

## 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	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。			
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"> <li>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)</li> <li>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)</li> <li>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)</li> </ul>	
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"> <li>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)</li> <li>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)</li> <li>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場合がありますため、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)</li> <li>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)</li> <li>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)</li> <li>※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)</li> </ul>	
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トリを用いて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"> <li>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)</li> <li>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)</li> </ul>
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)

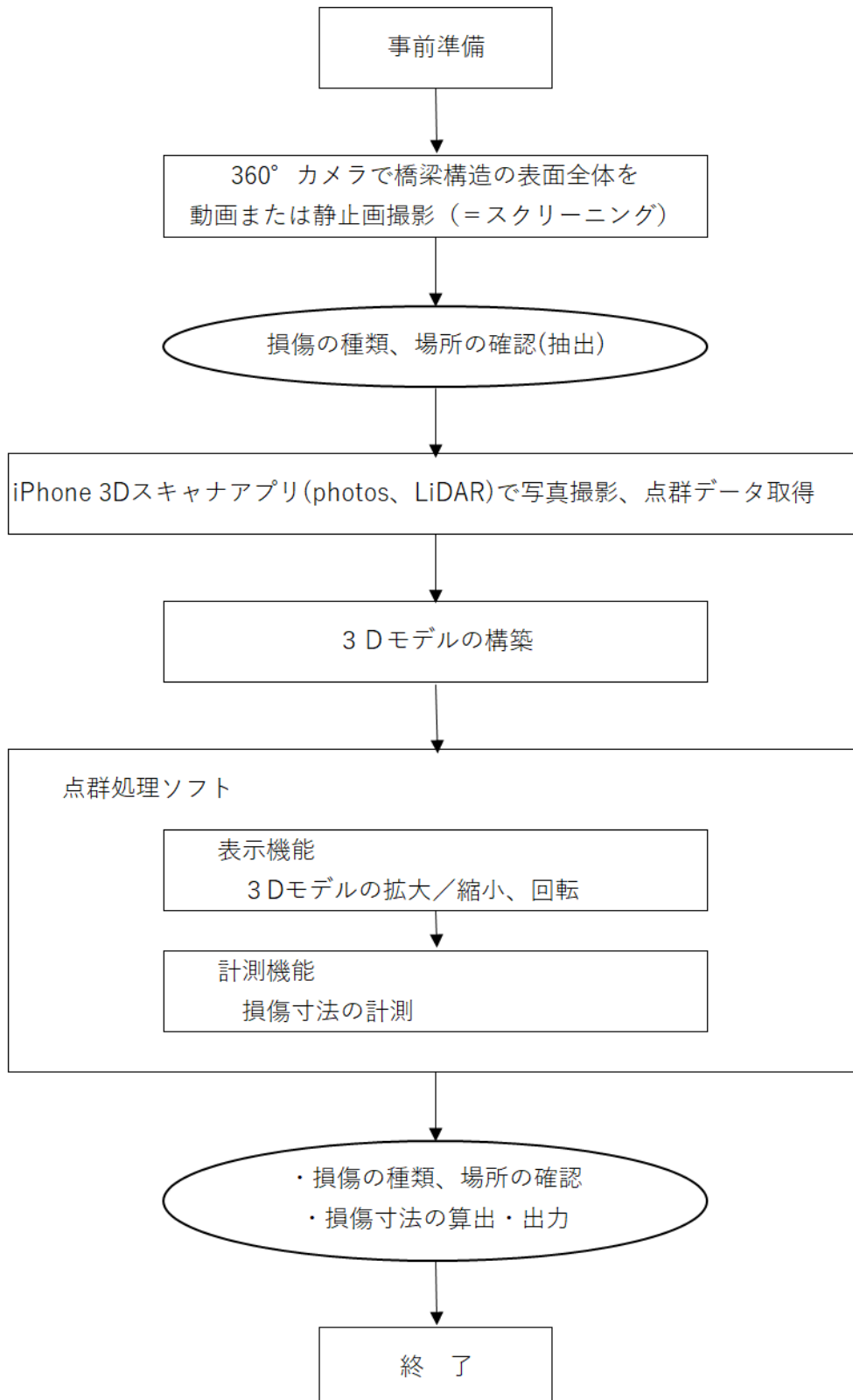
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	2m~7m(必要に応じて3m伸縮ポールを使用) ※ 360°カメラ、iPhone LiDAR、iPhone カメラとも同様。 ※ 計測機器から対象物までの距離は3m以内が望ましい。	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	道路上で計測する際は適宜交通誘導員を配置する。	-
	その他	-	-

6. 留意事項(その2)

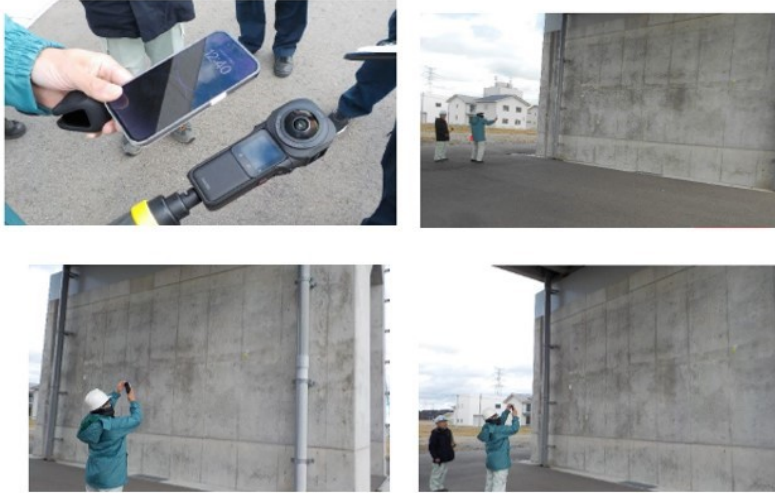
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	-	-
	必要構成人員数	点検員1名、点検補助員1名、交通誘導員1名 合計3名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	道路橋梁点検員、測量士等の資格は不要 社内講習2時間程度	-
	作業ヤード・操作場所	不要	-
	点検費用	【橋梁条件】 ・橋種 コンクリート橋 ・橋長 6.9m ・全幅員 4.6m ・部位・部材 上部構造の床版下面、下部構造の橋台表面 ・活用範囲 70m <sup>2</sup> ・検出項目 剝離・鉄筋露出/変色・劣化/漏水・滞水 【費用】 ・橋梁の360°画像取得+3次元データ取得業務 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



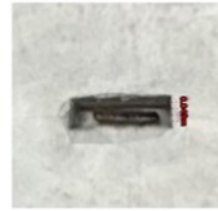
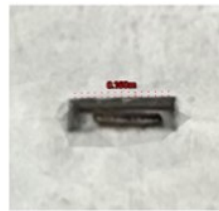




計測機器および計測状況

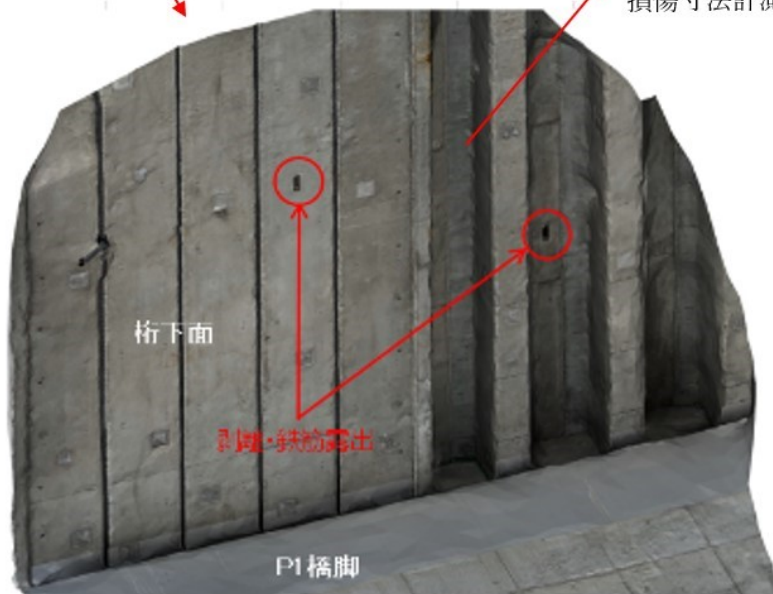


3Dモデル



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