1. 基本事項

技術番号		BR010095−V0026				
技術名		LEDライトユニット付きFPVドローンによる橋梁点検システム				
技術バージョン		-			**作成：**	2026年3月
開発者		株式会社CTIウイング				
連絡先等		TEL： 06-6755-4007		E-mail： ysa-sugiyama@cti-wing.co.jp	株式会社CTIウイング　国土基盤 情報グループUAV担当：杉山孝聡	
現有台数・基地		AVATA2　2機		**基地**	大阪府大阪市中央区	
技術概要		本技術は、LEDライトユニット付きFPVドローン（AVATA2）を用いた点検支援技術である。 撮影画像からソフト「ひびみっけ」等を利用してひびわれ、剥離・鉄筋露出を抽出する。				
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,縦桁,床版） 下部構造（橋脚,橋台,基礎） 支承部（支承本体,アンカーボルト） 路上（高欄,防護柵）				
	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 ⑪床版ひびわれ			
		その他	⑯支承部の機能障害			
		共通	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			・移動装置：ドローン（AVATA2） ・計測装置：ドローン一体型デジタルカメラ、LEDライト ・データ収集・通信：microSD
移動装置	**機体名称**		AVATA2
	移動原理		【飛行型】 ・4枚の羽根により飛行し、任意の方向に移動を行う。 ・ドローンの操縦は、手動飛行にて行う。
	運動制御機構	**通信**	・通信種別：無線 ・周波数：2.4GHz ・出力：20 dBm 以下
		測位	・受信衛星：GPS、Galileo、BeiDou、ビジョンポジショニング ・ホバリング精度： 垂直方向：±0.1 m（ビジョンポジショニング使用時）、±0.5 m（GNSS使用時） 水平方向：±0.3 m（ビジョンポジショニング使用時）、±1.5 m（GNSS使用時）
		自律機能	【測位システム】GPS、Galileo、BeiDou 【ビジョンポジショニング】下方および後方のデュアル魚眼センサー ・下方センサー（ToF有効検知高度：10 m、高精度ホバリング範囲：0.3～10 m、測定範囲：0.3～20 m、FOV：水平 78°、垂直 78°） ・後方センサー（測定範囲：0.5～20 m、FOV：水平 78°、垂直 78°） 【動作環境条件】 ・地表の模様が明瞭で反射率 >20%の拡散反射面（例：セメント舗装など） ・適切な明るさ（通常の屋内照明条件で15ルクス以上）
		衝突回避機能(飛行型のみ)	下方／後方ビジョンポジショニングとプロペラガードにより衝突を回避する
	外形寸法・重量		【外形寸法】 ・185×212×130mm（長さ×幅×高さ）（ユニバーサルドローンサーチライト搭載時） ・185×212×110mm（長さ×幅×高さ）（TINI2搭載時） 【重量】422.8～466g ・機体：377g ・LEDライト：62g（ユニバーサルドローンサーチライト）、18.8g（TINI2） ・LEDライト用ブラケットマウント：27g
	搭載可能容量 (分離構造の場合)		-
	動力		・定格容量：2150 mAh ・標準電圧：14.76 V ・最大充電電圧：17 V ・バッテリータイプ：Li-ion ・電力量：31.7 Wh
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)		・1フライト最大23分（試験条件：カメラパラメーターは1080p/30fpsに設定、動画モードオフの状態で、無風環境下の海抜0 mの高度を、バッテリー残量が100%から0%になるまで、定速21.6 km/hで前方に飛行）
計測装置	**設置方法**		【カメラ】移動装置と一体的な構造 【LEDライト】機体上部にLEDライト用ブラケットマウントを装着し、LEDライトと設置。 ※ブラケットマウントの設置取り外しは六角レンチを使用。
	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**	【製造元】DJI カメラモデルFC8485 【イメージセンサー】1/1.3インチCMOS 【有効画素数】約1200万画素 【視野角（FOV）】155° 【焦点距離】12mm（35mm換算） 【絞り（f値）】f/2.8
		パン・チルト機構	・鉛直-85°～80°
		角度記録・制御機構 機能	・角度はジンバルにて鉛直方向の制御あり
		測位機構	・GPS、Galileo、BeiDou ・IMU（慣性計測装置） ・ビジョンポジショニングシステム（下方・後方のデュアル魚眼センサー+ToFセンサーで近距離精密測位）
	耐久性		-
	動力		【機体/カメラ】移動装置のバッテリーより供給 【LEDライト】ライトに内蔵される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)		【カメラ】移動装置のバッテリー残量に依存 【LEDライト】 ・ユニバーサルドローンサーチライト：約60分（135ルーメン） ・TINI2：約45分（200ルーメン）
	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・通信装置	データ収集・記録機能	・移動装置の内部ストレージ46GB又は、スロット内に挿入したmicroSDカードに記録
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	-
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	-
	動力	-
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	-

3. 運動性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
3-1 安定性能	性能確認シートの有無　※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法　地上・自然風（2019） 実施年　2025年 ・変化量(操作なし)：水平3.5m、鉛直0.5m ・変化量(操作あり)：水平0.2m、鉛直0.2m 標準試験方法　室内・人工風（2023） 実施年　2025年 ・風速：3.0m/s　正面（側面） 水平方向 最大移動量：29.6cm（56.8cm） 鉛直方向 最大移動量：22.3cm（5.0cm） ・風速：5.0m/s　正面（側面） 水平方向 最大移動量：28.6cm（60.6cm） 鉛直方向 最大移動量：31.4.cm（14.5cm） ※風速 8.0m/s については機体性能を踏まえて行わないこととした。	「ホバリング（60秒間）中の操作なし」 ・風速：3.7m/s ・構造物までの距離：前・上とも1.0m ・移動：横に3.5m、縦に0.5m 「ホバリング（60秒間）中の操作あり」 ・風速：2.8m/s ・構造物までの距離：前・上とも1.0m ・移動：横に0.2m、縦に0.2m
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無　※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法　桁間に進入する場合（2022） 実施年　2025年 桁間に進入 （2.4m×2.8m×3.7m）	風速：5.5m/s 2.4m×2.8m×3.7m（平面寸法A）
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　2025年 可動範囲 ・50m	・風速：3.7m/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（2019） 実施年　2025年 ・0.048m^2/sec	・撮影面積：11.88 m^2 ・撮影時間：245sec ・風速：4.8 m/s
	4-2 計測精度		性能確認シートの有無　※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法　ひびわれ　地上（2019） 実施年　2025年 ・最小ひびわれ幅：0.08mm ・ひびわれ幅 0.05mm 計測精度：0.07mm ・ひびわれ幅 0.1mm 計測精度：0.16mm ・ひびわれ幅 0.2mm 計測精度：0.08mm ・ひびわれ幅 0.3mm 計測精度：0.13mm ・ひびわれ幅 1.0mm 計測精度：0.39mm	・被写体距離：0.3 m ・照度：79.6～79.9 kLux ・風速：3.7～4.8 m/s ・気温：6.9 ℃ ・焦点距離：3.33mm ・シャッター速度：1/800秒 ・絞り：F2.8 ・ISO値：100 ・フォーカス：オートフォーカス ・画像Pixel数：3648×2736
	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　2025年 ・相対誤差：0.03%	・真値：3.756m ・測定値：3.755m ・被写体距離：0.5～1.0m ・照度：71.7 kLux ・風速：5.2 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　2025年 絶対誤差（Δx、Δy）＝（-0.001、0.008）（m）	・真値：(x, y) = (-3.360、-1.679) m ・計測値：(x, y) = (-3.359、-1.687) m ・被写体距離：0.5～1.0m ・照度：71.7 kLux ・風速：5.2 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　2025年 ・フルカラーチャート識別可能	・被写体距離：0.3 m, 0.5m ・照度：77.3 kLux ・風速：6.2 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		①三次元形状復元計算（SfM/MVS）ソフトにより、対象部材・対象箇所の画像をつなぎ合わせてオルソ画像を作成する。（自動） ②ひびわれ解析ソフトによりひびわれを抽出し、同時にひびわれ幅を抽出する。（自動） ③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削除する。（手動） ④抽出したひびわれをDXFに変換し、CADソフトにてひびわれの起終点を指定し、その線の延長をひびわれ長さとする。（手動）	
ソフトウェア情報	**ソフトウエア名**	・三次元形状復元計算（オルソ画像作成）：Agisoft社製「Metashape ver.2.3.0」（市販ソフト） ・ひびわれ解析（検出・トレース）：富士フイルム社製「社会インフラ画像診断サービスひびみっけ ver.1.6.0」（市販ソフト）	
	検出可能な変状	・ひびわれ（幅） ・剥離、鉄筋露出、漏水・遊離石灰	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・三次元形状復元計算により作成したオルソ画像から、目視によりひびわれを確認しトレースする。 ・「ひびみっけ」を利用する場合はAIによりひびわれを自動検出する。
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・撮影画像・オルソ画像をひびみっけクラウドにアップロードして解析を行うことで、ひびわれ幅を自動計算される。
		ひびわれ以外	・人が画像を確認し、変状を手動でトレース
		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	JPEG
		ファイル容量	ファイル容量：200MB/枚
		カラー／白黒画像	カラー
		画素分解能	・ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.3mm/pixel以下であることが必要 ・ひびわれ幅0.2mmを検出するためには0.6mm/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0.05mmである。
		その他留意事項	・ひびみっけでオルソ画像を作成する場合は、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 ・コンクリート表面に付着する汚れや、湿り気が生じる場合、ひびわれの検出精度が低下する可能性がある ・ひびみっけに利用する画像にハレーション、ブレ等が生じる場合、ひびわれの検出精度が低下する可能性がある ・ひびみっけに利用する画像サイズは「1000×1000ピクセル～8800×6500ピクセル」を標準とする
	出力ファイル形式	・画像：JPEG（合成画像サイズの長辺が65000ピクセル以下の場合）、PNG（合成画像サイズの長辺が65000ピクセルより大きい場合） ・CAD：DWG、DXF ・ひびわれ数量積算表：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する。 ②点検調書の様式をPCに取り込み、PC上で画像データの確認、操作が可能となるように調整する。 ③画像データをPCに取り込み、画像データに番号を付ける。 ④点検調書の様式に従い、径間番号、部材名、要素番号を手動入力する。 ⑤損傷が映っている写真を手動で抽出し、点検調書の所定の項目に張り付けるとともに、損傷の種類、その状況を旗揚げする。 ⑥CADソフト等を用い、オルソ画像とひびわれ形状を読み込み、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 2）構造物被写体までの撮影距離は1.0m前後とする 3）静止画撮影の場合は鉛直方向、水平方向両方で1.0m以内の撮影間隔とする 4）動画撮影の場合は撮影速度1.0m/sとする 5）大容量の画像変換、SfM・ひびわれ解析等を不具合なく処理できるPC環境が必要である	
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウエア名		・現地での入力：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 ・撮影画像の整理、画像解析、図化作業機器：PC（OS Windows8.1以降） ・360°カメラデータからの画像データ変換：Insta360 STUDIO等360°カメラ用ソフトウェア ・三次元形状復元計算：Metashape ・ひびわれ解析：ひびみっけ ・ひびわれ図化：AutoCAD等CAD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	・特になし	-
	桁下条件	・桁下2m以上の空間確保	・桁下に植生がある場合は必要に応じて伐採が必要 ・その他飛行の妨げとなるもの（釣り糸や紐等）がある場合は、必要に応じて除去が必要
	周辺条件	・照度100Lux以上を基本とする ※ただし、機体に搭載するLEDライトにより光源（5000Lux程度）を強制的に発光することが可能 ・飛行させる空間に障害物がないこと ・機体の離着陸ができる場所（1×1m程度）の確保	-
	安全面への配慮	・飛行ルールについては航空法に準拠するとともに、必要に応じて飛行許可承認証を取得 ・点検対象、周辺の物体（樹木、構造物等）との接触事故の確率を下げるため、飛行速度は低速（2〜3m/s）移動を標準とする ・撮影飛行前にテスト飛行を実施	-
	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、飛行への影響の有無を確認し て、正常性を確認できたら飛行する	-
	道路規制条件	・道路上の飛行は管理者との協議により決定 ・交通量の多い道路の場合、安全面を考慮し原則飛行しない	・機体監視員を配置する ・第三者（人・車両）が接近していないか確認するための保安員を配置する ※必要に応じて
	その他	・動作外気温：-10〜40℃ ・地上風速3m/s以下とする ※機体の耐風性能は10.7m/s ・雨天時は計測不可	・機体の耐風性能は10.7m/sであるが、突風等により機体の姿勢が不安定になることが予測されることから、機体の運航は地上風速3m/s以下とする

6. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・FPV（First Person View）による操作訓練を受けていること ・一等/二等無人航空機操縦士（国家資格）を有していること	-
	必要構成人員数	・操縦者：1名 ・操縦補助者（サブパイロット）兼機体監視者：1名 ・保安員：1名 合計3名以上	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・一等/二等無人航空機操縦者技能証明書の資格保持者 ・FPVドローンのフライト時間：10時間以上（ドローンを飛行させている時間） ※10時間に満たない場合は、熟練者同行のもと運航	-
	作業ヤード・操作場所	・機体と対象部位を目視可能な場所 ・離着陸場所は1×1m（縦・横）、上方1m以上の空間が必要	-
	点検費用	【概略費用(調査費用、機械経費、その他費用)】 《橋梁撮影例》 橋種：コンクリート橋 橋長：12m 全幅員：8.3m 部位・部材：床版下面、支承部 活用範囲：100㎡ 撮影型式：静止画・動画 作業工数：0.25〜0.5日 調査費用（外業）：150,000円（旅費交通費は含まない） ※3人体制 調査費用（内業）：250,000円 ※撮影データの整理、映像による損傷確認、報告書作成	・ひびわれ解析は、現場条件ごとに変動
	保険の有無、保障範囲、費用	・対人・対物賠償責任保険の加入	・賠償責任保険料は最大5億円に加入
	自動制御の有無	・自動制御なし	-
	利用形態：リース等の入手性	・業務委託	・飛行計画立案、撮影、解析、調書作成※1 ※1：調書作成について、損傷の評価、考察等は応相談
	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	・航空法に準拠した機体点検 ・年1回のメーカー点検を実施	-
	その他	・解析対象はコンクリート表面に限る	-

7. 図面

AVATA2、LEDライトの外観

LEDライト「TINI2」の装着時



LEDライト「ユニバーサルドローンサーチライト」の装着時

