1. 基本事項

技術番号		BR010079−V0126				
技術名		デジタルカメラを搭載した水上型ドローンによる溝橋点検技術				
技術バージョン		-			**作成：**	2026年5月
開発者		株式会社　オガワ設計技術 Gドローンサービス 株式会社　計測リサーチコンサルタント				
連絡先等		TEL：082-832-0666		E-mail：drone@ogawasekkei.co.jp		計測技術部　小川武志
現有台数・基地		4台		**基地**	・広島県広島市 ・長野県安曇野市	
技術概要		本技術は、溝橋においてデジタルカメラを搭載した水上型ドローンにより、損傷箇所の詳細を撮影し、撮影画像から生成したオルソ画像を用いて、損傷解析ソフトによるAI解析を行い、ひびわれの幅や長さ、遊離石灰および剥離・鉄筋露出の形状を検出する技術である。また、検出した損傷を図化することができる。				
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,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,その他（その他）） H形鋼桁橋（上部構造（主桁）,床版） RC床版橋（上部構造（主桁））				
	損傷の種類	鋼	①腐食 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				
		共通				
	検出原理	画像（静止画／動画）				

2. 基本諸元

計測機器の構成			・移動装置：水上型ドローン ・計測装置：デジタルカメラ ・データ収集・通信：microSDカード
移動装置	**機体名称**		GD_HB01
	移動原理		【ボート型】 水面を浮遊し、計測する。
	運動制御機構	**通信**	無線 周波数：2.4GHz帯
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量		・一体構造（5.491kg+0.639kg） ・最大外形寸法（L 840mm×W 475mm×H 380mm） ・最大重量（6.130kgf）
	搭載可能容量 (分離構造の場合)		-
	動力		・動力源：電気式 ・電源供給容量：バッテリー ・定格容量：14.8V、5100mA
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)		・30分（外気温：10℃の場合）
計測装置	**設置方法**		・移動装置中央部の防振雲台に、固定具を用いて取付を行う。
	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**	Insta360 ACE Pro センサーサイズ（1/1.3インチ）、ピクセル数（縦6048pixel×横8064pixel）、焦点距離（16mm(35mm判換算)）、絞り（F2.6）
		パン・チルト機構	・360度全方向調整可能
		角度記録・制御機構 機能	・手動によりカメラの角度を設定。記録機構等は無し。
		測位機構	-
	耐久性		IPX8
	動力		・カメラ専用バッテリー
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		・1時間30分（外気温：10℃、3秒に1回計測の場合）
データ収集・通信装置	**設置方法**		・移動装置と一体的な構造
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)		-
	データ収集・記録機能		記録メディア（microSDカード）に保存
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)		-
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)		-
	動力		-
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)		-

3. 運動性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
3-1 安定性能	性能確認シートの有無　※	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	W2.6m×H1.0m×L4.5mの空間に進入可能	桁下高：1.2m 水深0.2m
	標準試験値	標準試験方法　水上部（溝橋）（2024） 実施年　2024年 「GD_HB01：室内照明有り」 W2.0m×H0.7m×L0.8mの空間を進入可能 「GD_HB01：室内照明無し」 W2.0m×H0.7m×L0.8mの空間を進入可能	「GD_HB01：室内照明有り」 水深0.5m 流速無し および 流速有り（流速0.186m/s） 「GD_HB01：室内照明無し」 水深0.5m 流速無し
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無　※	有	
	性能値	最大伝送距離：200m	機体とプロポの間に、障害物がない場合。
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無　※	無	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	未検証	-

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

項目			性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
計測装置	4-1 計測速度（撮影速度）		性能確認シートの有無　※	有	
			性能値	0.09m/s	・撮影対象：高さ1.0m、幅4.5m ・撮影時間：48秒 ・オーバーラップ率：60% ・インターバル撮影：3秒
			標準試験値	標準試験方法（2019） 実施年　2024年 「GD_HB01：室内照明有り」 ・撮影速度：0.002 m^2/sec 「GD_HB01：室内照明無し」 ・撮影速度：0.001 m^2/sec	「GD_HB01：室内照明有り」 ・流速：無し ・撮影面積：1.02 m^2 ・撮影時間：442 sec 「GD_HB01：室内照明無し」 ・流速：無し ・撮影面積：1.02 m^2 ・撮影時間：972 sec
	4-2 計測精度		性能確認シートの有無　※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法　ひびわれ　地上（2019） 実施年　2024年 「GD_HB01：室内照明有り」 ・最小ひびわれ幅：0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 　計測精度：0.19mm ・ひびわれ幅0.1mm 　計測精度：0.14mm ・ひびわれ幅0.2mm 　計測精度：0.10mm ・ひびわれ幅0.3mm 　計測精度：0.13mm ・ひびわれ幅1.0mm 　計測精度：0.18mm 「GD_HB01：室内照明無し」 ・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：0.24mm ・ひびわれ幅0.2mm 　計測精度：0.18mm ・ひびわれ幅0.3mm 　計測精度：0.12mm ・ひびわれ幅1.0mm 　計測精度：0.25mm	「GD_HB01：室内照明有り」 ・被写体距離：0.5 m ・照度：890.1 Lux ・流速：無し ・気温：4.8 ℃ ・焦点距離：16 mm ・シャッター速度：オート ・絞り：F2.6 ・ISO値：オート ・フォーカス：オート ・画像Pixel数：8064×6048 「GD_HB01：室内照明無し」 ・被写体距離：0.5 m ・照度：91.7 Lux ・流速：無し ・気温：4.8 ℃ ・焦点距離：16 mm ・シャッター速度：オート ・絞り：F2.6 ・ISO値：オート ・フォーカス：オート ・画像Pixel数：8064×6048
	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 「GD_HB01：室内照明有り」 ・相対誤差：0.2% 「GD_HB01：室内照明無し」 ・相対誤差：0.2%	「GD_HB01：室内照明有り」 ・真値：0.517 m ・計測値：0.518 m ・被写体距離：1.0 m ・照度：890.1 Lux ・流速：無し 「GD_HB01：室内照明無し」 ・真値：0.517 m ・計測値：0.518 m ・被写体距離：1.0 m ・照度：91.7 Lux ・流速：無し
			性能確認シートの有無　※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値		「GD_HB01：室内照明有り」 ・真値：(x, y) = (-0.376, -0.355) m ・計測値：(x, y) = (-0.377, -0.355) m

		位置精度	標準試験値	標準試験方法（2019） 実施年　2024年 「GD_HB01：室内照明有り」 ・絶対誤差：(Δx, Δy) = (0.001, 0.000) m 「GD_HB01：室内照明無し」 ・絶対誤差：(Δx, Δy) = (0.001, 0.000) m	・被写体距離：1.0 m ・照度：890.1 Lux ・流速：無し 「GD_HB01：室内照明無し」 ・真値：(x, y) = (-0.376, -0.355) m ・計測値：(x, y) = (-0.377, -0.355) m ・被写体距離：1.0 m ・照度：91.7 Lux ・流速：無し
	4-4 色識別性能		性能確認シートの有無　※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法（2019） 実施年　2024年 「GD_HB01：室内照明有り」 ・フルカラーチャート識別可能 「GD_HB01：室内照明無し」 ・フルカラーチャート識別可能	「GD_HB01：室内照明有り」 ・被写体距離：1.0 m ・照度：890.1 Lux ・流速：無し 「GD_HB01：室内照明無し」 ・被写体距離：4.0〜6.0 m ・照度：91.7 Lux ・流速：無し

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		①展開画像作成：撮影画像から画像解析処理（SfM）ソフトを使用して作成する。（自動） ②AIによるひびわれ自動検出：作成したオルソ画像から、AIひびわれ検出ソフトを使用して、ひびわれの位置と幅を抽出する。（自動） ③他損傷の確認：作成したオルソ画像からひびわれ以外の損傷を目視確認し、損傷をトレースする。（手動）	
ソフトウェア情報	**ソフトウエア名**	・株式会社計測リサーチコンサルタント社製「損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」ver.20190606」（市販ソフト） ・株式会社ニコン・トリンブル社製「SightFusion for Desktop Ver.1.0.0」（市販ソフト）	
	検出可能な変状	k-trace ・ひびわれ（幅および長さ） ・剥離、鉄筋露出、漏水、遊離石灰、抜け落ち等画像から視認が可能な損傷（目視検出） SightFusion for Desktop ・ひびわれ（幅および長さ） ・剥離、鉄筋露出、漏水、遊離石灰（面積）	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	k-trace ・トレースによる自動検出：点検者が画像上のひびわれを目視確認し、ひびわれ概形をトレースすることで、ひびわれ近傍の濃淡の「特徴値×分布幅」〔CI〕からひびわれの幅・位置を自動検出・画像の画素分解能に応じたひびわれ幅と〔CI〕の関係性をパラメータとして挿入 ・撮影条件 1) 使用するカメラ：センササイズが大きなカメラが有効 2）画素分解能：抽出すべき最小ひびわれ幅の3～5倍 ex. 0.1mm幅のひびわれを抽出する場合、0.5mm/pixel（5倍） 3)撮影角度：正対撮影（45度程度までは可能） 4) ラップ率：オーバーラップ 80%、サイドラップ 50%程度 ・カメラ設定 1) ISO感度：可能な範囲で低感度 2) 画質：最高（ファイン） 3) 画質フォーマット：JPEG 4) 注意事項： デジタルズーム機能は使用しないこと 【※BR010042カタログ記載を引用】 SightFusion for Desktop ・AI（畳み込みニューラルネットワーク）と画像解析による自動検出 ・AI教師データは、RC/PC橋の床板や橋台、ボックスカルバート等コンクリート構造物表面の損傷に対して正解データを付与し、学習させている ・撮影条件・仕様等 1) デジタル一眼カメラを用いて撮影を行う（ブレ、ボケ、露出、被写界深度に留意し、適切な設定とする） 2) 撮影モード：マニュアルモード、絞り優先モード 3) ISO感度：ISO800以下 4) ラップ率：オーバーラップ 10%（コンクリート打設時の型枠四隅が画角に入っていること） 5) 撮影角度：画像結合は概ね45度以内、ひびわれ幅の計測精度確保には概ね30度以内 6) 画質：最高（ファイン） 7) 画像フォーマット：JPEG 8) 撮影解像度： ひびわれ幅0.05mmを対象とする場合、画素分解能約0.1mm/pix 以下 ひびわれ幅0.2mmを対象とする場合、画素分解能約0.5mm/pix 以下 9) 注意事項：デジタルズーム機能は使用しないこと 【※BR010035カタログ記載を引用】
		ひびわれ幅および長さの計測方法	k-trace ・幅：ひびわれ幅と「特徴値×分布幅」〔CI〕の関係式より算出する。 ・長さ：〔CI〕により検出し、画像上のひびわれにフィットしたラインの延長を算出する。ピクセル単位で算出されるため、入力画像の画素分解能により換算。 【※BR010042カタログ記載を引用】 SightFusion for Desktop 【撮影時】 ・点検対象を前述の『撮影解像度』が満たされる様に撮影する。 【解析時】 ・幅の計測：画像内にひびわれが存在する箇所はAIにより検出する。AIが検出したひびわれ箇所の輝度情報を基に、ひびわれ幅を計算する。 ・長さの計測：AIが検出したひびわれの始点と終点の画像上の座標に、1ピクセルの大きさを乗ずることで算出する・データ補間処理により、1ピクセル以下のひびわれ幅も計測可能（概ね0.5ピクセル程度まで）。 【※BR010035カタログ記載を引用】
		ひびわれ以外	k-trace ・一般的なCADと同等の機能により、人が画像を確認して、変状をトレース 【※BR010042カタログ記載を引用】 SightFusion for Desktop 【剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の自動検出】 ・ひびわれ検出と同様に、AI（畳み込みニューラルネットワーク）と画像処理により自動検出 ・AI教師データは、RC/PC橋の床板や橋台、ボックスカルバート等コンクリート構造物表面の損傷に対して正解データを付与し、学習させている ・これ以外の損傷については、人が画像を確認して損傷箇所を手動でトレースする 【※BR010035カタログ記載を引用】
		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	k-trace、SightFusion for Desktop ・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	k-trace 20000pixel×20000pixel 【※BR010042カタログ記載を引用】 SightFusion for Desktop 135MPixel/枚 【※BR010035カタログ記載を引用】
		カラー／白黒画像	カラー
		画素分解能	k-trace 抽出すべき最小ひびわれ幅の3～5倍 ex. 0.2mm幅のひびわれを抽出する場合、1.0mm/pixelより高画素分解能 【※BR010042カタログ記載を引用】 SightFusion for Desktop ・ひびわれ幅0.05mmを対象とする場合、画素分解能凡そ0.1mm/pix 以下であること ・ひびわれ幅0.2mmを対象とする場合、画素分解能凡そ0.5mm/pix 以下であること 【※BR010035カタログ記載を引用】
		その他留意事項	k-trace ・コンクリート表面の色（基調色）と画素分解能に合わせたひびわれ幅算出式の作成が必要 ・精度よく検出するためには、正対撮影が理想 ・ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難 ・コンクリート表面の汚れ等で目視でもひびわれが判読できない場合は、検出不可 ・濡れた面のひびわれは検出が困難 【※BR010042カタログ記載を引用】 SightFusion for Desktop ・ひびわれにチョークが重なっている場合は、幅計測の精度が劣化する可能性がある ・入力画像を人が見た時に、損傷の識別が難しいもの（汚れや、低解像度画像）は検出精度が劣化する可能性がある ・AI解析に、NVIDIA社製GPUボード、及びCUDA 11.3が必要 【※BR010035カタログ記載を引用】
	出力ファイル形式	k-trace k-traceオリジナル形式：TXT（抽出したひびわれの情報を画像座標として保存、ビューワ無し） 展開画像に損傷を重ね合わせる場合：JPEG 抽出した損傷をCADへ変換する場合：DXF 【※BR010042カタログ記載を引用】 SightFusion for Desktop ・損傷図：JPEG、PNG ・損傷解析詳細画像：JPEG、PNG ・CADフォーマット：DXF ・数量表：xlxs 【※BR010035カタログ記載を引用】	
調書作成支援の手順		①上記「変状検出手順」より、損傷抽出をする。 ②損傷抽出の結果をDXFで出力し、CADソフトを用いて所定の図面に合わせて損傷図を作成する。 ③損傷図、損傷の数量表（Excel）の出力を行う。	
調書作成支援の適用条件		・点検対象範囲を網羅した画像を撮影すること ・抽出すべき最小ひびわれに応じた画素分解能で撮影すること ・目視で損傷が認識できる画像を取得すること 【※BR010042カタログ記載を引用】	
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウエア名		・損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」ver.20190606（市販ソフト） ・SightFusion for Desktop Ver.1.0.0（市販ソフト） ・AutoCAD等の汎用CADソフトウェア	

6. 留意事項（その1）

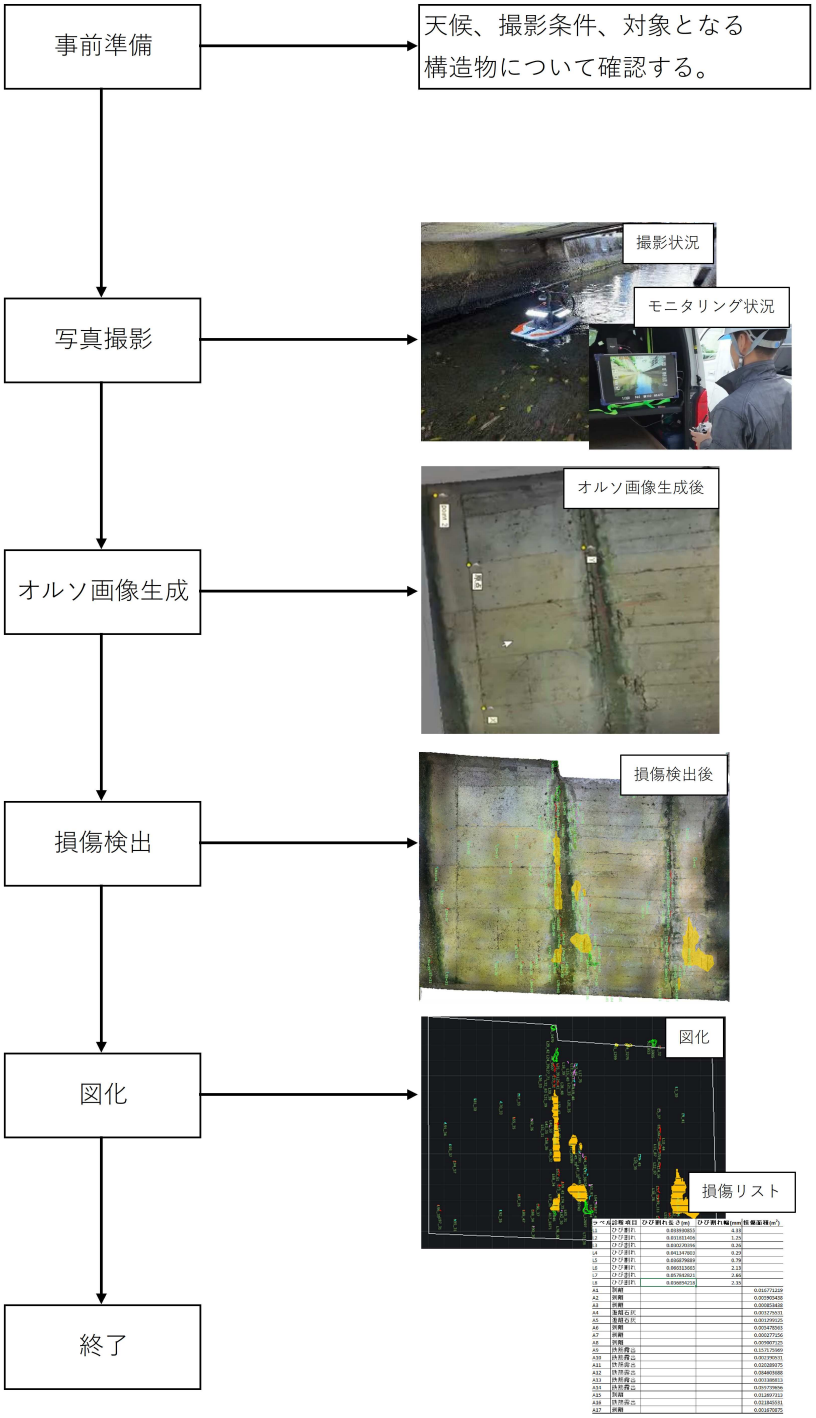
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	・桁下高 　水面から床版までの高さ:0.65m～4m（※1） ・落差工等や障害物がない ・水深0.05m以上 （※1）0.1mm～1mmのクラックを撮影する場合の目安。	-
	周辺条件	・操縦者および補助者が機体を目視できない場合は不可。	-
	安全面への配慮	・流速5m/s以上の急流な箇所での使用不可 ・風速5m/s以下での使用 ・伝送距離以内で作業（見通し） 　【プロポのみで作業】200m 　【映像伝送ありで作業】100m	-
	無線等使用における混線等対策	操縦装置にフェールセーフ機能を搭載している。（電波が途絶えた場合にプロペラが停止する）	-
	道路規制条件	-	-
	その他	・雨天の場合は撮影不可。 ・現場に機体の着水と回収が可能な場所が必要。	-

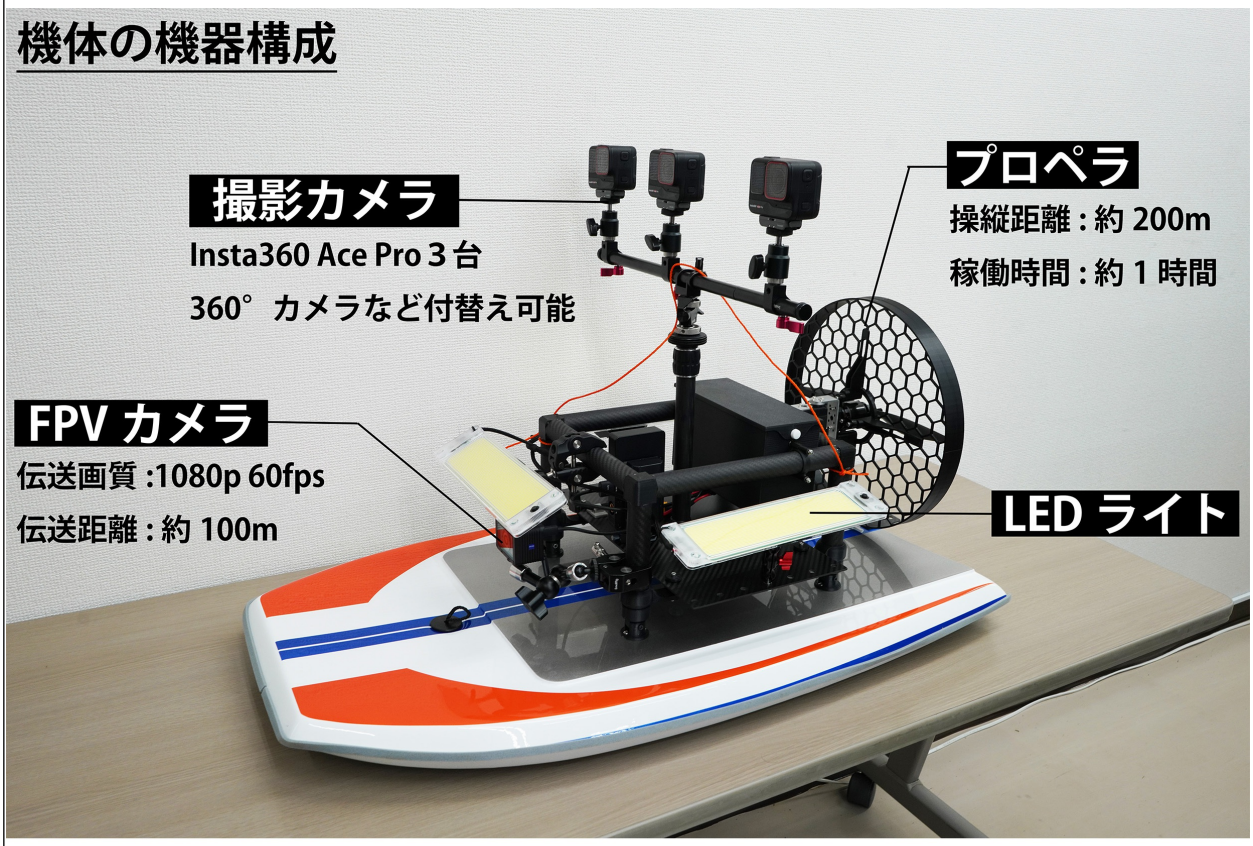
6. 留意事項（その2）

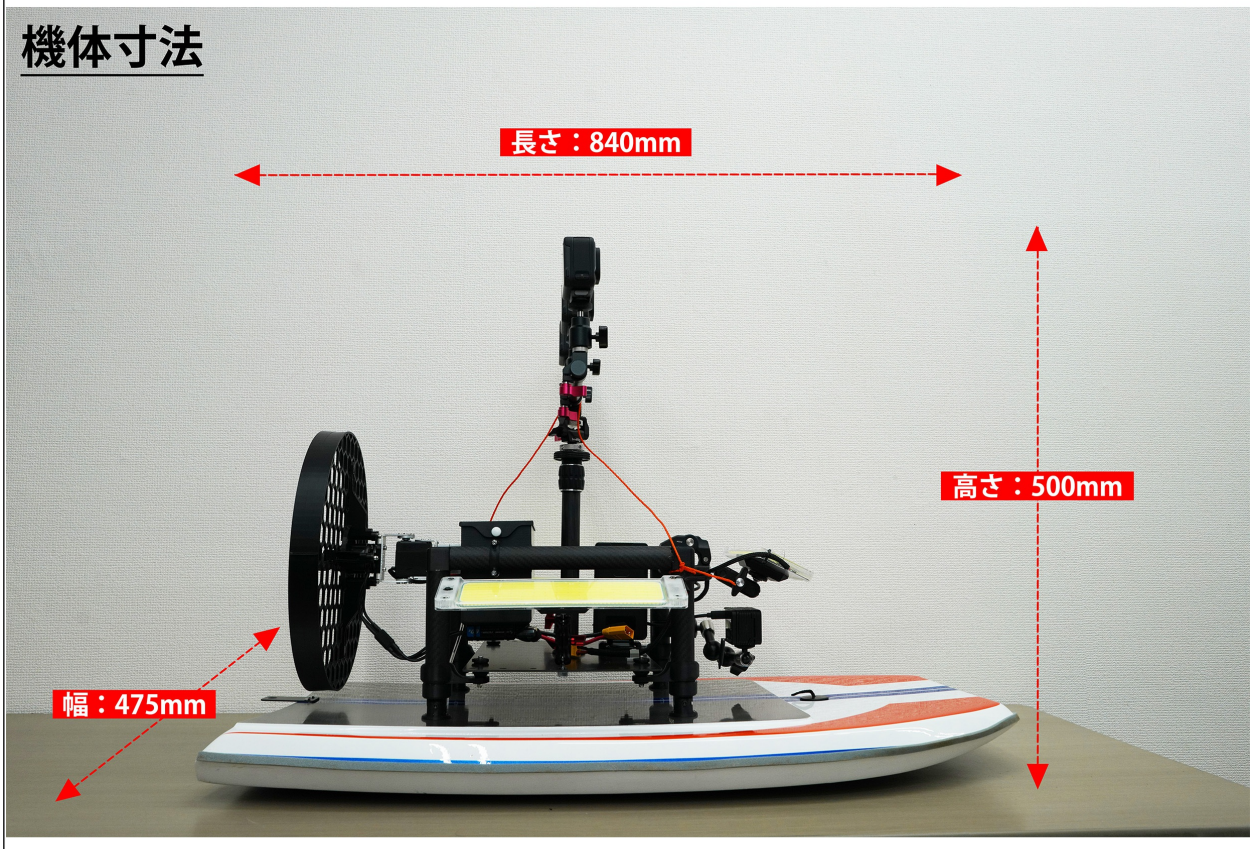
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	操縦訓練を受けたオペレーターが操縦をする。	-
	必要構成人員数	操縦者1人 補助者(機体監視、機体の着水・回収）1人 計2名で運用	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲：機体の着水および回収場所に2m2程度の平坦な場所があること。 操作場所：機体とプロポの電波が届く範囲に移動して操縦できること。	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種［コンクリート橋／溝橋］ 橋長 3m 全幅員 10m 部位・部材［頂版・側壁］ 活用範囲［30］㎡ 検出項目［ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰］ ＜費用＞合計100,000円（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）	【費用における委託範囲】 ・外業：現地状況確認及び撮影 ・内業：展開画像作成および損傷図、損傷の数量表（Excel）の作成 1日あたり10橋程度点検可能［300］m2
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	-
	自動制御の有無	無し	-
	利用形態：リース等の入手性	業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

7. 図面

作業フロー


事前準備
天候、撮影条件、対象となる
構造物について確認する。
写真撮影
撮影状況
モニタリング状況
オルソ画像生成
オルソ画像生成後
損傷検出
損傷検出後
図化
図化
損傷リスト
終了


機体の機器構成
撮影カメラ
Insta360 Ace Pro 3 台
360° カメラなど付替え可能
プロペラ
操縦距離 : 約 200m
稼働時間 : 約 1 時間
FPV カメラ
伝送画質 :1080p 60fps
伝送距離 : 約 100m
LED ライト


機体寸法
長さ：840mm
高さ：500mm
幅：475mm