

1. 基本事項

技術番号	BR020049-V0025			
技術名	ドローンに搭載した赤外線カメラによる変状調査技術(うき)			
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: 栗原敏郎	
現有台数・基地	1機	基地	名古屋市中区丸の内	
技術概要	赤外線カメラを搭載したドローンにより、コンクリート部材の変状箇所を撮影し可視画像及び赤外線画像を取得する赤外線画像解析ソフト(FLIR社製)を用いて、部材の表面温度分布の違いからうきを検知する技術			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 路上(高欄,地覆) 袖擁壁 RC床版橋(上部構造(主桁),その他(橋台前面))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑫うき	
		その他		
		共通	⑲変色・劣化 ⑳漏水・滞水	
検出原理	赤外線			
検出項目	うき			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> 移動装置:ドローン 計測装置:赤外線カメラ(ドローンに搭載) データ収集・通信: microSDカード 	
移動装置	機体名称	・ドローン:Matrice 300 RTK	
	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飛行して、平面方向、鉛直方向いずれの移動も可能 ドローンの飛行は、自動、手動飛行が可能(手動飛行)	
	運動制御機構	通信	<ul style="list-style-type: none"> 通信種別:無線 周波数帯:2.4000~2.4835 GHz 出力:18.5dBm
		測位	<ul style="list-style-type: none"> 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、デュアルビジョンカメラ、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)	・アプリケーションによる距離の設定を行い、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
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> 移動装置(Matrice 300 RTK) 最大外形寸法(L810mmxW670mmxH430mm) 最大離陸重量(9 kg) 	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	・最大ペイロード(2.7 kg)	
	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)	<ul style="list-style-type: none"> 飛行時間は約45分(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、ホバリング状態の飛行時間 	
計測装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> 計測装置(DJI Zenmuse XT2・レンズ25mm、・19mm) 機体上部又は下部に装着 	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> DJI Zenmuse XT2(赤外線+可視カメラ) 25mmレンズ:629g(123.7×112.6×127.1 mm) 19mmレンズ:588g(118.02×111.6×125.5 mm) 	
	センシングデバイス	【サーマルカメラ】	<ul style="list-style-type: none"> センサー:非冷却VOxマイクロボロメータ 熱画像(640×512) 感度(NETD)50mK@F/1.0 静止画フォーマット(JPEG、TIFF、R-JPEG) 動画フォーマット(MVO、MP4、TIFFシーケンス、SEQ) デジタルズーム:1倍、2倍、4倍、8倍 25mmレンズ:FOV f/1.1(25°×20°)、iFoV(0.680mrad)、最短撮影距離30cm、可焦点距離21m、可焦点被写界深度11m 19mmレンズ:FOV f/1.25(32°×26°)、iFoV(0.895mrad)、最短撮影距離15.3cm、可焦点距離9.5m、可焦点被写界深度4.8m
		【可視カメラ】	<ul style="list-style-type: none"> センサー:1/1.7インチCMOS 有効画素数:1.2 MP 動画解像度:3840×2160、30fps、1920×1080、30fps デジタルズーム:1倍、2倍、4倍、8倍 静止画フォーマット(JPEG) 動画フォーマット(MVO、MP4)
	計測原理	<ul style="list-style-type: none"> 赤外線カメラを搭載したドローンにより、コンクリート部材のうきの箇所を撮影し可視画像及び赤外線画像を取得する 赤外線画像解析ソフト(FLIR社製)を用いて、部材の表面温度分布の違いから内部のうきを検知する 	
	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	<ul style="list-style-type: none"> 早朝からの外気温の上昇や日射によって、対象部材が加熱され、温度上昇中の状況下で撮影 夕方からの日射が当たらず外気温の下降によって、対象部材の温度が下降して放熱をしている状況下での撮影 赤外線調査の撮影条件には日較差7℃以上(1日の最低温度と最高温度の気温差)が必要 調査対象部位は湿潤状態でないこと 防錆スプレーなど、金属系の塗料をコンクリート表面に塗布した部位ではないこと 	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> 外気温度と天候不良や、日射不足は低温時期は検出精度が低下 真夏や真冬による極端な高温多湿、低温時期は検出精度が低下 日較差の小さい季節・時期では、浮き部の検出精度が低下 調査対象の表面が湿潤状態でないこと 	
	計測プロセス	<ul style="list-style-type: none"> 早朝からの外気温の上昇や日射によって、対象部材が過熱され、温度上昇をしている状況下での撮影 夕方からの日射が当たらず外気温の下降によって、対象部材の温度が下降して放熱をしている状況下での撮影 	
	アウトプット	・赤外線画像解析ソフト(FLIR社製)を用いて、部材の表面温度分布の違いから内部のうきを検知する	
	耐久性	・IP44	
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		
設置方法	・カメラにmicroSDカード×2枚を装着		

データ収集・通信装置	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	・microSDカード(11mm×15mm×1mm)
	データ収集・記録機能	・記録メディア (microSDカード)に保存
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	—
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	—
	動力	・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 変化量:0cm 標準試験方法 室内・人工風(2023) 実施年 2024年 ・風速:3.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:14.7cm(13.5cm) 鉛直方向 最大移動量:6.4cm(6.8cm) ・風速:5.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:21.1cm(24.5cm) 鉛直方向 最大移動量:6.5cm(9.9cm) ・風速:8.0m/s 正面(側面) 水平方向 最大移動量:54.6cm(38.7cm) 鉛直方向 最大移動量:6.6cm(10.8cm)	・構造物までの距離:0.9m ・風速:3.5m/s ・停止飛行時:水平移動無し ・ホバリング:60秒間
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 桁間に進入しない場合 (2022) 実施年 2024年 桁下空間:高さ5.0m進入可能	風速:3.5m/s
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 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	-

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

項目		性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件	
計測装置	4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2024年 「Matrice 300 RTK+Zenmuse XT2(25mm)」 ・撮影速度:0.144 m ² /sec 「Matrice 300 RTK+Zenmuse XT2(19mm)」 ・撮影速度:0.125 m ² /sec	「Matrice 300 RTK+Zenmuse XT2(25mm)」 ・風速:3.5 m/s ・撮影面積:171.8 m ² ・撮影時間:1194 sec 「Matrice 300 RTK+Zenmuse XT2(19mm)」 ・風速:3.5 m/s ・撮影面積:171.8 m ² ・撮影時間:1372 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 うき(2019) 実施年 2024年 「Matrice 300 RTK+Zenmuse XT2(25mm)」 ・検出率:94% ・的中率:94% 「Matrice 300 RTK+Zenmuse XT2(19mm)」 ・検出率:94% ・的中率:94%	「Matrice 300 RTK+Zenmuse XT2(25mm)」 ・検出率:0.94(17箇所/18箇所) ・的中率:0.94(17箇所/18箇所) ・照度:16.0~16.2 kLux ・風速:0.0~5.8 m/s ・気温:5.6 °C 「Matrice 300 RTK+Zenmuse XT2(19mm)」 ・検出率:0.94(17箇所/18箇所) ・的中率:0.94(17箇所/18箇所) ・照度:20.2~28.8 kLux ・風速:0.0~3.9 m/s ・気温:5.6 °C	
	4-3 位置精度(移動しながら計測する場合)	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	計測レンジ(計測範囲)	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	範囲: ・高利得(640×512) -25°C ~ 135°C、 (336×256) -25°C ~ 100°C ・低利得: -40°C ~ 550°C	・撮影角度は調査対象に対する対象面角度の最小角度が30°以上確保できること	
	感度	校正方法	・黒ゴムレンズカバーによる校正		-
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	無	
			性能値	・最小検知温度差:0.05°C ・温度測定精度:±5°C or ±5%	
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値		・感度(NETD):50mk@f/1.0		
	S/N比	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	-		
	分解能	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	・【19mmレンズ】(640×512、絞り、FOV、iFOV) f/1.25 32°×26° 0.895 mrad ・【25mmレンズ】(640×512、絞り、FOV、iFOV) f/1.1 25°×20° 0.680 mrad		

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
点検時現場条件	道路幅員条件	—	—
	桁下条件	・桁下10mの高さが必要	・調査対象の表面が湿潤状態でないこと
	周辺条件	・赤外線調査の撮影条件には日較差7℃以上(1日の最低温度と最高温度の気温差)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 ・植生がある場合は伐採が必要
	安全面への配慮	・飛行中は補助者を配置し、第三者への注意と構造物への接近を監視する	・現場の見通しが悪い場合は、必要に応じて補助者を増員する
	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	・道路上飛行の場合は交通整理員等を配置する	—
	塗装剤条件	・防錆スプレーなど、金属系塗料をコンクリート表面に塗布した部位ではないこと	—
	躯体条件	・早朝からの外気温の上昇や日射によって、対象部材が加熱され、温度上昇中の状況下で撮影 ・夕方からの日射が当たらず外気温の下降によって、対象部材の温度が下降して放熱をしている状況下での撮影 ・調査対象部位は湿潤状態でないこと	—
	躯体温度条件	・赤外線調査の撮影条件には日較差7℃以上(1日の最低温度と最高温度の気温差)が必要	—
	その他	・動作温度:-20℃~50℃ ・風速5m/s以下 ・雨天、夜間は計測不可 ・撮影距離:25mmレンズ使用時36m以内、19mmレンズ使用時27m以内	—

5. 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)
調査技術者の技量	・赤外線サーモグラフィの知識所有者 ・ドローン国家資格等を保有する等、無人航空機操縦者技能証明書資格保持者	・ドローン操縦者も赤外線サーモグラフィの知識所有者であること
必要構成人員数	・パイロット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	・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	・撮影角度は部材に対する対象面角度の最小角度が30°以上確保できること	—
作業条件・運用条件 点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 50m 全幅員 20 m 部位・部材 [床板/橋脚/橋台] 検出項目 [うき・剥離・漏水等] 活用範囲 [1,000]㎡ <費用> 合計300,000円(経費・内業を含まない)	—
保険の有無、保障範囲、費用	・対人・対物保険に加入、機体故障時の動産保険にも加入	—
自動制御の有無	対物離隔、経路の設定を設定を行い、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	—
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	・サポート体制あり	—
センシングデバイスの点検	・年1回自社で校正	—
その他	・部材の温度上昇を確認するために、測定個所と日射条件が同じ部材の表面に温度計を設置して温度を計測する	—

6. 図面

使用機材



赤外線カメラ (XT2)
123.7×112.6×127.1 mm
(長さ×幅×高さ)



【機材】

温度測定器

Matrice 300 RTK
展開状態(プロペラは除く)
810 × 670 × 430 mm
(長さ×幅×高さ)



機体下部カメラ搭載

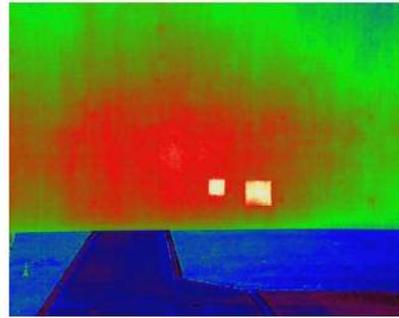


機体上部カメラ搭載

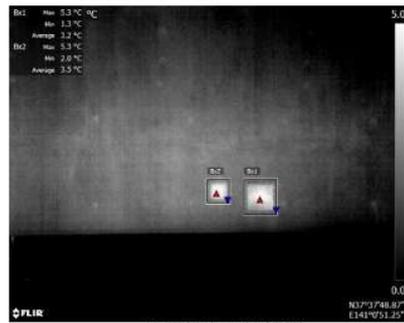
飛行状況と解析例



飛行中状況



地覆部うき撮影例



地覆部うき解析例