込むことで、ARタグを原点として計測機器(スマートフォン・タブレット)の3次元的な位置と角度を推定。自己位置と角度の推定には、内蔵のLiDARセンサーやジャイロセンサー、カメラ画像特徴量差分を用いている。
		測位機構	同上
	耐久性	IEC規格60529に基づくIP68等級	
	動力	内蔵バッテリー(リチウムイオン)	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	2時間		
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	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 地上(2019) 実施年 2023年 ・0.005m ² /sec ・200s/m ²	・風速: 0 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 - ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.18mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.16mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.02mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.42mm	・被写体との距離:0.25~0.3m ・照度:1.99~2.99 kLux ・風速: 0 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 ※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・相対誤差:2.0%	・真値:0.882m ・測定値:0.882m ・被写体距離: 0.25~0.30 mm ・照度: 2.64 kLux ・風速: 0 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 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.015, 0.011) (m)	・真値(x,y)=(-0.712,-0.551) ・計測値(x,y)=(-0.697,-0.540) ・被写体距離: 0.25~0.30 mm ・照度: 2.64 kLux ・風速: 0 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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・被写体距離: 0.5~1.0 mm ・照度: 0.21~14.2 kLux ・風速:0.0~0.2 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

変状検出手順		<p>撮影装置アプリにてピクセル解像度を設定し、得られた既定の品質の画像に対して、(1)画像結合、(2)AIひびわれ予測、(3)ひびわれ幅および長さ計測の処理を施し、撮影を行った範囲の損傷図をラスター画像およびベクターデータにて出力する。</p> <p>(1)画像結合では、撮影装置の自己位置推定値を用いて1枚の画像を平面にパース変換し、パース変換した画像をさらに結合する。</p> <p>(2)AIひびわれ予測では、ディープニューラルネットワークを用いてひびわれ箇所のピクセルを予測する。</p> <p>(3)ひびわれ幅および長さ計測処理では、AIにて予測されたひびわれ箇所ピクセルに対して画像処理を行い、ひびわれ線を決る。ひびわれ線の範囲に対してピクセル解像度およびピクセル輝度差から、幅および長さの計測値を得る。</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	Floor Maker(イクシス社独自のソフトウェア)		
	検出可能な変状	ひびわれ		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	RGBのカラー3チャンネルを保持した画像データ(PNG形式)を、学習済みのディープニューラルネットワーク(CNNネットワークを利用)にて推論をかける。ピクセル単位でクラスを予測できるセマンティックセグメンテーションの手法にて、入力画像の全ピクセルを評価。ひびわれクラスとしての予測の信頼度が一定値以上のものをAI(ディープニューラルネットワーク)によるひびわれ予測として抽出する。	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	画像の各ピクセルに対してAI(ディープニューラルネットワーク)による判定を行い、ひびわれとして抽出されたピクセルについて、つながっているピクセルを線で結び、最小単位としてのひびわれ線を得る。最小単位のひびわれ線同士の離隔を評価し、設定値以内(通常は10mm)のものに関しては1体のひびわれとしてグループ化する。グループ化したひびわれの全ての延長範囲に関して、ひびわれ線を横断する方向のピクセルの輝度差から、ひびわれ幅のピクセルを得る。ひびわれ幅および長さのピクセルを、予め設定したピクセル解像度の設定値にて換算し、計測値を得る。	
		ひび割れ以外	-	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	国土交通省AI開発支援プラットフォーム実施の評価試験(2020年度)にて再現率98%(Recall)、適合率83%(Precision)、再現率と適合率の調和平均90%(F値)の結果	
		変状の描画方法	ラスター画像およびVectorデータ(DXF等)	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG、PNG	
		ファイル容量	-	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		撮影時に撮影装置アプリにて指定。撮影者は、設定した画素分解能を満たす撮影条件(撮影距離)にて撮影するよう、アプリ側で制御をかける。撮影条件に満たない場合、オートシャッターが作動しない仕組みとなっている。		
その他留意事項		<ul style="list-style-type: none"> ・撮影箇所がカメラにて直視可能であること ・一度に撮影する面積が10m×10mの範囲に収まること(自己位置推定の安定する範囲) ・コンクリート表面の状態によっては、AIによるひびわれ抽出ができないものがある(水濡れ、極端な汚れの付着) 		
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)

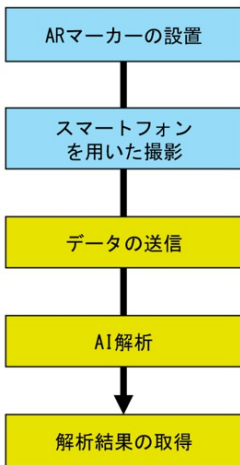
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	1回の検査範囲の1辺が10mに収まる必要あり	検査範囲の1辺が10mを超える場合、複数回に分けて撮影作業を行う必要あり
	桁下条件	検査対象面に対して直接アクセスできる環境	<ul style="list-style-type: none"> ・検査対象面にARマーカを張り付けできる ・検査対象面に対して、撮影端末を一定の距離を保って撮影できる ・検査対象面は平面部のみ
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	撮影時に片手を占有するため、安定した足場環境が必要	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	検査対象面に極度な汚れ・漏水や障害物が無いこと 0.2mmのひびわれ幅要件の場合、300-500mm程度の撮影距離が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・軽微な漏水であればひびわれ解析可能 ・蜘蛛の巣をひびわれと誤検出する可能性あり

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	-	-
	必要構成人員数	1名	・1名作業の場合、脚立作業など必要なく、十分安全が確保できる場合に限る
	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	計測対象の至近(対象からスマートフォンまでの距離300mm)にて操作	-
	点検費用	・導入支援:10万円 ・機材一式レンタル費:45000円/月 ・1橋あたりAI解析費目安(計測面積合計60平米以内):40000円	・単価は税抜
	保険の有無、保障範囲、費用	保険無	-
	自動制御の有無	AR補助による自動シャッター機能あり	・設定したひびわれ幅の要求解像度と、画像のブレが無い条件で自動シャッターが作動
	利用形態:リース等の入手性	スマートフォンとソフトウェアセットでのレンタル提供	・要件を満たすスマートフォンであれば、ソフトウェアのみの提供も相談可
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	ハード込みのレンタルの場合サポート対応可能	・ソフトウェアのみの提供の場合、ハードウェアと切り分けしてサポート可能
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面

- ・作業フロー
- ・端末と撮影治具
- ・治具を使い撮影する様子



作業フロー

現場作業
事務所作業



端末と撮影治具



治具を使い撮影する様子

1. 基本事項

技術番号	BR010071-V0024		
技術名	Matrice300RTK(ドローン)を用いた橋梁点検支援技術「ひび検Fly」		
技術バージョン	Ver2.0.0	作成:	2024年3月
開発者	中外テクノス株式会社		
連絡先等	TEL: 082-532-1624	E-mail:	n.okui@chugai-tec.co.jp ke.hashimoto@chugai-tec.co.jp yu.fujii@chugai-tec.co.jp 広島県広島市西区横川新町10-21 工業エンジニアリング事業本部
現有台数・基地	1台	基地	中外テクノス株式会社 工業エンジニアリング事業本部 広島県広島市西区横川新町10-21
技術概要	本技術は、Matrice300RTK(ドローン)にジンバルカメラを取り付けコンクリート部材を撮影し、撮影画像から顕在化している損傷を確認する技術である。撮影の際は光学20倍ズーム機能を備えたカメラ(ZenmuseH20T)及び、45MPの高解像度カメラ(ZenmuseP1)を現場状況に応じて使い分ける。撮影画像から損傷を抽出する際、ひびわれについてはAIを用いて検出する。		
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,床版,アーチ,ラーメン,PC定着部) 下部構造(橋脚,橋台) 路上(高欄,防護柵,地覆) 袖擁壁 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	⑩補修・補強材の損傷 ⑪定着部の異常 ⑫変色・劣化 ⑬漏水・滞水 ⑭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"> ・ドローン本体 ・バッテリー ・送信機2台(ドローン用、カメラ用) ・ジンバル付きカメラ(ZenmuseH20TもしくはZenmuseP1) 	
移動装置	機体名称	DJI社 Matrice300RTK	
	移動原理	2対の回転方向の相違するプロペラを高速で回転させることで得る揚力により浮上する。また、それぞれのプロペラの回転スピードを制御することで、前後左右、上下方向および回転方向の推力を得る。	
	運動制御機構	通信	<ul style="list-style-type: none"> ・通信種別:無線 ・周波数帯:2.4000~2.4835 GHz ・伝送距離:8km(最大)
		測位	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSSおよびRTK測位システム ・ビジョンシステム ・赤外線検知システム
		自律機能	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSSおよびRTK測位システムによる自動ホバリング ・ビジョンシステムおよび赤外線検知システムによる自動ホバリング
		衝突回避機能(飛行型のみ)	ビジョンシステムおよび赤外線検知システムによる衝突回避(停止)機能があり、1~10mの範囲で停止距離を設定可能
	外形寸法・重量	展開時(プロペラなし) :810×670×430 mm(長さ×幅×高さ) 折りたたみ時(プロペラ有り):430×420×430 mm(長さ×幅×高さ) 重量:7.27~7.30kg(バッテリー、カメラ搭載時)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	2.7kg	
	動力	バッテリー	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約45分(カメラ搭載時)		
計測装置	設置方法	機体上部または下部のコネクタにカメラを取り付ける	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・Zenmuse H20T 重量:828±5 g サイズ:167×135×161 mm ・Zenmuse P1 重量:約800 g サイズ:198×166×129 mm 	
	センシングデバイス	カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・Zenmuse H20T センサーサイズ:7.5×5.6mm(1/1.7インチ) 有効画素数:20MP(5184×3888Pixel) 光学ズーム:最大23倍 ・Zenmuse P1 センサーサイズ(静止画):35.9×24 mm センサーサイズ(最大動画記録領域):34×19 mm 有効画素数:45 MP(8192×5460Pixel)
		パン・チルト機構	3軸(チルト、ロール、パン) <ul style="list-style-type: none"> ・Zenmuse H20T チルト:-120°~+30° ロール:-55°~+55° パン:±320° ・Zenmuse P1 チルト:-130°~+40° ロール:-55°~+55° パン:±320°
		角度記録・制御機構 機能	有り
		測位機構	GNSSおよびRTK測位
	耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・Zenmuse H20T(IP44) -20℃ ~ 50℃(温度測定は、-10℃ ~ 50℃の場合のみ可能) ・Zenmuse P1(IP4X) -20°~50℃ 	
	動力	ドローン本体のバッテリーと共有	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約45分(ドローン本体のバッテリーと共有)	
設置方法	<ul style="list-style-type: none"> ・Zenmuse H20T microSDカード(最大容量:128 GB、UHS-1 スピードクラス3が必要)をカードスロットに挿入 ・Zenmuse P1 SDカード(UHS-I規格以上、最大容量:128 GB)をカードスロットに挿入 		
外形寸法・重量(分離構造の場合)	microSDカード SDカード		

データ収集・通信装置	データ収集・記録機能	カメラ内のSDカード(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	ドローン本体のバッテリーと共有
	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 ・変化量:0cm 標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2023年 ・試験施設の環境条件(磁場等)により飛行不可能	自然風 風速:2.1m/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:2023年 桁下空間:高さ5.0m進入可能	風速2.1m/s
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	運用限界高度:5000 m(2110 プロペラ) / 7000 m(2195 高地用低ノイズプロペラ) 最大伝送距離:8km ※カタログ値	障害物や電波干渉がない場合 離陸重量 ≤ 7 kg
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年2023年 ・50m	風速2.1m/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) 【RTK測位精度】 1 cm + 1 ppm(水平方向) 1.5 cm + 1 ppm(垂直方向) ※カタログ値	GPS有り、Pモード
	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 【ZenmuseH20T】 ・0.018㎡/sec(895秒) 【ZenmuseP1】 ・0.037㎡/sec(451秒)		撮影面積(7.5×1.5+3.5×1.5=16.5㎡)を撮影するのに要した時間 【ZenmuseH20T】 被写体距離:3.0m 照度:17.4~27.6kLx 風速:0.0~2.2m/s 気温:17.9℃ 【ZenmuseP1】 被写体距離:2.3m 照度:20.3~32.9kLx 風速:0.0~1.6m/s 気温:17.5℃	
4-2 計測精度		性能確認シートの有無 ※	有		
	性能値	検出ひびわれ幅0.1mm以上		【実構造物に発生しているひびわれでの検証】 ・撮影面に正対して撮影 ・撮影距離画素分解能:検出ひびわれ0.1mm(0.3mm/pixel)、検出ひびわれ0.2mm(0.6mm/Pixel) ・自然光(照度10klx以上) ・被写体との距離:2.0m以上	
	標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2023年 【ZenmuseH20T】 ・ひびわれ幅0.05mm: 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅0.1mm: 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅0.2mm: 計測精度 0.06mm ・ひびわれ幅0.3mm: 計測精度 0.29mm ・ひびわれ幅1.0mm: 計測精度 0.13mm 【ZenmuseP1】 ・ひびわれ幅0.05mm: 計測精度 0.09mm ・ひびわれ幅0.1mm: 計測精度 0.03mm ・ひびわれ幅0.2mm: 計測精度 0.00mm ・ひびわれ幅0.3mm: 計測精度 0.29mm ・ひびわれ幅1.0mm: 計測精度 0.14mm		【ZenmuseH20T】 被写体距離:3.0m 照度:17.4~27.6kLux 風速:0.0~2.2m/s 【ZenmuseP1】 被写体距離:2.3m 照度:20.3~32.9kLux 風速:0.0~1.6m/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 ※	有	
		性能値	未検証		-
		標準試験値	標準試験方法 オルソ画像精度/(位置精度)(2019) 実施年 2023年 【ZenmuseH20T】 ・相対誤差0% 【ZenmuseP1】 ・相対誤差0%		【ZenmuseH20T】 真値:4.769m 計測値:4.771m 被写体距離:3.0m 照度:16.3~28.6kLux 風速:0.0~2.3m/s 【ZenmuseP1】 真値:4.769m 計測値:4.770m 被写体距離:2.3m 照度:17.9~38.5kLux 風速:0.0~1.1m/s
			性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	未検証	2-1-634	-
				【ZenmuseH20T】 真 値(x,y):(-4.568,-1.370)m	

計測装置

4-4 色識別性能	位置精度	標準試験値	標準試験方法 オルソ画像精度/(位置精度)(2019) 実施年 2023年 【ZenmuseH20T】 ・相対誤差(Δx, Δy)=(0.002m, -0.002m) 【ZenmuseP1】 ・相対誤差(Δx, Δy)=(0.001m, -0.003m)	計測値(x, y): (-4.570, -1.368)m 被写体距離: 3.0m 照度: 16.3~28.6kLux 風速: 0.0~2.3m/s 【ZenmuseP1】 真 値(x, y): (-4.568, -1.370) 計測値(x, y): (-4.569, -1.367) 被写体距離: 2.3m 照度: 17.9~38.5kLux 風速: 0.0~1.1m/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 色識別性能(2019) 実施年 2023年 【ZenmuseH20T】 ・フルカラーチャート識別可能 【ZenmuseP1】 ・フルカラーチャート識別可能	【ZenmuseH20T】 被写体距離: 3.0m 照度: 16.3~28.6kLux 風速: 0.0~2.3m/s 【ZenmuseP1】 被写体距離: 2.3m 照度: 16.0~40.4kLux 風速: 0.0~2.3m/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撮影した画像からフォトグラメトリソフトを使用し、オルソ画像を作成する ②オルソ画像を自社開発ソフト「ひび検」に読み込む ③読み込んだ画像に寸法情報を付与する(手動) ④ひびわれの自動検出機能(AI)により、ひびわれ(長さ・幅)を検出する(自動) ⑤検出したひびわれをソフト上で確認し、フィルタリングをかける(手動) ⑥過検出、誤検出、未結合ひびわれなどの修正を行う(手動) ⑦必要に応じてひびわれ以外の損傷をソフト上で描画する(手動) ⑧描画されている損傷の数量を集計する(自動) ⑨描画された損傷をCADデータ(DXF)に変換して出力する(自動)</p>		
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>「ひびわれ検出システム Ver2.0.0」(自社開発ソフト)</p>	
	<p>検出可能な変状</p>	<p>・ひびわれ、床版ひびわれ(画像に基準長さを与えることで、長さや幅も計測可能) ・剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、補修補強材の損傷、定着部の異常、変色・劣化、漏水・滞水、変形・欠損</p>	
	<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>ひび割れ</p>	<p>・AI(畳み込みニューラルネットワーク)によるひびわれの自動検出 ・AI教師データは、技術者が学習させたひびわれ写真 ・撮影条件・仕様 1) デジタルカメラ、ラインカメラ(4K)、ビデオカメラ(4K) 2) 画像フォーマット(カラー:JPEG、BMP) 3) 正対した画像であること。(オルソ補正後の画像でも適用可能) 4) 検出可能なひびわれ幅は、画像解像度(pixel/mm)の1/3程度 5) 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部を特定することで自動検出を行う(その他の損傷は目視による検出)</p>
		<p>ひび割れ幅および長さの計測方法</p>	<p>・幅: 自動検出されたひびわれと画素(pixel)と輝度情報を計測し、ひびわれ幅を算出する。 ・長さ: 画像に寸法値を与えて、pixel長さから換算する。</p>
		<p>ひび割れ以外</p>	<p>・人が画像を確認して、変状をソフト上でトレース(システム上orCAD操作)</p>
		<p>画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)</p>	<p>80%程度(撮影条件による)</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およびBMP</p>
		<p>ファイル容量</p>	<p>画像1枚あたり 最小256×256Pixel(約1m×1m)、最大30000×20000Pixel(約15m×10m)</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0.2mmを検出するためには、0.6mm/Pixel以下であることが必要 ・ひびわれ幅0.1mmを計測するためには、0.3mm/Pixel以下であることが必要</p>	
<p>その他留意事項</p>		<p>・コンクリート面に正対した画像(オルソ画像)であること ・JPEGの「圧縮ビット/ピクセル」等の設定によっては、別途変換作業が必要</p>	
<p>出力ファイル形式</p>	<p>損傷画像: JPEG CAD: DXF 数量集計表: CSV</p>		
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>①画像データからひびわれを検出し、ソフト上でひびわれ以外の損傷を描画しCAD(dxfl)データに出力する。 ②作成したCADデータを参考に損傷図を作成する。 ③損傷図を調書に挿入する。</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) 被写体に対して正対して撮影(フォトグラメトリソフトを使用したオルソ画像でも可) 2) 検出が必要なひびわれ幅から撮影画像の解像度を設定</p>		
<p>調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名</p>	<p>・Matrox社製「MatroxImagingLibrary(MIL)」(市販ソフト) ・「ひびわれ検出システム ver2.0.0」(自社開発ソフト) ・CADソフト(市販ソフト) ・橋梁点検支援システム(自社開発ソフト) ※クラウドサービスの提供なし</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	特に制限はない	幅員が広い場合、桁下面ではGNSS信号が届きにくくなる
	桁下条件	<ul style="list-style-type: none"> ・第三者が飛行直下にいないこと ・桁下高$h \geq 5m$ ・飛行に邪魔になるような植生、樹木などがないこと ・撮影に必要な照度があること 	上部構造直下では、照度不足に注意が必要
	周辺条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ドローンの飛行許可が下りない範囲 ・鉄道と近接する箇所 ・交通量の多い幹線道路や高圧線(電波塔)の有無等 ・上記の他、最終的には現地で安全評価を行い、適用可否の判断を行う 	-
	安全面への配慮	<ul style="list-style-type: none"> ・第三者の上空では飛行させない ・必要に応じて、立ち入り制限措置を施す 	-
	無線等使用における混線等対策	<ul style="list-style-type: none"> ・送受信機間の通信状況およびGNSSの電波強度を補助者が常時監視する 	-
	道路規制条件	<ul style="list-style-type: none"> ・道路上空の対象物を点検する場合は、飛行範囲にある道路を規制する ※一時的な横断であればその限りではない 	-
	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	・ドローン操縦時間10h以上 ・JUIDAなどの民間資格もしくは国家資格(無人航空機操縦士)所有者	・ドローン操縦者とは別に、カメラオペレーターが必要
	必要構成人員数	ドローン操縦者1名、カメラオペレーター1名	状況に応じて監視者1名以上
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・ドローン操縦時間10h以上	-
	作業ヤード・操作場所	・離発着範囲として、堅固な平地(3m×3m以上) ・直上に架空線などがないこと ・操縦者から目視可能であること	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [下部構造(コンクリート橋脚)] 高さ×幅×奥行 [20×9×3.5]m 数量 [2]基 部位・部材 [柱部] 活用範囲 [1000]m ² 検出項目 [ひびわれ] <費用> 合計 50万円 内訳:1000m ² /日(オルソ画像撮影用)2名×1日 30万円 ひびわれ検出 1000m ² ×200円=20万円	・諸経費は含まない ・移動交通費などの旅費は別途 ・損傷はひびわれのみを想定し、dxfへの出力まで(損傷図への転記、加工は含まない)
	保険の有無、保障範囲、費用	・対人、対物保険および機体保険加入	-
	自動制御の有無	有り(GNSS環境下における自動制御)	-
	利用形態:リース等の入手性	リース不可。業務委託のみ	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	業務委託範囲での対応	-
	センシングデバイスの点検	・飛行前点検の実施 ・飛行20時間毎の点検整備の実施 ・メーカーメンテナンス(1回/年)	-
その他	-	-	

7. 図面

Matrice300RTK外観

ZenmuseH20T装着

ZenmuseP1装着

AIひびわれ検出結果

凡例

ひび割れ(0.05mm)	—
ひび割れ(0.1mm)	—
ひび割れ(0.2mm)	—
ひび割れ(0.3mm)	—
ひび割れ(0.5mm)	—
ひび割れ(1.0mm)	—
ひび割れ(2.0mm)	—
ひび割れ(3.0mm)	—
ひび割れ(4.0mm)	—
ひび割れ(5.0mm)	—
鉄筋露出	—
遊離石灰	—
漏水	—
内装板	—
内装板・防水工の破損・亀裂等	—
漏水防止工(新設・修繕)	—
漏水防止工(既設・修繕)	—
補修および新設材	—
ネット設置	—
炭素繊維シート	—
ひび割れ補修	—
施工目地	—
その他	—

1. 基本事項

技術番号	BR010072-V0024			
技術名	スマートフォンと360°カメラを用いた小規模橋梁の点検支援技術			
技術バージョン	Ver.1.0	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社IML/福井コンピュータ株式会社/公益財団法人 鳥取県建設技術センター/東北大学大学院工学研究科インフラ・マネジメント研究センター			
連絡先等	TEL: 022-795-7525	E-mail: tanji-impl@imc-tohoku.org	本社	
現有台数・基地	1	基地	宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-11(総合研究棟1106号室)	
技術概要	<p>本技術は、360°カメラで撮影した動画または静止画により小規模橋梁全体の損傷状態の概要を把握し、損傷の種類と場所を確認・抽出(スクリーニング)するとともに、損傷箇所については、スマートフォンで取得した点群データまたはカメラ画像を用いたフォトグラメトリにより橋梁の3Dモデルを構築し、市販の点群処理ソフトの表示機能や計測機能を用いて、損傷(剥離・鉄筋露出等)の寸法を計測する技術である。</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)		
	損傷の種類	鋼	①腐食 ⑤防食機能の劣化	
		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	
		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/動画)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		計測装置 ・360°カメラ (Insta360 ONE RS) ・スマートフォン (iPhone14Pro) ・伸縮ポール	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	人力による。	
	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)	iPhone14Pro ・外形寸法:幅71.5mm×高さ147.5mm×厚さ7.85mm ・重量:206g Insta360 ONE RS ・外形寸法:幅53.2×高さ129.3×厚さ49.5mm ・重量:239g	
	センシングデバイス	カメラ	iPhone14Pro ・絞り:F1.78 ・Pixel数:4032×3024 ・フォーカス:オートフォーカス Insta360 ONE RS ・絞り:F2.2 ・Pixel数:6528×3264
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	-
	耐久性	iPhone14Pro:IP68	
	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	iPhone14Pro:ストレージに保存 Insta360 ONE RS: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 ※	-	
	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 ひびわれや剥離・鉄筋露出の検出(2023) 実施年 2023年 相対差 4.1cm2 相対比 4.7%	・被写体距離: 約4m(伸縮ポール使用) ・照度: 14.2~22.3 kLux ・風速: 0.0~1.2 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 ※	有	
			性能値	・P1、P2間の距離の計測値と実測値との相対差を精度とする。(90%以上)	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年:2023年 ・相対誤差:0.3%	・照度 14.2~22.3 kLux ・風速 0.0~1.2 m/s ・撮影距離 約3m
		位置精度	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 (2019) 実施年:2023年 絶対誤差(Δx, Δy) = (-0.022, 0.017) (m)	真値(x,y) = (-4.568, -1.370) 計測値(x,y) = (-4.546, -1.387) ・照度 14.2~22.3 kLux ・風速 0.0~1.2 m/s ・撮影距離 約3m
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 色識別方法(2019) ・実施年 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・照度 K1 8.00~18.1 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		【損傷のスクリーニング】	
		<ul style="list-style-type: none"> 伸縮ポールに360°カメラを設置し、対象物からの距離が3m程度以内になるよう留意して小規模橋梁全体の動画または静止画を撮影する。(手動) この際、iPhoneを360°カメラに接続し、手元のiPhone画面上で360°カメラの画像を確認しながら操作する。(手動) 撮影した動画または静止画により損傷状態の概要を把握し、個別の損傷の種類と場所を確認・抽出(スクリーニング)する。(手動) 	
ソフトウェア名		【損傷箇所の点群データ取得、写真撮影、3Dモデル構築】	
		<ul style="list-style-type: none"> 確認された損傷(はく離・鉄筋露出)を含む一定範囲について、iPhone3Dスキャナアプリ(LiDAR)を用いて点群データを取得、あるいは同3Dスキャナアプリ(photos)を用いて写真を撮影する。(手動) この際、伸縮ポールにiPhoneを設置し、対象物との距離を3m程度以内になるよう調整する。(手動) iPhoneからの距離が3mを超える場合は、iPhone LiDARの測距精度が低下する可能性があるため、念のためにスケール等を映り込ませて後処理での寸法補正に用いる。(手動) iPhone photosによる静止画撮影のオーバーラップ量は、上下左右とも70%程度とする。(手動) 取得した点群データまたは複数枚の静止画像を用いて、3Dスキャナアプリにより3Dモデルを構築する。(自動) ※確認された損傷がひびわれの場合は、従来どおり近接目視点検を実施する。(手動) 	
検出可能な変状		はく離・鉄筋露出等	
ソフトウェア情報	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	-
		ひび割れ幅および長さの計測方法	-
		ひび割れ以外	<360°カメラ> ・複数の広角レンズを用いて、全方向の画像を同時に撮影する。撮影画像や動画は専用ソフトウェアで、全方位のシームレスなパノラマ画像が生成される。 <iPhone LiDAR> ・レーザー光の対象物からの反射到達時間の計測により、対象物の形状(3次元点群データ)を取得する。また、同時に撮影する対象物の表面写真を3次元点群データの三角網上にテクスチャーマッピングし、3Dモデルを構築する。 <iPhone カメラ> ・撮影した複数枚の静止画から、画像の一致点をもとに対象物の形状やサイズを再構築するフォトグラメリを用いて3Dモデルを構築する。
		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	<ul style="list-style-type: none"> 市販の点群処理ソフトの表示機能を用いて、パソコン上で3Dモデルを拡大／縮小または回転させて表示する。(手動) 表示した損傷について、計測機能を用いてはく離・鉄筋露出等の損傷寸法を計測し、3Dモデル上に表示する。(手動)
		取り扱い可能な画像データ	ファイル形式 jpeg, HEIC ファイル容量 特に制限はなし カラー／白黒画像 カラー 画素分解能 最大8000×6000 その他留意事項 特になし
	出力ファイル形式	<360°カメラ> 静止画: insp、動画: insv <iPhone LiDAR> obj	
	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)

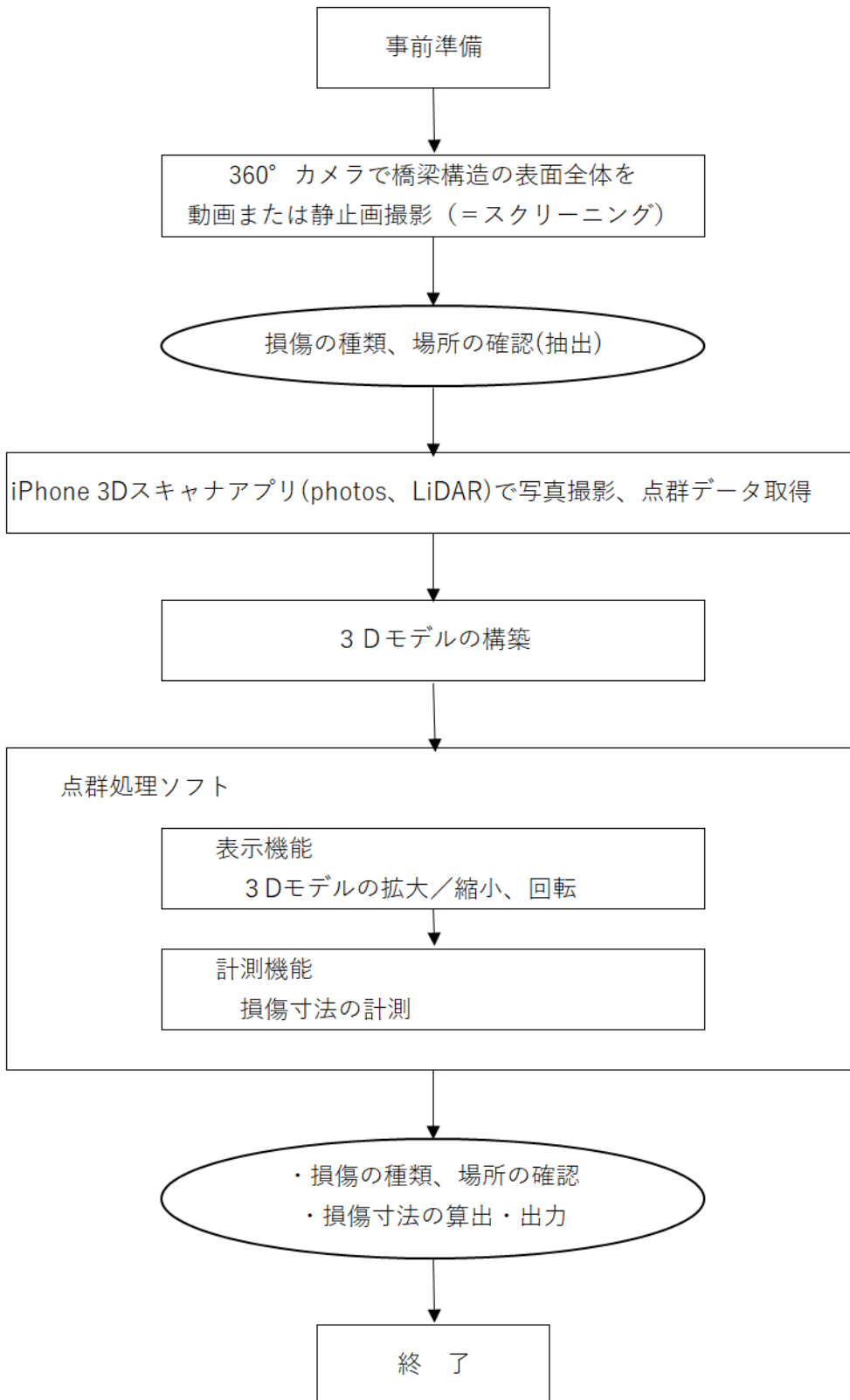
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	2m~7m(必要に応じて3m伸縮ポールを使用) ※ 360°カメラ、iPhone LiDAR、iPhone カメラとも同様。 ※ 計測機器から対象物までの距離は3m以内が望ましい。	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	道路上で計測する際は適宜交通誘導員を配置する。	-
	その他	-	-

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	-	-
	必要構成人員数	点検員1名、点検補助員1名、交通誘導員1名 合計3名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	道路橋梁点検員、測量士等の資格は不要 社内講習2時間程度	-
	作業ヤード・操作場所	不要	-
	点検費用	【橋梁条件】 ・橋種 コンクリート橋 ・橋長 6.9m ・全幅員 4.6m ・部位・部材 上部構造の床版下面、下部構造の橋台表面 ・活用範囲 70m ² ・検出項目 剝離・鉄筋露出/変色・劣化/漏水・滞水 【費用】 ・橋梁の360°画像取得+3次元データ取得業務 20,225円 ・データ処理・解析業務 22,650円 合計 42,875円 (360°画像、変状寸法入り画像の作成まで) ・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。	-
	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	購入品のみ	-
	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	-	-
その他	-	-	

7. 図面

小規模橋梁の点検調査フロー

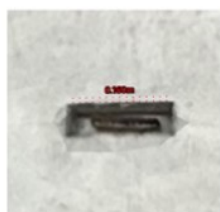




計測機器および計測状況

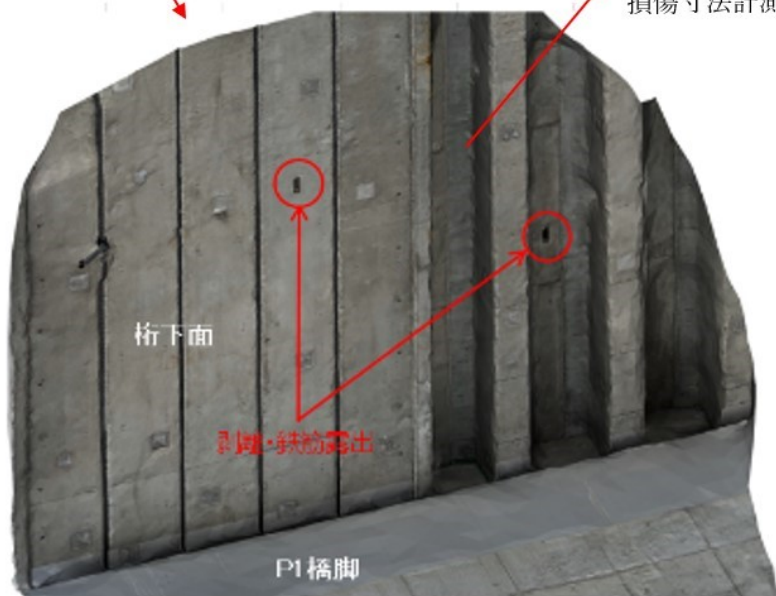


3Dモデル



160mm × 49mm

損傷寸法計測



橋梁の3Dモデルと損傷寸法の算出の例

1. 基本事項

技術番号	BR010073-V0024			
技術名	ドローン搭載カメラによる点検支援技術(剥離・鉄筋露出)			
技術バージョン	-	作成:	2024年3月	
開発者	アイセイ株式会社 技術開発部			
連絡先等	TEL: 03-6806-7281	E-mail:	seki-k@eyesay.co.jp fujita-y@eyesay.co.jp 技術開発部 関和彦、藤田吉臣	
現有台数・基地	1台	基地	東京都荒川区	
技術概要	本技術は、ドローンに搭載した可視光カメラ(ZenmuseX4S)で撮影した映像から3D点群データを生成し剥離・鉄筋露出の位置や寸法を半自動で把握する技術である。			
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	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 ⑫うき	
		その他	⑬遊間の異常 ⑭路面の凹凸 ⑯支承部の機能障害 ⑰その他	
共通	⑱定着部の異常 ⑲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/動画)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		移動装置:ドローン(DJI社製:MATRICE210) 計測装置:カメラ(DJI社製:Zenmuse X4S) データ収集:microSDカード	
移動装置	機体名称	DJI社製MATRICE210	
	移動原理	本機体はクワッドコプターの為、離陸・推進に4つの回転翼を用いて飛行する。	
	運動制御機構	通信	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測位
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	上方赤外線センサー0~5 m 前方ビジョンシステム0.7~30 m 下方ビジョンシステム10~500 cm
	外形寸法・重量	サイズ(アーム展開時) 887×880×378 mm 重量(TB55) 約4.57 kg(標準バッテリー2個搭載時)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	TB55(リチウムポリマーバッテリー(LiPo 6S))	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	24分	
計測装置	設置方法	機体上部あるいは下部にカメラを装着	
	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	DJI社製ZenmuseX4S
		パン・チルト機構	操作可能範囲 チルト:+30°~-90°、パン:±320° 機械的な可動範囲 チルト:+50°~-140°、パン:±330°、ロール:+90°~-50°
		角度記録・制御機構 機能	-
		測位機構	-
	耐久性	IP43	
	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	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 ・変化量: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:27cm(26cm) 鉛直方向 最大移動量:5cm(5cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:35cm(27cm) 鉛直方向 最大移動量:7cm(14cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:57cm(53cm) 鉛直方向 最大移動量:18cm(13cm)	自然風 風速:2.3m/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 進入可能性能 桁間に進入しない場合(2022) 実施年2023年 桁下空間:高さ5.0m進入可能	風速:2.3m/s
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 ・50m	風速:2.3m/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	
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 ひびわれや剥離・鉄筋露出の検出(2023) 実施年 2023年 相対差 6.7cm2 相対比 7.7%	・被写体距離: 3m ・照度: 7.97~67.0 kLux ・風速: 0.0~1.2 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 ※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・相対誤差:0%	・真値:3.828m ・測定値:3.829m 被写体距離:3m 照度:7.50~27.5 kLux 風速: 0.0~3.5 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 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.008, 0.020) (m)	・真値(x, y)=(-4.568, -1.370)m ・測定値(x, y)=(-4.572, -1.370)m 被写体距離:3m 照度:7.50~27.5 kLux 風速: 0.0~3.5 m/s
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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	被写体距離:3m 照度:11.7~56.2 kLux 風速: 0.0~3.0 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		<p>本技術のサービスは、貸与した映像データから処理のみあるいは、映像撮影から損傷の抽出まで行うものである。 3D点群から寸法計測や差分解析による体積を求め成果品を作成するものである。 損傷の有無と寸法計測は、作業員の目視により実施し、体積を求めるのは差分解析ソフトNuBasにより半自動にて実施する。 ①ドローン撮影(対象に極力正対して実施) ②撮影した映像からSfM系ソフトを使用し3D点群データの生成を行う。 ③②で生成した点群データをモデルデータに変換しオルソ画像を生成を行う。 ④③で生成したオルソ画像から作業員の目視により損傷の有無の確認を行う。 ⑤②で生成した点群データをLas形式で出力し、差分解析ソフト「NuBas」により寸法計測及び体積計算を行う。</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	SfM系ソフト(市販品:点群とオルソ画像作成できるソフト) NuBas(アイセイ開発ソフト(リリース済み))		
	検出可能な変状	腐食/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/路面の凸凹/定着部の異常/変色・劣化/漏水・滞水/異常なたわみ/変形・欠損		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	作業員が画像を確認して、ひびわれと思われる箇所を手動でマーキング	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	-	
		ひび割れ以外	CaseA.取得した画像データを確認するケース →主に亀裂や腐食などの構造物表面の形状変化が少ないもの。主に線上に生じている損傷。 CaseB.取得した画像データから3次元点群データを生成するケース →剥離・剥落や変形などの構造物表面の形状変化が大きいもの。主に面状に発生する損傷。 3次元点群データと任意に設定する仮想基準面との偏差を色の違いで表現したカラーマップ画像を生成。 そのカラーマップ画像より人が変状箇所を認識する。	
		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	-	
		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)

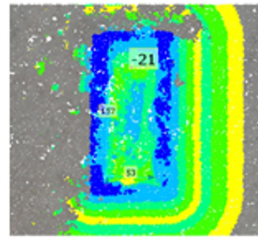
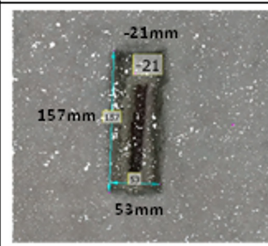
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	・天候:雨天、強風作業不可 ・桁下高5m以下は飛行離隔確保できないため作業不可	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	DID人口集中地区/航空局へ許可申請 第三者、人や車が往来する箇所/注意喚起、人払いを行い実施 緊急用務空域/絶対に飛行させない 国の重要施設/絶対に飛行させない 私有地/施設管理者に許可を実施する 撮影地区の管轄する警察署へ連絡を行う。	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	ドローンの離発着箇所および道路上の撮影に及ぶ場合は、道路使用許可や交通規制など別途安全対策の併用を検討する。	-
	その他	-	-

6. 留意事項(その2)

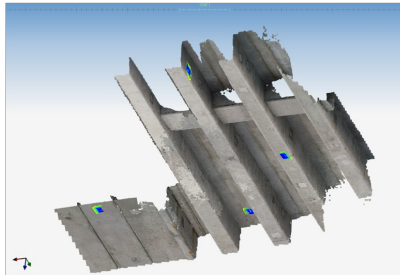
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	-	-
	必要構成人員数	・機体操縦者1名、カメラ操縦者1名、安全管理者1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・特別な資格保有、講習会への参加、研修の履修等の条件なし その為、ドローンを飛ばす操縦技術、メンテナンスの知識やスキル、安全確保を最優先し関係法規、ルール、運用ガイドライン等を遵守する姿勢が求められ 状況に応じた飛行の可否の判断力、緊急時の対応での冷静な判断力を持った技術者。	-
	作業ヤード・操作場所	・視界が十分とれており機体の挙動が把握できる位置で、足元が安定した場所。 ・操縦者に声が聞こえる位置で適切な助言ができ足元が安定した場所。	-
	点検費用	橋梁条件 橋種:コンクリート橋 計測部位:橋脚1基分 検出項目:損傷の有無と位置、寸法計測の実施 400円/㎡~2000円/㎡ 対象部位、飛行環境により変動する。	1班3名体制、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
	保険の有無、保障範囲、費用	第三者賠償保険の内容: 基本補償1億円、管理財物補償1億円、管理財物使用不能補償特約3,000万円、人格権侵害補償特約1名1,000万円、1事故1,000万円	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	業務委託	撮影と後処理作業まで 撮影映像を貸与した後処理作業のみ実施も対応可能(映像の画質により精度保証できない場合あり)
	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

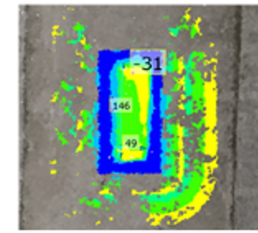
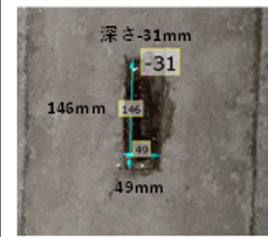
ドローン(DJI社製:MATRICE210)
カメラ(DJI社製:Zenmuse X4S)



①
機体：DJI社製Matrice210
カメラ：DJI社製ZenmuseX4S
処理手法：SfM-MVS処理+差分解析
基準位置：健全箇所●4点
寸法mm：157×53×21
体積：152cm³(鉄筋含まない)
「剥離・鉄筋露出」が確認できます。



SfM-MVS処理による点群生成



②
機体：DJI社製Matrice210
カメラ：DJI社製ZenmuseX4S
処理手法：SfM-MVS処理+差分解析
基準位置：健全箇所●4点
寸法mm：146×49×31
体積：192cm³(鉄筋含まない)
「剥離・鉄筋露出」が確認できます。

点群データ寸法計測

差分解析による求積


1. 基本事項

技術番号	BR010074-V0024			
技術名	狭隘な橋りょう桁下空間の状況把握技術			
技術バージョン	バージョン1	作成:	2024年3月	
開発者	アイセイ株式会社 技術開発部			
連絡先等	TEL: 03-6806-7281	E-mail:	seki-k@eyesay.co.jp fujita-y@eyesay.co.jp 技術開発部 関和彦、藤田吉臣	
現有台数・基地	1台	基地	東京都荒川区	
技術概要	市販カメラを搭載した地上走行型ロボットで、狭隘な橋りょう桁下空間を走行・撮影する。取得した撮影画像を用いてSfM/MVS処理により桁下空間の3次元点群データを生成する。その3次元点群データおよび撮影画像を用いて、桁下空間の状況を把握する技術。撮影画像から3次元点群データを生成することで、定量的な評価をすることができる。構造物表面に生じる形状変化を捉える技術であるため、剥離や剥落、変形などの面的に生じる損傷を把握できる。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,床版) 下部構造(橋台) 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,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	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	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		⑱定着部の異常 ⑲変色・劣化 ⑳漏水・滞水 ㉑異常なたわみ ㉒変形・欠損 ㉓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		地上走行型ロボット 運動性能:四輪操舵(4WS)		
移動装置	機体名称	アイセイ初号機-Yamato		
	移動原理	本機体は、モーター四輪操舵(4WS)ロボットである。		
	運動制御機構	通信	-	
		測位	GPS測位	
		自律機能	-	
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-	
	外形寸法・重量	計測装置本体:最大外形寸法(長さ660mm×幅500mm×高さ220mm) 最大重量(4.0kg(バッテリーを含む))		
	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)	4.0h		
計測装置	設置方法	桁下高に合わせて、車体前方に装着。		
	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	GoProHERO7 BLACK	
		パン・チルト機構	-	
		角度記録・制御機構 機能	-	
		測位機構	-	
	耐久性	10m防水		
	動力	-		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	70分			
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 ※	有	
	性能値	桁下高400mm～ 	
	標準試験値	標準試験方法 箱桁内部(2023) 実施年2023年 ・1.8m×1.8m	-
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 箱桁内部(2023) 実施年2023年 ・距離:4m	-
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	-	-	
		標準試験値	標準試験方法 剥離・鉄筋露出 (2023) 実施年 2023年 相対差 13.2cm ² 相対比 15.2%	・被写体距離: 1m ・照度: 6.28~77.1 kLux ・風速: 0.0~0.8 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 ※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・相対誤差:0.4%	・真値:0.900m ・測定値:0.904m 被写体距離:1m 照度: 3.15 kLux 風速: 0.0 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 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.001, 0.004) (m)	・真値(x, y)=(-0.712, -0.551)m ・測定値(x, y)=(-0.713, -0.555m 被写体距離:1.0m 照度: 3.15 kLux 風速: 0.0 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 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	被写体距離: 1.0 m 照度: 378 kLux 風速: 0.0 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		<p>本技術のサービスは、貸与した映像データから処理のみあるいは、映像撮影から損傷の抽出まで行うものである。 3D点群から寸法計測や差分解析による体積を求め成果品を作成するものである。 損傷の有無と寸法計測は、作業員の目視により実施し、体積を求めるのは差分解析ソフトNuBasにより半自動にて実施する。 ①撮影(対象に極力正対して実施) ②撮影した映像からSfM系ソフトを使用し3D点群データの生成を行う。 ③②で生成した点群データをモデルデータに変換しオルソ画像を生成を行う。 ④③で生成したオルソ画像から作業の目視により損傷の有無の確認を行う。 ⑤生成した3D点群データをLas形式で出力し、差分解析ソフト「NuBas」により体積計算を行う。</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	SfM系ソフト(市販品:点群とオルソ画像作成できるソフト) NuBas(アイセイ開発ソフト(リリース済み))		
	検出可能な変状	腐食/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/路面の凸凹/定着部の異常/変色・劣化/漏水・滞水/異常なたわみ/変形・欠損		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	人が画像を確認して、ひびわれと思われる箇所を手動でマーキング	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	-	
		ひび割れ以外	CaseA.取得した画像データを確認するケース →主に亀裂や腐食などの構造物表面の形状変化が少ないもの。主に線上に生じている損傷。 CaseB.取得した画像データから3次元点群データを生成するケース →剥離・剥落や変形などの構造物表面の形状変化が大きいもの。主に面状に発生する損傷。 3次元点群データと任意に設定する仮想基準面との偏差を色の違いで表現したカラーマップ画像を生成。 そのカラーマップ画像より人が変状箇所を認識する。	
		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	-	
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	-	-
	桁下条件	・天候:雨天、作業不可 ・桁下高20cm以下の侵入不可 ・水深7cm以上は、侵入不可	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	人や車の往来が頻繁であるならば、計測中は注意喚起の看板の設置	-
	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	・責任者:1名 ・作業者: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	-	-
	点検費用	【見積前提条件】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 15.0m 幅員 10.0 m 桁高 0.8 m 検出項目 [プレテンション方式床版橋 スラブ桁下面の剥離] 【概算費用】(外内業含む) [直接人件費]+[安全費]+[一般管理費] = 計 : ~320,000円 ◆計測対象面積:162.0㎡ ◆単価:¥400円/㎡~2,000円/㎡	費用は計測構造物の構造(橋種など)により変わる。 同じく、計測を要する面の数、計測対象面積、計測箇所などにより変わる。 ※業務の内訳は以下の通り 外業:現地調査業務 内業:計画、諸準備、成果品作成(差分解析など含む)
	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	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



NuBas

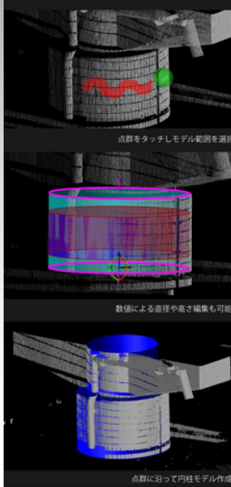
3D技術者のノウハウとリアルな声をもとに自由な発想とアイデアで生まれた3D点群処理ソフトウェアです
 敢えて専門性を持たずに様々な産業に向けて開発しました

様々な点群処理をNuBasひとつで



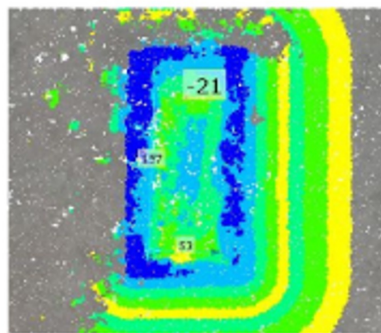
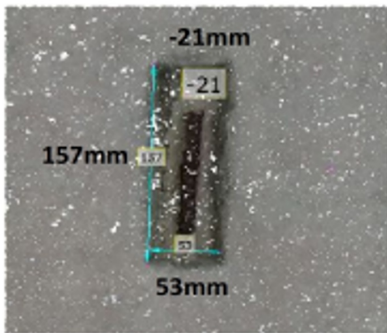
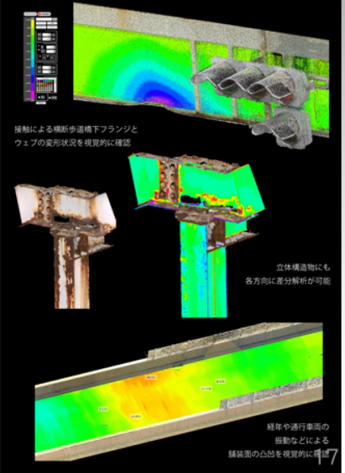
モデリング

BIM/CIMにも活用可能なモデルを、点群から作成できるモデリング機能を搭載しています。また基本的な点群処理(サイズ抽出や関引け)も合わせて行えます。直感的でシンプルなUIと操作性で、3D初心者でも簡単に操作可能です。



差分解析

NuBasによる差分解析は構造物などモノの「変化」や「変形」を数値情報からカラーマップを作成し可視化する技術です。具体的な使用例として、コンクリート構造物や鋼橋などの損傷や道路の陥没調査に使用しています。また、設計データを基準として差分解析する事で、出来形などの品質管理にも役立ちます。



157mm × 53mm

