

## 第2章 性能カタログ

### ■画像計測技術

- ・ 橋梁
- ・ トンネル

### ■非破壊検査技術

- ・ 橋梁
- ・ トンネル

### ■計測・モニタリング技術

- ・ 橋梁
- ・ トンネル

### ■データ収集・通信技術

◇画像計測技術（橋梁）【 61 技術】

分類	検出項目	技術名	技術番号	頁
画像計測技術	腐食、 斜材の変状	斜張橋斜材点検装置 コロコロチェッカー	BR010001-V0323	2-1-1
		超望遠レンズによる高層構造物の外観検査技術	BR010002-V0323	2-1-9
	ひびわれ	構造物点検調査ヘリシステム（SCIMUS：スキームス）	BR010003-V0323	2-1-18
		主桁フランジ把持式点検装置（Turrets タレット）	BR010004-V0323	2-1-28
		-（削除）	BR010005-V0323	-
		光波測量機「KUMONOS」及び高解像度カメラを組み合わせた高精度点検システム「シン・クモノス」	BR010006-V0323	2-1-38
		画像解析を用いたコンクリート構造物のひびわれ定量評価技術	BR010007-V0323	2-1-48
		ワイヤ吊下式目視点検ロボット	BR010008-V0323	2-1-57
		全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術	BR010009-V0323	2-1-67
		デジタルカメラを用いた画像計測ソリューション	BR010010-V0323	2-1-77
		画像計測ソリューション Nivo-i	BR010011-V0323	2-1-88
		UAV を用いた近接撮影による橋梁点検支援システム	BR010012-V0323	2-1-96
		高精細画像による橋梁下面や主塔のクラック自動抽出システム	BR010013-V0323	2-1-104
		構造物点検ロボットシステム「SPIDER」	BR010014-V0423	2-1-115
		非 GNSS 環境対応型ドローンやポールカメラを用いた近接目視点検支援技術	BR010015-V0423	2-1-123
		橋梁点検用ドローンによる構造物 2 次元画像解析と 3D モデル構築技術	BR010016-V0423	2-1-137
		マルチコプタ点検システム「マルコ」	BR010017-V0423	2-1-148
		橋梁点検支援ロボット（見る診る・スタンダード・ハイグレード・mini）+ 橋梁点検調書作成支援システム（ひびわれ）	BR010018-V0423	2-1-158
		橋梁等構造物の点検ロボットカメラ	BR010019-V0423	2-1-169
		橋梁下面の近接目視支援用簡易装置「診れるんです」	BR010020-V0423	2-1-178
		二輪型マルチコプタ及び 3D 技術を用いた点検データ整理技術	BR010021-V0323	2-1-187
		遠方自動撮影システム	BR010022-V0323	2-1-195
	画像による RC 床版の点検記録システム	BR010023-V0323	2-1-204	
	社会インフラ画像診断サービス「ひびみっけ」	BR010024-V0323	2-1-214	
	斜材の変状	斜張橋ケーブル点検ロボット V E S P I N A E（ヴェスピナエ）	BR010025-V0223	2-1-223
	ひびわれ	ドローン・AI を活用した橋梁点検・調書作成支援技術	BR010026-V0223	2-1-231

画像撮影システムを用いた橋梁点検画像の取得技術	BR010027-V0223	2-1-243
無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検画像取得装置 M300RTK-i	BR010028-V0223	2-1-253
非 GNSS 環境型 UAV を用いた橋梁点検支援システム	BR010029-V0223	2-1-264
球体ガードと 360° カメラを搭載したドローンによる橋梁の点検	BR010030-V0223	2-1-274
無人艇による河川橋のコンクリート床版点検技術	BR010031-V0223	2-1-282
水面フローターと 360° カメラを搭載したドローンによる溝橋の点検	BR010032-V0223	2-1-291
CRシステム(クラック記録システム)	BR010033-V0223	2-1-299
望遠撮影システムを用いたコンクリート床版点検支援技術	BR010034-V0223	2-1-308
デジタル画像と AI を用いた橋梁点検サポートシステム(SwallowAI)	BR010035-V0123	2-1-317
AI 機能付きタブレット端末による点検支援技術(ひびわれ)	BR010036-V0123	2-1-326
水中ドローン(DiveUnit300)を用いた橋梁点検支援技術(ひびわれ)	BR010037-V0123	2-1-334
MCSによる3Dデータを活用した橋梁点検技術	BR010038-V0123	2-1-342
ドローンを活用した橋梁点検技術(MATRICE300RTK+H20)	BR010039-V0123	2-1-351
内視鏡(IPLEX)による狭隘部を有する橋梁の点検支援技術	BR010040-V0123	2-1-360
全方向水面移動式ボート型ドローンを用いた橋梁点検支援技術	BR010041-V0123	2-1-368
損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」	BR010042-V0123	2-1-378
360度周囲を認識するドローンを用いた橋梁点検支援技術(Skydio)	BR010043-V0123	2-1-386
360度カメラ撮影による定期点検支援技術(ひびわれ)	BR010044-V0123	2-1-396
壁面走行ロボットを用いたコンクリート点検システム(ひびわれ)	BR010045-V0123	2-1-404
桁端狭隘部の点検技術(NSRV工法)	BR010046-V0123	2-1-412
損傷自動検出技術C2finder(ひびわれ・遊離石灰)	BR010047-V0123	2-1-420
全方位カメラを用いた点検支援技術	BR010048-V0023	2-1-430
コンクリート表面の損傷抽出AI(点検AI)	BR010049-V0023	2-1-439
自律飛行型 UAV を用いた小規模橋梁の3D点検技術	BR010050-V0023	2-1-447
投影面座標指定によるオルソ画像作成技術(MakeOrtho)	BR010051-V0023	2-1-455
AIによるひびわれの自動検出システム	BR010052-V0023	2-1-464

画像計測技術		狭小空間専用ドローン IBIS(アイビス)を用いた溝橋及び箱桁内部点検技術	BR010053-V0023	2-1-472
		ひび検	BR010054-V0023	2-1-480
		溝橋内空の損傷状態を水陸両用ロボットで把握する技術	BR010055-V0023	2-1-488
		あいあい ～軽量垂直ポールカメラ～	BR010056-V0023	2-1-496
		赤外線・可視カメラ搭載ドローン(蒼天)による点検技術(ひびわれ)	BR010057-V0023	2-1-504
		AIによる画像からの損傷抽出支援システム「MIMM-AI」	BR010058-V0023	2-1-512
		画像診断ひびわれ抽出ソフト Kuraves-Actis	BR010059-V0023	2-1-520
		ドローンを活用した橋梁点検技術(ELIOS3)	BR010060-V0023	2-1-528
	剥離・鉄筋露出	画像認識AIの損傷検出(剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰)による点検支援技術_BMStar AI	BR010061-V0023	2-1-536
	2点間距離	計測可能な写真生成技術「現場写真DE測れるん」	BR010062-V0023	2-1-544

◇画像計測技術（トンネル）【 32 技術】

分類	検出項目	技術名	技術番号	頁
画像計測技術	ひび割れ	画像解析を用いたコンクリート構造物のひび割れ定量評価技術	TN010001-V0223	2-2-1
		社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」	TN010002-V0323	2-2-10
		走行型高精細画像計測システム(トンネルトレーサー)	TN010003-V0423	2-2-19
		道路性状測定車両イーグル(L&L システム)	TN010004-V0423	2-2-29
		社会インフラモニタリングシステム ( MMSD II )	TN010005-V0323	2-2-37
		走行型高速 3D トンネル点検システム MIMM-R (ミーム・アール) /MIMM(ミーム)	TN010006-V0423	2-2-45
		一般車両搭載型トンネル点検システム	TN010007-V0323	2-2-56
		トンネル覆工表面撮影システム	TN010008-V0423	2-2-65
		トンネルの点検業務における調書作成を補助するインフラ点検レポートサービス	TN010009-V0123	2-2-73
		ひび検	TN010010-V0223	2-2-82
		統合型トンネル点検・診断支援システム-iTAMS: データベースシステム、オンサイトシステム-	TN010011-V0223	2-2-90
		トンネル点検システム「ロードビューワ」(覆工撮影～調書作成)	TN010012-V0223	2-2-102
		レーザースキャナー計測によるトンネル変状の進行性判別システム	TN010013-V0323	2-2-110
		走行型近赤外線撮影による SfM 三次元画像解析システム	TN010014-V0122	2-2-119
		モバイルインスペクションシステムGT-8K	TN010015-V0122	2-2-128
		光波測量機「KUMONOS」及びレーザースキャナを用いたトンネル調査技術	TN010016-V0122	2-2-136
		軽車両搭載型トンネル点検支援システム(MIMM-S)	TN010017-V0123	2-2-146
		360度カメラ撮影による定期点検支援技術	TN010018-V0123	2-2-154
		損傷自動検出技術 C2finder (ひび割れ・遊離石灰)	TN010019-V0123	2-2-165
		MIMM によるトンネル台帳支援「MIMM 台帳」	TN010020-V0123	2-2-174
	トンネル撮像システム・損傷抽出支援ソフトウェア「k-trace」	TN010021-V0022	2-2-184	
	コンクリート内部調査技術(棒形スキャナ)	TN010022-V0022	2-2-193	
	PDD(Photo Deformation Drawing)システム	TN010023-V0023	2-2-202	
	トンネル覆工点検システム(eQドクターT)	TN010024-V0023	2-2-211	
	腐食	腐食判定アプリ「カラー・ジャッジ」	TN010025-V0023	2-2-221
	ひび割れ	トンネルにおける三次元点検技術	TN010026-V0023	2-2-231
		レーザースキャナで取得した点群データおよび画像・点検結果等を3次元管理するツール	TN010027-V0023	2-2-241
		トンネル覆工展開図自動作成システム	TN010028-V0023	2-2-251
		走行型トンネル撮影システム	TN010029-V0023	2-2-260

	クラウド型 A I を利用したトンネルメンテナンスプラットフォーム	TN010030-V0023	2-2-271
	AI による画像からの変状抽出支援「MIMM-AI」	TN010031-V0023	2-2-280
	トンネル検査システム (TM-270)	TN010032-V0023	2-2-291

◇非破壊検査技術（橋梁）【 31 技術】

分類	検出項目	技術名	技術番号	頁
非破壊検査技術	腐食	全磁束法によるケーブル非破壊検査	BR020001-V0323	2-3-1
	亀裂	鋼材表面探傷システム	BR020002-V0323	2-3-11
	うき	デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム（うき）	BR020003-V0323	2-3-19
		赤外線調査トータルサポートシステム J システム	BR020004-V0423	2-3-28
		-（削除）	BR020005-V0423	-
		橋梁点検支援ロボット+橋梁点検調書作成支援システム（うき）	BR020006-V0423	2-3-37
		ドローン機能を活用した点検ロボット	BR020007-V0423	2-3-45
		コンクリート構造物変状部検知システム「BLUE DOCTOR」	BR020008-V0423	2-3-56
		最大 6m の距離からプラスチック弾を発射し、反射音の弾性波成分から内部空洞を探知するシステム	BR020009-V0323	2-3-65
	漏水・滞水	床版上面の損傷箇所判定システム	BR020010-V0323	2-3-73
	塩化物イオン濃度	コンクリートビュー	BR020011-V0323	2-3-83
	腐食	電磁パルス法を用いた非破壊によるコンクリート中の鉄筋腐食評価	BR020012-V0223	2-3-92
		渦流探傷法によるケーブル腐食（垂鉛めつき消耗率）の検査	BR020013-V0223	2-3-100
		床版劣化状況把握技術（スケルカビューDX）	BR020014-V0223	2-3-107
	支承部の機能障害	デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム（支承の機能障害）	BR020015-V0223	2-3-116
	うき	レーザー打音検査装置	BR020016-V0223	2-3-125
	剥離、変形	3D データを活用した構造物の状態把握（剥離）	BR020017-V0223	2-3-133
	破断	磁気による鋼材破断の非破壊検査法（Senri gaN）	BR020018-V0223	2-3-142
	PC グラウト充填	衝撃弾性波法による横締め PC グラウト充填調査	BR020019-V0223	2-3-150
		AE センサを用いたデジタル打音検査（PC グラウト充填）	BR020020-V0123	2-3-159
	舗装の異常	路面打音検査システム T. T. Car	BR020021-V0123	2-3-167
	うき	赤外線分析による損傷箇所の検出技術	BR020022-V0123	2-3-175
		壁面走行ロボットを用いたコンクリート点検システム（うき）	BR020023-V0123	2-3-183
	剥離・鉄筋露出	360 度カメラ撮影による定期点検支援技術（剥離・鉄筋露出）	BR020024-V0123	2-3-191
	防食機能の劣化	計測装置（3DSL-Rhino”ライノ”）を用いた三次元計測システム（耐候性鋼材の錆評点）	BR020025-V0023	2-3-199
	亀裂	鋼床版デッキ貫通亀裂点検システム	BR020026-V0023	2-3-208
		「鋼床版 Matrixeye」亀裂検出装置	BR020027-V0023	2-3-216
ゆるみ・脱落	ボルト・ナットの健全性検査装置 BOLT-Tester	BR020028-V0023	2-3-224	

非破壊検査技術	その他（床版上面の土砂化）	車載式レーダ探査車による床版劣化調査技術	BR020029-V0023	2-3-232
	うき	赤外線・可視カメラ搭載ドローン(蒼天)による点検技術（うき）	BR020030-V0023	2-3-240
	剥離、変形	橋梁の 3D モデル構築と点群計測処理による変状寸法の算出技術	BR020031-V0023	2-3-247
	塩化物イオンの濃度	非破壊塩分検査装置「RANS-μ」	BR020032-V0023	2-3-254



◇非破壊検査技術（トンネル）【 21 技術】

分類	検出項目	技術名	技術番号	頁
非破壊検査技術	うき	デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム	TN020001-V0222	2-4-1
		道路性状測定車両イーグル（トンネル形状計測）	TN020002-V0323	2-4-10
		レーザー打音検査装置	TN020003-V0323	2-4-17
		天秤方式移動型レーダ探査技術	TN020004-V0223	2-4-25
		トンネル点検・診断システム iTOREL（アイトーレル）	TN020005-V0323	2-4-34
		走行型高速 3D トンネル点検システム MIMM-R（ミーム・アール）ーレーダ探査技術ー	TN020006-V0323	2-4-45
		道路トンネル防災車「トンネルマスター」	TN020007-V0223	2-4-56
		電磁波探査ドローンによる覆工探査技術	TN020008-V0223	2-4-66
		表面波トモグラフィ法	TN020009-V0122	2-4-77
		背面空洞	トンネル覆工内部レーダ検査システム	TN020010-V0223
	覆工巻厚・背面空洞レーダ探査システム		TN020011-V0223	2-4-98
	ボルトの取付状態	電磁パルス法を用いたあと施工アンカー定着部の非破壊評価技術	TN020012-V0223	2-4-106
		デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム	TN020013-V0122	2-4-114
	うき	ハンマ打撃によるコンクリートの非破壊検査装置 CTS	TN020014-V0123	2-4-123
	ボルトの取付状態	ボルト・ナットの健全性検査装置 BOLT-Tester	TN020015-V0123	2-4-132
	うき	AI 打音アプリ「ウェイヴ・ブレイナー」（ウェーブレット解析）	TN020016-V0123	2-4-141
	うき	コンクリート打音診断システム	TN020017-V0123	2-4-149
	背面空洞	デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム（背面空洞）	TN020018-V0022	2-4-156
	ひび割れ	デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム（ひび割れ深さ）	TN020019-V0022	2-4-165
	背面空洞	マルチチャンネルレーダーによるトンネル覆工背面の空洞・支保工探査システム	TN020020-V0023	2-4-175
	うき	AI を用いた打音検査解析によるコンクリートの診断システム	TN020021-V0023	2-4-184

◇計測・モニタリング技術（橋梁）【 53 技術】

分類	検出項目		技術名	技術番号	頁
計測・モニタリング技術	変位	支承部の機能障害	FBG 方式光ファイバーひずみセンサーを用いた橋梁モニタリングシステム（支承部の機能障害、ほか）	BR030001-V0323	2-5-1
			サンプリングモアレカメラ	BR030002-V0323	2-5-10
			光学振動解析技術【動画像による支承の変位量・回転量の計測技術】	BR030003-V0323	2-5-18
			動画像変位計測システム Zoom300	BR030004-V0323	2-5-28
			FBG 方式光ファイバーセンサー	BR030005-V0323	2-5-36
			IoT カメラを用いた支承機能モニタリングシステム	BR030006-V0323	2-5-44
		疲労損傷度	橋守疲労センサーによる橋梁の疲労損傷度モニタリング技術	BR030007-V0323	2-5-52
		活荷重たわみ	たわみ計測による耐荷性チェックシステム	BR030008-V0323	2-5-60
			光学振動解析技術【動画像による橋梁の活荷重たわみ・横揺れ・ひびわれ開閉量の計測技術】	BR030009-V0323	2-5-69
		遊間の異常	桁端部異常検知モニタリングシステム	BR030010-V0323	2-5-79
	張力	PC ケーブル・吊材	FBG 光ファイバひずみセンサを用いた橋梁モニタリングシステム（プレストレス喪失の可能性検知）	BR030011-V0323	2-5-87
			光ファイバを用いた PC ケーブル張力分布の計測技術	BR030012-V0323	2-5-95
			永久磁石を用いた PC ケーブル張力の計測技術	BR030013-V0323	2-5-103
	反力	支承部の機能障害	支承部の荷重計測システム	BR030014-V0323	2-5-112
	振動特性	洗掘	3 軸加速度センサを用いた傾斜計による、橋脚の傾斜角度変位モニタリングシステム	BR030015-V0323	2-5-120
			下部工基礎の洗掘モニタリングシステム	BR030016-V0323	2-5-129
			加速度センサを用いた洗掘量および傾斜角のモニタリング	BR030017-V0323	2-5-138
		剛性評価	無線時刻同期加速度センサシステムによる損傷検知技術	BR030018-V0323	2-5-146
			低周波 3 軸加速度センサによる主構造物の振動解析技術	BR030019-V0323	2-5-154
			無線センサネットワーク構造モニタリング	BR030020-V0323	2-5-164
			橋梁の性能モニタリング技術（省電力無線センサによる遠隔モニタリングシステム）	BR030021-V0323	2-5-173
		電位	鉄筋腐食	塩害補修効果モニタリングシステム	BR030022-V0323

## 計測・モニタリング技術

3次元座標	洗掘	広帯域超音波による橋梁基礎の洗掘の計測技術	BR030023-V0323	2-5-192
		水中 3D スキャナーによる水中構造物の形状把握システム	BR030024-V0323	2-5-201
		航空レーザ測深による橋梁基礎の洗掘状況モニタリング技術	BR030025-V0323	2-5-210
変位	支承部の機能障害	デジタルカメラによる支承点検技術	BR030026-V0223	2-5-218
		無線伝送装置を用いた変位計による支承移動量の測定	BR030027-V0223	2-5-227
		LPWA 通信を利用した支承モニタリングシステム	BR030028-V0223	2-5-236
		- (削除)	BR030029-V0223	-
	活荷重たわみ	重力加速度を用いた傾斜角による橋桁変形計測技術	BR030030-V0223	2-5-244
床版たわみ	衝撃荷重載荷試験機「SIVE」による床版たわみ計測	BR030031-V0223	2-5-254	
張力	斜材	振動画像によるケーブル張力計測技術	BR030032-V0223	2-5-263
		無線加速度センサーによる斜張橋の斜材張力モニタリング	BR030033-V0223	2-5-271
		加速度計測によるケーブルの張力計測技術	BR030034-V0223	2-5-280
振動特性	洗掘	携帯型高精度傾斜測定装置	BR030035-V0223	2-5-288
		無線加速度センサーによる橋脚の傾斜角モニタリング	BR030036-V0223	2-5-298
3次元座標		スキャニングソナーとレーザースキャナによる橋梁基礎形状計測技術	BR030037-V0223	2-5-307
		3D データを活用した構造物の状態把握 (洗掘)	BR030038-V0223	2-5-316
変位	遊間の異常	変位計と熱電対を用いた桁遊間計測システム	BR030039-V0123	2-5-325
	張力	表面ひずみ法による PC 桁の現有 PC 鋼材緊張力の推定技術	BR030040-V0123	2-5-333
	応力	分布型光ファイバーセンサーによるモニタリング技術	BR030041-V0123	2-5-341
		デジタル画像相関法によるひずみ計測技術 (スリット応力解放法)	BR030042-V0123	2-5-349
		モアレ縞を用いたひずみ計測技術 (ひずみ可視化デバイス)	BR030043-V0123	2-5-357
振動特性	洗掘	熱検知型 MEMS 傾斜計と LoRa 通信を用いた橋梁の傾斜角モニタリングシステム	BR030044-V0123	2-5-365
3次元座標		水中ドローン (DiveUnit300) を用いた橋梁点検支援技術 (洗掘)	BR030045-V0123	2-5-373
変位	支承部の機能障害	光ファイバ FBG センサを用いた無線型応力モニタリングシステム	BR030046-V0023	2-5-382
		計側装置 (3DSL-Rhino" ライノ" ) を用いた三次元計測システム (支承部の機能障害)	BR030047-V0023	2-5-390

計測・モニタリング技術	変位	活荷重たわみ	映像解析による非接触桁たわみ計測技術	BR030048-V0023	2-5-399
			ドローン空撮による橋梁のたわみ計測	BR030049-V0023	2-5-407
		遊間の異常	IoTを活用した変位量を常時計測するモニタリング技術	BR030050-V0023	2-5-415
		応力	穿孔法での応力測定技術	BR030051-V0023	2-5-424
	3次元座標	洗掘	ドローン・スマホ・ソナーにより橋梁全体の状態・形状計測技術	BR030052-V0023	2-5-432
	傾斜角	洗掘	ワイヤレスモニタリングシステム	BR030053-V0023	2-5-440
	振動特性	剛性評価	映像解析による非接触固有振動計測技術	BR030054-V0023	2-5-448

◇計測・モニタリング技術（トンネル）【 14 技術】

分類	検出項目		技術名	技術番号	頁
計測・モニタリング技術	変位	トンネル附属物の変状	OSV を活用したトンネル附属物の監視技術	TN030001-V0323	2-6-1
	振動特性		3 軸加速度センサを用いた傾斜計による、トンネル内付属物（照明器具・標識等）の傾斜角度変異モニタリングシステム	TN030002-V0323	2-6-10
	3 次元座標	形状の把握	MIMM-R のレーザースキャナを活用したトンネル覆工の形状、変形の状態把握技術	TN030003-V0323	2-6-19
	変位	変状の把握	FBG 方式光ファイバーセンサー	TN030004-V0021	2-6-29
	ひび割れ幅		LoRa 方式長距離無線ユニット	TN030005-V0021	2-6-39
	3 次元座標	形状の把握	走行型レーザー計測によるトンネル覆工幅と高さの把握	TN030006-V0223	2-6-48
	各種変状	変状の把握	統合型トンネル点検・診断支援システム－変形モード・進行性差分解析、外力性診断 AI－	TN030007-V0123	2-6-56
			現場の安全を光の色で確認する「光るコンバーター Light Emitting Converter」	TN030008-V0123	2-6-67
	振動特性	トンネル附属物の変状	附属物検知デバイス「フリークエンター」（電源フリー）	TN030009-V0123	2-6-75
	3 次元座標	形状の把握	非 GNSS 環境対応型レーザー計測システム (MIMM-S) によるトンネル覆工幅と高さの把握	TN030010-V0123	2-6-84
	変位	変状の把握	ひずみ可視化デバイス	TN030011-V0022	2-6-92
			ワイヤレスモニタリングシステム	TN030012-V0023	2-6-101
	3 次元座標	形状の把握	トンネル覆工の 3D モデル構築と点群差分解析による変形の算出技術	TN030013-V0023	2-6-110
		うき	InfraDoctor ADVANCE: 3 次元点群データと画像データによるトンネル点検支援	TN030014-V0023	2-6-119

◇データ収集・通信技術【 3 技術】

分類	技術名	技術番号	頁
データ収集・通信	IP カメラだけで夜間運用、録画運用可能なエッジ技術	GM010001-V0222	2-7-1
	ネットワーク構造モニタリング	GM010002-V0222	2-7-6
	電源不要で変位・応力・荷重等のデータをスマホで確認可能な技術	GM010003-V0222	2-7-11

# 1. 基本事項

技術番号	BR010015-V0423		
技術名	非GNSS環境対応型ドローンやボールカメラを用いた近接目視点検支援技術		
技術バージョン	Ver.3	作成:	2023年3月
開発者	三信建材工業株式会社 株式会社ACSL		
連絡先等	TEL: 0532-34-6066	E-mail: kaihatsu@sanshin-g.co.jp	開発室
現有台数・基地	PF2-Vision、Mini-GT3、 SkydioX2E、各1機 ボールカメラ : 1本	基地	三信建材工業(株) 愛知県豊橋市神野新田町字二ノ割35-1
技術概要	<p>【構成概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・移動体となる非GNSS環境対応型ドローンや伸縮型ポールに高解像度カメラを搭載し、撮影画像を解析ソフトウェアにて処理することにより、構造物表面の変状を検出する技術。</li> <li>・ドローンやボールカメラを必要としない現場・範囲では、ドローンやボールカメラに搭載する高解像度カメラを用いて地上からの撮影にて対応可能。</li> </ul> <p>【移動装置の特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PF2-Vision、Mini-GT3は、非GNSS環境(桁下等のGNSS電波を受信できない環境)においても、Visual SLAM制御による自律飛行制御と衝突回避制御を備えており、安全に近接撮影を行うことが可能。GNSSを使用できる環境であれば、GNSSによる自律飛行制御に切替え、使用できる。</li> <li>・SkydioX2Eは、VisualSLAM制御と全方位衝突回避機能を備えており、安全に近接撮影を行うことが可能。GNSSを使用できる環境であれば、GNSSによる自律飛行制御と全方位衝突回避機能で飛行が可能。</li> <li>・ボールカメラは人の支持により撮影を行うため、移動は人力による。</li> <li>・いずれの機材も、カメラの角度を垂直方向-90°(真下)~90°(真上)に可動することが可能</li> </ul> <p>【検出方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影画像を専用ソフトウェアを用いて図面と合成することにより、画像に寸法情報を付与する。その画像上で変状部をトレースすることにより、変状規模(ひびわれ幅、長さ、等)を自動算出することが可能。</li> <li>・ひびわれ幅は任意の場所で計測することが可能。</li> <li>・クラウドとAIを活用した解析手法を行うことも可能。</li> </ul> <p>【提出可能な主な成果物】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影画像</li> <li>・撮影画像に変状部をハイライト表示したもの(損傷写真として利用可能)</li> <li>・オルソモザイク画像(撮影対象面の画像を合成したもの)</li> <li>・オルソモザイク画像に変状部をハイライト表示したもの</li> <li>・画像から検出した変状部をまとめた損傷図(CADとして出力可能)</li> <li>・撮影画像を三次元合成することにより、三次元成果品納品マニュアルに準拠した成果物にも対応可能。</li> </ul>		
技術区分	対象部位	上部構造(主桁,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 ⑩床版ひびわれ
		その他	
		共通	②変形・欠損
検出原理	画像(静止画)		

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・複数枚羽のドローンである移動装置の上部または下部に搭載されたジンバルにセンシングデバイスであるデジタル一眼レフカメラを固定して計測を行うものである。</li> <li>・ジンバルは垂直方向に、上部搭載時:0°~90°、下部搭載時:-90°~0°の範囲で可動させることが可能。</li> </ul> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・4枚羽のドローンである移動装置の前面に搭載されたセンシングデバイスであるカメラモジュール(可視、赤外線)で計測を行うものである。</li> <li>・カメラは機体と一体型となっており、垂直方向に-90°~90°の範囲で可動させることが可能。</li> </ul> <p>&lt;ポールカメラ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・伸縮型ポールの先端にセンシングデバイスであるPF2-Visionと同様のデジタル一眼レフカメラを固定して計測を行うものである。</li> <li>・伸縮型ポールの先端には遠隔操作可能な電動雲台が設置されており、垂直方向に対して360°全方向にカメラを向けることが可能。</li> </ul> <p>&lt;全共通&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計測データはカメラに挿入されたSDカードに記録・保存され、SDカードを取り出して処理を行う。</li> </ul>	
移動装置	機体名称	PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E, ポールカメラ	
	移動原理	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E&gt;</p> <p>【飛行型】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PF2-Vision:6枚羽、Mini-GT3, SkydioX2E:4枚羽のドローンであり、GNSSを活用できる環境であればGNSSによる自律飛行が可能であり、床版下等のGNSSの電波を精度良く受信できない環境(非GNSS環境)では、Visual SLAMによる自律飛行を可能としている。</li> </ul> <p>&lt;ポールカメラ&gt;</p> <p>【人力】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・伸縮型ポールを人が支持し、人力で移動する。</li> </ul>	
	運動制御機構	通信	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3&gt;</p> <p>無線通信</p> <p>【操縦装置/機体間】 2.4GHz帯、2.5mW</p> <p>【基地局/機体間】 920MHz帯、20mW</p> <p>【搭載カメラ/地上モニタ間】 5.7GHz帯、800mW</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <p>無線通信</p> <p>【操縦装置(基地局、映像含む)/機体間】 2.4GHz帯、10mW</p>
		測位	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E&gt;</p> <p>【GNSSを使用できる環境下の場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSS</li> </ul> <p>【GNSSを使用できない環境下の場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラによる測位(Visual SLAM)</li> </ul>
		自律機能	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E&gt;</p> <p>自律飛行機能有り。</p> <p>【GNSSを使用できる環境下の場合】</p> <p>制御機構への入力ソース…GNSS</p> <p>【GNSSを使用できない環境下の場合】</p> <p>制御機構への入力ソース…カメラ(Visual SLAM)</p>
衝突回避機能(飛行型のみ)	<p>&lt;PF2-Vision&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロペラガード(水平方向)</li> <li>・ステレオカメラによる測域(水平方向)による衝突回避機能を搭載</li> </ul> <p>&lt;Mini-GT3&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プロペラガード(水平方向)</li> <li>・ステレオカメラによる測域(水平方向)と、ToFレーザーによる測距(前後・左右・上下)による衝突回避機能を搭載</li> </ul> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全方位において、カメラによる測域で衝突回避機能を搭載</li> </ul>		
外形寸法・重量	<p>&lt;PF2-Vision&gt;</p> <p>【分離構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 1,120mm×W 1,230mm×H 530mm</li> <li>・最大重量 : 約9Kg</li> </ul> <p>&lt;Mini-GT3&gt;</p> <p>【分離構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 704mm×W 704mm×H 300mm</li> <li>・最大重量 : 約4Kg</li> </ul> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <p>【一体構造】(移動装置+計測装置)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 663mm×W 269mm×H 211mm</li> <li>・最大重量 : 約1.3Kg</li> </ul>		



		<p>&lt;ボールカメラ&gt;                  【分離構造】                  ・最大外形寸法 : 11,500mm(収納時:1,700mm) φ50mm                  ・最大重量 : 約3.5Kg</p>
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	<p>&lt;PF2-Vision&gt;                  ・最大外形寸法 : L 200mm×W 200mm×H 100mm                  ・最大重量 : 約1Kg</p> <p>&lt;Mini-GT3&gt;                  ・最大外形寸法 : L 200mm×W 200mm×H 100mm                  ・最大重量 : 約0.5Kg</p> <p>&lt;ボールカメラ&gt;                  ・最大外形寸法 : L 200mm×W 200mm×H 100mm                  ・最大重量 : 約1Kg</p>
	動力	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3&gt;                  ・動力源 : 電気式                  ・電源供給方法 : バッテリー                  ・定格容量 : 22.2V、1000mAh (PF2-Vision:2本、Mini-GT3:1本)</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;                  ・動力源 : 電気式                  ・電源供給方法 : バッテリー                  ・定格容量 : 11.4V、8200mAh</p>
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	<p>&lt;PF2-Vision&gt;                  ・約10～15分 (外気温15℃の場合)</p> <p>&lt;Mini-GT3&gt;                  ・約25～30分 (外気温15℃の場合)</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;                  ・約35分 (外気温15℃の場合)</p>
	設置方法	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3&gt;                  ・移動装置(ドローン)の上部または下部に搭載されたジンバルに計測装置をボルトにより取付を行う。</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt;                  ・移動装置と一体型。</p> <p>&lt;ボールカメラ&gt;                  ・ボールカメラ先端の専用雲台に計測装置をボルトにより取付を行う。</p>
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<p>&lt;PF2-Vision, ボールカメラ&gt;                  計測装置 : デジタル一眼レフカメラ                  ・最大外形寸法 : L 72mm×W 113.3mm×H 65.4mm                  ・最大重量 : 507g</p> <p>&lt;Mini-GT3&gt;                  計測装置 : デジタル一眼レフカメラ                  ・最大外形寸法 : L 80mm×W 70mm×H 68mm                  ・最大重量 : 322g</p>
計測装置	カメラ	<p>&lt;PF2-Vision, ボールカメラ: SONY製カメラ&gt;                  ・センサーサイズ : 縦24mm×横35.9mm                  ・ピクセル数 : 縦5,304pixel×横7,952pixel                  ・焦点距離 : 35mm                  ・記録形式 : RAW, JPEG</p> <p>&lt;PF2-Vision, ボールカメラ: SIGMA製カメラ&gt;                  ・センサーサイズ : 縦24mm×横35.9mm                  ・ピクセル数 : 縦6,328pixel×横9,520pixel                  ・焦点距離 : 26-70mm                  ・記録形式 : RAW, JPEG</p>
		<p>&lt;Mini-GT3搭載用&gt;                  ・センサーサイズ : 縦15.4mm×横23.2mm                  ・ピクセル数 : 縦3,632pixel×横5,456pixel                  ・焦点距離 : 16-50mm                  ・記録形式 : RAW, JPEG</p>
	センシングデバイス	<p>&lt;SkydioX2E&gt;                  ・センサーサイズ : 縦4.7mm×横6.2mm                  ・ピクセル数 : 縦3,040pixel×横4,056pixel                  ・焦点距離 : 20mm                  ・記録形式 : JPEG</p>
	パン・チルト機構	<p>&lt;全共通&gt;                  ・鉛直 : -90°～90°</p>
	角度記録・制御機構機能	<p>&lt;PF2-Vision, Mini-GT3, SkydioX2E&gt;                  ・ジンバルにて方向の制御可能。</p>

	測位機構	<p>&lt;ポールカメラ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電動雲台にて方向の制御可能。</li> </ul>
		<p>&lt;PF2-Vision、Mini-GT3、ポールカメラ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン本体及びポールカメラからの測位情報伝達はなし。</li> <li>※画像に座標を付す場合、撮影画像を解析ソフトウェア上で合成し、任意の原点からの座標として設定する。</li> </ul>
		<p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSS、Visual SLAM、IMU、飛行運動制御機構と共用</li> </ul>
	耐久性	<p>&lt;全共通&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・計測装置における防塵、防水性はなし。</li> </ul>
動力	<p>&lt;SONY製、SIGMA製&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラに搭載されるバッテリーからの電源供給。</li> </ul>	
	<p>&lt;Mini-GT3搭載用&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン本体から有線電源供給。</li> </ul> <p>&lt;SkydioX2E&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドローン本体から有線電源供給。</li> </ul>	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<p>&lt;SONY製、SIGMA製&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・約30分/約9000枚(外気温15℃、2秒に1回の撮影)</li> <li>2回のフライトに対し、1回のカメラバッテリー交換が必要。</li> </ul>	
データ収集・通信装置	設置方法	<p>&lt;PF2-Vision、Mini-GT3&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置(ドローン)の上部または下部に搭載されたジンバルに計測装置をボルトにより取付を行う。</li> </ul> <p>&lt;ポールカメラ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポールカメラ先端の専用雲台に計測装置をボルトにより取付を行う。</li> </ul>
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<p>&lt;PF2-Vision、ポールカメラ&gt;</p> <p>計測装置 : SONY製デジタル一眼レフカメラ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 72mm×W 113.3mm×H 65.4mm</li> <li>・最大重量 : 507g</li> </ul>
		<p>計測装置 : SIGMA製デジタル一眼レフカメラ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 111mm×W 90mm×H 70mm</li> <li>・最大重量 : 638g</li> </ul>
		<p>&lt;Mini-GT3&gt;</p> <p>計測装置 : デジタル一眼レフカメラ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法 : L 80mm×W 70mm×H 68mm</li> <li>・最大重量 : 322g</li> </ul>
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測したデータはカメラに挿入されたSDカードに記録・保存される。</li> </ul>
	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	<p>&lt;機種:PF2-Vision&gt; ・変化量:50cm</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt; ・変化量:50cm</p>	<p>外乱収束距離(機体視点) &lt;機種:PF2-Vision、Mini-GT3&gt;全方位:±0.5m</p> <p>・Visual SLAMによる自律制御が有効 ・天候条件 : 晴天、曇天</p> <p>&lt;機種:PF2-Vision&gt; ・検証時の外乱条件 : 瞬間風速3m/sec未満の自然風</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt; 風速:4.6m/s ホバリング:15秒間</p>
	標準試験値	<p>標準試験方法 (2019) 実施年 2019年 &lt;機種:PF2-Vision&gt; ・変化量:水平移動無し</p> <p>実施年 2021年 &lt;機種:Mini-GT3&gt; ・変化量:50cm</p> <p>実施年 2022年 &lt;機種:SkydioX2E&gt; ・変化量:水平移動無し</p>	<p>&lt;機種:PF2-Vision&gt; ・風速:5.0m/s ホバリング:60秒間</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt; ・風速:4.6m/s ホバリング:15秒間</p> <p>&lt;機種:SkydioX2E&gt; 風速:4.1m/s ホバリング:60秒間</p>
3-2 進入可能性	性能確認シートの有無 ※ 有		
	性能値	<p>【飛行型】 &lt;機種:PF2-Vision&gt; ・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ(5000、5000、4550) (mm)</p> <p>【飛行型】 &lt;機種:Mini-GT3&gt; ・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ(2000、2000、2000) (mm)</p> <p>【その他】 &lt;機種:ポールカメラ&gt; ・最小所要空間寸法: 縦、横、高さ (300、400、300) (mm)</p>	<p>&lt;機種:PF2-Vision、Mini-GT3&gt; ・Visual SLAMによる自律制御が有効 ・天候条件 : 晴天、曇天</p> <p>&lt;機種:PF2-Vision&gt; ・検証時の外乱条件 : 瞬間風速3m/sec未満の自然風</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt; ・検証時の外乱条件 : 風速:4.6m/s</p> <p>&lt;機種:ポールカメラ&gt; 必要地上空間 : 2m四方</p>
	標準試験値	<p>標準試験方法 桁間に進入しない場合 (2022) 実施年 2019年 【飛行型】 &lt;機種:PF2-Vision&gt; ・最小所要空間寸法:桁下空間 高さ5.0m</p> <p>実施年 2022年 【飛行型】 &lt;機種:SkydioX2E&gt; ・最小所要空間寸法:桁下空間 高さ5.0m</p>	<p>&lt;PF2-Vision&gt; ・風速:6.6m/s</p> <p>&lt;SkydioX2E&gt; ・風速:5.1m/s</p>
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※ 無		
	性能値	<p>【飛行型】 &lt;機種:PF2-Vision、Mini-GT3&gt; ・最大距離:300m(GNSS) ・最大距離:50m(Visual SLAM)</p> <p>【その他】 &lt;機種:ポールカメラ&gt; ・最大伸長:11.5m</p> <p style="text-align: center;">2-1-127</p>	<p>&lt;機種:PF2-Vision、Mini-GT3&gt; ・GNSSによる自律制御が有効な場合 約300m ・Visual SLAMによる自律制御が有効な場合 約50m ・周囲に強力な電波を発する施設がないこと ・天候条件 : 晴天、曇天</p> <p>&lt;機種:ポールカメラ&gt; ・垂直方向 : 地上高さ11.5m ・水平方向 : 約6m ・地上平均風速5m/sec未満 ・天候条件 : 晴天、曇天</p>

	標準試験値	未検証	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	<機種:PF2-Vision, Mini-GT3> Visual SLAM自己位置推定精度:全方向最大 0.5m  <機種:SkydioX2E> GNSSの精度に準ずる	
	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
4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	<機種:PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> ・移動速度:0.2~1.0m/sec	・撮影離隔距離に適した速度で撮影する
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2019年 <機種:PF2-Vision> 移動速度:0.5m/sec 実施年 2021年 <機種:Mini-GT3> 移動速度:0.29m/sec 実施年 2022年 <機種:SkydioX2E> 移動速度:0.074m/sec	<機種:PF2-Vision> ・地上平均風速:0~5.0m/sec程度の自然風 ・天候条件:晴天、曇天 <機種:Mini-GT3> ・飛行距離:6.0m ・所要時間:20秒 <機種:SkydioX2E> ・飛行距離:14.5m ・所要時間:196秒
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 2019年 <機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.03mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0mm  実施年 2022年 <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.17mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.17mm  ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.24mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.31mm  ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.2mm 実施年 2021年  <機種:Mini-GT3> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm  ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.10mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.21mm  ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.08mm  実施年 2022年 <機種:SkydioX2E> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.1mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.14mm  ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.08mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.13mm  実施年 2021年 <機種:ポール型+SONY製カメラ> 最小ひびわれ幅:- ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.22mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0mm  実施年 2022年 2-1-129 <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> 最小ひびわれ幅:-	<機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・地上平均風速:0~5.0m/sec程度の自然風 ・日向環境(照度:6.5~22.0klx) ・日陰環境(照度:1.4~2.0klx)  <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・被写体距離:4.5 m ・照度: 9.26~38.3 klx ・風速: 4.7~7.9 m/s  <機種:Mini-GT3> ・被写体距離:3.0 m ・照度: 4.965~77.2 klx ・風速: 4.0~6.0 m/s  <機種:SkydioX2E> ・被写体距離:1~1.5 m ・照度: 8.39~42.4 klx ・風速: 3.0~6.5 m/s  <機種:ポール型+SONY製カメラ> ・被写体距離:3.0 m ・照度: 8.5~59.1 klx ・風速: 14.0 m/s  <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・被写体距離:4.5 m ・照度: 9.7~45.7 klx ・風速: 1.2~2.9 m/s

計測装置		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.17mm</li> <li>・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.22mm</li> <li>・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.28mm</li> <li>・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.31mm</li> <li>・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.17mm</li> </ul>				
	4-3 オルソ画像精度	性能確認シートの有無 ※	有			
		性能値	未検証	-		
		長さ計測精度	標準試験値	<p>標準試験方法 (2019)</p> <p>実施年 2019年                      &lt;機種:PF2-Vision+SONY製カメラ&gt;                      ・相対誤差:4.01%</p> <p>実施年 2022年                      &lt;機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ&gt;                      ・相対誤差:0.05%</p> <p>実施年 2021年                      &lt;機種:Mini-GT3&gt;                      ・相対誤差:0.06%</p> <p>実施年 2022年                      &lt;機種:SkydioX2E&gt;                      ・相対誤差:0.16%</p> <p>実施年 2021年                      &lt;機種:ポール型+SONY製カメラ&gt;                      ・相対誤差:0.06%</p> <p>実施年 2022年                      &lt;機種:ポール型+SIGMA製カメラ&gt;                      ・相対誤差:0.05%</p>	<p>&lt;機種:PF2-Vision+SONY製カメラ&gt;                      ・真値:10.438m                      ・測定値:10.857m                      ・地上平均風速:0~5.0m/sec程度の自然風照</p> <p>&lt;機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ&gt;                      ・真値:5.590m 被写体距離: 4.5 m                      ・測定値:5.587m 照度:11.5~27.1 klx                      ・風速:2.6~4.9 m/s</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt;                      ・真値:5.168m 被写体距離: 3.0 m                      ・測定値:5.165m 照度:8.377~74.3 klx                      ・風速:3.8~7.3 m/s</p> <p>&lt;機種:SkydioX2E&gt;                      ・真値:5.590m 被写体距離: 1~1.5 m                      ・測定値:5.599m 照度:10.8~38.1 klx                      ・風速:0.7~3.5 m/s</p> <p>&lt;機種:ポール型+SONY製カメラ&gt;                      ・真値:5.168m 被写体距離: 3.0 m                      ・測定値:5.165m 照度: 43.3 klx                      ・風速: 14.6 m/s</p> <p>&lt;機種:ポール型+SIGMA製カメラ&gt;                      ・真値:5.590m 被写体距離: 4.5 m                      ・測定値:5.593m 照度: 15.2~53.8 klx                      ・風速: 1.5~3.6 m/s</p>	
			性能確認シートの有無 ※	有		
			性能値	未検証	-	
			位置精度	標準試験値	<p>標準試験方法 (2019)</p> <p>実施年 2019年                      &lt;機種:PF2-Vision+SONY製カメラ&gt;                      ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.003, 0.426) (m)</p> <p>実施年 2022年                      &lt;機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ&gt;                      ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.005, 0.002) (m)</p> <p>実施年 2021年                      &lt;機種:Mini-GT3&gt;                      ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.002, 0.003) (m)</p> <p>実施年 2022年                      &lt;機種:SkydioX2E&gt;                      ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.004, 0.012) (m)</p> <p>実施年 2021年                      &lt;機種:ポール型+SONY製カメラ&gt;                      ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.002, 0.003) (m)</p> <p>実施年 2022年                      &lt;機種:ポール型+SIGMA製カメラ&gt;                      ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.001, 0.008) (m)</p>	<p>&lt;機種:PF2-Vision+SONY製カメラ&gt;                      ・真値(x, y)=(-1.842, 10.274) (m)                      ・測定値(x, y)=(-1.839, 10.7) (m)                      ・地上平均風速:0~5.0m/sec程度の自然風</p> <p>&lt;機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ&gt;                      ・真値(x, y)=(-5.077, -2.340) (m)                      ・測定値(x, y)=(-5.072, -2.342) (m)                      ・被写体距離:4.5 m                      ・照度:11.5~27.1 klx                      ・風速:2.6~4.9 m/s</p> <p>&lt;機種:Mini-GT3&gt;                      ・真値(x, y)=(-4.562, -2.428) (m)                      ・測定値(x, y)=(-4.560, -2.425) (m)                      ・被写体距離:3.0 m                      ・照度:8.377~74.3 klx                      ・風速:3.8~7.3 m/s</p> <p>&lt;機種:SkydioX2E&gt;                      ・真値(x, y)=(-5.077, -2.340) (m)                      ・測定値(x, y)=(-5.081, -2.352) (m)                      ・被写体距離:1~1.5 m                      ・照度:10.8~38.1 klx                      ・風速:0.7~3.5 m/s</p> <p>&lt;機種:ポール型+SONY製カメラ&gt;                      ・真値(x, y)=(-4.562, -2.428) (m)                      ・測定値(x, y)=(-4.560, -2.425) (m)                      ・被写体距離:3.0 m                      ・照度:43.3 klx                      ・風速:14.6 m/s</p>
				性能確認シートの有無 ※	有	
				性能値	未検証	-

計測装置

長さ計測精度

位置精度

4-3 オルソ画像精度

4-4 色識別性能			<機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・真値(x,y)=(-5.077,-2.340)(m) ・測定値(x,y)=(-5.076,-2.348)(m) ・被写体距離:4.5 m ・照度:15.2~53.8 klx ・風速:1.5~3.6 m/s
	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 2019年 <機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2021年 <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2021年 <機種:Mini-GT3> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2022年 <機種:SkydioX2E> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2021年 <機種:ポール型+SONY製カメラ> ・フルカラーチャート識別可能 実施年 2022年 <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・フルカラーチャート識別可能	<機種:PF2-Vision+SONY製カメラ> ・日向:照度67klx ・日向/日陰混在①:照度51.8klx/9.5klx ・日向/日陰混在②:照度13.9klx/7.6klx  <機種:PF2-Vision+SIGMA製カメラ> ・照度:8.66~34.1 klx  <機種:Mini-GT3> ・照度:8.377~77.2 klx  <機種:SkydioX2E> ・照度:10.8~40.2 klx  <機種:ポール型+SONY製カメラ> ・照度:43.3 klx  <機種:ポール型+SIGMA製カメラ> ・照度:18.3~52.1 klx

※「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 図面、もしくは点検対象物の現地実測値(全体、型枠跡等)を解析ソフトウェアに取り込む。(手動) ② 撮影した画像を解析ソフトウェアに取り込み、図面と合成することにより、画像に寸法情報を付与。(手動) 合成においては型枠跡や付属物、実測値等を参考にする。 ③ 合成された画像を目視で確認し、各種変状部分をマウスでトレースする。(手動) ④ トレースされた変状規模は、1画素当たりの実寸値を基に自動で計算され、出力される。(自動) ⑤ 検出された損傷が表示された損傷写真、損傷図を出力する。	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・ひびわれ解析ソフト 【動作環境】 OS:Windows7以上 CPU: Intel Pentium3 400MHz以上 HDD:最低500MB / 使用する画像枚数(容量)によって増加 メモリ:128MB以上 / 使用する画像枚数(容量)によって増加	
	検出可能な変状	コンクリート/ひびわれ、床版ひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、抜け落ち、変形・欠損、その他 鋼/腐食、破断、防食機能の低下、変形・欠損、その他	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	・撮影画像の目視による検出 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ:デジタル一眼レフ 2) 撮影設定:マニュアル設定 3) ISO感度:ISO600以下 4) ラップ率:オーバーラップ 50%、サイドラップ 30% 5) 画質:最高 6) 画質フォーマット:JPEG 7) 撮影照度:300lx以上 8) 注意事項: 仰角45°以内で撮影すること
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・幅:ひびわれの任意の場所を横断指定し、指定した範囲のひびわれの画素数と分解能(mm/pixel)を乗ずることにより算出する。サブピクセル処理により、1画素あたりの分解能(mm/pixel)以下における数値を算出することを可能としている。 ・長さ:解析ソフト上で検出したひびわれの長さを、上記手法に基づき自動計測
		ひびわれ以外	・人が画像を確認して、変状を人力でトレース、寸法は上記手法に基づき自動計測
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	AIによる機械学習を行わないため、対象外
		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、RAW、BMP、TIFF等、一般的な画像形式
		ファイル容量	40MB程度/画像
		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0.35mm/pixel程度であることが必要	
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できない場合がある ・著しい汚れが表面に生じている場合、ひびわれを検出できない場合がある	
出力ファイル形式	【汎用ファイル形式の場合】 ・JPEGをはじめとする画像拡張子 ・JWW、DXFをはじめとするCAD拡張子		
調書作成支援の手順	調書作成支援機能は該当なし。 ※要望により、損傷画像に使用できる画像の抽出、変状部ハイライト表示、変状数量算出等を出力。		
調書作成支援の適用条件	調書作成支援機能は該当なし。 ※要望により、損傷画像に使用できる画像の抽出、変状部ハイライト表示、変状数量算出等を実施。 その際の撮影条件等は上記参照。		
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	調書作成支援機能は該当なし。		



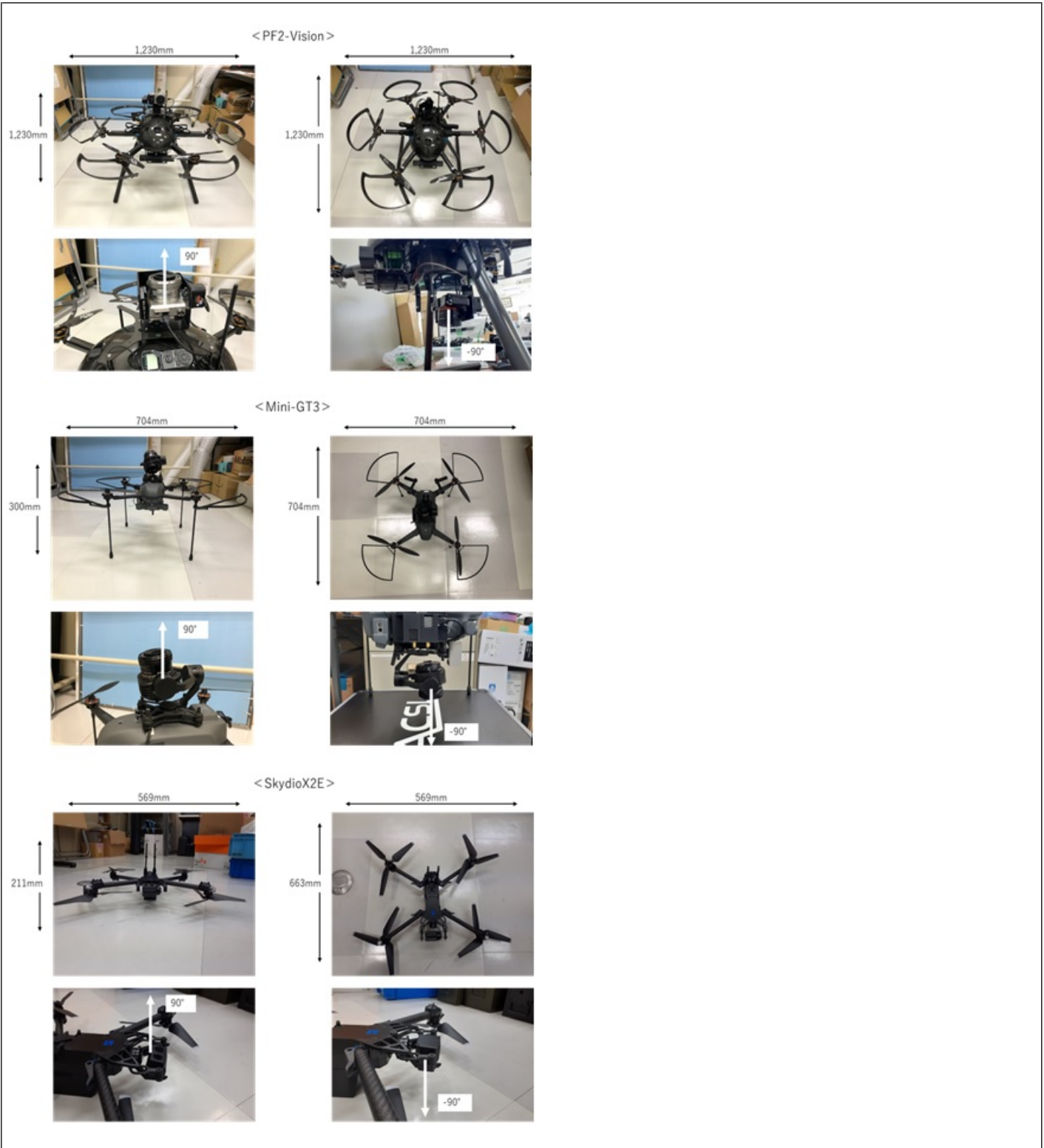
6. 留意事項(その1)

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	<PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> ・桁高3m以上、50m未満。 <ポールカメラ> ・桁高11m未満 <全共通> ・桁下には人が進入できること。	-
	周辺条件	<PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> ・民家等の上空は不可。 ・電線が付近に存在する場合は、その電力規模に対応した離隔距離を確保する必要がある。 ・電波塔が付近に存在する場合は、事前に使用周波数等の確認を行い、飛行に影響のないことを確認する必要がある。	(電波塔の例) 放送局、携帯電話電波発信基地局、変電所、等
	安全面への配慮	<PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> (運用面) 計測中は注意喚起の看板の設置。 飛行経路内には関係者であっても極力立ち入らない。 (機体面) 機体にはプロペラガードを装着。(SkydioX2Eは除く。) Visual SLAM制御により、障害物との衝突回避機能有り。  <ポールカメラ> ・急斜面やぬかるみがないこと。	-
	無線等使用における混線等対策	<PF2-Vision、Mini-GT3> 機体と操縦装置の通信で用いられている2.4GHz帯の電波は、周波数拡散方式の1つであるFHSSを用い、使用する周波数を変動させながら通信している。  <SkydioX2E> 事前に無線の混線状況を確認。	主にトラック等で使用される無線の周波数帯(430MHz等)とは異なる周波数帯を中心に使用。 使用周波数 : 920MHz、2.4GHz、5.7GHz
	道路規制条件	<PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> 点検対象橋梁の路面上の交通規制は必要ない。 点検対象橋梁の桁下に交差道路や側道が近くに存在し、危険と判断した場合は道路規制が必要となる。	-
	その他	<PF2-Vision、Mini-GT3> ・水面上でのVisual SLAM制御不可。  <全共通> ・日中に計測を行う(最低必要照度:300lx) ・気温0~40℃ ・雨、雪、濃霧、雷の場合は計測不可。 ・現場へは一般的な業務用バンで運搬。 ・バッテリー等の充電が必要となる場合は、小型発電機を使用する。	-

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	<PF2-Vision、Mini-GT3> 国土交通省航空局への飛行許可・承認申請において、登録した操縦者が従事すること。 操縦者は、機体の基本操縦習得とVisual SLAMや基地局ソフトウェアの使用方法等の講習・認定を受けること。  <SkydioX2E> 国土交通省航空局への飛行許可・承認申請において、登録した操縦者が従事すること。 基本操縦、基地局ソフトウェアの使用方法の知識が必要。  <ボールカメラ> 撮影技術講習・認定を受けること。(設置予定)	講習・認定実施団体： (一社)社会インフラメンテナンス推進協議会
	必要構成人員数	<PF2-Vision、Mini-GT3> 操縦者1人、補助者2人 合計3名  <SkydioX2E> 操縦者1人、補助者1人 合計2名  <ボールカメラ> ボールカメラ支持1人、補助者1人 合計2名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	<PF2-Vision、Mini-GT3> 国土交通省航空局への飛行許可・承認申請において、登録した操縦者が従事すること。 操縦者は、機体の基本操縦習得とVisual SLAMや基地局ソフトウェアの使用方法等の講習・認定を受けること。  <SkydioX2E> 国土交通省航空局への飛行許可・承認申請において、登録した操縦者が従事すること。 基本操縦、基地局ソフトウェアの使用方法の知識が必要。  <ボールカメラ> 撮影技術講習・認定を受けること。(設置予定)	講習・認定実施団体： (一社)社会インフラメンテナンス推進協議会
	作業ヤード・操作場所	・作業ヤード範囲 : 3m×3m <PF2-Vision、Mini-GT3、SkydioX2E> ・操作場所 : 飛行する機体が目視できる位置。 <ボールカメラ> ・操作場所 : ・急斜面やぬかるみがないこと。	-
	点検費用	【橋梁条件】 橋種[コンクリート橋] 橋長 : 50m 全幅員 : 10m 部位・部材 : 床版下面、橋脚 活用範囲 : 床版下面 500㎡、橋脚 600㎡ 検出項目 : ひびわれ、床版ひびわれ、 剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰  <費用>合計 635,000円	交通費、諸経費等は別途。 費用は対象橋梁の現場数や現場環境、劣化状況により変動するため、個別見積りにて対応。
	保険の有無、保障範囲、費用	保険加入あり 対人・対物 : 3億円	-
	自動制御の有無	自動制御あり ・GNSS使用環境下 : GNSS方式 ・GNSS使用不可環境下 : Visual SLAM方式	-
	利用形態:リース等の入手性	現場作業から解析作業までの業務委託。	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	装置故障の場合、機体メーカーのサポート体制あり。場合によっては、現場再点検作業。	現場にはマシントラブルに備え、2台の装置を搬入。
	センシングデバイスの点検	チェックリストに基づく日常点検及び、機種メーカーによる1年毎のオーバーホール。	-
その他	・ボールカメラや地上撮影は、ドローンと併用する場合もあれば、小規模橋梁などでは、ボールカメラや地上撮影のみで画像取得する場合もある。 ・当技術の撮影条件を満たした撮影により取得された画像であれば、画像解析のみの業務も可能。	・画像解析のみの業務の場合、事前に画像取得条件等について協議を行う。	

## 7. 図面





**ワークフロー** 外業から内業まで一貫して行います

点検(外業)		報告書作成(内業)	
ドローンによる写真撮影 点検困難箇所へのアクセスの実現 スケッチ作業の削減	画像合成/ひびわれ検出 損傷箇所の生成 ひびわれの発見を支援	結果の 確認・修正	損傷図作成 効率化・高度化
Visual SLAMIにより、GNSSを受信できない環境でも自動飛行可能	画像解析技術により、ひびわれ幅0.1mmから検出、規模計測	画像解析の結果から、損傷箇所の検出、損傷写真等を作成	

**現場環境に応じた撮影手法選別**

現場環境に応じて機材を選定し、点検対象を満遍なく撮影します。



**主な納品物**

発注者様のご要望に応じて、納品データの選定・追加対応致します。

01 撮影画像(.jpg等)	02 損傷写真(.jpg等)	03 損傷図
04 合成画像/損傷表示	05 撮影画像配置図	06 三次元モデル