

1. 基本事項

技術番号	BR010081-V0025			
技術名	ドローン(AVATA2, Neo, Skydio2+)による画像取得技術(ひびわれ)			
技術バージョン	—	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社シーテック			
連絡先等	TEL: 052-959-2711	E-mail: info@drone-serv.jp	株式会社シーテック ドローン事業部DRONE-SERV運営担当: 柴原敏郎	
現有台数・基地	Skydio2+ 1機 AVATA2 2機 Neo 2機	基地	名古屋市中区丸の内	
技術概要	Skydio2+, AVATA2, Neoの3種類のドローンを、侵入箇所の寸法に応じ使い分けて変状画像を取得し、コンクリート部材に対しては、オルソ画像を作成し、AI処理によりひびわれを抽出する			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版,対傾構,横構,主構トラス,アーチ,ラーメン,PC定着部) 下部構造(橋脚,橋台) 支承部(支承本体,アンカーボルト,落橋防止システム,沓座モルタル,台座コンクリート) 路上(高欄,防護柵) 排水施設(排水管) 点検施設 添架物 袖擁壁 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁) H形鋼桁橋(上部構造(主桁),床版,支承部(支承本体)) 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 ⑩床版ひびわれ	
		その他		
共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑪定着部の異常 ⑫変色・劣化 ⑬漏水・滞水 ⑭異常なたわみ ⑮変形・欠損 ⑯土砂詰まり ⑰沈下・移動・傾斜			
検出原理	画像(動画)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		[Skydio2+] ・移動装置:ドローン ・計測装置:ドローン一体型デジタルカメラ ・データ収集・通信: microSDカード [AVATA2] ・移動装置:ドローン ・計測装置:ドローン一体型デジタルカメラ ・データ収集・通信: microSDカード [Neo] ・移動装置:ドローン ・計測装置:ドローン一体型デジタルカメラ ・データ収集・通信: 機体内部ストレージ・有線コード	
移動装置	機体名称	[Skydio2+] [AVATA2] [Neo]	
	移動原理	【飛行型】 4個のプロペラモーターにより、自重を揚力で支えることで、平面方向、鉛直方向いずれの移動も可能	
	運動制御機構	通信	[Skydio2+]・周波数:2.4GHz、出力:10mW [AVATA2]・周波数:2.4GHz、出力:20 dBm 以下 [Neo]・周波数:2.4GHz、出力:20 dBm 以下
		測位	[Skydio2+]・GPS、GLONASS、Visual-SLAM [AVATA2]・GPS、Galileo、BeiDou、ビジョンポジショニング [Neo]・GPS、Galileo、BeiDou、ビジョンポジショニング
		自律機能	[Skydio2+]・GPS、GLONASS、Visual-SLAMによる自律飛行 [AVATA2]・GPS、Galileo、BeiDou、ビジョンポジショニング(下方:ToF有効検知高度:10 m、高精度ホバリング範囲:0.3~10 m、測定範囲:0.3~20 m、FOV:水平 78°、垂直 78°)(後方:測定範囲:0.5~20 m、FOV:水平 78°、垂直 78°)(動作環境:地表の様相が明瞭で反射率>20%の拡散反射面、適切な明るさがある状態(通常室内の照明条件で15ルクス以上) [Neo]・GPS、Galileo、BeiDou、ビジョンポジショニング(下方:20%を超える拡散反射率を持ち、非反射性の識別可能な表面、十分な明るさのある環境(照度15ルクス以上、通常室内照明条件))
		衝突回避機能(飛行型のみ)	[Skydio2+]・Visual-SLAMによる障害物検知により、機体から87cmの距離を保って衝突を回避する [AVATA2]・下方/後方ビジョンポジショニングとプロペラガードにより衝突を回避する [Neo]・下方ビジュアルポジショニングとプロペラにより衝突を回避する
	外形寸法・重量	[Skydio2+]・一体構造(移動装置+計測装置)・最大外形寸法(L229mmxW274mmxH126mm)・飛行時重量 800g [AVATA2]・一体構造(移動装置+計測装置)・最大外形寸法(L185mmxW212mmxH64mm)・飛行時重量 377g [Neo]・一体構造(移動装置+計測装置)・最大外形寸法(L130mmxW157mmxH48.5mm)・飛行時重量 377g	
	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:移動装置のバッテリーより供給 [Skydio2+]・定格容量:11.4V 5410mAh [AVATA2]・定格容量:2150 mAh [Neo]・定格容量:1435 mAh	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	[Skydio2+]・1フライト最大27分 [AVATA2]・1フライト最大23分(試験条件:カメラパラメーターは1080p/30fpsに設定、動画モードオフの状態、無風環境下の海拔0 mの高度を、バッテリー残量が100%から0%になるまで、定速21.6 km/hで前方に飛行) [Neo]・1フライト最大18分(プロペラガード装着時は最大17分)(試験条件:カメラパラメーターは1080p/30fpsに設定、動画モードオフの状態、無風環境下の海拔20 mの高度を、バッテリー残量が100%から0%になるまで、定速2 m/sで前方に飛行)	
計測装置	設置方法	・移動装置と一体構造。	
	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	[Skydio2+]・製造元Skydio カメラモデル:2+ (※SONY製 IMX577)・センサーサイズ(1/2.3インチ)、ピクセル数(4056 x 3040)、焦点距離(20mm ※35mm換算) [AVATA2]・製造元DJI カメラモデルFC8485・センサーサイズ(1/1.3インチ)、ピクセル数 4000×2256 (16:9)、4000×3000 (4:3)、焦点距離(12 mm ※35mm換算)、フォーカス調整:0.6 m [Neo]・製造元DJI カメラモデルFC8485・センサーサイズ(1/2インチ)、ピクセル数 4000×3000 (4:3)、4000×2256 (16:9)、焦点距離(14 mm ※35mm換算)、フォーカス調整:0.6 m
		パン・チルト機構	[Skydio2+]・鉛直-90°~90° [AVATA2]・鉛直-85°~80° [Neo]・鉛直-90°~60°
		角度記録・制御機構 機能	角度はジンバルにて鉛直方向の制御あり
		測位機構	[Skydio2+]・GPS、GLONASS、Visual-SLAM、IMU、移動制御装置と併用 [AVATA2]・GPS、Galileo、BeiDou、IMU、移動制御装置と併用 [Neo]・GPS、Galileo、BeiDou、IMU、移動制御装置と併用
	耐久性	—	
動力	・移動装置のバッテリーより供給		
連続稼働時間(バッテリー)	[Skydio2+]・4時間(外気温20℃、1回20分の測定)本体が過熱した場合は冷却が必要 [AVATA2]・約10時間(最大駆動時間:DJI FPV送信機3)		

	給電の場合)	【Neo】・モバイル端末を1台も充電していない場合:3.5時間、モバイル端末充電時:1.5時間(最大駆動時間:DJI RC-N3送信機)
データ収集・通信装置	設置方法	・移動装置と一体構造 【Skydio2+】・移動装置のスロットにmicroSDカードを設置する 【AVATA2】・移動装置の内部ストレージ46 GB又は、スロットにmicroSDカードを設置する 【Neo】・内部ストレージ22 GB
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—
	データ収集・記録機能	【Skydio2+】・移動装置のスロットにmicroSDカードを設置する 【AVATA2】・移動装置の内部ストレージ46 GB又は、スロットにmicroSDカードを設置する 【Neo】・内部ストレージ22 GBに記録
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	【Skydio2+】・microSDカード 【AVATA2】・移動装置の内部ストレージ46 GBから有線による通信又は、スロットにmicroSDカード 【Neo】・内部ストレージ22 GBから有線による通信
	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
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	—

3. 運動性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
3-1 安定性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法 地上・自然風(2019) 実施年 2024年 「Skydio2+」変化量:0cm 「AVATA2」変化量:0cm 「Neo」変化量:0cm	
		標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 「Skydio2+」 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:5.6cm(8.3cm) 鉛直方向 最大移動量:14.8cm(9.0cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:29.0cm(14.5cm) 鉛直方向 最大移動量:25.6cm(11.6cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:21.9cm(22.3cm) 鉛直方向 最大移動量:43.8cm(15.0cm)	「Skydio2+」 ・構造物までの距離:0.6m ・風速:6.2m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間 「AVATA2」 ・構造物までの距離:0.5m ・風速:4.0m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間 「Neo」 ・構造物までの距離:0.3m ・風速:3.4m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
	「AVATA2」 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:53.3cm(103.7cm) 鉛直方向 最大移動量:9.9cm(19.9cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:60.2cm(47.1cm) 鉛直方向 最大移動量:23.8cm(17.9cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) ※機体が不安定なため、飛行を中止		
	「Neo」 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:38.8cm(39.1cm) 鉛直方向 最大移動量:6.9cm(18.6cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:63.4cm(207.0cm) 鉛直方向 最大移動量:50.3cm(15.3cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) ※機体が不安定なため、飛行を中止		
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法 桁間に進入する場合(2022) 実施年 2024年 「Skydio2+」 桁間に進入 (2.8m×2.4m×3.7m) 「AVATA2」 桁間に進入 (2.8m×2.4m×3.7m) 「Neo」 桁間に進入 (2.8m×2.4m×3.7m)	「Skydio2+」 風速:4.8m/s 2.8m×2.4m×3.7m(平面寸法A) 「AVATA2」 風速:4.8m/s 2.8m×2.4m×3.7m(平面寸法A) 「Neo」 風速:4.8m/s 2.8m×2.4m×3.7m(平面寸法A)
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	標準試験方法 飛行体(ドローン)(2022) 実施年 2024年 「Skydio2+」 飛行距離 50m 「AVATA2」 飛行距離 50m 「Neo」 飛行距離 50m	
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	-
		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	未検証		-
	標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2024年 「Skydio2+」 ・撮影速度:0.049 m ² /sec 「AVATA2」 ・撮影速度:0.035 m ² /sec 「Neo」 ・撮影速度:0.021 m ² /sec		「Skydio2+」 ・風速:6.2 m/s ・撮影面積:12.22 m ² ・撮影時間:248 sec 「AVATA2」 ・風速:4.0 m/s ・撮影面積:12.22 m ² ・撮影時間:352 sec 「Neo」 ・風速:6.2 m/s ・撮影面積:12.22 m ² ・撮影時間:570 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 「Skydio2+」 ・最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.11mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.06mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.36mm 「AVATA2」 ・最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.14mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.09mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.34mm 「Neo」 ・最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.13mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.15mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.09mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.05mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.33mm		「Skydio2+」 ・被写体距離:1.0 m ・照度:6.01~8.94 kLux ・風速:0.0~3.4 m/s ・気温:6.9 °C ・焦点距離:4 mm ・シャッター速度:1/219 秒 ・絞り:F2.8 ・ISO値:100 ・フォーカス:オートフォーカス ・画像Pixel数:4056×3040 「AVATA2」 ・被写体距離:0.5~1.0 m ・照度:4.52~7.33 kLux ・風速:0.0~6.4 m/s ・気温:7.2 °C ・焦点距離:3 mm ・シャッター速度:1/320 秒 ・絞り:F2.8 ・ISO値:100 ・フォーカス:オートフォーカス ・画像Pixel数:4000×3000 「Neo」 ・被写体距離:0.5~1.0 m ・照度:4.01~24.8 kLux ・風速:0.0~9.9 m/s ・気温:6.9 °C ・焦点距離:3 mm ・シャッター速度:1/1000 秒 ・絞り:F2.8 ・ISO値:100 ・フォーカス:オートフォーカス ・画像Pixel数:4000×3000
計測装置 長さ	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)		「Skydio2+」 ・真値:3.758 m ・計測値:3.703 m ・被写体距離:0.5~1.0 m ・照度:4.52~7.24 kLux ・風速:0.0~7.2 m/s 「AVATA2」

4-3 オルソ画像精度	計測精度	標準試験値	実施年 2024年 「Skydio2+」 ・相対誤差:1.5% 「AVATA2」 ・相対誤差:3.2% 「Neo」 ・相対誤差:0.6%	・真値:3.758 m ・計測値:3.639 m ・被写体距離:1.0 m ・照度:5.77~29.9 kLux ・風速:0.0~7.2 m/s 「Neo」 ・真値:3.758 m ・計測値:3.782 m ・被写体距離:1.0 m ・照度:6.01~8.94 kLux ・風速:0.0~3.4 m/s
		性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	未検証	-
4-4 色識別性能	位置精度	標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2024年 「Skydio2+」 ・絶対誤差:($\Delta x, \Delta y$) = (0.004, 0.139) m 「AVATA2」 ・絶対誤差:($\Delta x, \Delta y$) = (0.033, 0.201) m 「Neo」 ・絶対誤差:($\Delta x, \Delta y$) = (0.011, 0.032) m	「Skydio2+」 ・真値:(x, y) = (-3.376, -1.651) m ・計測値:(x, y) = (-3.380, -1.512) m ・被写体距離:0.5~1.0 m ・照度:4.52~7.24 kLux ・風速:0.0~7.2 m/s 「AVATA2」 ・真値:(x, y) = (-3.376, -1.651) m ・計測値:(x, y) = (-3.343, -1.450) m ・被写体距離:1.0 m ・照度:5.77~29.9 kLux ・風速:0.0~7.2 m/s 「Neo」 ・真値:(x, y) = (-3.376, -1.651) m ・計測値:(x, y) = (-3.387, -1.683) m ・被写体距離:1.0 m ・照度:6.01~8.94 kLux ・風速:0.0~3.4 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 2024年 「Skydio2+」 ・フルカラーチャート識別可能 「AVATA2」 ・フルカラーチャート識別可能 「Neo」 ・フルカラーチャート識別可能	「Skydio2+」 ・被写体距離:0.5~1.0 m ・照度:4.52~7.24 kLux ・風速:0.0~7.2 m/s 「AVATA2」 ・被写体距離:1.0 m ・照度:5.77~29.9 kLux ・風速:0.0~7.2 m/s 「Neo」 ・被写体距離:1.0~1.5 m ・照度:6.01~24.7 kLux ・風速:0.0~3.4 m/s

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		①変状箇所撮影(手動) ②点検写真と照合(手動) ③オルソ化(自動) ④ひびわれ解析(自動) ⑤ひびわれ以外の変状は、可視画像を目視にて確認抽出(手動)	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	オルソ化:Metashape、DJI Terra、PIX4Dmapper ひびわれ解析:MIMM-AI	
	検出可能な変状	ひびわれ、剥離、漏水、遊離石灰	
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	MIMM-AIを利用 ・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、トンネルの覆工展開30km分の画像を人手でひびわれの損傷の領域入力をしたデータ学習させている ・撮影条件、仕様等 1) デジタルカメラ、ビデオカメラ 2) 画像フォーマット(カラー:jpg形式、JPEG形式) 3) 正対した画像であること(あおり補正後の画像でも適用可能)
		ひびわれ幅および長さの計測方法	・画像検出技術を用いた算出を、可視画像で補正 ・幅:校正された輝度分布から、ひびわれ幅を検出する(ひびわれ幅を検出する際、校正版の画像が必要) ・長さ:自動抽出した画像をベクター情報に変換する長さはそのベクター情報より算出する
		ひびわれ以外	・画像検出技術を用いた算出を、可視画像で補正 ・AI(畳み込みニューラルネットワーク)による自動抽出 ・AI教師データはトンネルの覆工展開30km分の画像を人手でひびわれ以外の損傷の領域入力をしたデータを学習
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	ひびわれの検出:検出したひびわれの再現率70%以上(学習に用いていない教師データを用いて評価) 再現率=AIが正しく検出したひび割れ/正解のひびわれ
		変状の描画方法	画像・CADデータとして排出 ・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	・jpg形式、JPEG形式
		ファイル容量	・画像1枚あたり、最大20000×20000Pixel
		カラー/白黒画像	カラー
画素分解能		・ひびわれ幅0.05mmを検出するためには0.3mm/Pixel以下	
その他留意事項		・画像の歪み、あおり、台形などを補正し、壁面に正対した画像とする ・ひびわれにチョークが重なっている場合は、幅計測の精度が低下する可能性がある ・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)は検出精度が低下する可能性がある	
出力ファイル形式	・DWG形式(MIMM-AI) ・3Dデータ:OBJ等(市販SfMソフト) ・オルソ画像:JPEG、GeoTiff(市販SfMソフト) ・動画データ:mp4(市販ソフト)		
調書作成支援の手順	①適応条件に則った画像(jpg形式、JPEG形式)および対象物の寸法情報、校正版画像取得 ②提供したデータからAIで、ひびわれ、損傷を抽出する ③抽出結果(DWG)を出力し、提出する		
調書作成支援の適用条件	・以下の条件の画像データが得られるように撮影すること 1) 被写体に対して正対して撮影した画像、もしくは、あおり補正後に合成した画像やオルソ画像 2) ひびわれ幅0.05mmを検出するためには0.3mm/Pixel以下であることが必要		
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)

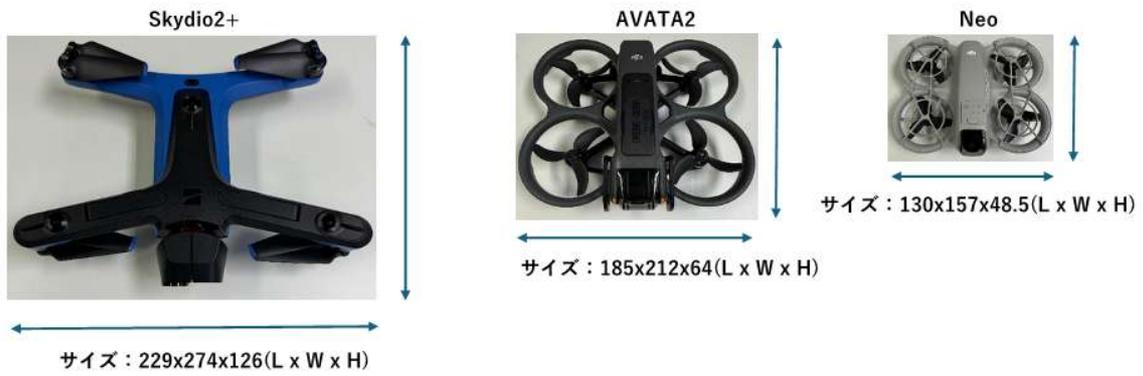
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	・特になし	—
	桁下条件	・桁下1m以上の高さ空間確保	・植生がある場合は伐採が必要 ・飛行空間に飛行の妨げとなるもの(釣り糸や紐等)がある場合は、除去が必要
	周辺条件	・照度100Lux以上 ・飛行空域に障害物がないこと	・飛行空間に飛行の妨げとなるもの(釣り糸や紐等)がある場合は、除去が必要
	安全面への配慮	・ドローン運航管理(航空法)に準拠	—
	無線等使用における混線等対策	・飛行現場やその周辺の電波状態、飛行に影響の有無を確認して、正常性を確認できたら飛行する	—
	道路規制条件	・道路上の飛行は管理者との協議による	・監視員を配置する
	その他	【Skydio2+】 ・動作外気温:-5~40℃ ・風速5m/s以下 ・雨天、夜間計測不可 【AVATA2】 ・動作外気温:-10~40℃ ・風速5m/s以下 ・雨天、夜間計測不可 【Neo】 ・動作外気温:-10~40℃ ・風速5m/s以下 ・雨天、夜間計測不可	—

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)	
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・ドローン国家資格等を保有する等のドローン操縦資格保持者	—
	必要構成人員数	・パイロット1人、補助者(サブパイロット)1人 合計2名以上	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・無人航空機操縦者技能証明書の資格保持者	・一等無人航空機操縦士 ・二等無人航空機操縦士
	作業ヤード・操作場所	・機体と対象部位を目視可能な場所とする	—
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋/鋼橋] 橋長 50m 全幅員 12 m 部位・部材 [上部工/下部工/橋脚/橋台] 検出項目 [ひびわれ/腐食/漏水/剥離等] 活用範囲 [600]㎡ <費用> 合計300,000円(経費・内業を含まない)	・ひびわれ解析は、現場条件ごとに都度見積対応となります
	保険の有無、保障範囲、費用	・対人・対物保険加入、機体故障時の動産保険加入	—
	自動制御の有無	【Skydio2+】・自立制御あり 【AVATA2】・自立制御なし 【Neo】・自立制御なし	—
	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	・サポートあり	—
	センシングデバイスの点検	・航空法に遵守した機体点検	—
その他	・解析対象はコンクリート表面に限る	—	

7. 図面

三機種 (Skydio2+, AVATA2, Neo)



【機材一覧】

Skydio2+, AVATA2, Neo狭隘部飛行状況と損傷部抽出



Skydio2+狭隘部侵入不可飛行状況



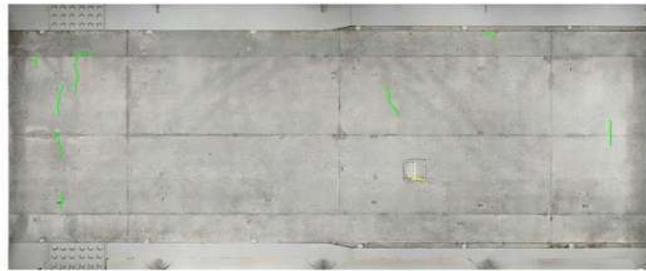
AVATA2狭隘部侵入飛行状況



Neo狭隘部侵入飛行中状況



狭隘部撮影例



オルソ画像作成損傷部抽出