1. 基本事項

技術番号		BR010073−V0125				
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：	2025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 ⑪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 ㉒異常なたわみ 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			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）） 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		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。	
ソフトウェア情報	ソフトウエア名	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）） 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	
	検出可能な変状		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	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
		ひびわれ幅および長さの計測方法	-
		ひびわれ以外	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・ソフトウエア名		-	

6. 留意事項（その1）

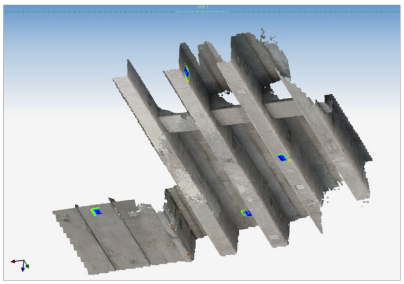
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	・天候：雨天、強風作業不可 ・桁下高5m以下は飛行離隔確保できないため作業不可	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	DID人口集中地区／航空局へ許可申請 第3者、人や車が往来する箇所／注意喚起、人払いを行い実施 緊急用務空域／絶対に飛行させない 国の重要施設／絶対に飛行させない 私有地／施設管理者に許可を実施する 撮影地区の管轄する警察署へ連絡を行う。	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	ドローンの離発着箇所および道路上の撮影に及ぶ場合は、道路使用許可や交通規制など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）

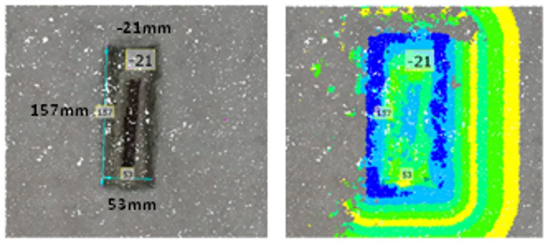
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	-	-
	必要構成人員数	・機体操縦者1名、カメラ操縦者1名、安全管理者1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・特別な資格保有、講習会への参加、研修の履修等の条件なしその為、ドローンを飛ばす操縦技術、メンテナンスの知識やスキル、安全確保を最優先し関係法規、ルール、運用ガイドライン等を遵守する姿勢が求められ 状況に応じた飛行の可否の判断力、緊急時の対応での冷静な判断力を持った技術者。	-
	作業ヤード・操作場所	・視界が十分とれており機体の挙動が把握できる位置で、足元が安定した場所。 ・操縦者に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、管理財物使用不能村議補償特約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

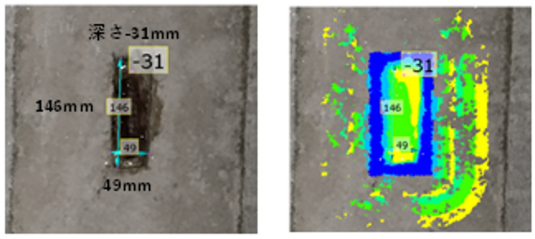
ドローン（DJI社製：MATRICE210）
カメラ（DJI社製：Zenmuse X4S）



SfM-MVS処理による点群生成



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：152㎤（鉄筋含まない）
「剥離・鉄筋露出」が確認できます。



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：192㎤（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

-