ダム点検技術カタログ

■画像計測技術

1. 基本事項

技術番号		画像01-V2023		
技術名		アクアジャスター搭載型水中点検ロボット　ディアグ®		
	技術バージョン	アクアジャスター搭載　ディアグ®	作成：2023年3月	
開発者		株式会社大林組		
連絡先等		TEL:03-5769-1321	E-mail: tsubokura.masakazu@obayashi.co.jp	株式会社大林組 土木本部 ダム技術部 坪倉 正和
現有台数・基地		１台	基地	埼玉県川越市南台1－10－4 株式会社大林組　東日本ロボティクスセンター
技術概要		潜水士を利用して行っていた水中部でのゲート設備や堤体の点検を、潜水士を利用することなく水上から行える技術である。 流れのある水中での姿勢制御技術「アクアジャスター」を搭載することで、水中での姿勢が安定し、対象物を的確にとらえることが可能である。濁りのある水中でも箱メガネ付高解像度カメラと画像詳細強化装置により鮮明な画像を取得でき、地上または船上からの遠隔操作で任意な場所に移動できるＲＯＶを組み合わせることで、目視困難な水中にある構造物の広域・迅速な測定／点検を可能とする。		
技術区分	対象部位	堤体上流面		
	変状の種類	損傷		
	物理原理	静止画／動画		

2. 基本諸元

計測機器の構成			・ロボット本体はアクアジャスター、パンチルト機能付きハイビジョンカメラ、後方監視カメラ、高輝度LED照明、推進装置、ケレン装置、ラインレーザ、マルチビームイメージングソナー、深度センサ、姿勢センサなどを搭載している。すべての情報はモニタで表示されログ保存することが可能である。
移動装置	移動原理		【水中型】 垂直・前後・左右の3軸方向の推進用に各2基ずつのスラスターが搭載されている。
	運動制御機構	通信	・有線（200m）
		測位	・地上・船上：トータルステーションやGPS 水中：トランスポンダ
		自律機能	・アクアジャスター機能により一定時間その場にとどまることが可能
		衝突回避機能 （飛行型のみ）	―
	外形寸法・重量		・寸法　幅780㎜×奥行き1508㎜×高さ711㎜ ・重量　150kg
	搭載可能容量 （分離構造の場合）		―
	動力		・発電機　商用電源可200v及び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		・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	・主カメラ：238万画素ハイビジョンカメラ（前方） ・周囲監視カメラ（後方）
		パン・チルト機構	・あり
		角度記録・制御機構機能	・あり
		測位機構	水深計測　深度計
	耐久性		・水深150m
	動力		・移動装置からの電源供給
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）		―

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	・陸上及び船上に設置可能
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）	・寸法：約600×高さ600mm×3台、合計重量：約90kg
	データ収集・記録機能	・SDカード
	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	・商用電機、発電機等からの電源供給
	データ収集・通信可能時間 （データを伝送し保存する場合）	－

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
構造物近傍での安定性能（飛行型のみ）	検証の有無の記載：無 【性能値】 アクアジャスターにて安定 【標準試験値】 －	流速1ノット未満
最大可動範囲	検証の有無の記載：有 【性能値】 0.5kt 【標準試験値】 未検証 【水中型】 ・最大稼働範囲　200m／回 ・最大潜航深度　150m	－
運動位置精度	検証の有無の記載：無 【性能値】 水深値　水圧計使用 【標準試験値】 未検証	－

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	撮影速度	検証の有無の記載　有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・6時間32分/1000m^2	・作業前準備・撤去時間を除く 平滑面、障害物なし、水質清浄
	計測精度	検証の有無の記載　有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・コンクリートの損傷の測定精度 1000m^{2}あたりの点検において ＜ひび割れ確認＞ 確認　全数（最小幅0.5mm） ・コンクリートの変状度合いの測定精度 1000m^{2}あたりの点検において ＜変状確認＞ 確認　全数 ＜変状の形状＞ 確認　全数	損傷の測定精度について ・テストピース（損傷）を水中部に設置し、水中ロボットでテストピースを撮影した記録から判読された結果とテストピースの仕様を比較する。 ・テストピースの端点から、ひび割れの位置を測定する。 変状度合いの測定精度について ・テストピース（凸状、凹状等）を水中部に設置し、水中ロボットでテストピースを撮影した記録から判読された結果とテストピースの仕様を比較する。 ・テストピースの端点から、変状の位置を測定する。
	長さ計測精度 (長さの相対誤差)	検証の有無の記載　有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・コンクリートの損傷の測定精度 1000m^{2}あたりの点検において ＜ひび割れ幅＞ 許容値（±20%）内　一部 ・コンクリートの変状度合いの測定精度 1000m^{2}あたりの点検において ＜変状の寸法（幅（縦、横））＞ 許容値（±20%）内　全数 ＜変状の寸法（高さや奥行き）＞ 許容値（±20%）内　なし	・同上
	位置精度	検証の有無の記載　有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・コンクリートの損傷の測定精度 1000m2あたりの点検において ＜ひび割れ位置精度（水平）＞ 要求水準値（±10cm）内　全数 ＜ひび割れ位置精度（標高）＞ 要求水準値（±10cm）内　全数 ・コンクリートの変状度合いの測定精度 1000m2あたりの点検において ＜変状位置精度（水平）＞ 要求水準値（±10cm）内　全数 ＜変状位置精度（標高）＞ 要求水準値（±10cm）内　一部	・同上
	色識別性能	検証の有無の記載　有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・ハイビジョンフルカラー画像の出力、保存可能	－

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		・撮影した動画から変状箇所を抽出して、その時の操作ログ(水深等)や周辺の構造物から場所を特定する。さらにトータルステーションまたはGPSとトランスポンダの活用により、3次元座標を把握することも可能である。	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・一般的なソフト(windows10フォト等)で動画から静止画への切り出しをおこなう。	
	検出可能な変状	ひび割れ、剥離	
	変状検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・ハイビジョンカメラの映像とラインレーザ（幅100mm）より、クラックの位置や大きさを測定
		ひび割れ幅および長さの計測方法	・同上
		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、png、xls
		ファイル容量	―
		カラー／白黒画像	―
		画素分解能	―
		その他の留意事項	―
	出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 － 【専用ファイル形式の場合】 －	
調書作成支援の手順		・撮影動画から静止画へ切り出しをおこない調書の作成をおこなう。	
調書作成支援の適用条件		・画像を取得出来る透視度が必要　1000m2の調査で1週間程度の時間を要する	
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名		・活用する機器：PC、ソフトウェア：officeソフト(word、excel等)	

6. 留意事項(その1)

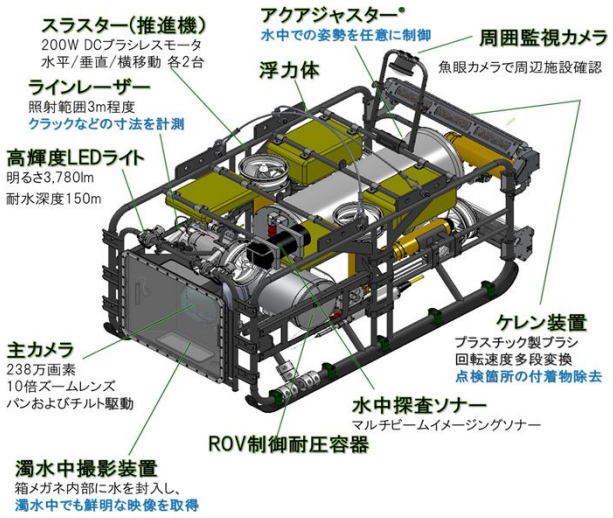
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	水中	－
	安全面への配慮	安衛法に則った調査	－
	無線等使用における混線等対策	－	－
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ）	・濁水中撮影装置及び画像詳細強化装置により、濁水中でも撮影可、接写にて撮影 ・0.5kt以上の流速がある場合、点検が困難となる。	水中画像ホワイトアウト機能
	気象条件（水中型、飛行型のみ）	・雨天時は、陸上の操作ユニットを雨養生する必要がある。	－
	その他	可能であればユニック使用	－

6. 留意事項(その2)

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・指導を受けたものが操作すること	・習得期間は約3日間
	必要構成人員数	・3人	・作業指揮者、OP、ケーブル介錯者
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・無	－
	操作場所	・船上、陸上	－
	点検費用	・1000（m^2／日（6時間））当たり 2,389,416円	－
	保険の有無、保障範囲、費用	－	－
	自動制御の有無	・有(水深、方位保持等) ・離隔保持機能検証中	－
	利用形態：リース等の入手性	・リースあり	－
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・有	－
	センシングデバイスの点検	・特に無	－
	その他	－	－

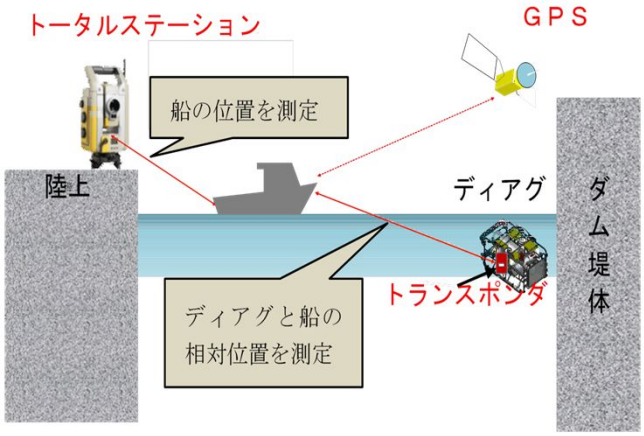
7. 図面

●ディアグ本体



●位置情報取得機能

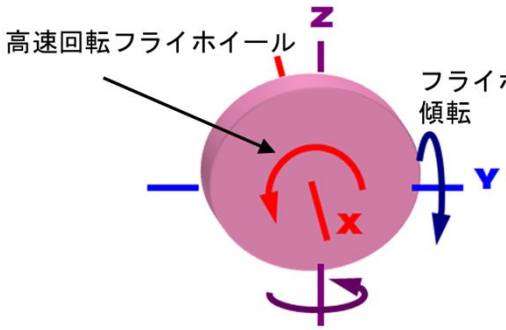
○トータルステーションまたはGPSとトランスポンダで正確な位置を把握



●アクアジャスター®

○東京スカイツリー建設時に活用したスカイジャスター®の水中版

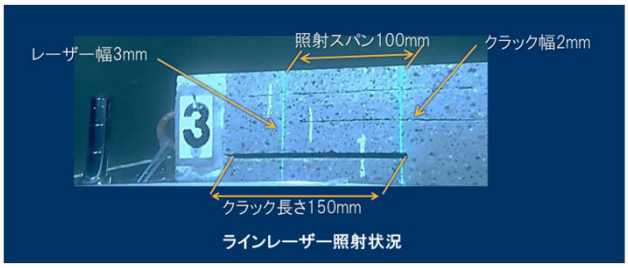
○ジャイロ効果により姿勢制御(流速1ノットまで)
⇒ 点検対象物を的確に捉えることが可能



本体を回転するトルクが発生
回転制御が可能

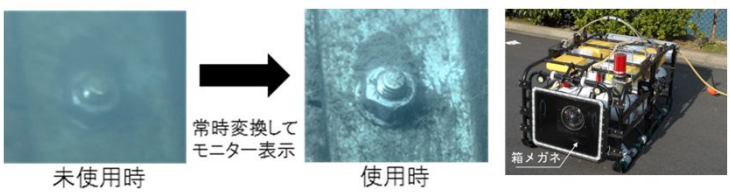
●クラックなどの計測機能

・ラインレーザー：幅3mm　間隔100mm
画像からスケールアップで寸法測定が可能



●画像鮮明化技術

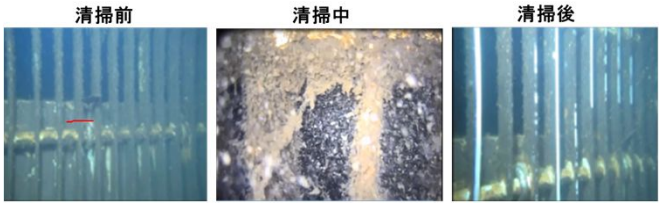
・主カメラ:238万画素のハイビジョンカメラ(10倍ズーム機能付き)
・3780ルーメンの高輝度LEDライト
・画像詳細強化装置
・箱メガネ(濁水中撮影装置)



画像詳細強化装置

●点検対象物の清掃機能

○本体後方のケレン装置(プラスチック製ブラシ)で付着物を除去



1. 基本事項

技術番号		画像02-V2023		
技術名		産業用水中ドローンDiveUnit300		
	技術バージョン	DiveUnit300	作成：2023年3月	
開発者		株式会社FullDepth		
連絡先等		TEL:03-5829-8045	E-mail:funatsu@fulldepth.co.jp	営業部　船津一彦
現有台数・基地		3台	基地	〒103-0004東京都中央区東日本橋2-8-4東日本橋1stビル
技術概要		ダイブユニット300は、機動力や耐久性、利便性などにおいて徹底的に追求した産業用クオリティで、浅場から危険な場所、深海まで潜り、水中の映像や水温・水質をはじめさまざまな情報を取得する。 また、水中が濁っていても音響装置を搭載して対象物の位置を把握したり、位置座標を取りながら目的物の探査や、複雑な点検作業を進めたりすることができ、他の情報を取得した上で、ダイバーがより安全に、より確かな仕事を行うという連携作業も可能。		
技術区分	対象部位	堤体上流面		
	変状の種類	損傷　ひびわれ		
	物理原理	静止画／動画		

2. 基本諸元

計測機器の構成			本体・セントラルユニット（PC・通信機器など）・テザーユニット（ケーブル）から構成される。 本体にはカメラ、照明、取り外し可能なバッテリーが搭載されている。
移動装置	移動原理		【水中型】 7基のスラスターを搭載
	運動制御機構	通信	・有線 3.7mmの光ファイバーケーブル300m
		測位	・USBL音響測位装置（オプション）を組み込み、水上の船と音響信号を送受信することでドローンの位置座標を測定・記録可能。
		自律機能	・水中音響装置DVLを搭載し、自動的にホバリング可能。ホバリング中は移動時も自機の位置を検出し続けることで、潮流があっても流されないよう補正を行う。
		衝突回避機能(飛行型のみ)	安全ロープの装着 ・フレームガード
	外形寸法・重量		・寸法　横幅410mm×奥行き639.5mm×高さ375mm ・重量　28kg
	搭載可能容量 (分離構造の場合)		積載可能重量2kg
	動力		・バッテリーによる給電
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)		・最大4時間
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	・カメラ画質 Full HD（30fps）
		パン・チルト機構	・ボディピッチコントロール機能：+30度　-30度 機体の角度を調整することでカメラの撮影範囲を調整可能 ・チルト機構：+65度　-65度
		角度記録・制御機構機能	全方向の制御可能
		測位機構	USBL方式　水中測位装置
	耐久性		・水深300m
	動力		バッテリーによる給電
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)		最大4時間

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	・移動装置と一体型
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）	-
	データ収集・記録機能	・「FullDepth　Bridge」という独自のクラウドサービスによりデータ収集および、映像のリアルタイム配信が可能　およびPC内ハードディスク保存
	通信規格 （データを伝送し保存する場合）	データを伝送しない
	セキュリティ （データを伝送し保存する場合）	データを伝送しない
	動力	バッテリー給電型
	データ収集・通信可能時間 （データを伝送し保存する場合）	データを伝送しない

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
構造物近傍での安定性能（飛行型のみ）	検証の有無の記載　有 【性能値】 流速1m/sec未満のうねりの無い流れ 【標準試験値】 上記【性能値】の記載に準じる	ホバリング機能 https://www.youtube.com/watch?v=dB7_feaetk
最大可動範囲	検証の有無の記載　有 【性能値】 最大潜航可能深度300m 【標準試験値】 未検証 【水中型】 ・最大潜航深度　300m	産業用水中ドローンDiveUnit300仕様書
運動位置精度	検証の有無の記載　有 【性能値】 100m移動に対して５%の測定精度誤差 【標準試験値】 上記【性能値】の記載に準じる。	USBL方式　Seatrukの製品仕様に準じる

4. 計測性能

項目		性能	性能(精度・信頼性)を確保するめの条件
計測装置	撮影速度	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・8時間33分/1000m^2	・作業前準備・撤去時間を除く
	計測精度	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・コンクリートの損傷の測定精度 1000m^{2}あたりの点検において ＜ひび割れ確認＞ 確認　全数（最小幅0.5mm） ・コンクリートの変状度合いの測定精度 1000m^{2}あたりの点検において ＜変状確認＞ 確認　全数 ＜変状の形状＞ 確認　全数	損傷の測定精度について ・テストピース（損傷）を水中部に設置し、水中ロボットでテストピースを撮影した記録から判読された結果とテストピースの使用を比較する。 ・テストピースの端点から、ひび割れの位置を測定する。 変状度合いの測定精度について ・テストピース（凸状、凸状等）を水中部に設置し、水中ロボットでテストピースを撮影した記録から判読された結果とテストピースの仕様を比較する。 ・テストピースの端点から、変状の位置を測定する。
	長さ計測精度 （長さの相対誤差）	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・コンクリートの損傷の測定精度 1000m^{2}あたりの点検において ＜ひび割れ幅＞ 許容値（±20%）内　一部 ・コンクリートの変状度合いの測定精度 1000m^{2}あたりの点検において ＜変状の寸法（幅（縦、横））＞ 許容値（±20%）内　ほぼ全数 ＜変状の寸法（高さや奥行き）＞ 許容値（±20%）内　半数以上	・同上
	位置精度	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・コンクリートの損傷の測定精度 1000m2あたりの点検において ＜ひび割れ位置精度（水平）＞ 要求水準値（±10cm）内　一部 ＜ひび割れ位置精度（標高）＞ 要求水準値（±10cm）内　一部 ・コンクリートの変状度合いの測定精度 1000m2あたりの点検において ＜変状位置精度（水平）＞ 要求水準値（±10cm）内　一部 ＜変状位置精度（標高）＞ 要求水準値（±10cm）内　一部	・同上
	色識別性能	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 ・フルカラーの画像出力可能	－

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		濁度に合わせて変状が確認可能な一定の離隔距離で対象物を撮影	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	自社製ソフトウエア　CU Softwer2	
	検出可能な変状	ひびわれ（幅および長さ）	
	変状検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	撮影した映像から、ひび割れを発見しスクリーンショットで撮影時間を記録する ・撮影カメラ仕様等 1) カメラ：Logicool　Webカメラ 2) 撮影設定：オートフォーカス(適宜マニュアルフォーカス対応) 3) 画素数：3メガピクセル 4) 最大解像度：1080p/30fps 5) レンズタイプ：ガラス 6) 動画/画像データ：mov,mp4/jpeg
		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	mov.mp4,jpeg
		ファイル容量	記憶媒体の容量に依る
		カラー／白黒画像	白黒画像 カラー
		画素分解能	ひび割れ幅0.5㎜を検出するには、1㎜/ピクセル以下である必要がある。
		その他の留意事項	ひびわれに汚れ等が付着していると識別が困難な場合がある。
	出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 mov,mp4,jpeg 【専用ファイル形式の場合】 –	
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		–	

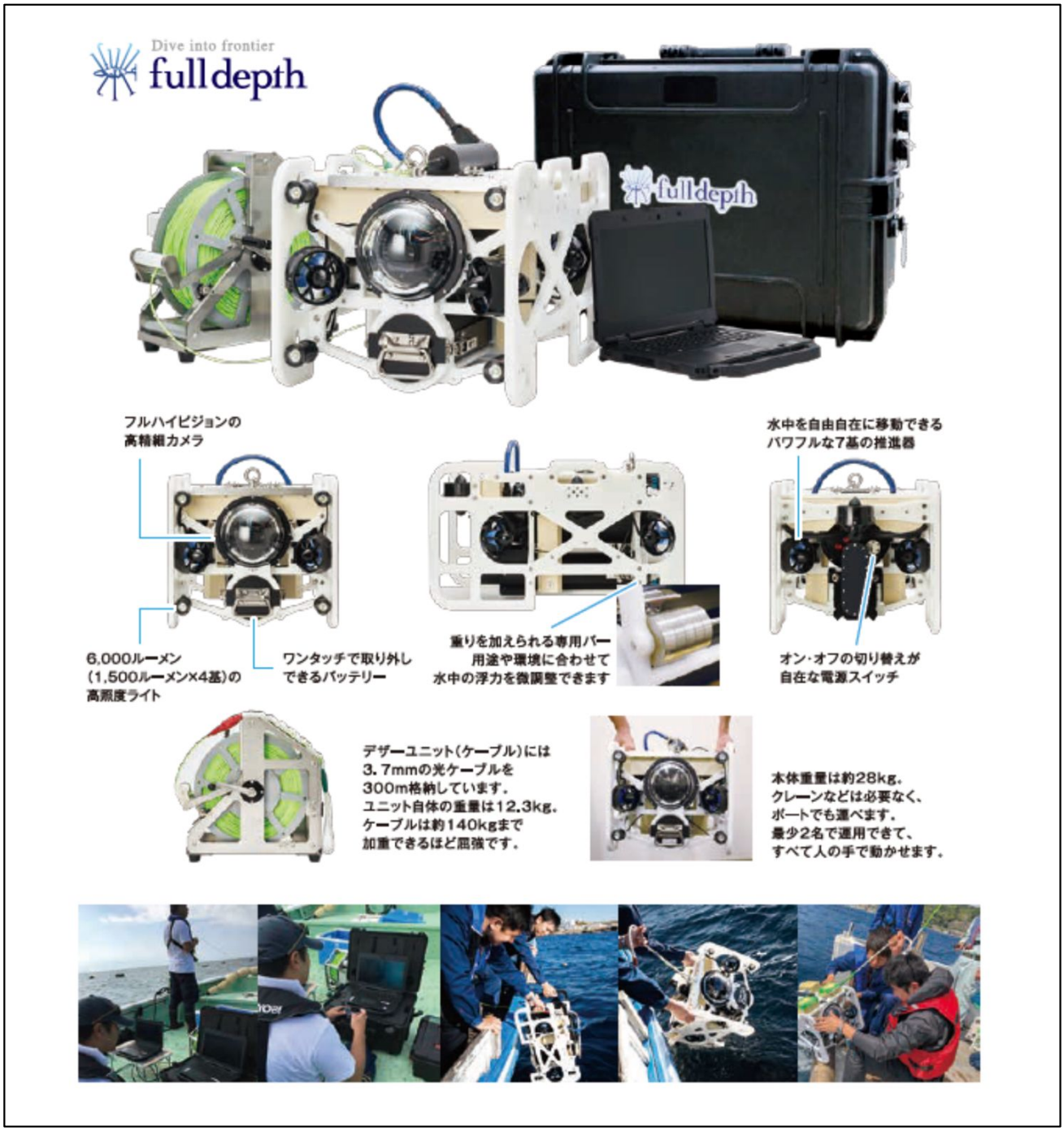
6. 留意事項(その1)

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	水中ドローンDiveUnit300が安定して投入　引揚ができる	－
	安全面への配慮	計測装置が安定して設置できる場所	－
	無線等使用における混線等対策	なし	－
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ）	オプションMNBソナー使用し　回避する	－
	気象条件（水中型、飛行型のみ）	・悪天候時は作業不可	－
	その他	昼間に計測する必要がある。 気温5℃以下は計測不可。 大雨の場合、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(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・機体の操作はトレーニングを受けたものが行うこと。	・約2時間程度のトレーニング。操作およびメンテナンスを習得する。
	必要構成人員数	・2人 （ROV操作者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	無	－
	操作場所	・船上　陸上	－
	点検費用	・1000（m^2／日（6時間））当たり 985,391円 （深度20mでの点検費用）	－
	保険の有無、保障範囲、費用	・購入した機器には1年間の無償保証が含まれる ・「Fulldepth Care」という自社の保守契約あり	－
	自動制御の有無	無	－
	利用形態：リース等の入手性	・なし	－
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・「FullDepth Care」に加入することで、定期点検無償修理、代替機の無償貸出等のサポートを受けることができる	－
	センシングデバイスの点検	・「FullDepth Care」に加入することで、年1回の定期点検を受けられる	－
	その他	－	－

7. 図面


Dive into frontier
fulldepth
フルハイビジョンの
高精細カメラ
6,000ルーメン
(1,500ルーメン×4基)の
高照度ライト
ワンタッチで取り外し
できるバッテリー
重りを加えられる専用バー
用途や環境に合わせて
水中の浮力を微調整できます
水中を自由自在に移動できる
パワフルな7基の推進器
オン・オフの切り替えが
自在な電源スイッチ
デザーユニット(ケーブル)には
3.7mmの光ケーブルを
300m格納しています。
ユニット自体の重量は12.3kg。
ケーブルは約140kgまで
加重できるほど屈強です。
本体重量は約28kg。
クレーンなどは必要なく、
ボートでも運べます。
最少2名で運用できて、
すべて人の手で動かせます。

1. 基本事項

技術番号		画像03-V2023		
技術名		ダム調査用ロボット 二機編成型		
	技術バージョン	-	作成：2023年3月	
開発者		株式会キュー・アイ		
連絡先等		TEL:045-790-3206	E-MAIL: jpn@qi-inc.com	
現有台数・基地		-	基地	-
技術概要		本システムは，水上ロボットと水中ロボットをケーブルで接続した構成とし、水中ロボットに搭載した高精細カメラにより近接目視の代替作業を行う。また、点検の効率化、オペレータの負担低減のため、半自律撮影機能を備える。		
技術区分	対象部位	堤体（上流面 水中部）		
	変状の種類	ひび、われ／浮き／剥離／剥落／欠損／変形		
	物理原理	静止画／動画		

2. 基本諸元

計測機器の構成			水上ロボット、水中ロボット、操作インターフェイスの構成。水上ロボットと水中ロボットは水中ケーブルで接続され、水上ロボットに搭載したバッテリから水中ロボットに電力が供給される。水中ロボットには水中テレビカメラ、近接撮影用ガイドアーム、超音波距離センサが搭載されている。
移動装置	移動原理		水上ロボットは水上航行型であり、搭載したスラスタ（水中推進器）の発生する推力により水面を移動する。 水中ロボットは水中潜行型であり、水上ロボットと接続された水中ケーブルに吊り下がる形で水深位置を保つ。搭載したスラスタの発生する推力により水中を移動する。
	運動制御機構	通信	水上ロボット-操作インターフェイス間 無線LAN 水上ロボット-水中ロボット間 有線、イーサネット
		測位	GPS、深度センサ
		自律機能	壁面正対・距離保持機能 超音波距離センサを搭載し、ダム堤体面等の水中壁面に対し、自律的に正対し一定距離（離隔）を保持する。 壁面自動撮影機能 事前に設定した撮影範囲（水深、幅、離隔） を、水上ロボット、水中ロボットが連携動作し、壁面の自動連続撮影を行う。
		衝突回避機能 （飛行型のみ）	-
	外形寸法・重量		水上ロボット：横幅1030mm×奥行き73.0mm×高さ530mm ・重量　59kg 水中ロボット：横幅450mm×奥行360mm×高さ250mm ・重量　19kg
	搭載可能容量 （分離構造の場合）		-
	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）		8時間以上
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	200万画素　動画
		パン・チルト機構	チルト機構　±45°
		角度記録・制御機構機能	-
		測位機構	-
	耐水圧		耐圧深度　130m
	動力		水上ロボット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）		機体の稼働時間と同じ

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	移動装置（水中ロボット）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	水上ロボットから陸上側の操作インターフェースに映像が無線伝送（無線LAN）され、操作インターフェース内PCに水中映像が録画される。
	通信規格 （データを伝送し保存する場合）	無線LAN
	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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載 無 【性能値】 静止した状態を保持可能 【標準試験値】　無	2019年度ダム実証実験にて検証
最大可動範囲	検証の有無の記載 無 【性能値】 水深100m 【標準試験値】　無	2019年度ダム実証実験にて検証 水深70m撮影を実証 風速8m／sec環境で調査可能
運動位置精度	検証の有無の記載 無 【性能値】 ±20cm 【標準試験値】　無	2019年度ダム実証実験にて検証

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	撮影速度	検証の有無の記載：無 【性能値】 200㎡/h（離隔0.6m時） 【標準試験値】 未検証	風速8m／sec環境で調査可能
	計測精度	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	-
	長さ計測精度 (長さの相対誤差)	検証の有無の記載：無 【性能値】 精度±10%（対象物の大きさ1m以内） 【標準試験値】 未検証	2019年度ダム実証実験にて検証
	位置精度	検証の有無の記載：無 【性能値】 ±20cm 【標準試験値】　無	2019年度ダム実証実験にて検証
	色識別性能	検証の有無の記載：無 【性能値】　無 【標準試験値】　無	-

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		–	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	–	
	検出可能な変状	–	
	変状検出の原理・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	–
		その他の留意事項	–
	出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 – 【専用ファイル形式の場合】 –	
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		–	

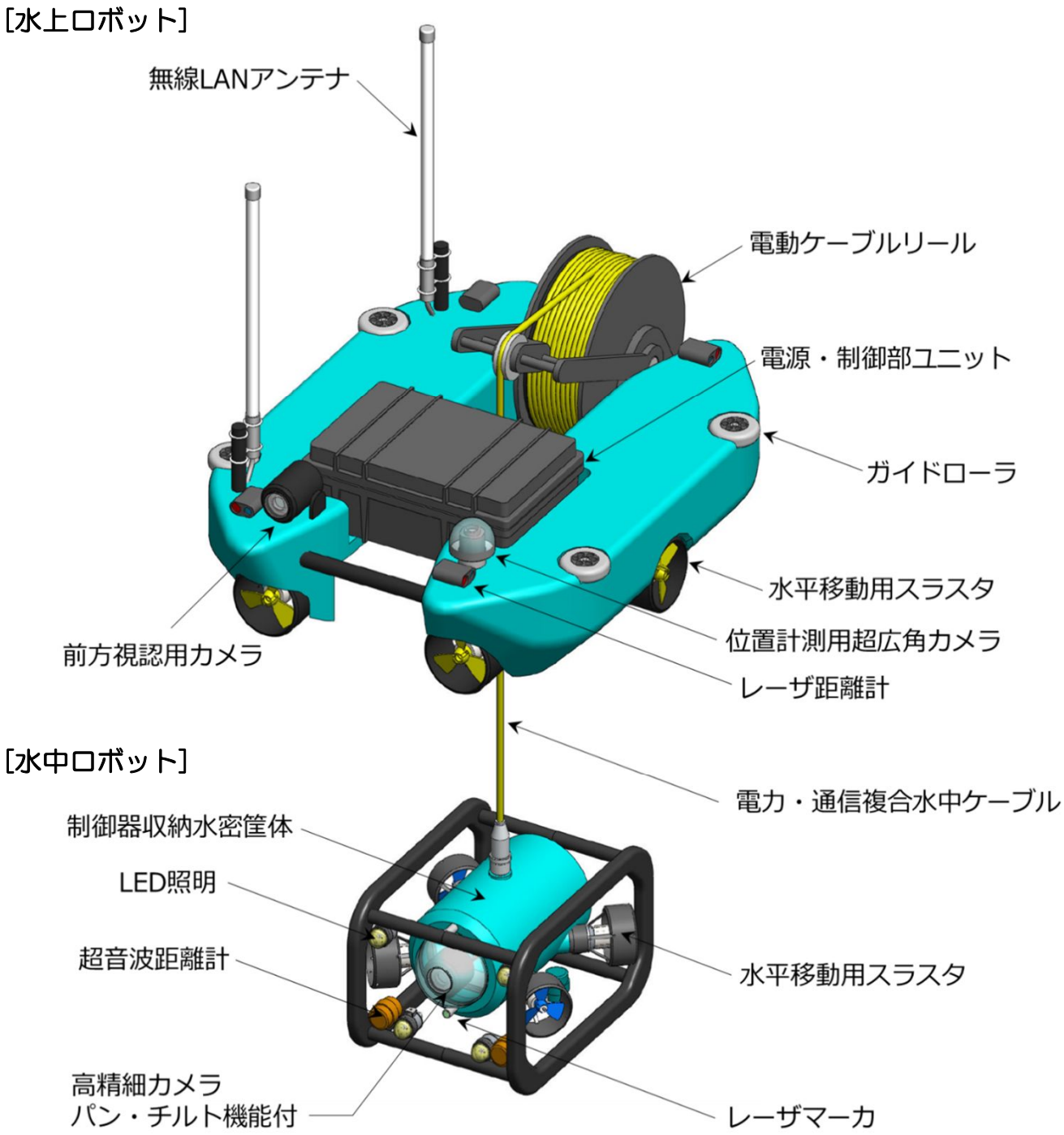
6. 留意事項(その1)

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	クレーン等の重機で機体を着水可能な場所があること。	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ）（独自に設定した項目）	濁度は超近接撮影（離隔0.2m以下）にて対応。	-
	気象条件（水中型、飛行型のみ）（独自に設定した項目）	風速8m／sec環境で調査可能	-
	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(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	操作の習熟が必要	-
	必要構成人員数	2名以上で運用可能	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	数時間の習熟訓練が必要	-
	操作場所	船上、陸上	-
	点検費用	30万円～/日	-
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	有	-
	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	サポート体制有り	弊社まで機体を送付、または持込みにて修理対応
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

7. 図面


[水上ロボット]
無線LANアンテナ
電動ケーブルリール
電源・制御部ユニット
ガイドローラ
水平移動用スラスタ
位置計測用超広角カメラ
レーザ距離計
前方視認用カメラ
[水中ロボット]
電力・通信複合水中ケーブル
制御器収納水密筐体
LED照明
超音波距離計
水平移動用スラスタ
高精細カメラ
パン・チルト機能付
レーザマーカ

1. 基本事項

技術番号		画像04-V2023		
技術名		ドローンを用いた空撮・画像処理解析技術		
	技術バージョン	-		作成：2023年3月
開発者		計測検査株式会社／九州電力株式会社		
連絡先等		計測検査 TEL:093-642-8231 九州電力 TEL:092-981-0808	URL 計測検査 http://www.keisokukensa.co.jp/ 九州電力 https://www.kyuden-drone.jp/	
現有台数・基地		10機	基地	計測検査株式会社 〒807-0821 福岡県北九州市八幡西区陣原１丁目８番３号 九州電力株式会社 〒810-8720 福岡県福岡市中央区渡辺通2丁目1番82号
技術概要		高所の目視検査や赤外線熱画像/俯瞰画像または、狭所などの直接目視による検査や撮影が出来ない場所において、このドローンを用いてモニターで確認しながら空撮及び目視検査を行う。また、広範囲の壁面や構造物を撮影し、詳細目視可能な1枚の静止画へ画像処理を行う。赤外線カメラにて浮き剥離や温度異常箇所の検出を行う。		
技術区分	対象部位	・堤体（上流面、下流面、堤頂）／基礎地盤／洪水吐き（流入部、越流部、導流部、放流管、減勢工）／堤体周辺斜面		
	変状の種類	・ひびわれ／浮き／剥離／剥落／欠陥／変形／漏水／設備の機能障害		
	物理原理	・赤外線熱画像／静止画／動画		

2. 基本諸元

計測機器の構成			・自社開発の画像処理解析技術をコア技術として、ドローンによる目視検査を展開している。ドローンはDJI製の機体を採用している。 ・主に高所の目視検査、俯瞰画像撮影、赤外線熱画像撮影、狭所の検査などを行っている。また、広範囲の壁面などを撮影し、詳細目視可能な1枚の静止画へ画像処理を行う独自技術を有する。 ・ドローンによる空撮では、風に煽られて撮影画像の画角がずれることが課題となる。同社はこの課題に対して、高画素カメラによる高精度画像処理解析や、3Dモデリングによる損傷部位の見える化で対応しており、すでに実用化の段階である。 ・MATRICE300 RTK(DJI社製) ・H20Tカメラ(DJI社製) ドローンにカメラを搭載し、部材表面の画像を撮影する。
移動装置	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。 ドローンの飛行は、飛行環境により自動飛行が可能であるが基本的に手動飛行にて行う。
	運動制御機構	通信	・通信種別：無線 ・周波数帯：2.4GHz帯小電力データ通信システム ・出力：100mW以下
		測位	・GNSS及びRTK測位システム ・デュアルビジョンカメラ ・赤外線センサー
		自律機能	・GNSSおよびRTK測位システムにより自動ホバリングおよび自動飛行 ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより自律的にホバリングを行う
		衝突回避機能（飛行型のみ）	・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより衝突を回避する ※アプリケーションにて任意の距離に設定の変更が可能
	外形寸法・重量		810x670x430mm（長さx幅x高さ） 機体 約3.6kg バッテリー 約1.35kg(1個の重量であり飛行には2本必要) カメラ 678g±5g カメラ、バッテリー搭載時 約7.0kg
	搭載可能容量（分離構造の場合）		2.7 kg
	動力		・名称 TB60 ・容量 5935 mAh ・バッテリータイプ LiPo 12S ・電力 274 Wh ・正味重量 約1.35 kg ※1個の重量であり飛行には2本必要
	連続稼働時間（バッテリー給電の場合）		約45分の飛行が可能(バッテリー100%から0%まで飛行時) ※カメラを搭載し、気温25度、無風、ホバリング状態での　飛行時間。 ※安全に着陸するため、飛行環境によりバッテリー残量20%～30%程度で着陸を行う。そのため、実飛行時間は約30分となる。

2. 基本諸元

計測装置	設置方法		・機体上部もしくは下部に装着 ※専用工具、ボルト、ナットなどは不要
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）		・167×135×161mm ・678g±5g
	センシングデバイス	カメラ	＜ズームカメラ＞ センサー：1/1.7インチCMOS 有効画素数：約2000万画素 動画解像度：3840×2160、30fps 静止画解像度：5184×3888 23倍ハイブリット光学ズーム（最大200倍ズーム） ＜サーマルカメラ＞ 検出器：非冷却VOxマイクロボロメータ 有効画素数：約33万画素 観測温度：-40℃～550℃ フルフレームレート：30Hz
		パン・チルト機構	・3軸（ピッチ、ヨー、ロール） ピッチ：-120° ～+30° ヨー：±320° ロール：-90° ～+60° ※制御精度 ±0.01°
		角度記録・制御機構機能	・角度記録、ジンバルにて全方向の制御可能
		測位機構	・ドローン本体からの測位情報を利用して画像に記録
	耐久性		・保護等級 IP44 ・動作環境温度-20℃～50℃
	動力		・ドローン本体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）		・ドローン本体のバッテリー残量に依存
データ収集・通信装置	設置方法		・microSDカード（最大容量：128 GB、UHS-1 スピードクラス3が必要)をカメラに装着
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）		・11mm×15mm×1mm（microSDカード外形寸法）
	データ収集・記録機能		・カメラに装着したmicroSDカードに直接書き込み
	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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載：無 【性能値】 5cm※理論値 【標準試験値】 未検証	・瞬間風速5m/s未満の自然風
最大可動範囲	検証の有無の記載：無 【性能値】 高度150m（航空法による） ※8km（メーカー公表値） 【標準試験値】 未検証	※障害物や電波干渉がない場合
運動位置精度	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－

4. 計測性能

<table>
<tr><th colspan="2">項目</th><th>性能</th><th>性能(精度・信頼性)を
確保するための条件</th></tr>
<tr><td rowspan="2">計測装置</td><td>撮影速度</td><td>検証の有無の記載 | 無

【性能値】
2m/s※理論値

【標準試験値】
未検証</td><td>・瞬間風速5m/s未満の自然風</td></tr>
<tr><td>計測精度</td><td>検証の有無の記載 | 有

【性能値】
ドローン目視点検：最小ひび割れ幅　0.1mm
未検証となっております。
理論上の数値を以下とします。

【カメラの仕様】
センサー：1/1.7インチCMOS
有効画素数：20 MP
動画解像度：3840×2160、30fps
1920×1080、30fps
静止画解像度：5184×3888
光学ズーム：23倍(デジタルズームと光学ズームで最大200倍)
割れ幅0.1mmを検出するには「0.6mm／1ピクセル」以上の解像度が望ましい。
撮影形式は静止画（画素数：5184（横）×3888（縦））の場合、上記の画素数と仮定すると横画角は5184×0.6=3110.4mm

<table>
<tr><th></th><th>1倍ズーム</th><th>23倍ズーム</th></tr>
<tr><td>画角(mm)</td><td>3110.4</td><td>3110.4</td></tr>
<tr><td>視野角(°)</td><td>57.5</td><td>3.6</td></tr>
<tr><td>被写体距離(mm)</td><td>2834.4</td><td>49480.9</td></tr>
<tr><td>焦点距離(mm)</td><td>6.83</td><td>119</td></tr>
</table>

＜計算式＞

$$被写体距離 = \frac{画角(横)/2}{tan(\theta＜横視野角＞)/2}$$

$$焦点距離 = \frac{被写体との距離 \times イメージセンサーサイズ＜横＞}{画角＜横＞}$$

対象物との距離を6mと仮定し、光学23倍ズームを活用した場合で撮影すると、

$$画角＜横＞ = \frac{6000 \times 7.5}{119} = 378.2$$

となり、

$$画角＜横＞ = \frac{378.2}{3110.4} = 0.12/1ピクセル$$

となるので、0.6mm／ピクセル以上の解像度となり割れ幅0.1mmの検出は可能となる。

【標準試験値】
未検証</td><td>－</td></tr>
</table>

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	長さ計測精度 (長さの相対誤差)	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－
	位置精度	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－
	色識別性能	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－

5. 画像処理・調書作成支援

<table>
<tr><td colspan="2">変状検出手順</td><td colspan="2">①撮影した画像を部位ごとに合成する。（自動・調整は一部手動）
②ひび割れ・漏水やはく落跡等の変状を、合成画像から抽出する。（手動）
③ひび割れ幅は、ひび割れ幅自動分類ソフトを使用する。（自動）
④最大ひび割れ幅に変換する。（自動）
⑤変状展開図を作成し、DWG等のCADファイルへ出力する。（手動）</td></tr>
<tr><td rowspan="15">ソフトウェア情報</td><td>ソフトウェア名</td><td colspan="2">ひび割れ幅自動分類ソフト　HALCON（ライブラリ使用での自社開発）</td></tr>
<tr><td>検出可能な変状</td><td colspan="2">ひび割れ(幅、長さ）、漏水、遊離石灰、はく落跡、その他目視により確認出来るもの</td></tr>
<tr><td rowspan="5">変状検出の原理・アルゴリズム</td><td>ひび割れ</td><td>・自社開発ひび割れ幅自動分類ソフト　HALCON
ひび割れを抽出後、ひび割れ幅自動分類ソフト（HALCON）により、コンクリート面とひび割れのピクセルの輝度値から、ひび割れ幅を検出する。
・校正のため、現地でのひび割れ実測結果や、撮影時に写し込みを行った校正板写真等を参考にする。
・撮影条件・仕様等
1）カメラ：ドローンカメラ
2）ラップ率：オーバーラップ 30%、サイドラップ 30%
3）画質フォーマット：JPEGなど</td></tr>
<tr><td>ひび割れ幅および長さの計測方法</td><td>・ひび割れ幅：　HALCONによりピクセルの輝度値から、ひび割れ幅を検出する
・ひび割れ長さ：ひび割れをポリラインに変換し、長さを確認する。</td></tr>
<tr><td>ひび割れ以外</td><td>【漏水、遊離石灰、はく落跡、ジャンカなど】
・画像から手動にて抽出する。うきについては、熱画像の結果から抽出する</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>ひび割れ幅自動分類ソフト　HALCON（ライブラリ使用での自社開発）</td></tr>
<tr><td>変状の描画方法</td><td>・ひび割れ：ポリライン
・ひび割れ以外：ポリゴン</td></tr>
<tr><td rowspan="5">取り扱い可能な画像データ</td><td>ファイル形式</td><td>JPEG</td></tr>
<tr><td>ファイル容量</td><td>－</td></tr>
<tr><td>カラー／白黒画像</td><td>カラー</td></tr>
<tr><td>画素分解能</td><td>－</td></tr>
<tr><td>その他の留意事項</td><td>ひびわれから遊離石灰が析出している場合、チョーク線が重なっている場合などは、ひびわれの検出が困難。</td></tr>
<tr><td>出力ファイル形式</td><td colspan="2">【汎用ファイル形式の場合】
JPEG
【専用ファイル形式の場合】
－</td></tr>
<tr><td colspan="2">調書作成支援の手順</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">調書作成支援の適用条件</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名</td><td colspan="2">-</td></tr>
</table>

6. 留意事項(その1)

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	・飛行の障害となる物件、草木等が無いこと。 ・突風などにより機体の姿勢を立て直すため10m程度の空間を確保することが望ましい。	・空港などの航空法に関わる場合は調整が必要。
	安全面への配慮	・低空(2m)にて機体が正常に動作するかテスト操作を行う。 ・飛行区域に第三者が立ち入らないように関係機関と協議を行なうことを基本とし、現地状況に合わせて適切な監視員、侵入防止措置を実施する。 ・機体耐風速(15m/s)以内であることを確認する。	－
	無線等使用における混線等対策	・付近に機体の無線操縦に影響する強い電波が出ていないか、計器を用いて確認する。 ・操縦装置と機体をリンクする際には双方を十分に近づけ、第三の操縦装置とリンクさせないように徹底する。	－
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ）（独自に設定した項目）	－	－
	気象条件（水中型、飛行型のみ）（独自に設定した項目）	・悪天候時は作業不可 ・濃霧の場合も運用は不可とする。	－
	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(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・国土交通省の発行する飛行許可・承認証を持つもの	－
	必要構成人員数	・機体操縦者1名 ・カメラ操縦者1名 ・監視人1名	・必要に応じて監視人の増員が必要
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・国土交通省の発行する飛行許可・承認証を持つもの	－
	操作場所	・機体の挙動が把握できる位置で、操縦者が安全かつ安定して立てること。 ・操縦者に対して必要かつ適切な助言が可能な位置に操縦補助者が安全かつ安定して立てること。	・機体操縦者が常に機体を認識できること
	点検費用	ダム堤体：1,000㎡（1日当たり） ＜費用＞ （現場） 飛行撮影費：300,000円（燃料費、交通費、宿泊日は別途） １班３名体制 ※構造や損傷の量により変動あり （内業） 画像作成単価：¥1,600/㎡ 損傷図作成単価：¥2,230/㎡	－
	保険の有無、保障範囲、費用	・対人対物　100,000,000円	－
	自動制御の有無	・GNSSおよびRTK測位システムにより自動ホバリングおよび自動飛行 ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより自律的にホバリングを行う。 ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより衝突を回避する ※衝突回避については、付属のアプリケーションにて任意の距離に設定が可能	－
	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	・サポート制あり	－
	センシングデバイスの点検	・各飛行前に日常点検を行う。 ・年に1回、自主点検を実施。 ・各飛行前に低空での挙動確認を実施	－
	その他	・河川流路上を飛行する際には、下部ビジョンセンサーをOFFにすること。	－

7. 図面

MATRICE 300 RTK

1. 基本事項

技術番号		画像05-V2023		
技術名		構造物点検ロボットシステム「SPIDER」		
	技術バージョン	第３次	作成：2023年3月	
開発者		ルーチェサーチ株式会社／株式会社建設技術研究所		
連絡先等		TEL：082-209-0230	E-mail ：contact@luce-s.jp	ルーチェサーチ株式会社 有木　崚将
現有台数・基地		３台	基地	広島県東広島市
技術概要		コンクリート構造物表面を、飛行型ロボット（ドローン）に搭載したカメラで撮影し取得した画像からオルソ画像を作成する。オルソ画像からひびわれや遊離石灰などの損傷性状を抽出し、点検調書作成の支援をする技術である。 オルソ画像は損傷の位置が全体のどの部分かを確認できる他、拡大して損傷の詳細の確認ができるなど単写真と比較してコストパフォーマンスに優れている。 ルーチェサーチのオルソ画像作成は機械的に作成したオルソの歪みや抜けを手動で補正する手法をとっており構造物の端でも精度が高い。構造物の点検結果としては現場の再現性と客観性が高く、点検業務のあとの維持補修業務の資料としても利用できる。 使用するドローンは２タイプあり、【SPIDER-６】はGNSS電波が届く空間では自律飛行による制御が可能で、GNSS電波が届かない空間では手動操作を行う。 一方【SPIDER-ST】は、GNSS電波が届く、届かないにかかわらず自律飛行でき、さらに衝突回避機能も有する。SLAMレーザシステムでの3次元計測による3D化技術を併用することで構造物全体の把握が容易になる。3Dモデルとオルソ画像を紐付けすることで構造物の全体と詳細がひと目で分かる資料の作成が可能となる。		
技術区分	対象部位	堤体（上流面、下流面、堤頂）／洪水吐（導流部、減勢工）		
	変状の種類	コンクリート損傷状況/クラック/剥離・剥落/欠損/変形/漏水		
	物理原理	画像		

2. 基本諸元

計測機器の構成			本計測機器は複数枚の羽のドローンである移動装置の上部にセンシングデバイスであるデジタルカメラを専用のアタッチメントにより固定して計測を行うものである。 アタッチメントにより種々のデジタルカメラ（規定の重量以内）を用いることが可能であり、計測したデータはカメラに内蔵される SDカードに記録・保存される。 計測データは計測終了後にカメラから取り外して処理を行う。
移動装置	移動原理		【飛行型】 【機体SPIDER-６】機体は６枚羽のドローンで、基本的にGNSS測位により自律飛行が可能であるが、現場条件によっては人が操縦して飛行させる。 【機体SPIDER-ST】機体は８枚羽のドローンで、LiDAR-SLAMセンサを搭載している。LiDARからのレーザで、周辺の物体の形状情報を得て、自己位置を推定するとともに３次元空間を把握する。この空間の中に飛行ルートを定義し、以降は自律飛行が可能である。
	運動制御機構	通信	無線通信 ・周波数：2.4GHz帯，出力：０．５W
		測位	測位方式 【機体SPIDER-６】　GNSS単独測位 【機体SPIDER-ST】LiDAR-SLAM技術
		自律機能	自律機能有 【機体SPIDER-６】　制御機構への入力はGNSS、IMU 【機体SPIDER-ST】　LiDAR-SLAM技術
		衝突回避機能（飛行型のみ）	【機体SPIDER-６】　プロペラガード（水平） 【機体SPIDER-ST】　LiDAR-SLAM技術による衝突回避機能
	外形寸法・重量		一体構造（移動装置＋計測装置）： 【機体SPIDER-６】最大外形寸法（Ｌ９５０mm×Ｗ９５０mm×Ｈ５００mm）、飛行時重量（６．８kgf）・・・バッテリーを含む機体６．１kgf、カメラ他０．７kgf 【機体SPIDER-ST】最大外形寸法（Ｌ１１００mm×Ｗ１１００mm×Ｈ６００mm）、飛行重量（１２．６kgf）・・・バッテリーを含む機体１　１．２kgf、レーザ・センサ１．４kgf
	搭載可能容量（分離構造の場合）		一体構造のため、記載なし
	動力		・動力源：電気式 ・電源供給容量：バッテリー ・定格容量：２２．２Ｖ、１６０００mA
	連続稼働時間（バッテリー給電の場合）		バッテリー給電 【機体SPIDER-６】　１フライト最大２５分 【機体SPIDER-ST】　１フライト最大２０分
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）		一体構造のため、記載なし
	センシングデバイス	カメラ	SONY α７R ・センサーサイズ（縦３５．９mm×横２４．０mm）、 ピクセル数（縦７３６０pixel×横４９１２pixel）、 焦点距離（０～４５mm）
		パン・チルト機構	・水平０°～３６０° ・鉛直０°～±９０°
		角度記録・制御機構機能	・ジンバル水平方向、上下方向制御可能、機体上部もしくは下部方向どちらでも装着可能
		測位機構	・IMU、運動制御機構と供用 ・マーカーを特に必要としない
	耐久性		-
	動力		-
	連続稼働時間（バッテリー給電の場合）		-

2. 基本諸元

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）	一体構造のため、記載なし
	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	移動装置のバッテリーより供給（Type-CのUSBケーブル接続）
	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
構造物近傍での安定性能（飛行型のみ）	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 構造物までの距離：１５０ｃｍ、停止飛行時：水平移動無し	瞬間最大風速１．２ｍ/ｓ未満の自然風（実証試験時）
最大可動範囲	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 電波通信可能距離は、１０００ｍである。	－
運動位置精度	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－

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	撮影速度	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証 【機体SPIDER-６】 ０．３２ｍ／ｓ 【機体SPIDER-ST】 ０．２５ｍ／ｓ	水平方向１０ｍの撮影移動時間から算出
	計測精度	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 【機体SPIDER-6】 検出可能な最小ひびわれ幅　0.05mm照度560lxの時 ひびわれ幅0.05mm　計測精度0.06mm ひびわれ幅0.1mm　計測精度0.08mm ひびわれ幅0.2mm　計測精度0.1mm ひびわれ幅0.3mm　計測精度0.1mm ひびわれ幅1.0mm　計測精度0mm 【機体SPIDER-ST】 検出可能な最小ひびわれ幅　0.05mm照度762lxの時 ひびわれ幅0.05mm　計測結果なし ひびわれ幅0.1mm　計測結果なし ひびわれ幅0.2mm　計測精度0.1mm ひびわれ幅0.3mm　計測精度0.1mm ひびわれ幅1.0mm　計測精度0mm	－
	長さ計測精度 (長さの相対誤差)	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 【機体SPIDER-６】 照度8581lxの時 0.00%（相対誤差） 【機体SPIDER-ST】 照度2005lxの時 0.00%（相対誤差）	－

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	位置精度	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証 【機体SPIDER-６】 照度8581lxの時 水平方向：3mm（絶対誤差） 鉛直方向：2mm（絶対誤差） 【機体SPIDER-ST】 照度　2005lxの時 水平方向：1mm（絶対誤差） 鉛直方向：2mm（絶対誤差）	-
	色識別性能	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証 【SPIDER-6】 照度158lxの時 フルカラー識別可能 【SPIDER-ST】 照度118lxの時 フルカラー識別可能	-

5.画像処理・調書作成支援

変状検出手順		①撮影画像枚数が多量のため、SfMを活用する。撮影した画像を、市販のソフトを活用して、オルソ（合成）画像を作成する。この後、必要に応じて自社ソフトにより幾何学的補正した画像と入れ替えを行う。 ②オルソ画像をCAD図面上に貼り付け、ひびわれ性状を手動でトレースする。 ③画像と対象構造物のスケールを一致させ、画像上に疑似的なクラックスケールを設置して、手動でひびわれ幅を読み取る。 ④画像と対象構造物のスケールを一致させ、重畳したひびわれ線に対して、CAD上で描画したひびわれ線を手動で計測する。 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する。	
ソフトウェア情報	ソフトウエア名	オルソ画像作成ソフト ・Pix４D社「Pix４DMapper」 ・Bentley社「ContextCapture」 ・自社ソフト	
	検出可能な変状	・ひびわれ（幅および長さ），鉄筋露出、漏水・遊離石灰	
	変状検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	損傷位置を明確にするため、オルソ画像を作成する。ドローンによる撮影は、構造物全体を撮影するため、取得枚数が多量となるため、Pix４D、ContextCaptureなどの市販ソフトおよび自社ソフトでSfMを活用する。作成したオルソ画像をCAD上に貼り付け、ひびわれ性状を人が検出する。
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・ひびわれ幅および長さは、画像とリンクさせたＣＡＤを使用する。 ・幅：画像と対象構造物のスケールを一致させ、画像上に疑似的なクラックスケールを設置して計測 ・長さ：画像と対象構造物のスケールを一致させ、重畳したひびわれ線に対してCAD上で描画したひびわれ線を計測
		ひびわれ以外	・画像とリンクさせたＣＡＤを使用し、人が画像による損傷を確認し、その変状を人力でトレース ・長さ、大きさについては、ひびわれでの計測方法と同様
		画像処理の精度 （学習結果に対する性能評価）	機械学習ではないため、記載せず
		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	撮影画像：JPEG等の画像ファイル形式
		ファイル容量	特に制限はないが、画像を使った後作業者のＰＣ性能により、オルソ画像の解像度を低減あるいは分割し対応可能
		カラー／白黒画像	カラー／白黒画像の両方取扱い可能
		画素分解能	・ひびわれ幅０．１㎜を検出するためには０．３㎜/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は検出が困難 ・現地状況によっては、枯れた植物や蜘蛛の巣が画像に写り込んでいることに注意が必要
	出力ファイル形式	【汎用ファイル形式】 画像：JPEG等、損傷図：DXF等	
調書作成支援の手順		・本技術では画像による判読可能の損傷に対して、損傷図作成までの支援技術である。 ・損傷図作成までの手順は以下のとおり。 ①撮影画像をオルソ画像として作成する。 ②竣工図等のCAD図面にオルソ画像を寸法を合わせて貼り付ける。 ③画像上において損傷、ひびわれ等をトレースする。	
調書作成支援の適用条件		・適用条件は特になし。	
調書作成支援に活用する機器・ソフトウエア名		・オートデスク社製「AUTOCAD LT ２０２０」（市販ソフト）	

6. 留意事項(その1)

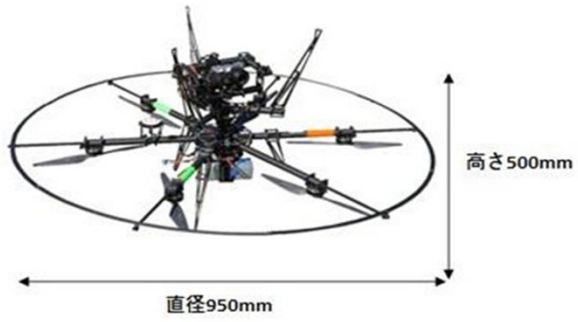
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	・周辺に樹木や架線等が無いこと ・強い電波、電磁を発信している施設がないこと	－
	安全面への配慮	・計測中は注意喚起の看板の設置 ・構造物に近接する樹木、架線の事前現場調査	－
	無線等使用における混線等対策	他の無線利用者との混乱を防ぐため、使用する周波数を、時間の経過とともに自動的に変動させている	－
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ）（独自で設定した項目）	－	－
	気象条件（独自で設定した項目）	風速10m/s以下	－
	その他	－	－

6. 留意事項(その2)

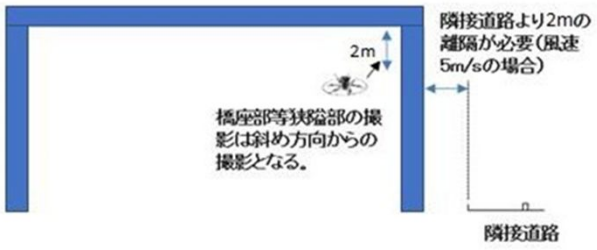
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	センシングデバイスとして用いるカメラは、一般的なデジカメであるため、構造物点検の経験者であれば特に技量は問わない。	－
	必要構成人員数	３人（機体操作、撮影、安全管理）	－
	操作に必要な資格等の有無フライト時間	社内講習１０時間以上を経て、航空局への申請書に記載した操縦者	－
	作業ヤード・操作場所	飛行中の機体が目視できる場所	－
	点検費用	参考金額 1日あたりの点検可能範囲:約10000㎡（150m×70m程度） 1日あたりの点検費用 ・現場 撮影作業：約75万円 ・内業 オルソ画像、損傷図作成：約90万円	・作業内容は、写真撮影からオルソ画像作成・損傷図作成まで ・参考金額はダムの堤体下流側の点検を想定 ・クラック検出は0.2㎜～。但し現場条件によっては1mm幅以上になる可能性あり ・交通費は含まれない ・点検調書の作成は含まれない ・現地条件により撮影の可否判断となる
	保険の有無、保障範囲、費用	対物保険加入（物損、作業者、第三者対象）	－
	自動制御の有無	装置の自動制御の有り	－
	利用形態：リース等の入手性	自社所有装置を用いて業務委託で対応	－
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	自社で対応	－
	センシングデバイスの点検	使用するデジタルカメラについては、特に点検は不要。	－
	その他	－	－

7. 図面

【SPIDER-6】



【SPIDER-ST】



1. 基本事項

技術番号		画像06-V2023		
技術名		遠方自動撮影システム		
	技術バージョン	－	作成：2023年3月	
開発者		株式会社東設土木コンサルタント 有限会社ジーテック キヤノン株式会社 キヤノンマーケティングジャパン株式会社		
連絡先等		TEL:03-5805-7261	URL https://www.tousetu.co.jp/	株式会社東設土木コンサルタント
現有台数・基地		10台	基地	東京都文京区、群馬県高崎市、長野県安曇野市、栃木県日光市
技術概要		・ロボット雲台により高解像度連続自動撮影を効率的に行い、合成、オルソ化した画像を図面化する。ひびわれはＡＩ「インスペクションEYE for インフラ」による自動検出と技術者チェックで効率的かつ高精度に解析を行う。 損傷管理支援ソフト CrackDraw21により損傷記録を要素（ブロック）ごとにデータベース化し、調書の大部分を自動化・作成支援する。 複数回の撮影・解析により、凍害や疲労などのひびわれ進行状況を客観的に把握、見える化し、これまで点検者の経験と技量に頼らざるをえなかった維持管理を客観的に行うことができ、適切なアセットマネジメントに寄与する。 ・地上からの撮影で安全性が高く、高所作業車などを必要としない。ある程度の強風時でも対応可能。 ・「近接目視非効率、困難箇所の点検」、「損傷の数値管理、進行性の客観的把握」、「点検充実化」に効果大。		
技術区分	対象部位	コンクリートダム（アーチ式・重力式），洪水吐のピア，導流壁，減勢工，副ダムなど		
	変状の種類	ひびわれ／剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰		
	物理原理	画像		

2. 基本諸元

計測機器の構成			・本計測機器はロボット雲台にセンシングデバイスであるデジタルカメラを設置して計測を行うものである。 　種々のデジタルカメラ、レンズを用いることが可能であり、計測したデータはカメラに内蔵されるSDカードに記録・保存される。 　計測データは計測終了後にカメラから取り外して処理を行う。
移動装置	移動原理		【据置】 　地上に撮影機材（三脚、ロボット雲台、一眼レフカメラ）を設置し、撮影対象範囲を連続的に撮影。1回の設置で概ね45°の範 囲まで撮影可能。機材が大がかりではないため、次の径間や要素への移動は、人力で容易に可能。
	運動制御機構	通信	・有線（ロボット雲台からカメラへのシャッター信号）
		測位	・撮影機材は地上に固定して扱うため,測位を必要としない。
		自律機能	・撮影機材は地上に固定して扱うため,自律機能を必要としない。
		衝突回避機能 （飛行型のみ）	―
	外形寸法・重量		・分離構造 ・最大外形寸法（L600mm×W600mm×H1500mm程度） ・最大重量（約7kg）
	搭載可能容量 （分離構造の場合）		・搭載可能容量（一般的な一眼レフカメラが搭載可能、焦点距離600mmのレンズも搭載可能） ・最大重量（4.5kgまで搭載可）
	動力		バッテリーなどの仮設電源が必要 ロボット雲台標準バッテリー 　・動力源：電気式 　・電源供給容量：バッテリー 　・定格容量：7.2V、4,300mA 外付けポータブルバッテリー（市販品） 　・動力源：電気式 　・電源供給容量：バッテリー 　・定格容量：3.7V、42,000mA
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）		・ロボット雲台の連続稼働時間は、上記ポータブルバッテリー使用で8時間以上（気温10℃～25℃の場合）

2. 基本諸元

計測装置	設置方法		・ロボット雲台の上にデジタルカメラをボルト・ナットにより取付ける。
	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70㎜～600㎜×幅100㎜×高さ30㎜　程度、レンズ込み） ・最大重量（約2kg～4kg、使用レンズによる）
	センシングデバイス	カメラ	主に使用するデジカメの諸元（Canon製カメラ EOS 5Dsなど） センサーサイズ：36㎜×24㎜、ピクセル数：8688×5792、焦点距離：11㎜～1200㎜（現場状況により、適切なレンズ、エク ステンダーを使用）、ダイナミクスレンジ：24.7bit
		パン・チルト機構	・パン（水平）：360° ・チルト（垂直）：約300° ※上記パン・チルトはロボット雲台によるもの
		角度記録・制御機構機能	・ロボット雲台により、撮影方向や範囲を任意に設定可能。
		測位機構	・撮影した連続画像を自動で合成し,合成,オルソ化した画像を図面に合わせて精度良く取り込む仕組みのため,測位機構を必要としない。
	耐久性		一般的な一眼レフカメラの耐久性を備える
	動力		・バッテリーなどの仮設電源が必要 ・カメラに搭載されるバッテリー
	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 （外気温：23℃、雲台の移動時間も加味して平均10～20秒に１回撮影の場合。バッテリー交換により1日作業に対応可。）
データ収集・通信装置	設置方法		・ロボット雲台とデジタルカメラを電動シャッターケーブルでつなぐ。
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）		電動シャッターケーブル延長20cm程度
	データ収集・記録機能		・デジタルカメラ内のＳＤカードにデータを保存する。
	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		電動シャッターはロボット雲台のバッテリーから供給、データ保存はデジタルカメラのバッテリーから供給。
	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
構造物近傍での安定性能（飛行型のみ）	性能確認シートの有無　ー 【性能値】 ー 【標準試験値】 ー	ー
最大可動範囲	性能確認シートの有無　無 「据置」であるため、参考としてロボット雲台のパン、チルト可能 な角度を示す。 【性能値】 ・水平（パン）：360° ・鉛直（チルト）：約300° 【標準試験値】 ー	ー
運動位置精度	性能確認シートの有無　ー 【性能値】 ー 【標準試験値】 ー	ー

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	撮影速度	検証の有無の記載：無 【性能値】 ・100㎡/min 程度の範囲を撮影 （撮影時間のみ，移動据え付けは含まない） 【標準試験値】 －	左記検証時の条件 【画素分解能】 1.0mm/pix（ひびわれ0.2mm幅対象） 【撮影ラップ率】 30～40%
	計測精度	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 [日照条件] ・日向（42150lx） ・日陰（385lx） ・日向/日陰混在(69400lx/12270lx) 最小ひびわれ幅 0.05mm　計測精度0.03mm 0.1mm　計測精度0.04mm 0.2mm　計測精度0.04mm 0.3mm　計測精度0mm 1mm　計測精度0mm	左記検証時の条件 【画素分解能】 0.2mm/pix 【使用カメラ】 Canon製
	長さ計測精度 (長さの相対誤差)	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 最大誤差1.0%	－
	位置精度	検証の有無の記載：有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 [最大誤差] 水平方向：13mm（絶対誤差） 鉛直方向：14mm（絶対誤差） [平均誤差] 水平方向：3mm（絶対誤差） 鉛直方向：3mm（絶対誤差）	左記検証時の条件 【画素分解能】 0.36mm/pix 【撮影角度】 0°、30°、-30°、45°それぞれで検証 【検証サンプル数】 長さ：608 位置：168 【使用カメラ】 Canon製
	色識別性能	検証の有無の記載：有 【性能値】 フルカラー識別可能 【標準試験値】 [日照条件] ・日向（42150lx） ・日陰（385lx） ・日向/日陰混在(23900lx/11780lx) ・フルカラー識別可能	左記検証時の条件 【使用カメラ】 Canon製

5.画像処理・調書作成支援

<table>
<tr><td colspan="2">変状検出手順</td><td colspan="2">・自社開発の画像処理解析技術をコア技術として、ドローンによる目視検査を展開している。ドローンはDJI製の機体を採用している。
・主に高所の目視検査、俯瞰画像撮影、赤外線熱画像撮影、狭所の検査などを行っている。また、広範囲の壁面などを撮影し、詳細目視可能な1枚の静止画へ画像処理を行う独自技術を有する。
・ドローンによる空撮では、風に煽られて撮影画像の画角がずれることが課題となる。同社はこの課題に対して、高画素カメラによる高精度画像処理解析や、3Dモデリングによる損傷部位の見える化で対応しており、すでに実用化の段階である。
・MATRICE300 RTK(DJI社製)
・H20Tカメラ(DJI社製)
ドローンにカメラを搭載し、部材表面の画像を撮影する。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ソフトウェア情報</td><td>ソフトウェア名</td><td colspan="2">【画像処理】
独自ソフトや市販ソフト（サービス対応）
【ひびわれＡＩ解析】
画像ベースインフラ構造物点検サービス 「インスペクション EYE for インフラ」（サービス対応）
【損傷図作成、調書作成支援】
CrackDraw21（サービス対応またはソフト販売）</td></tr>
<tr><td>検出可能な変状</td><td colspan="2">・ひびわれ（幅および長さ）、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、その他（骨材露出など）</td></tr>
<tr><td>変状検出の原理・アルゴリズム</td><td>ひび割れ</td><td>・AI（ディープラーニング）による自動検出後、技術者によるＡＩ検知結果のチェック、修正を行う。
・このAIは、橋梁床版（PC、RC）、橋脚、橋台、トンネル、その他コンクリート構造物に関する多数の現場で撮影された画像群に対して作成された教師データに基づく。
・教師データの作成は、画像による変状解析実績が豊富な土木技術者やコンクリート診断士が行い、幅についてはクラックスケールによる実測値も教師データに採用している。
・AIの検知精度は、画像条件（解像度や画質、ブレ、ボケ、コンクリートの汚れ状況、対象構造物や対象部位など）により上下するが、画像条件に応じてＡＩの最適化を行い、可能な限り高い精度で検知する。
・撮影条件
1) カメラ：センサーサイズAPS-C以上の一眼レフカメラ
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) 撮影角度：原則45度以内
5) ラップ率：オーバーラップ 30%以上、サイドラップ 30%以上
6) カメラの設定画質：最高
7) 画質フォーマット：JPEG
8) 撮影解像度：
・床版ひびわれ幅0.05mmを対象とする場合、画素分解能0.2～0.3mm/pix
・ひびわれ幅0.2mm以上を対象とする場合、画素分解能0.5mm/pix
※1画素の1/4程度の幅しかない細いひびわれであっても、ピントよく撮れていれば、そのひびわれは周囲との濃淡差をもって画像に写り、画像からの目視やAIによる検知が可能である。
9) 注意事項： デジタルズーム機能は使用しないこと</td></tr>
<tr><td></td><td>ひび割れ幅および長さの計測方法</td><td>・幅：ＡＩにより自動推定。その後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。
・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）</td></tr>
<tr><td></td><td>ひび割れ以外</td><td>・人が画像を確認して、CrackDraw21で変状を手動トレース</td></tr>
</table>

5.画像処理・調書作成支援

ソフトウェア情報	変状検出の原理・アルゴリズム	画像処理の精度 （学習結果に対する性能評価）	・ある橋梁におけるＡＩ（インスペクション EYE for インフラ）のひびわれ検知精度評価結果 正解率（%）＝AIが正しく検知した延長/画像から技術者が解析したひびわれ延長×100 誤検知率（%）＝AIが誤検知した延長/AIが検知した全延長×100 【事例1】 幅0.2mm以上が記録対象、撮影解像度0.5mm/pix 正解率：98%、誤検知率：2% 【事例2】 幅0.05mm以上が記録対象、撮影解像度0.2～0.3mm/pix 正解率：92%、誤検知率：1% ・技術者によるＡＩ検知結果チェック、修正後に正解率100%になるという解釈で問題ない。 ・精度算出にあたっては、すべてのＡＩ検知結果に対し、土木技術者が正解か誤検出かを評価している。また、評価対象範囲の画像を入念に確認し、未検出の延長を割り出して評価している。
		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、png、bitmap
		ファイル容量	・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。
		カラー／白黒画像	カラー／白黒画像ともに取り扱い可。
		画素分解能	・ひびわれ幅0.05mmを検出するためには、0.2～0.3mm/pix以下 ・ひびわれ幅0.2mm以上を検出するためには、0.5mm/pixl以下
		その他の留意事項	・ひびわれにチョークが完全に重なっている場合など、ＡＩでのひびわれ検出が困難な場合でも、CrackDraw21による技術者解析で記録・対応可能。
	出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 画像：jpeg、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、損傷図、損傷データベース等一式。）、ビューワでの納品も可。	
調書作成支援の手順		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。調書６の「メモ」は手入力する。 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調書６用の写真切り出しを自動で行う。 ④調書５、調書６の大部分をエクセル書式に自動で出力する。	
調書作成支援の適用条件		・撮影した画像をCrackDraw21の図面上に取り込むこと	
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名		CrackDraw21（自社開発、販売可）	

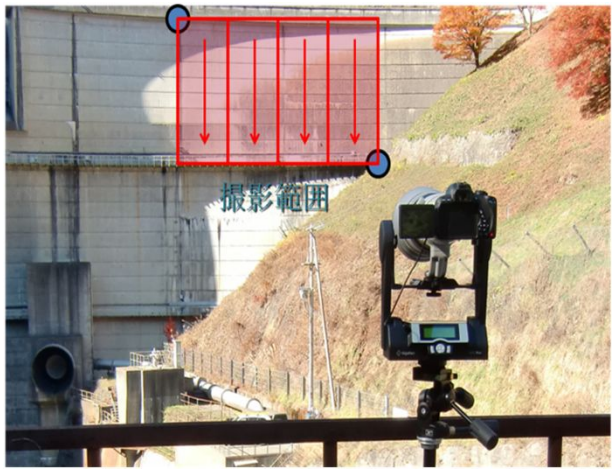
6. 留意事項(その1)

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	撮影対象が見通せる箇所に撮影者がアクセスできれば適用可	撮影対象が見通せる箇所に撮影者がアクセスできれば適用可
	安全面への配慮	三脚設置箇所が安全であれば問題なし	－
	無線等使用における混線等対策	－	－
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ）（独自に設定した項目）	－	－
	気象条件（独自に設定した項目）	強風時，降雨時以外は可能	－
	その他	現場状況によるが、樹木などで撮影死角がある場合でも、その裏側を他の場所から撮影し、点検できる場合あり。（対応の可否は図面や現地踏査で判断） ・撮影は日中に行う ・雨滴がレンズにつくような天候、撮影画像に雨が写るような天候では撮影不可	－

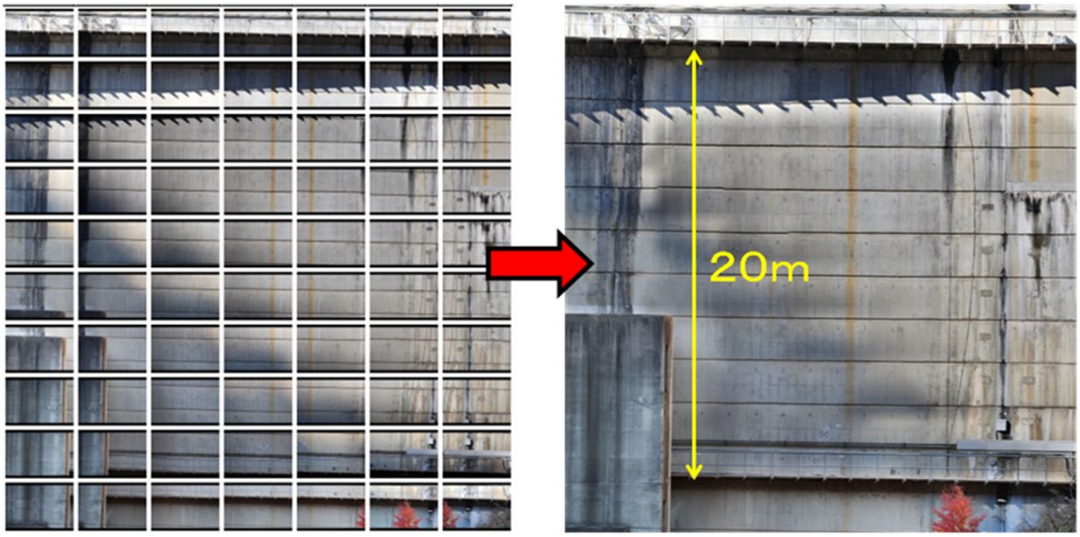
6. 留意事項(その2)

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
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	現場責任者1人、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	－	－
	操作場所	三脚設置箇所(5m2程度)	ダム周辺地上部
	点検費用	【点検費用】 110円/m2　～　200円/m2 (堤体のみ)　　(減勢工等含む) (機械経費含む、諸経費等含まない) 【1日あたり作業範囲】 4,000m2　～　2,000m2 (堤体のみ)　　(減勢工等含む)	－
	保険の有無、保障範囲、費用	－	地上設置による安全な撮影のため
	自動制御の有無	－	地上設置による安全な撮影のため
	利用形態：リース等の入手性	・撮影～画像処理～損傷解析の請負 ・上記工程の一部の請負も可 ・撮影機材のリースは不可（機材の紹介は可） ・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	三脚を安全に設置できない現場では対応困難	－

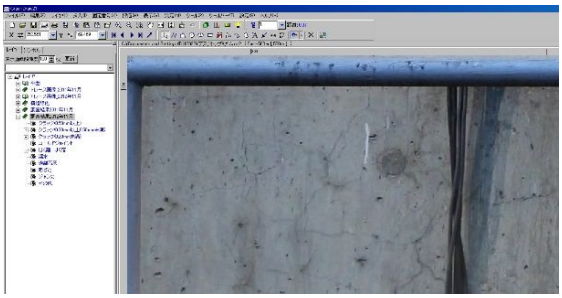
7. 図面

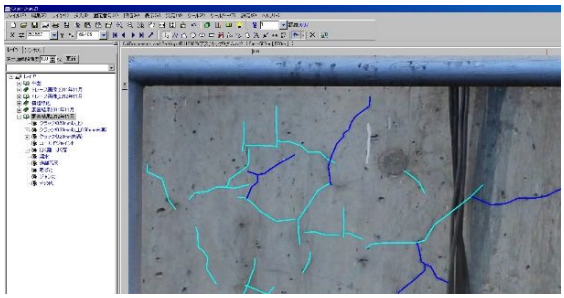


【画像作成】



【損傷図作成】





1. 基本事項

技術番号		画像07-V2023		
技術名		監視点検用遠隔操作クローラロボット		
	技術バージョン	バージョン 6.0		作成：2023年3月
開発者		サンリツオートメイション株式会社		
連絡先等		TEL:0565-25-3740	URL https://www.sanritz.co.jp/	AMC事業推進部 三浦 貴彦
現有台数・基地		2台	基地	愛知県豊田市
技術概要		・災害対応ロボットの駆動技術と、低遅延通信技術を融合した屋内/屋外作業用の遠隔操作クローラロボットシステム。 ・カメラを搭載したクローラロボットが、移動型計測装置として点検対象の設備に立ち入ることで、人の立ち入りが困難/安全ではない場所の静止画/動画を設備の状態情報として収集することができる。 ・収集した設備の状態情報は、点検者が設備の状態を間接的に判断する材料として使用できる。 ・A1パネルよりも小さいクローラロボットのサイズに、屋外運用を想定した防水防塵性と、200mmの段差の乗り越え、砂や泥路面などの低摩擦路面も走行可能な駆動性能を実現している。 ・進行方向操作のみで段差のある路面も走行可能。 ・1～2名の作業者で運搬/運用でき、普通車両での輸送にも対応。		
技術区分	対象部位	直径800m以上の配管など人が立ち入れない狭溢部分の点検・検査		
	変状の種類	ひびわれ／剥離／剥落／欠損／変形		
	物理原理	静止画／動画		

2. 基本諸元

計測機器の構成			・左右1対の受動式クローラ機構を持つロボット車台を移動装置とし、移動装置上にカメラを設置する自走式計測装置。 ・ロボットを遠隔操作する操作装置として、ゲームコントローラを接続したパソコンで構成される。 ・ロボットと操作装置間の通信器として、Wi-Fiもしくは、Ethernet通信を使用する。 ・作業者はパソコン上に表示されるロボット搭載カメラの映像を見ながら遠隔操作を行い点検対象まで移動する。 ・点検時のデータ取集は下記で行う 静止画：操作パソコンに保存。 動画　：ロボット搭載カメラ内蔵のSDカードに保存
移動装置	移動原理		移動装置は、電動モータにより左右のクローラベルトを回転することで、走行推進力を発生する構造であり、平面および平面段差を走行移動できるもの。作業者はロボットから配信されてくる映像を見ながら遠隔操作することで、目的地まで移動する。
	運動制御機構	通信	標準：Ethernet(1000BaseT) オプション：Wi-Fi　(IEEE802.11a/g/n/ac)
		測位	なし
		自律機能	なし
		衝突回避機能 (飛行型のみ)	なし
	外形寸法・重量		800mm(全長)×460mm(全幅)×320mm(全高) 重量：24kg
	搭載可能容量 (分離構造の場合)		20kg
	動力		電源：DC24V/5,000mAh LiFeバッテリー1本
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)		1.5時間
計測装置	設置方法		移動装置上に設置
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)		ー
	センシングデバイス	カメラ	Panasonic BB-ST175A 解像度：1280×720 有効画素数：130万画素 ズーム：光学なし、デジタル8倍 フレームレート：最大30fps 防水防塵：IP55 オプション：Panasonic WV-S6130 解像度：1920×1080 有効画素数：240万画素 ズーム：光学21倍、デジタル16倍 フレームレート：最大30fps 防水防塵：非対応
		パン・チルト機構	水平回転範囲：-47.5度～+47.5度 垂直回転範囲：-45度～+10度（水平時は0度）
		角度記録・制御機構機能	IMU
		測位機構	ホイールオドメトリ又は、ケーブルメジャー
	耐久性		防塵防水：IP67(カメラセンサはIP54)
	動力		移動装置動力より供給(IEEE802.3af/at PoE)
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)		1.5時間

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	移動装置上及び、操作パソコン上に設置
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）	－
	データ収集・記録機能	静止画：操作パソコンに保存。 動画　：ロボット搭載カメラ内蔵のSDカードに保存
	通信規格 （データを伝送し保存する場合）	標準：Ethernet(1000BaseT) オプション：Wi-Fi　(IEEE802.11a/g/n/ac)
	セキュリティ （データを伝送し保存する場合）	通信路：WPA2 保存時：なし
	動力	操作パソコン内蔵バッテリー又は、AC100V電源
	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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－
最大可動範囲	検証の有無の記載：無 【性能値】 操作距離： Ethernet 100m Wi-Fi 250m 最高走行速度：0.7m/sec (2.7km/h) 【標準試験値】 未検証	操作距離 Ethernet：線路長を操作距離とした Wi-Fi：見通しの良い環境且つ水平方向の検証値(5GHz帯W56 100ch～112chを使用) 最高走行速度 整地路面(アスファルト)での検証値
運動位置精度	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－

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	撮影速度	検証の有無の記載：無 【性能値】 最高2.7km/hで移動 【標準試験値】 未検証	－
	計測精度	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－
	長さ計測精度 (長さの相対誤差)	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－
	位置精度	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－
	色識別性能	検証の有無の記載：無 【性能値】 未検証 【標準試験値】 未検証	－

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		操作パソコンに保存された静止画又は、SDカードに保存された動画を見て使用者が判断	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	-	
	検出可能な変状	-	
	変状検出の原理・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	-
		その他の留意事項	-
	出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 - 【専用ファイル形式の場合】 -	
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(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	Wi-Fi利用時は、80MHzの帯域確保ができること	－
	安全面への配慮	－	－
	無線等使用における混線等対策	Wi-Fiの使用状況を確認の上、空いている周波数帯に通信器のチャンネル設定を手動で変更する	－
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ）（独自に設定した項目）	－	－
	気象条件（独自に設定した項目）	－	－
	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(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	無し	静止画/動画の間接目視による異常判断では診断資格が必要
	必要構成人員数	2名(操作者1名、補助者1名)	ロボットの上げ下ろしが不要な環境で有れば1名でも運用可能
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	無し	－
	操作場所	Ethernet：100m以内 Wi-Fi：250m以内	－
	点検費用	参考販売価格：550万円(税込み)	標準パッケージ(ロボット＋操作パソコン)の販売価格 別途、保守点検費用が必要
	保険の有無、保障範囲、費用	無し	－
	自動制御の有無	無し	－
	利用形態：リース等の入手性	メーカ販売のみ	参考販売価格：550万円(税込み) 標準パッケージ(ロボット＋操作パソコン)の販売価格 別途、保守点検費用が必要
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	メーカ問合せ	－
	センシングデバイスの点検	無し	－
	その他	落下・移動不可となるリスクのある環境での運用では、牽引紐をロボットに取り付けて運用すること	－

7. 図面

前面

平面

背面

左側面

クローラロボット

操作パソコン

※保管ケースはパッケージ対象外

操作画面

7. 図面

参考：最大可動範囲検証（Wi-Fi通信距離評価）

- 評価日： 2021/3/6　　天候：曇り　　気温：12 ℃
- 評価者：サンリツオートメイション株式会社　ソリューション部　三浦 貴彦
- 評価方法：ロボットを遠隔操作し、カメラ映像の途切れ及び通信切断距離を計測
- 通信装置
  - ロボット搭載：Wi-Fiルータ(TP-LINK EAP225-Outdoor)
  - 操作パソコン：USB子機(TP-LINK Archer T4U Plus)
  - 通信帯域：5GHz帯W56(100ch～112ch)
  - 通信規格：IEEE802.11.ac
- 通信可能距離：有効距離250m、限界距離470m
  - 210m地点：PTZカメラと操作カメラ併用でも通信遅延が100ms未満
  - 271m地点：まれに通信遅延(100ms以上)が発生し、カメラ映像が一瞬途切れる現象が発生し始める
    → 安全係数をかけた95%程度の距離(250m)を運用上の有効距離とする。
  - 472m地点：通信接続/切断を繰り返しロボット操作不能
    → 470mを限界距離とする。

有効距離

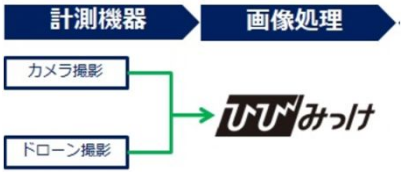
限界距離

地理院地図（国土地理院）を利用

1. 基本事項

技術番号		画像08-V2023		
技術名		社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」		
	技術バージョン	Ver1.3	作成:2023年3月	
開発者		富士フイルム株式会社		
連絡先等		TEL：090-8024-5303	E-mail ：infra_service@fujifilm.com	イメージングソリューション事業部 佐藤康平
現有台数・基地		無制限	基地	埼玉県さいたま市
技術概要		本技術は、コンクリート構造物を撮影した写真からコンクリートに発生する「ひびわれの自動検出」と「ひびわれ幅の自動計測」をAIを活用した画像解析で行うシステムである。本技術の活用により従来人手で対応していた検出作業を削減できるため、省力化による施工性の向上及び経済性の向上が図れる。 		
技術区分	対象部位	堤体（上流面、下流面、堤頂、監査廊）／洪水吐き（流入部、越流部、導流部、減勢工）		
	変状の種類	ひびわれ／剥離・鉄筋露出／漏水・遊離石灰		
	物理原理	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写真からコンクリートに発生する「ひびわれの自動検出」と「ひびわれ幅の自動計測」を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は持たない。 写真を撮影する計測機器については、ミラーレス一眼カメラまたはドローンを使用して当社の推奨する撮影条件で撮影した写真を推奨。 
移動装置	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		-

2. 基本諸元

移動装置	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	下記仕様を満たすミラーレス一眼カメラを推奨。または、フルサイズ一眼レフカメラ。 ・センサーサイズ：縦15.6mm×横23.5mm(APS-C以上) ・焦点距離（mm）：14mm～400mm ・ピクセル数：(1000Pixel×1000Pixel以上) ・ダイナミクスレンジ（bit）：8bit以上 ・コントラストAFは使用しない事を推奨 ドローンで撮影した画像を使用する場合は問い合わせ。
		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）		-

2. 基本諸元

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載 － －	－
最大可動範囲	検証の有無の記載 － －	－
運動位置精度	検証の有無の記載 － －	－

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	撮影速度	検証の有無の記載：－ －	－
	計測精度	検証の有無の記載：有 標準試験方法　ひびわれ　地上　(2019) 実施年　2019年 最小ひびわれ幅：0.1mm ・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：0.06mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度：0.06mm ・ひびわれ幅1mm 計測精度：0.09mm	「ひびみっけ」を利用して自動計測 【撮影速度】静止撮影(ドローン・ロボット含む) 【照度】 検証実施した照度の条件： ・10klx以上：フラッシュあり／フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・10klx未満：フラッシュあり／フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・10klx未満/以上混在：フラッシュあり／フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・1lx未満：フラッシュありで左記計測精度を検証 【画素分解能】0.3mm/pixel 【被写体との距離】1.4m～30.0m 【正対撮影】 被写体表面の法線ベクトル概ね±20°以内 【補助手段】 撮影対象の実寸を手動入力(格間・橋脚の実寸等)する事でひびわれ幅・長さを自動計測
	長さ計測精度 (長さの相対誤差)	検証の有無の記載：有 標準試験方法　(2019) 実施年　2019年 ・相対誤差：0.07%	・真値：10.438m ・測定値：10.445m ・「ひびみっけ」を利用して自動計測
	位置精度	検証の有無の記載：有 標準試験方法　(2019) 実施年　2019年 ・絶対誤差（△x、△y）＝（0.000、0.007）(m)	・真値（x、y）＝（-1.842、10.274）(m) ・測定値（x、y）＝（-1.842、10.281）(m) ・マーカー不要 ・「ひびみっけ」を利用して自動計測
	色識別性能	検証の有無の記載：有 標準試験方法　(2019) 実施年　2019年 ・フルカラーチャート識別可能	【照度】 検証実施した照度の条件： ・10klx以上：フラッシュあり／フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・10klx未満：フラッシュあり／フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・10klx未満/以上混在：フラッシュあり／フラッシュなしの両方で左記計測精度を検証 ・1lx未満：フラッシュありで左記計測精度を検証

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「ひびみっけ」で当社クラウドへアップロードする。(手動) ②撮影した画像を自動合成機能でつなぎ合わせる。（自動） ③ひびわれ自動検出機能（下記アルゴリズム参照）により、ひびわれを検出する。（自動） ④合成後画像中の長方形領域の4頂点を指定し、前記長方形領域の実寸サイズ(㎜)を入力する。(手動) ⑤ひびわれ幅・長さを自動計測する（自動）（下記アルゴリズム参照） ⑥自動検出されたひびわれを目視確認し、端点が隣接するひびわれの連結（ボタン押下で自動処理）、ひびわれ長さ・幅に応じたフィルタリング（幅・長さを指定しボタン押下で自動処理）、誤抽出結果の削除（手動）、未抽出箇所のトレース（手動）など、ひびわれ抽出結果の編集を必要に応じて実施する。 ⑦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マーキングする。(手動)	
ソフトウェア情報	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」（ver.1.3）（当社クラウドサービス）	
	検出可能な変状	・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）	
	変状検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・AI（畳み込みニューラルネットワーク）による自動検出 ・AI教師データは日本全国47都道府県のRC橋やPC橋の下部構造（橋脚、橋台）や上部構造（主桁、床版）、トンネル覆工コンクリート、ボックスカルバート、ダム、護岸、堤防などのコンクリート構造物におけるひびわれ・床版ひびわれに関する写真に、ひびわれ・床版ひびわれに該当する画素の正解情報を付与したデータ用いて学習させている。 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ：デジタル一眼レフ 2) 撮影設定：絞り優先設定 3) ISO感度：ISO200以下 4) ラップ率：オーバーラップ 30%以上、サイドラップ 30%以上 5) 撮影角度：正対（被写体表面の法線ベクトルに対し概ね±20° 以内） 6) 画質：最高（ファイン等） 7) 画像フォーマット：JPEG 8) 注意事項： デジタルズーム機能は使用しないこと
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅：自動検出されたひびわれの画素数幅をひびわれ横断方向の画素の濃淡分布を考慮してサブピクセル精度で計測し、前記画素数幅を1画素当たりの実寸サイズ（※）を用いて、実寸幅に換算することで、サブピクセル精度（0.05㎜単位）でひびわれの幅を自動計測。 ・長さ：自動検出されたひびわれの画素数長さを「1画素当たりの実寸サイズ」（※）を用いて実寸長さに換算することで、ひびわれの長さを自動計測。 ※変状検出手順④で入力された長方形領域の4頂点に対する実寸サイズ情報より算出
		ひびわれ以外	・人が画像を確認し、変状箇所を手動でマーキング

5.画像処理・調書作成支援

ソフトウェア情報	変状検出の原理・アルゴリズム	画像処理の精度（学習結果に対する性能評価）	・ひびわれ検出：検出したひびわれの総延長および本数の再現率・適合率がともに95%以上 [日本全国４７都道府県から収集したAI学習に使用していない当社所有画像で評価] 本数の再現率 ＝ 正しく検出したひびわれ本数／真のひびわれ本数 本数の適合率 ＝ 正しく検出したひびわれ本数／検出したひびわれ本数 総延長の再現率 ＝ 正しく検出したひびわれ総延長／真のひびわれ総延長 総延長の適合率 ＝ 正しく検出したひびわれ総延長／検出したひびわれ総延長
		変状の描画方法	・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	ファイル容量：200MB/枚。
		カラー／白黒画像	カラー画像(RGB/8bit)
		画素分解能	・ひびわれ幅0.1mmを検出・幅計測するためには0.3mm/pixel以下であることが必要 ・ひびわれ幅0.2mmを検出・幅計測するためには0.6mm/pixel以下であることが必要
		その他の留意事項	・三脚・自動雲台での撮影について、初回撮影時は当社または当社代理店による撮影講習を行うことで、正確に撮影する事をサポートする。 ・ドローンを使用した撮影についてはご連絡をお願い致します。 ・ひびわれにチョークが重なりひびを目視できない場合や汚れで目視できない場合等、目視でも見えないひびは検出が不可 ・画像サイズ：1000×1000ピクセル～8800×6500ピクセル。前記サイズを超える場合はご相談ください ・画像やExif情報を編集しないこと ・当社「ひびみっけ」アプリをインストールして使用すること
	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：DXF ・ひびわれ数量積算表：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（画像、CAD、数量表）のデータを当社クラウドからダウンロードする ③任意のCADソフト、表計算ソフト等で、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。	
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「ソフトウエア情報」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	
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」（ver.1.3）（当社クラウドサービス）	

6. 留意事項(その1)

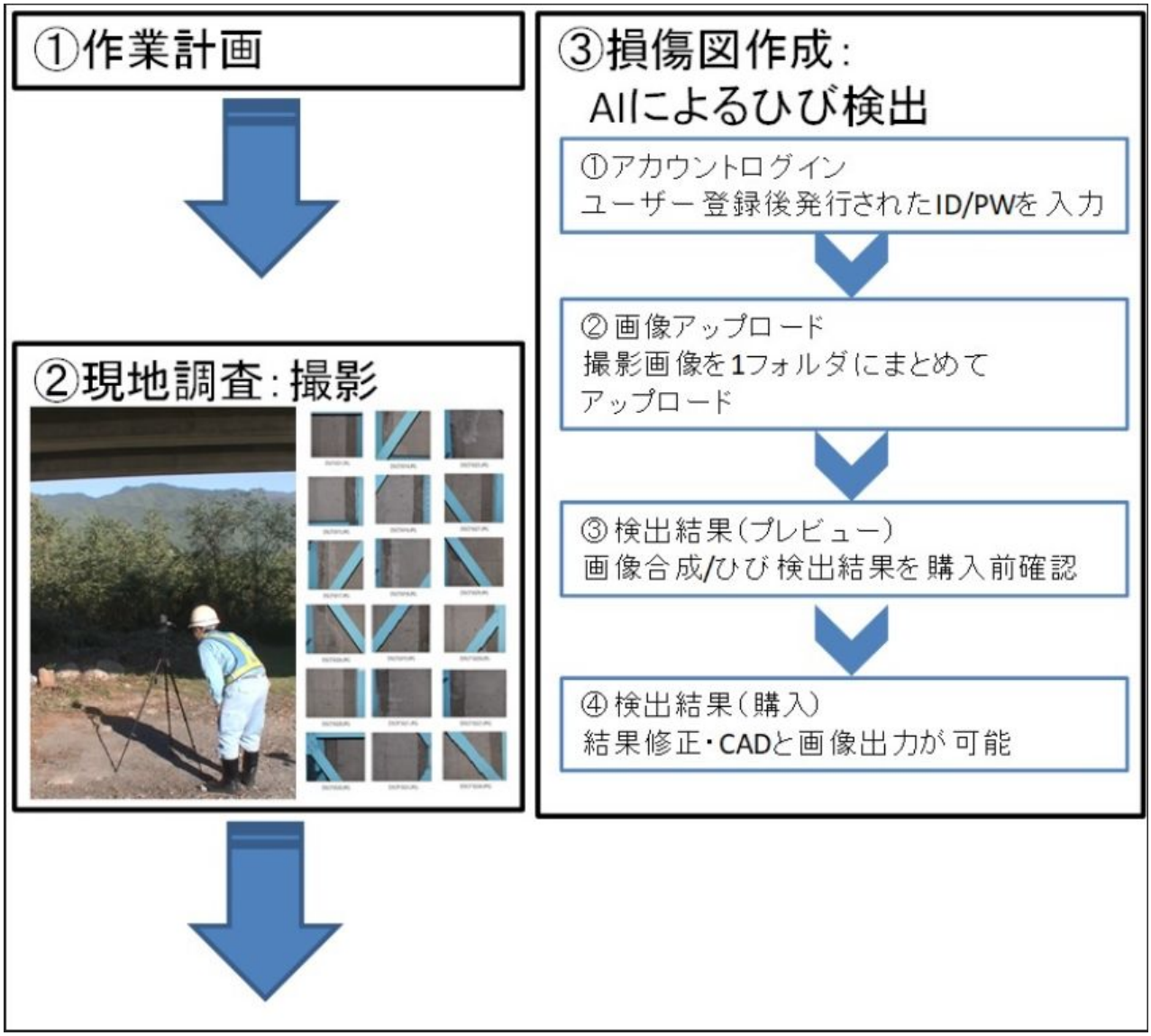
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ）（独自に設定した項目）	-	-
	気象条件（独自に設定した項目）	-	-
	その他	-	-

6. 留意事項(その2)

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特に必要なし	マニュアルに沿って操作すれば解析可能 ※撮影についても一眼レフカメラについては当社・代理店にて初回サポートすることで技量は問わない。 ※ドローン撮影については問い合わせ。
	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	－	－
	操作場所	現場・事務所	現場でも写真合成の確認が可能。
	点検費用	・撮影：撮影した計測機器(ドローン・ロボット等)の仕様に準ずる ・解析：社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」費用 活用範囲[350]㎡の場合、0.2㎜ひびわれ検出の場合 合計　約35,000円 対象となるひびわれ幅で写真の枚数が増減するため費用が変わる。 サービス料のみで、消費税・一般管理費等は作業者の人件費等は含まず。	社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」費用 写真1枚辺り～400円(消費税別) 使用量に応じて減額。 HPからの問い合わせで見積もり試算表が入手可能。
	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 社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」のソフトウェアは当社HPよりユーザー登録を行えば無償でインストール可能	・ソフトウェアを通じて解析を行った写真1枚毎に課金を行う従量課金型ソフトウェアサービス ・「ひびみっけ」ホームページURL： https://www.fujifilm.com/jp/ja/business/inspection/infraservice/hibimikke
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	ソフトウェア利用に関する問い合わせは当社HPまたは代理店にて対応。	－
	センシングデバイスの点検	－	－
	その他	－	－

7. 図面

点検フロー


①作業計画
②現地調査：撮影
③損傷図作成：
AIによるひび検出
①アカウントログイン
ユーザー登録後発行されたID/PWを入力
②画像アップロード
撮影画像を1フォルダにまとめて
アップロード
③検出結果（プレビュー）
画像合成/ひび検出結果を購入前確認
④検出結果（購入）
結果修正・CADと画像出力が可能

7. 図面

ひび検出

0.1mm以下の細かいひびなど除去可能

1. 基本事項

技術番号		画像09-V2023		
技術名		ロングビットドリル（小口径深穴穿孔機）と工業用内視鏡を使用した画像計測技術		
	技術バージョン	—	作成：2023年 3月	
開発者		株式会社ティ・エス・プランニング		
連絡先等		TEL：03-3339-7211	E-mail ：tspinfo@tsp-co.com	担当部署 技術部
現有台数・基地		ロングビットドリル　5台 工業用内視鏡　4台	基地	東京都杉並区
技術概要		・当該技術の特徴 小口径深穴穿孔機でコンクリート構造物に小径（最大φ15.5mm）で穿孔後に工業用内視鏡にて内部を計測する ・計測の原理やプロセス 工業用内視鏡のレンズにより三点測量。及びスケーラー計測で計測可能 ・計測結果の活用 構造物のひび割れの有無と隙間の幅を計測して、損傷状況の把握 穿孔した孔を使用して、ひび割れや隙間の補修		
技術区分	対象部位	堤体（上流面、下流面、堤頂、監査廊）／基礎地盤／洪水吐き（流入部、越流部、導流部、放流管、減勢工）／堤体周辺斜面／その他　コンクリート構造物全般		
	変状の種類	ひびわれ／漏水／隙間／その他		
	物理原理	静止画／動画　工業用内視鏡での計測レンズによる計測及び、動画撮影後の柱状図での確認		

2. 基本諸元

計測機器の構成			・穿孔した孔を、工業用内視鏡（オリンパス社）を使用して劣化部を写真や動画撮影を行う。データはＳＤカードに記録と保存される。柱状図が必要な場合は、等速で動画を撮影する必要がある為、巻き取り式エンコーダが必要とする。必要ない場合は、その場で計測する事が可能で専用サイトで再度計測する事も可能である。
移動装置	移動原理		【据置】 計測装置を一定箇所に据え置いて（固定して）計測するもの。（巻き取り式エンコーダを使用） 【人力】 人が計測装置を持ち運びながら計測を行うもの。
	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		・計測装置のみ　30m ・最大外形寸法（L359mm×W465mm×H307mm） ・最大重量（16.4kg）

2. 基本諸元

移動装置	搭載可能容量 （分離構造の場合）		—
	動力		・工業用内視鏡はリチウムイオン電池かＡＣ100Ｖを使用　巻き取り式エンコーダはＡＣ100Ｖ
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）		・5時間（外気温：-15～48℃）
計測装置	設置方法		計測する場所に、工業用内視鏡を持って行きその場に設置する 巻き取り式エンコーダは、その場所に設置する。（設置方法は、打込みアンカーにより設置か真空ポンプと真空パットにより設置する）
	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	30m用　挿入部　φ8.5mm　ピクセル数H640×V480　焦点距離レンズによるが、1～∞mm 7.5mまで　挿入部　φ6mm　ピクセル数H1024×V768　焦点距離レンズによるが4～∞mm
		パン・チルト機構	30m用　全方向　90° 7.5mまで　４方向　150°
		角度記録・制御機構機能	—
		測位機構	—
	耐久性		30m　挿入部は防水構造　耐圧水深：30m 7.5まで　MIL-STD-461F/Gに準拠してます　耐圧水深：7.5m
	動力		内臓バッテリー ＡＣ100Ｖによる外部電源による
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）		30m用は約180分 7.5mまで用は約100分

2. 基本諸元

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	内視鏡で撮影した映像の保存はＳＤカード
	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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載 無 ―	―
最大可動範囲	検証の有無の記載 無 ―	―
運動位置精度	検証の有無の記載 無 ―	。―

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	撮影速度	検証の有無の記載：無 ―	―
	計測精度	検証の有無の記載：無 ―	―
	長さ計測精度（長さの相対誤差）	検証の有無の記載：無 ―	―
	位置精度	検証の有無の記載：無 ―	―
	色識別性能	検証の有無の記載：無 ―	―

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		巻き取り式エンコーダを併用して、動画を撮影した動画を細切れにしてソフトによって、画像をつなぎ合わせて柱状図を作成する。その柱状図を確認して目視により変状の計測をする。	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	ＬＢＤ－ＰＲ1.2	
	検出可能な変状	ひび割れ位置、幅　隙間　コンクリートの劣化状態	
	変状検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	目視による確認
		ひびわれ幅および長さの計測方法	全長のピクセル数をひび割れ幅のピクセル数で計算する
		ひびわれ以外	目視による確認
ソフトウェア情報	変状検出の原理・アルゴリズム	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	柱状図に線を記入　丸で囲む事も可能
	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	カラー
		画素分解能	640×480　ピクセル数以上　ＡＶＩファイル
		その他の留意事項	ＭＰ4ファイルはAVIファイルに変換が必要
	出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 JPEG 【専用ファイル形式の場合】 PDF	
調書作成支援の手順		等速で撮影した動画を専用ソフトにより柱状図を作成後、目視で劣化部を確認して目印等を記入する	
調書作成支援の適用条件		ソフト対応のWindowsを使用すること、動画は等速で撮影する事が必要	
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名		（「ＬＢＤ－ＰＲ ver1.2」（自社開発ソフト）	

6. 留意事項(その1)

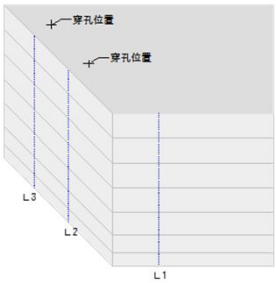
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	コンクリート構造物以外は不可	—
	安全面への配慮	注意喚起の看板の設置 等	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ）（独自に設定した項目）	—	—
	気象条件（独自に設定した項目）	—	—
	その他	大雨の場合、計測不可。 高所を計測する場合には、足場あるいは高所作業車が必要である。	—

6. 留意事項(その2)

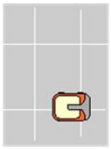
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	ロングビットドリル（ＬＢＤ）は講習会を受けた人が作業する事	—
	必要構成人員数	現場責任者1人、特殊作業員2人　合計3名	—
	操作に必要な資格等の有無フライト時間	社内講習	—
	操作場所	—	—
	点検費用	—	—
	保険の有無、保障範囲、費用	保険は加入している	—
	自動制御の有無	—	—
	利用形態：リース等の入手性	購入品のみ	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポート制なし	—
	センシングデバイスの点検	—	—
	その他	—	—

7. 図面

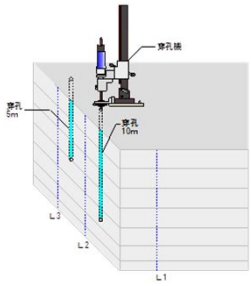
① 穿孔位置マーキング及び鉄筋探査



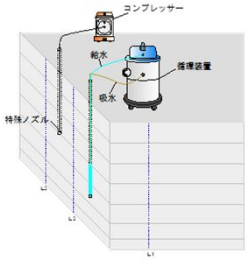
鉄筋探査



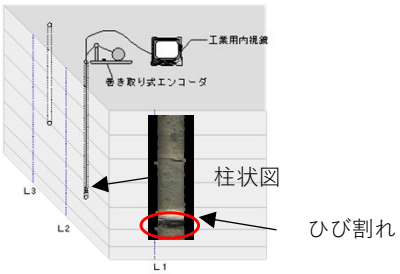
②小口径深穴穿孔機で穿孔（穿孔径：φ15.5mm）穿孔

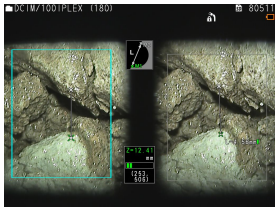


③孔内洗浄及び内部乾燥

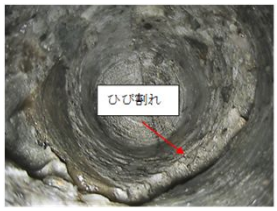


④ 巻取り式エンコーダによる孔内の確認及び記録





計測レンズにて計測



直視画像

側視画像