

画像計測技術を活用した 道路橋点検マニュアル（案）

令和 7 年 3 月



静岡市建設局道路部道路保全課

目次

	頁
第1編 総則	1
1-1 マニュアルの目的	1
1-2 適用の範囲	2
1-3 用語の定義	2
第2編 活用の方法	3
2-1 画像計測技術を活用した定期点検の実施手順	3
2-2 対象橋梁の選定	5
2-3 画像計測技術の選定	8
2-4 対象とする部材	9
2-5 対象とする損傷種類及び損傷等級	10
第3編 定期点検の方法	12
3-1 定期点検の体制	12
3-2 定期点検結果の記録	12
第4編 点検計画の作成	13
4-1 精度管理計画	13
4-2 安全管理計画	14
4-3 点検支援技術使用計画書の作成	16
第5編 データの作成方法	17
5-1 写真データ	17
5-2 ファイル形式・Exif 情報	17
第6編 データの納品方法	18
6-1 フォルダ・ファイル構成	18
6-2 ファイルの命名規則	19
6-3 納品方法	19
付録1 画像計測技術の性能比較表（点検支援技術性能カタログ 令和6年4月現在）	
付録2 画像計測技術の活用事例集	
付録3 非破壊検査技術の活用事例集	

第1編 総則

1-1 マニュアルの目的

本マニュアルは、本市が管理する道路橋の定期点検業務を実施する際に、点検支援技術のうち「画像計測技術」を活用する場合において、発注者及び受注者の双方が、画像計測技術の活用についての共通の認識を持つことを目的とし、必要となる事項を整理したものである。

【解説】

道路管理者への技術的助言として取りまとめられた「道路橋定期点検要領（令和6年3月国土交通省）」では、道路橋の状態把握のための情報を「近接目視、または近接目視による場合と同等の評価が行える他の方法」により収集することとされており、近接目視以外の方法（点検支援技術）でも点検を行うことができることが明確にされた。これにより、近接目視と様々な点検支援技術とを組み合わせることで点検を行うなど、橋梁ごとに適切な点検計画を立てることが可能となっている。

なお、「橋梁・トンネル点検支援技術性能カタログ（令和6年4月 国土交通省）」において点検支援技術は、①画像計測技術、②非破壊検査技術、③計測・モニタリング技術、④データ収集・通信技術の4つに分類されている。各技術の概要は、以下のとおりである。

① 画像計測技術

- ・点検対象構造物の画像を撮影又は計測する技術
- ・撮影画像を処理して点検の記録、点検調書作成を支援する技術

② 非破壊検査技術

点検対象構造物の変状を外部から非破壊検査により計測する技術

③ 計測・モニタリング技術

点検対象構造物をセンシング又はモニタリングする技術

④ データ収集・通信技術カタログ

点検対象構造物に設置したセンサ等により計測したデータを収集し、通信技術によりデータを転送する技術

本マニュアルは、点検支援技術のうち画像計測技術に着目し、点検、記録及び健全性の診断の品質を低下させることなく、点検の効率化を図ることを目指し、画像計測技術を活用した道路橋の定期点検を実施する際の必要事項を記載する。

1-2 適用の範囲

本マニュアルは、静岡県道路橋点検要領に基づいて実施する定期点検（標準、簡易）に適用する。

【 解説 】

定期点検（標準・簡易）において、条件を満足する橋梁に対し、画像計測技術を活用して点検を実施することができるものとする。

1-3 用語の定義

本マニュアルで用いる画像計測技術に関する主な用語の定義は、次による。

表 1-1. 用語の定義

用語	定義
点検写真	画像計測技術を用いて、点検対象となる部材及び損傷を撮影した写真をいう。点検写真には、オリジナル画像、合成画像、オルソ画像、オルソモザイク画像等がある。
オリジナル画像	合成画像等への変換前の画像データをいう。
合成画像	複数のオリジナル画像をつなぎ合わせて合成した画像をいう。
オルソ画像	オリジナル画像を正射投影し、傾き、歪み等を無くした画像をいう。
オルソモザイク画像	オルソ画像を接合（モザイク）し、統合した1枚の画像をいう。
Exif 情報	Exchangeable Image File Format の略語であり、画像に埋め込まれたカメラ機種や撮影条件等の情報のことをいう。

第2編 活用の方法

2-1 画像計測技術を活用した定期点検の実施手順

画像計測技術を活用した定期点検は、下記の手順に基づき実施する。

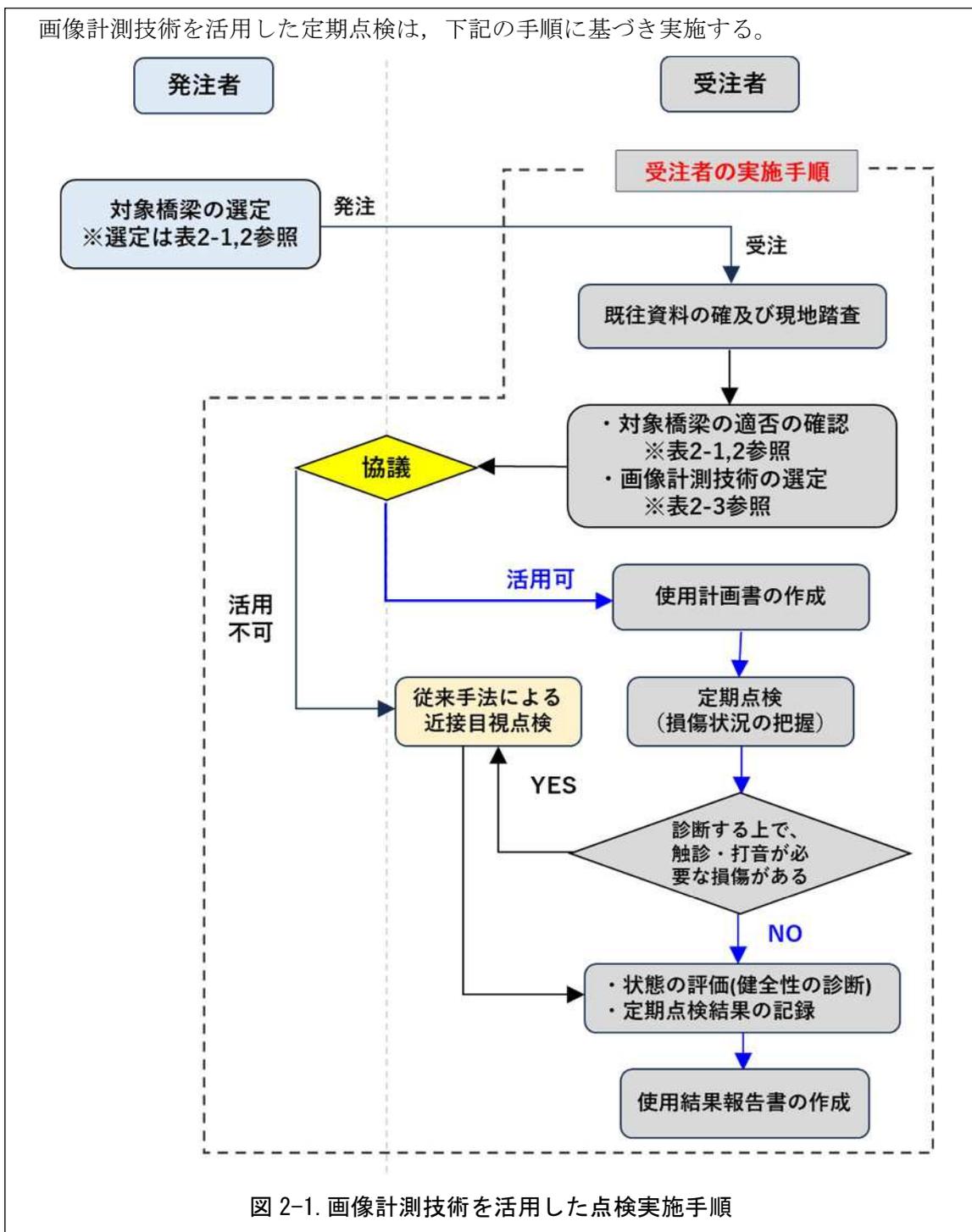


図 2-1. 画像計測技術を活用した点検実施手順

【 解 説 】

画像計測技術を活用した定期点検は、発注者にて、点検業務発注前に対象橋梁の選定を行う。契約後、受注者にて、既往資料の確認及び現地踏査を行い、対象橋梁の適否の確認と使用する画像計測技術を選定し、発注者と協議する。

なお、画像計測技術を活用した点検を実施した際、適正に診断する上で触診・打音が必要な損傷がある場合は、該当箇所に対し、従来手法※による近接目視点検を実施する。

※参考 従来手法

梯子	高所作業車
	
橋梁点検車	ロープアクセス
	

2-2 対象橋梁の選定

画像計測技術を活用する点検は、表 2-1 に示す条件を全て満足し、表 2-2 を例に定期点検の経済性、接近性・作業性、安全性の向上効果（効率化）が得られる橋梁を対象とする。

表 2-1. 対象橋梁の選定条件

項目	条件	内 容
1	点検頻度	前回点検で、点検支援技術を用いず近接目視点検を行った橋梁
2	架設条件	第三者被害予防措置が必要ない橋梁又は範囲※①
3	交通条件	大型車交通量 1,000 台/(日・車線)以下の橋梁【鋼橋の場合】
4	橋梁の状態 (損傷状況)	<p>前回定期点検、異常時(緊急)点検、通常点検にて、以下の損傷が無い橋梁・範囲</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)水の供給等による進行性のある断面減少を伴う腐食(①-d,e) 2)鋼部材の亀裂と補修履歴(②-c,e) 3)床版の抜け落ち等へ進行する漏水を伴う床版ひびわれ(⑩-e) 4)支承部の機能障害(⑯-e) 5)基礎の洗掘(⑳-c,e) ※② 6)評価・診断の際、直接的な計測が必要な損傷(⑬-e, ⑳-e, ㉑-e, ㉒-e) <p>※ ()内は静岡県道路橋点検要領における損傷番号、損傷等級を示す。</p>

表 2-2. 経済性、接近性・作業性、安全性の向上効果が得られる条件

項目	画像計測 技術	内 容
1	ドローン 技術	前回点検方法が「大型点検車(BT-400)」、「ロープアクセス」、「簡易ボード以外の船上」である橋梁又は範囲
2	その他技術	<ul style="list-style-type: none"> ・従来点検手法では近接目視ができない橋梁又は範囲 ・点検作業の安全性に問題がある橋梁 ・活用することで点検作業の効率化、高度化が図れる橋梁又は範囲

【 解 説 】

(1) 例外について

更なる点検の効率化を目指し、例えば表 2-1 に示す※①の条件に該当しない場合や、※②の損傷が確認される場合であっても「画像計測技術と他の点検支援技術を組み合わせた活用」が可能となっている。

※①「画像計測技術と赤外線技術との組み合わせ」

第三者被害予防措置の範囲においても、従来点検時の大規模交通規制に伴う交通渋滞の緩和効果や、事故発生リスクの低減効果が高い場合などには、非破壊検査技術のうち赤外線技術による一次スクリーニングと画像計測技術とを組み合わせ活用することが可能である。この場合、各技術の適用範囲やコスト等について検討し、発注者と協議する。

➤ 赤外線技術の概要

- ・遠望非接触にて赤外線サーモグラフィ法によりコンクリート表面・内部の剥離・うき箇所を検出する技術であり、第三者被害予防措置（打音点検）の一次スクリーニングとして活用。
- ・健全部と剥離・うき箇所との熱伝導の違いによるコンクリート表面温度の差異（赤外線放射量）を熱画像として可視化する手法。
- ・点検支援技術 非破壊検査技術（橋梁）「BR020004-V0423 赤外線調査トータルサポートシステム J システム」が代表技術。

➤ 対象とする橋梁と部材（適用範囲）

- ・建設後比較的新しく、前回点検結果と現地踏査にて第三者予防措置が必要な剥離・うきがないコンクリート橋又はコンクリート部材。
- ・初期欠陥（剥離・うき）がなく、耐久性が高いプレテンPC 桁やプレキャスト部材など比較的長期で健全な状態を維持しているコンクリート橋又はコンクリート部材。

➤ コスト縮減効果

- ・打音に必要な高所作業車費用が不要となり、交通規制費も大幅に縮減可能。
- ・比較的短時間で調査可能なため、複数橋梁又は広範囲の効率的な連続調査が可能。
- ・部材の熱差環境が確保できる夜間調査作業となるため、夜間労務単価となる。

※②「画像計測技術と洗掘調査技術との組み合わせ」

水中部に位置する橋脚基礎部に洗掘が疑われ、橋脚基礎部や河床状況の把握が必要な場合には、ソナー計測による河床計測技術と画像計測技術とを組み合わせ活用することが可能である。この場合、各技術の適用範囲・コスト等について検討し、発注者と協議する。

➤ ソナー計測による河床計測技術の概要

- ・水面上を全方向移動できる「ボート型ドローン」に搭載した水中ソナーにて、橋脚周辺を計測したデータを解析することで、河床の状況を確認する技術。
- ・調査結果は三次元成果として可視化することができ、横断面の作成も可能。
- ・点検支援技術「BR010041-V0123 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」等の技術がある。

➤ 対象とする部材（適用範囲）

- ・橋脚基礎部とその周辺の河床や護床工。

➤ コスト縮減効果

- ・高額な潜水調査作業が不要。

(2) 経済性について

一般的に、画像計測技術の代表的技術であるドローン技術の活用は、従来点検手法のうち地上、梯子、高所作業車又は橋梁点検車（BT200）による点検に対して点検費用が縮減されることは、現時点では難しい。一方で、従来点検手法のうち大型橋梁点検車（BT400）やロープアクセスによる点検、ボート以外の搬入・組立や牽引が必要な船（フロート式台船等）による点検に対しては、多くの場合で点検費用の縮減が見込まれる。

一方、その他技術は、個別の橋梁の状況に応じて選定することになるため、経済性を一様に比較することは難しい。そのため、現地踏査結果等に基づいて選定・協議することが適切である。

(3) 接近性・作業性、安全性について

経済性のみならず、近接目視の可否（接近性）、作業性向上による効率化（作業性）、点検作業の安全リスク低減（安全性）、維持管理の高度化など、橋梁の様々な状況や目的に応じた画像計測技術を選定する。

2-3 画像計測技術の選定

活用する画像計測技術は、「点検支援技術性能カタログ」に掲載された技術から選定することを原則とする。

現在、画像計測技術は表 2-3 に示す 4 つの技術に大きく分類される。橋梁の架設状況と各技術の特徴を踏まえ、活用する技術を選定する。

受注者は、選定する画像計測技術の性能、対象とする部材・範囲、損傷種類及び損傷等級への適正を確認した上で、その活用を発注者と協議し、承諾を得るものとする。

表 2-3. 選定する画像計測技術と橋梁の架設条件・状況例

画像計測技術	内 容
ドローン技術	<ul style="list-style-type: none"> 部材間隔が 1.5m 以上の橋梁又は範囲 鉄道・電力会社の電力設備(高压架空線等)と交差・近接しない橋梁又は範囲
ポール型技術	<ul style="list-style-type: none"> 水路、フェンス、盛土等を超えて高所作業車が進入できない範囲 架空線や樹木等があるため橋梁点検車が使用できない範囲 ドローン飛行が困難な鉄道管理者の用地内
水上ドローン技術	<ul style="list-style-type: none"> 水位が高い、足元条件が悪い(泥・ヘドロの堆積)等により点検員の進入が困難、点検作業の危険度が高い橋梁又は範囲(水橋・水路ボックス等)
その他技術	<ul style="list-style-type: none"> 活用することで点検の効率化、高度化が図れる橋梁又は範囲

【 解 説 】

現在、画像計測技術は 4 つの技術に大きく分類され、各技術の概要は以下のとおりである。

- ①ドローン技術 : UAV (ドローン) に取り付けられたカメラにより、画像を取得する技術
- ②ポール型技術 : ポールの先端に取り付けたカメラにより、画像を取得する技術であり、地上型と懸垂型がある
- ③水上ドローン技術 : ボート上に取り付けたカメラにより、画像を取得する技術
- ④その他技術 : 360° カメラや高性能カメラなどにより、画像を取得する技術

画像計測技術は、橋梁の状況に応じ選定するとともに、技術の性能を踏まえて選定する。実際、橋梁の架設状況は様々である中、4 つの分類の画像計測技術が活用できる条件及び活用が期待できる状況の例を表 2-3 に示した。

なお、選定の際に考慮すべき画像計測技術の性能は、以下のとおりである。

①作業性能

対象部材への接近性、部材間への進入性、上向き撮影の可否等

②カメラ性能

計測精度、オルソ画像精度 (長さ・位置) 等

2-4 対象とする部材

対象とする部材は、静岡県道路橋点検要領「8.1 点検の対象（表 8.1 点検の対象部材）」と同様に、表 2-4 のとおりとする。

表 2-4. 対象とする部材

部材種別		通常点検	緊急点検 定期点検	(画像計測技術) 定期点検	備考
上部構造	主桁・主構	—	○	○	主桁，主構（上・下弦材，斜材，垂直材，アーチブ，補剛桁，吊材，支柱など），主版ボックスカルバート頂版
	横桁	—	○	○	横桁，床桁，対傾構，横構
	縦桁	—	○	○	
	床版	—	○	○	床版，張出し床版，桁間の間詰め
	その他	—	○	○	
下部構造	橋脚	—	○	○	梁部，柱部・壁部，隅角部
	橋台	—	○	○	胸壁，堅壁，翼壁 ボックスカルバート側壁・翼壁
	基礎	—	○	○	フーチング，ボックスカルバート底版
	その他	—	○	○	
上下部接続部	支承部	—	○	○	支承本体，アンカーボルト
	沓座	—	○	○	沓座モルタル，台座コンクリート
	ボックスカルバート隅角部	—	○	○	
フェールセーフ	落橋防止システム	—	○	○	落橋防止構造，横変位拘束構造
伸縮装置		○	○	○	
路上	高欄，防護柵	○	○	○	
	遮音施設	○	○	○	
	照明，標識施設	○	○	○	支柱基部，ブラケット
	地覆	○	○	○	地覆，中央分離帯，縁石
	舗装	○	○	○	
排水施設		○	○	○	排水桝，排水管
点検施設		—	○	○	
添架物		—	○	○	
袖擁壁		—	○	○	

○：対象，－：対象外

【留意事項】

活用する画像計測技術により，対象とできる部材が異なることに留意する。

2-5 対象とする損傷種類及び損傷等級

対象とする損傷種類は、静岡市道路橋点検要領「8.2 損傷の種類（表 8.2 損傷の種類）」と同様とする。画像計測技術では検出・判別が困難な損傷の等級があることから、対象とする損傷等級は、表 2-5 のとおりとする。

表 2-5. 対象とする損傷種類と損傷等級

材料	損傷の種類		損傷等級					備考
			a	b	c	d	e	
鋼	①	腐食	○	○	○	×	×	
	②	亀裂	○	—	×	—	×	
	③	ゆるみ・脱落	○	—	○	—	○	
	④	破断	○	—	—	—	○	
	⑤	防食機能の劣化	○	—	○	—	○	塗装
○	—		○	—	○	めっき, 金属溶射		
○	○		○	○	○	耐候性鋼材		
コンクリート	⑥	ひびわれ	○	○	○	○	○	
	⑦	剥離・鉄筋露出	○	—	○	—	○	
	⑧	漏水・遊離石灰	○	—	○	—	○	
	⑨	抜け落ち	○	—	—	—	○	
	⑪	床版ひびわれ	○	○	○	○	×	
	⑫	うき	○	—	—	—	○	
その他	⑬	遊間の異常	○	—	○	—	×	
	⑭	路面の凹凸	○	—	○	—	○	
	⑮	舗装の異常	○	—	—	—	○	
	⑯	支承部の機能障害	○	—	—	—	×	
	⑰	その他	○	—	—	—	○	
共通	⑩	補修・補強材の損傷	○	—	○	—	○	
	⑱	定着部の異常	○	—	○	—	○	
	⑲	変色・劣化	○	—	—	—	○	
	⑳	漏水・滞水	○	—	—	—	○	
	㉑	異常な音・振動	○	—	—	—	○	
	㉒	異常なたわみ	○	—	—	—	×	
	㉓	変形・欠損	○	—	○	—	×	
	㉔	土砂詰まり	○	—	—	—	○	
	㉕	沈下・移動・傾斜	○	—	—	—	×	
㉖	洗掘	○	—	×	—	×		

○;対象となる損傷の種類・等級

—;損傷等級が存在しない

×;画像計測技術では検出・判別が困難な損傷の等級

【解説】

表 2-5 に示す「×」は、画像計測技術では検出・判別が困難な損傷種類の等級を表す。その内容を下記に示す。これらに対して、損傷状況の把握、健全性の診断を適正に行うためには、触診や打音、直接計測などの近接目視が必要となるため、対象外とする。

- ・水の供給等による進行性のある、断面減少を伴う腐食（①腐食-d， e）
- ・鋼部材の亀裂（②亀裂-c， e）
- ・床版の抜け落ち等へ進行する漏水を伴う床版ひびわれ（⑩床版ひびわれ-e）
- ・支承部の機能障害が懸念される損傷
（⑩支承の機能障害-e， 著しい腐食・変位， 移動の拘束， 杵座の著しい欠損など）
- ・基礎の洗掘（⑯洗掘-c， e）
- ・評価， 診断に直接的な計測が必要な損傷
（⑬遊間の異常-e， ⑭異常なたわみ-e， ⑮変形・欠損-e， ⑯沈下・移動・傾斜-e）

【留意事項】

表 2-5 に示す「×： 画像計測技術では検出・判別が困難な損傷の等級」は、前回定期点検，異常時（緊急）点検及び通常点検で発見された場合のほか，画像計測技術を活用した点検中に発見された場合においても対象とする。これら損傷については，触診や打音等の近接目視，非破壊検査技術等を併用して損傷状況の把握及び健全性の診断を実施する。

第3編 定期点検の方法

3-1 定期点検の体制

画像計測技術を活用した定期点検は、損傷状況の把握や健全性の診断を適正に行うため、必要な知識及び経験を有する者がこれを行う。

【解説】

画像計測技術で取得した画像から健全性の診断を行うためには、画像計測技術を活用して定期点検を行う診断員及び点検員が、道路橋の構造や部材の状態の評価に必要な知識および経験を有することが要件となる。

診断員及び点検員は、以下のいずれかの資格を有することを要件とする。

- ・技術士（建設部門・鋼構造及びコンクリート）
- ・RCCM（鋼構造及びコンクリート）
- ・国土交通省登録技術者資格保有者

上級土木技術者、コンクリート診断士、土木鋼構造診断士

コンクリート構造診断士（コンクリート橋の点検・診断に限る）

1級土木技術者（鋼橋・コンクリート橋の点検に限る）

3-2 定期点検結果の記録

画像計測技術を活用した定期点検の結果は、静岡県道路橋点検要領に基づき記録する。なお、活用した画像計測技術と活用範囲についても記録することとする。

【解説】

活用した技術と活用範囲は、次回定期点検の参考となるため、以下の内容を点検調書へ記録する。

- ① 画像計測技術を活用した点検の状況を、「調書-1 現況写真」へ記録する。
- ② 画像計測技術の活用した範囲、活用技術の名称（技術番号）、活用範囲、組み合わせて実施した従来点検手法などを、「調書-2 損傷図」へ記録する。

なお、静岡県道路橋定期点検において画像計測技術を活用した実際の記録を、本マニュアルの付録「画像計測技術の活用事例」へ参考として示す。

第4編 点検計画の作成

4-1 精度管理計画

点検者は、現地撮影条件下において画像計測に用いるカメラ性能の精度検証（以下、「キャリブレーション」という。）を実施し、所要の性能が確保できることを確認する。また、その精度検証方法（精度管理項目や頻度等）を精度管理計画として予め作成する。

【解説】

損傷状況の把握や健全性の診断は、取得した画像の品質が重要となり、その画像の品質は、現地撮影条件（気象条件や照度等）により大きく左右される。そのため、点検前に現地撮影条件下でキャリブレーションを実施し、所要のカメラ性能が確保できることを確認した上で、定期点検を実施することとする。

なお、キャリブレーションの手法は様々である。例えば、実構造物にクラックスケール等を貼り付けて画像計測技術で撮影し、その取得した画像から、損傷状況の把握や診断に必要なひび割れ幅の検出精度を確認する方法がある。

活用する画像計測技術の特徴を踏まえた上で、精度管理項目、検証方法、頻度等を定めた精度管理計画を予め作成し、画像撮影時におけるそれらの記録を提出するものとする。

4-2 安全管理計画

点検者は、UAV（以下、ドローン）の飛行が特定飛行に該当する場合、航空法等に基づく適切な立入管理措置や、必要な飛行許可又は飛行承認を行う。また、橋梁架設状況及び活用する画像計測技術の安全面への留意点を把握し、安全管理計画を作成する。

【解説】

航空法（令和7年3月改正；国土交通省 航空局）では、特定飛行を行う場合、以下の飛行許可・承認手続きが必要となる。

①飛行許可申請

下図の空域を飛行する場合、飛行許可申請が必要

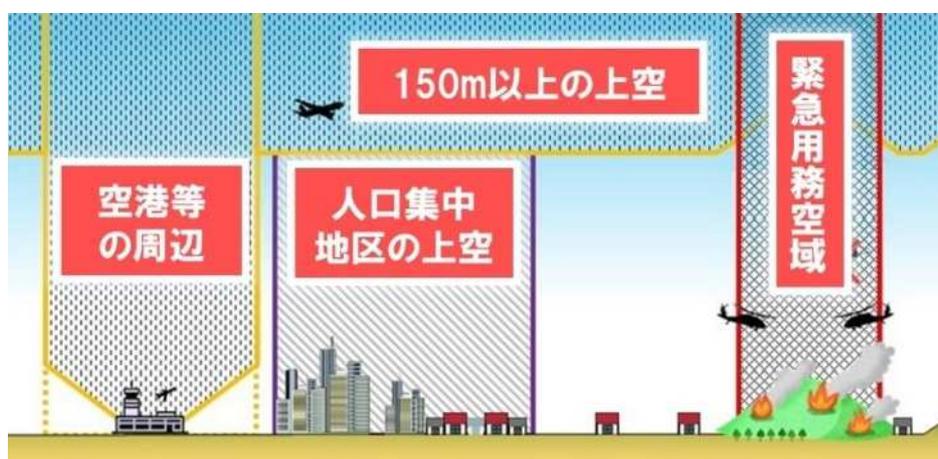


図 4-1. 飛行の禁止区域と特定飛行（国土交通省 HP）

②飛行承認申請

以下の飛行方法で飛行を行う場合、飛行承認申請が必要



図 4-2. 飛行承認申請が必要な飛行方法（国土交通省 HP）

また、無人航空機の飛行形態については、リスクに応じた下記3つのカテゴリー（リスクの高いものからカテゴリーⅢ，Ⅱ，Ⅰ）に分類され、該当するカテゴリーに応じた立入管理措置や必要な手続きを行う。

カテゴリーⅢ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じないで行う飛行。（＝第三者の上空で特定飛行を行う）
カテゴリーⅡ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じたうえで行う飛行。（＝第三者の上空を飛行しない）
カテゴリーⅠ	特定飛行に該当しない飛行。 航空法上の飛行許可・承認手続きは不要。



図 4-3. 飛行カテゴリー決定フロー図（国土交通省 HP）

なお、ドローンや他画像計測技術の安全管理上の留意点を、本マニュアルの付録「画像計測技術の活用事例」に示す。

4-3 点検支援技術使用計画書の作成

点検者は、画像計測技術を活用して定期点検を実施する際、点検支援技術使用計画書を提出する。また、点検支援技術使用計画に対する実績・状況について、点検支援技術使用結果報告書として提出する。

【 解説 】

「点検支援技術使用計画書」は、以下の事項について計画する。なお、計画の内容、留意点等は「新技術利用のガイドライン（案） H31.2 国土交通省」を参照するとよい。

1) 対象橋梁

2) 対象部材及び損傷の種類

画像計測技術により把握しようとする対象部材と損傷の種類を明示する。

3) 対象範囲

橋梁全体のどの範囲で画像計測技術を活用するかを明示する。

4) 活用目的

3) にて示した範囲毎に、損傷状況の把握、記録の作成、健全性の診断に有用な追加情報の取得等、画像計測技術の活用目的を明示する。

5) 活用の頻度

4) の活用目的を達するための画像計測技術の活用の程度として、画像計測技術のみで活用目的を達する（橋梁全ての範囲を点検できる）のか、従来手法と画像計測技術を組み合わせるのかを明示する。

6) 使用機器と選定理由

現場条件や対象橋梁の置かれた状況等と、「点検支援技術カタログ」に示された使用機器等の性能値を勘案した上で、選定理由を明示する。

7) 精度管理計画

所要の性能を確保するため、点検前に現地撮影条件下で行うキャリブレーションの精度管理項目、検証方法、頻度等を定めた精度管理計画を作成する。

8) 安全管理計画

ドローン飛行時の航空法に基づく必要な管理措置、飛行許可又は飛行承認手続、活用する画像計測技術の安全上の留意点等を把握し、安全管理計画を作成する。

第5編 データの作成方法

5-1 写真データ

診断に用いる点検写真は、オリジナルデータを基本とする。

【解説】

診断に用いる点検写真は、品質を確保するため、オリジナルデータを基本とする。なお、合成画像、写真を正射変換したオルソ画像、オルソモザイク画像も対象とするが、その場合、オリジナルデータ及び変換内容について記録した資料を合わせて納品する。

5-2 ファイル形式・Exif 情報

点検写真のファイル形式は、静岡市電子納品要領に基づき、JPEG 形式とする。

Exif 情報には、データ生成日時、レンズ焦点距離、シャッタースピード、位置情報、対物距離、照度等を記録することが望ましい。

【解説】

Exif 情報には、データ生成日時や撮影条件等に関する情報を記録し、後日、点検写真から損傷情報等を確認することを可能にしておくことが望ましい。

ただし、動画から点検写真を生成する場合等、Exif 情報が自動付与されない場合は、この限りではない。

第6編 データの納品方法

6-1 フォルダ・ファイル構成

画像計測技術を活用した橋梁又は範囲の成果品は、「静岡県電子納品要領」に示されたフォルダ構成に「ICON」フォルダを追加し、格納する。

【解説】

静岡県電子納品要領に示されたフォルダ構成に「ICON」フォルダを追加し、格納する。また、3次元成果を作成する場合は、「点検支援技術（画像計測技術）を用いた3次元成果品納品マニュアル（案）；令和5年3月（国土交通省）」に基づき、作成する。

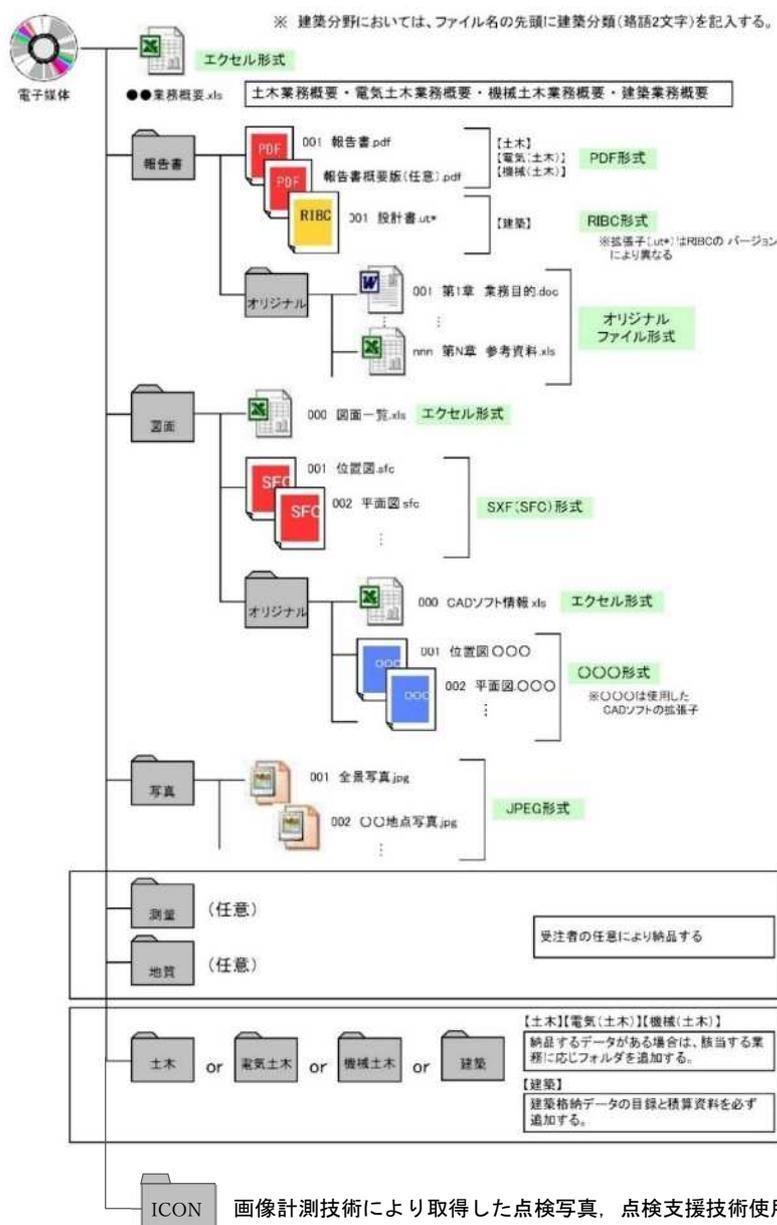


図 6-1. 画像計測技術を活用した電子成果物のフォルダおよびファイル構成

6-2 ファイルの命名規則

ファイルの命名規則は、「静岡市電子納品要領・基準-土木編・電気（土木）編・機械（土木）編・建築編-」に基づき、作成する。

6-3 納品方法

納品方法は、「静岡市電子納品要領・基準-土木編・電気（土木）編・機械（土木）編・建築編-」に準拠する。

【 解説 】

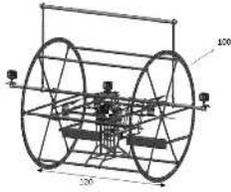
画像計測技術を活用した場合や 3 次元成果を作成した場合、写真データ等が大容量となることが想定される。そのため、発注者の了解を得た場合のみ、電子媒体を BD-R（ブルーレイディスク）等としてもよい。また、基本的には 1 つの電子媒体にデータを格納することを基本とするが、データ容量が大きい場合は、「ICON」フォルダに格納するデータのみを別の電子媒体としてもよい。

点検支援技術 画像計測技術 性能比較表 ①ドローン技術

技術番号	BR010003-V0424	BR010009-V0424	BR010012-V0424	BR010015-V0524	BR010014-V0524		
分類	画像撮影		画像撮影	画像撮影	画像撮影	画像撮影	
機構	①ドローン技術		①ドローン技術	①ドローン技術	①ドローン技術	①ドローン技術	
技術名称	構造物点検調査ヘリスシステム (SCIMUS: スキームス)		全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術	UAVを用いた近接撮影による橋梁点検支援システム	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	構造物点検ロボットシステム【機体SPIDER-6】	構造物点検ロボットシステム【機体SPIDER-ST】
画像							
主な性能	移動機構	飛行型		飛行型	飛行型	飛行型	
	技術概要	<p>・無人航空機（以下「ドローン」という）に搭載したデジタル一眼レフカメラ（以下「カメラ」という）を用いて橋梁を撮影し、変状を把握する技術である。</p> <p>※上向き撮影：可能</p>	<p>本技術は狭小部（J2:50cm、X2:1.5m）に進入可能なインフラ点検用ドローンに関するものである。本計測機器は飛行中、画像処理によって構造物をリアルタイムで3次元空間として把握し、画像処理の機能によって一定の距離を確保しながら障害物との衝突を自動的に回避するドローンである。これらの機能は非GPS環境下に於いても動作する。</p> <p>※上向き撮影：可能</p>	<p>本技術は橋梁点検の業務において、カメラ搭載の可変ピッチプロペラ付UAVを用いて高精度の近接写真撮影を行い、抽出した変状から損傷図を作成し、点検写真と損傷図を納品する。</p> <p>※上向き撮影：可能</p>	<p>・移動体となるドローン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。</p> <p>・ドローンによる点検作業では足場や作業車を用いないため、新設時、定期点検時、状態把握時など、任意のタイミングで適用可能。</p> <p>※上向き撮影：可能</p>	<p>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て、静止画像を取得する。この画像から構造物全体のオルソ画像を作成し、損傷部分の位置を明確にする。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、点検調査作成の支援をする技術である。</p> <p>※上向き撮影：可能</p>	
	対象部位	<p>コンクリート： ひびわれ/剥離</p> <p>鋼材部： 腐食/防食機能の劣化/ボルトナットのゆるみ（合いマークの確認）・脱落</p> <p>その他： 付属物の損傷/漏水・滞水等</p>	<p>上部構造（主桁、横桁、床版）/下部構造（橋脚、橋台）/支承部/路上/その他</p>	<p>上部構造（主桁、横桁、床版）/下部構造（橋脚、橋台壁面）</p>	<p>上部構造（主桁、床版、横桁下面、縦桁下面）/下部構造（橋脚、橋台）/路上/その他（ボックスカルバート）</p>	<p>上部構造（床版）/下部構造（橋脚、橋台）</p>	
点検費用	<p>橋梁条件</p> <p>機種：[コンクリート橋、鋼橋]</p> <p>部位・部材 橋床版</p> <p>活用範囲 800㎡/日</p> <p>検出項目 ひびわれ</p> <p>550,000円/日</p> <p>機種：[コンクリート橋、鋼橋]</p> <p>部位・部材 橋脚</p> <p>活用範囲 2,000㎡/日</p> <p>検出項目 ひびわれ</p> <p>450,000円/日</p>	<p>[J2、S2+]</p> <p>【橋梁条件】</p> <p>直轄国道 橋梁定期点検要領による目安</p> <p>機種 [コンクリート/鋼橋]</p> <p>橋長 100m</p> <p>幅員 20m</p> <p>部位・部材 [上部工・下部工・路面除く]</p> <p>活用範囲 [1800㎡]</p> <p>検出項目 [静止面、動面]</p> <p>(費用)合計 500,000円(税込)(経費含む)</p> <p>作業時間:1日 3人1班体制時</p> <p>[X2] 見積対応</p>	<p>【橋梁条件】</p> <p>機種 [コンクリート橋]</p> <p>3径間(180m)</p> <p>検出項目:ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰</p> <p>活用範囲:3782m2(上部工3783m2+下部工705m2)</p> <p>1,100円/㎡</p>	<p>【橋梁条件】</p> <p>機種 [コンクリート橋]</p> <p>橋長 : 50m</p> <p>全幅員 : 10m</p> <p>部位・部材 : 床版下面、橋脚</p> <p>活用範囲 : 床版下面 500㎡、橋脚 600㎡</p> <p>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</p> <p><費用>合計 635,000円</p>	<p>参考金額</p> <p>橋梁条件</p> <p>機種：コンクリート橋</p> <p>計測部位：橋脚1基分</p> <p>活用範囲：280㎡</p> <p>検出項目：ひびわれ</p> <p>写真撮影のみ 約50万</p> <p>オルソ画像作成まで 約95万</p> <p>損傷図作成まで 約125万</p>		
問い合わせ先	<p>開発者：中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)</p> <p>連絡先：03-5339-1717</p> <p>Email：h.fujjoka.aa@c-nexco-het.jp</p> <p>担当者名：経営企画部 技術開発課 片川 秀幸</p>	<p>開発者：株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク(株)</p> <p>連絡先：03-6264-4648</p> <p>Email：jiw_dbk@jiw.co.jp</p> <p>担当者名：建設・土木担当</p>	<p>開発者：株式会社デンソー まちづくりシステム 開発部UAVソリューション事業推進室</p> <p>連絡先：0566-87-3386</p> <p>Email：kei.yoshida.j6@jp.denso.com</p> <p>tetsuji.mitsuda.j5b@jp.denso.com</p> <p>担当者名：吉田 敬(よしだ けい)</p> <p>光田 徹治</p>	<p>開発者：三信建材工業株式会社 株式会社ACSL</p> <p>連絡先：0532-34-6066</p> <p>Email：info@sanshin-g.co.jp</p> <p>担当者名：開発室：水野、濱千代、石田</p>	<p>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</p> <p>連絡先：082-209-0230</p> <p>Email：ryousuke_a@luce-s.jp</p> <p>担当者名：有木 峻将</p>		
備考		衝突回避センサー搭載		機体サイズ大			

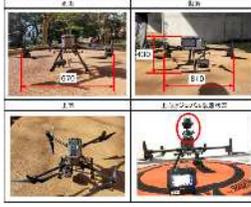
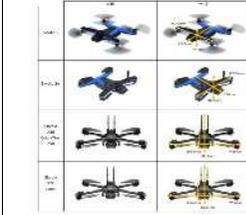
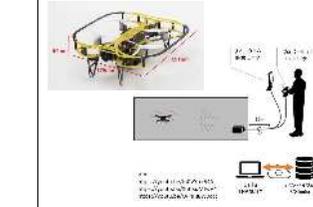
点検支援技術 画像計測技術 性能比較表 ①ドローン技術

(2/4)

技術番号	BR010016-V0524			BR010021-V0424	BR010026-V0324	BR010027-V0324			
分類	画像撮影			画像撮影	画像撮影+ひび割れ検出	画像撮影			
機構	①ドローン技術			①ドローン技術	①ドローン技術	①ドローン技術			
技術名称	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 【3号機】		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 【4号機】	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 【5号機】	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	ドローン・AIを活用した橋梁点検・調査作成支援技術	画像撮影システムを用いた橋梁点検画像の取得技術		
画像									
	移動機構	飛行型			飛行型	飛行型	飛行型		
主な性能	<p><全機種共通技術> 橋梁点検用ドローンにより撮影されたカメラにより撮影された画像より3Dモデルを構築し、超解像度オルソ画像を出力することにより外観視点点検の支援を行う技術。</p> <p><機種概要> 3号機・・・大型機（橋台、橋脚、床版対応、照明付き） 4号機、5号機・・・小型機（橋台、橋脚対応、照明なし） 上向き撮影不可</p> <p>※上向き撮影：可能</p>			<p>・橋脚などのコンクリート部材に二つの車輪を接触させて、一定間隔を保ちながら近接撮影を行う</p> <p>・点検支援ロボット(二輪型マルチコプタ)で収集した画像等の点検データと部材情報を3D-CADモデル上で自動的に整理</p>		<p>本技術は橋梁点検の業務において、ドローンを使用し、対象部位を近接写真撮影した映像に対して、AIによる画像解析を行い、ひびわれを抽出し、点検、診断業務に活用する。</p> <p>AIによる画像解析の特徴：ひびわれがもつ局所的な形状特徴をパターン化して抽出。</p> <p>検出：機械学習によるパターン（ベクトル）識別</p> <p>※上向き撮影：可能</p>			
	対象部位	<2号機、3号機>・下部構造（橋脚、橋台）・上部構造（主桁外側面、床版） <4号機>・下部構造（橋脚、橋台）・上部構造（主桁外側面）			コンクリート部材の内 上部構造（主桁、横桁、床版）、下部構造（橋脚、橋台） [堅型、翼壁のみ]	Co橋、橋台、橋脚、床版	上部構造(主桁、横桁、床版) /下部構造(橋脚、橋台 壁面)		
点検費用	<p>【橋梁条件】 [コンクリート橋] 橋長 94m、全幅員 9.7m 部位・部材 [橋脚、床版、橋台] 活用範囲 [2500]m2 検出項目 [ひびわれ、遊離石灰、カケ、鉄筋露出] <費用> 合計 1,500,000円(経費含む)</p>			<p>【橋梁条件】 [コンクリート橋] 幅員 10m、高さ 20m 部位・部材 [橋脚、橋台] 活用範囲 [2000]m2 検出項目 [ひびわれ、遊離石灰、カケ、鉄筋露出] <費用> 1,000,000円(経費含む)</p>		<p>機体価格：500万円程度（1機当たり） 【橋梁条件】 [コンクリート橋] 橋脚高 35m 全幅員 6m 部位・部材 [橋脚] 活用範囲 [720]m2 検出項目 [ひびわれ、剥離、鉄筋露出] <費用> 合計 65万円(経費含まず)</p>		<p>【橋梁条件】 [コンクリート橋] 橋長30m、全幅員7m 部位 [上部工・下部工] 活用範囲280m2[上部工]210m2+下部工70m2 検出項目[ひびわれ] <費用>合計538,700円(直工費) ※コンクリート橋・鋼橋を問いません。 消費税、一般管理費、間接工事費、旅費交通費、諸経費は含まないものとする。 ○グリッド撮影参考価格 ・現地撮影費 150,000円/日 ・グリッド画像作成費 150,000円/日(データ整理込み) ・AI画像解析費 350円/枚 ※対象橋梁規模・撮影枚数・調査作成有無により変動</p>	
	<p>【橋梁条件】 [コンクリート橋] 橋長 20m 全幅員 12.5m 部位・部材 [上部構造(主桁、横桁、床版)・下部構造(橋脚、橋台壁面)] 活用範囲 500m2 検出項目 [ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/床版ひびわれ] <費用>合計500,000円 (1,000円/m2)</p>								
問い合わせ先	<p>開発者：夢想科学株式会社 株式会社plus-b 株式会社日技 長崎大学 連絡先：097-574-5428・097-574-8135・095-819-2512 Email：izumi@anaheim-laboratory.com・info@nichigi-jpn.com・iyamamoto@nagasaki-u.ac.jp 担当者名：泉 保則</p>			<p>開発者：富士通株式会社 連絡先：044-754-2311 Email： fj-ss-infra-mainte@dl.jp.fujitsu.com 担当者名：富士通株式会社防災 システム事業部 荒川 博史</p>		<p>開発者：株式会社インフラストラクチャーズ 東北大学大学院 工学研究科インフラ・マネジメント研究センター 連絡先：022-796-9935 Email：ishikawa@infrastructures.jp 担当者名：石川光博</p>		<p>開発者：株式会社フルテック 連絡先：0766-54-6198 Email：i.sawamoto@fulltec.co.jp 担当者名：技術部 技術一課 澤本一生</p>	
備考	三次元モデル作成特化、高額			撮影角度限定					

点検支援技術 画像計測技術 性能比較表 ①ドローン技術

(3/4)

技術番号	BR01002B-V0324	BR01002B-V0324	BR01003B-V0224	BR01004B-V0123	BR01005B-V0124	BR01005B-V0124
分類	画像撮影	画像撮影+ひび割れ検出	画像撮影	画像撮影	画像撮影	画像撮影
機構	①ドローン技術	①ドローン技術	①ドローン技術	①ドローン技術	①ドローン技術	①ドローン技術
技術名称	無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検システム	非GNSS環境型UAVを用いた橋梁点検支援システム	ドローンを活用した橋梁点検技術 (MATRICE300RTK+H20)	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)	自律飛行型UAVを用いた小規模橋梁の3D点検技術	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
画像						
主な性能	<p>移動機構</p> <p>飛行型</p>	<p>飛行型</p>	<p>飛行型</p>	<p>飛行型</p>	<p>飛行型</p>	<p>飛行型</p>
	<p>技術概要</p> <p>本技術は、ドローンに搭載されたフルサイズセンサデジタルカメラにより、損傷の状態把握に使用する部材表面のデジタルカラー画像を撮影する技術である。ドローンに搭載されたステレオカメラや赤外線を利用した障害物検知システムを使用して、広範囲を面的に画像撮影を行うことが可能である。</p> <p>※上向き撮影：可能</p>	<p>非GNSS環境型のUAV「FIND-6」を用いて、点検に必要な画像を取得する技術。本UAVの特徴としては、傾斜した6枚のプロペラで姿勢制御を行う。また点検対象がコンクリートの場合には、取得した画像をAIによるひびわれ自動検出システム「i+Crack+」を用いて、点検調査の作成に必要なひびわれ損傷図を出力する。</p> <p>※上向き撮影：可能</p>	<p>ドローンに搭載したカメラ(H20)で撮影した画像から損傷を把握する技術である。カメラはドローン機体の下部と上部に付け替えることで、正面、真上の撮影が可能であり、機体に搭載されたステレオカメラ、赤外線による障害物検知システムを搭載して飛行する。搭載したカメラ(H20)で撮影した画像から3Dモデルを作成し、3Dモデルに損傷写真をタグ付けすることが可能。</p>	<p>本技術は360度周囲を認識する機構を有し、自動および手動で損傷の状態を記録することが出来るドローンの技術である。本技術を用いることで非GNSS環境においても飛行をすることが出来る。自動飛行では構造物の形状を認識し構造物に沿った形で一定の距離を保ち撮影することが可能となる。</p> <p>手動飛行では衝突回避機能を活用し最小120cmの狭小部に入し撮影することが可能となる。</p>	<p>橋長10m以下の小規模橋梁点検に際して、自律飛行型UAVを使用して画像(動画)を取得することにより現橋を3Dモデル化し、3Dデータ上で点検支援を行う技術である。</p> <p>※上向き撮影：可能</p>	<p>・狭小空間を安定して飛行することのできる小型ドローン。 ・狭所・高所・暗所を飛行し、橋梁におけるコンクリートや鉄鋼等の異常箇所を撮影する。 ・ドローンが撮影した映像データを画像処理(SfM)して点群データやオルソ画像を生成し、これをもとにひびわれと遊離石灰の検出を行う。</p> <p>※上向き撮影：可能</p>
対象部位	上部構造(コンクリート) / 下部構造(コンクリート)	鋼橋/Co橋 / 上部構造(主桁、横桁、床版等) / 下部構造(橋脚、橋台等)	「鋼橋・Co橋」：上部構造(主桁、横桁、縦桁、床版等) / 下部構造(橋脚、橋台、基礎)	「鋼橋・Co橋」：上部構造(主桁、横桁、床版等) / 下部構造(橋脚、橋台) / 支承部 / 路上 / 排水施設 / 点検施設 / 添架物 / 袖筒壁	「Co橋」：上部構造(主桁、横桁、床版等) / 下部構造(橋台、橋脚)：橋長10m未満	鋼橋、Co橋：上部構造(主桁、横桁、床版、アーチリブ等) / 支承部(支承本体 / 畜産モルタル / 台座コンクリート) / 溝橋(ボックスカルバート)
点検費用	<p><橋梁条件> 点検対象部位・部材： 下部構造(橋脚、橋台) ※RC製の橋脚およびこれに準じる部材。 検出項目：[ひびわれ / 剥離・鉄筋露出 / 漏水・遊離石灰 / 補修・補強材の損傷 / うき / 変色・劣化 / 漏水・滲水 / 変形・欠損] <費用> 作業内容：飛行撮影、画像解析 成果物：損傷図面、損傷写真、精度管理結果報告書 作業効率：作業時間7時間で1日1,000m程度 費用：1,000m点検の場合650,000円程度</p>	<p>【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 15m、全幅員 10m 部位・部材 [床版、橋脚] 活用範囲 [1000]m2 検出項目 [ひびわれ] 【UAV撮影】 点検業務：33.6万円(3人/チーム、1日作業) 機械経費：2.0万円(ドローン機体費用、1日作業) ※交通費、誘導員費等は含まない 【ひびわれ検出】 解析業務：56.0万円(含、AIシステム損料) ※点検調査(記録様式)に作成は含まない</p>	<p>【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 77m 全幅員 13m 部位・部材 [上部構造/下部構造] 活用範囲 [1,000m] (路面を除く上部工下部工を対象) 検出項目 [腐食 / 亀裂 / ゆるみ / 脱落 / 破断 / ひびわれ / 変形 / 欠損 / 漏水・遊離石灰 / 剥離・鉄筋露出 / 補修・補強材の損傷] <費用> 合計 600,000円</p>	<p>【橋梁撮影例】 橋種 [コンクリート橋] 橋長 30m X 2径間 全幅員 10m 部位・部材 [床版下面、橋脚] 活用範囲 床版[600]m2 橋脚[500]m2 撮影形式：静止画・動画 作業工数：0.5日 <費用> 合計 750,000円 含む UAV撮影費、機械経費 3人体制/日、交通費別途</p>	<p>【橋梁条件：参考】 橋種 [溝橋] 橋長：10m 部位・部材：上部工、下部工 範囲：100m2以内(上部工側面積、下部工面積含む) 【作成データ】 SfMデータ、状況動画 【費用】：委託 ¥600,000-(標準条件での直接費用：現場1日の場合) 【費用】：販売 ・Skydio+：¥1,400,000- ・Crack Imager：¥450,000- ・Arena4D DataStudio-J：¥1,400,000-</p>	<p>【橋梁条件(一例)】 橋種 [溝橋] 橋長：50m程度であれば1日に3本の点検が可能 全幅員：φ600mm~3,000mm 部位・部材：内壁のコンクリート、コルゲート 撮影形式：動画、静止画 <費用> 合計650,000円 ※1日で3本の溝橋内部を撮影した場合 ※旅費交通費は別途請求</p>
問い合わせ先	<p>開発者：DJI JAPAN 株式会社 株式会社FLIGHTS 大日本コンサルタント株式会社 連絡先：03-5860-1023 (代表連絡先) Email：infra@droneagent.jp (代表連絡先) https://drone-infrastructure.com/ 担当者名：株式会社FLIGHTS 渡辺、栗原、阿世知、長崎</p>	<p>開発者：株式会社IHI 連絡先：050-3819-3479 03-6204-7315 Email：shionaga4803@ihi-g.com 担当者名：社会基盤・海洋事業領域 事業推進部 塩元 亮介</p>	<p>開発者：計測検査株式会社 九州電力株式会社 連絡先：093-642-8231(代表連絡先) 092-981-0808 Email：kkeigo@keisokukensa.co.jp(代表連絡先) drone@kyuden.co.jp 担当者名：計測検査株式会社 営業(代表連絡先) 九州電力株式会社情報通信本部 ドローン事業グループ</p>	<p>開発者：エス・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社 (docomo business) 連絡先：03-5156-2753 Email：infra-drones@ml.ntt.com 担当者名：5G/IoTドローンサービス部門 docomoskyチーム</p>	<p>開発者：KDDIスマートドローン株式会社 連絡先：03-4485-1606 Email：ys-yamazaki@kddi.smartdrone.co.jp 担当者名：サービス企画部 山崎 晴博</p>	<p>開発者：株式会社Liberaware 連絡先：043-497-5740 Email：kitagawa.yusuke@liberaware.com 担当者名：スマート保安事業部 北川祐介</p>
備考			上方撮影不可		三次元モデル作成に特化	溝橋等小規模橋梁用

点検支援技術 画像計測技術 性能比較表 ①ドローン技術 (4/4)

技術番号		BR010057-V0124	BR010060-V0124
分類		画像撮影	画像撮影
機構		①ドローン技術	①ドローン技術
技術名称		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)	ドローンを活用した橋梁点検技術(ELIOS3)
画像			
主な性能	移動機構	飛行型	飛行型
	技術概要	ドローンに搭載した可視カメラにより画像又は動画を取得して、部材及び損傷箇所を撮影する技術である。	ドローンに搭載したカメラで撮影した画像から損傷を把握する技術である。 カメラは上下180°チルト可能なため、正面、真上、真下の撮影が可能である。 独自のSLAMエンジンにより、桁下等のGPSが入らない環境でも安定飛行が可能である。 ※上向き撮影：可能
	対象部位	「鋼橋・Co橋」：上部構造(主桁、横桁、縦桁、床版等)／下部構造(橋脚、橋台)	「鋼橋・Co橋」：上部構造(主桁、横桁、床版等)／下部構造(橋脚、橋台)／支承部／路上
点検費用		機種 [コンクリート橋・鋼橋] 橋長 35m 全幅員 10 m 部位・部材 [主桁(外側面)/高欄/橋脚/橋台] 活用範囲 [350]m2 検出項目 [ひびわれ/腐食/漏水/剥離等] <費用> 合計 250,000円(経費・内業を含まない)	【橋梁条件】 直轄国道 橋梁定期点検要領 機種 [コンクリート/鋼橋] 橋長 80m 幅員 20m 部位・橋脚、桁下 活用範囲 [1400m] 検出項目 [静止画、動画] <費用目安> 合計 800,000円～/1日
問い合わせ先		開発者：株式会社A.L.I.Technologies 株式会社ACSL 連絡先：03-6409-6761 Email：doboku@ali.jp 担当者名：エモヒリティ第三本部	開発者：ブルーイノベーション株式会社 ソリューション営業部 連絡先：03-6801-8781 Email：inspection@blue-i.co.jp 担当者名：ソリューション営業1部
備考		上方撮影不可	

BR010018-V0524		BR010019-V0524		BR010020-V0524	BR010056-V0124
画像撮影	画像撮影	画像撮影	画像撮影	画像撮影	画像撮影
②ポール型技術	②ポール型技術	②ポール型技術	②ポール型技術	②ポール型技術	②ポール型技術
橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード・mini) 【スタンダード型】	橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード・mini) 【ハイグレード型】	橋梁点検ロボットカメラ 【懸垂型】	橋梁点検ロボットカメラ 【高所型】	橋梁下面の近接目視支援用簡易装置 「診れるんです」	あいあい～軽量垂直ポールカメラ～
					
アーム型		懸垂型	高所型	人力	人力
橋梁点検支援ロボットは、橋面上に設置した幅0.95m～1.25mの自走式ローラー台車をベースマシンとし多段式の鉛直ロッドに吊られた長さ7～10mの水平アーム上に高精細ビデオカメラを搭載した近接目視支援用台車とクラック幅を計測するためのクラックゲージ台車を遠隔操作して橋梁のひびわれ幅の測定を行う技術である。 橋梁点検調査作成支援システムは、損傷の種類・発生位置・程度等の状況を人がタブレットに入力し、撮影した損傷写真データと紐づけて損傷写真台帳を作成する技術である。		点検員が近接するのには足場や脚立、梯子、ロープアクセス等が必要とする部位に対して、それらが必要とすることなく、点検員が離れた場所よりカメラで視準して点検することを可能とする技術である。 操作端末に表示した点検画像に対し、擬似的なクラックスケール、L型スケールを点検者の操作で表示することができ、損傷の大きさを定量的に点検者が計測可能である。 高所型ポール、懸垂型ポールは伸縮可能で、カメラの視準位置を変更することができる。この機能により、点検者の位置からは死角となっている部位まで点検が可能である。 また、点検カメラおよびポールユニットの装置一式は、軽量で、可搬性があり、設置も容易である。		橋梁側高欄部等より橋軸直角方向に吊下げられた長さ12mの両端ヒンジのアルミ製棒部材に固定した最大6台のカメラを用いて、床版下面・桁、橋脚・橋台の壁面等をタブレット端末で常時リアルタイムに確認し、静止画撮影・保存する。	あいあい～軽量垂直ポールカメラ～は、最長7.5mまで伸縮可能な長手ポール先端にチルト機能を有した雲台および撮影用カメラを設置し、それらをwindows PCと有線接続して操作し、近接目視が困難な道路橋の点検対象等の撮影が可能な技術である。また、撮影した画像から劣化損傷自動検出技術C2finder（点検支援技術性能カタログ：BR010047-V0022）を活用することにより、コンクリート部材に発生したひびわれの長さや幅の自動検出を行うことも可能である
上部構造（主桁、横桁、床版等）／下部構造（橋脚、橋台等）／支承部／		上部構造／下部構造／支承部／路上／箱桁内		上部構造（主桁、床版下面）／下部構造（橋脚、橋台）	鋼橋・Co橋：上部構造（主桁、横桁、床版）／下部構造（橋脚、橋台）／高欄
■橋梁点検支援ロボット（視る診る・スタンダード・ハイグレード） 【橋梁条件】 橋種[コンクリート橋／鋼橋] 橋長 50m、全幅員 10m 部位・部材[上部工・下部工] 活用範囲 [500㎡] 検出項目 [基本事項の変状の種類に記載] (費用) 合計 400,000円(経費含む・税込)		機器購入：約300万円、機器レンタル：3～5万円/日 作業費用（参考） コンクリート桁橋（300m2）：240,000円 コンクリート箱桁橋内（550m2）：330,000円		橋 種：コンクリート橋を基本 橋 長：60m（支間長15m・4径間） 全幅員：6.0m 計測部位：床版 活用範囲：360m2 検出項目：ひびわれ 計測費用約24万（直接人件費＋直接経費） 解析費用約27万（直接人件費） ※ただし、消費税、一般管理費、間接工事費、旅費交通費、諸経費は含まないものとする。	橋種 [コンクリート橋／鋼橋] 橋長 15.0m 全幅員 15.8 m 部位・部材 [床版・桁] 活用範囲 [237]m2 検出項目 [ひびわれ] <費用> 【カメラ1】合計 89,369円(経費含まない) 【カメラ2】合計 67,414円(経費含まない)
開発者：ジビル調査設計株式会社 有限会社インテス 福井大学 連絡先：0776-23-7155 Email：minamide@zivil.co.jp 担当者名：企画開発室 南出 重克		開発者：三井住友建設株式会社 株式会社日立産業制御ソリューションズ 連絡先：03-3251-7245 Email：yoshitaka.chiba.tx@hitachi.com 担当者名：株式会社日立産業制御ソリューションズ 営業統括本部 組込み営業本部 組込み営業第二部 千葉		開発者：O・T・テクノリサーチ株式会社 東北工業大学 連絡先：022-343-9961 Email：htoriumi@ottr.jp 担当者名：調査部 石垣 克典	開発者：首都高技術株式会社 連絡先：03-6231-1835 Email：konno@shutoko-eng.jp 担当者名：構造管理部点検管理課（兼）技術開発室
		懸垂型は特殊橋梁には不適、歩道部が必要		特殊橋梁には不適、歩道部が必要	伸縮長さに制約あり

点検支援技術 画像計測技術 性能比較表 ③水上ドローン技術

(1/1)

技術番号	BR010031-V0324	BR010032-V0324	BR010041-V0224
分類	画像撮影	画像撮影	画像撮影
機構	③水上ドローン技術	③水上ドローン技術	③水上ドローン技術
技術名称	無人艇による河川橋の コンクリート床版点検技術	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	全方向水面移動式ボート型ドローンを用いた 溝橋点検支援技術
画像			
主な性能	移動機構	電気式	飛行型
	技術概要	水面から検査対象であるコンクリート床版や桁 下面までの高さが4~7m程度の河川橋での床版 点検を行う水上型ドローン（KENBOT2）を開 発。床版や桁下面を水上型ドローンにて下から 撮影を行い、撮影された画像はひびわれ自動抽 出ソフトを利用して外観目視点検を行う技術。	当該技術の特徴としては、水面フローターと 360°カメラを搭載したドローンで、溝橋中を滑 走又は飛行し、損傷状況を把握する技術。
対象部位	鋼橋（コンクリート床版） コンクリート橋（床版、桁下面）	みぞ橋水路	「Co橋」：溝橋（ボックスカルバート）
	点検費用	【橋梁条件】 橋種：コンクリート橋 橋長 58m 全幅員 16.7m 部位・部材 [桁、床版、橋脚、橋台] 活用範囲 [1200] m2 検出項目 [ひびわれ] <費用> 合計69万円（経費含む）	
問い合わせ先	開発者：夢想科学株式会社 国立大学法人 長崎大学 連絡先：097-574-5428 Email：izumi@anaheim-laboratory.com 担当者名：泉 保則	開発者：（株）エイテック 連絡先：06-4869-3365 Email：kimura-mt@kk-atec.jp 担当者名：空間情報調査部 木村光晴	開発者：株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク 連絡先：06-6736-5355 Email：jiw_dbk@jiw.co.jp 担当者名：事業推進部・建設土木担当
備考	溝橋等小規模橋梁用	溝橋等小規模橋梁用	溝橋等小規模橋梁用

付録 2 画像計測技術の活用事例集

1 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン J2

(1) 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン (J2) の概要

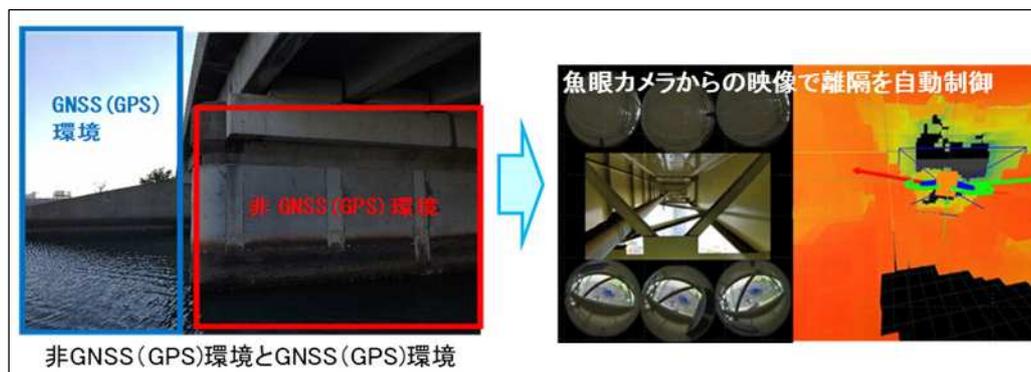
(1)-1 概要

点検支援技術性能カタログには、複数の UAV(ドローン)が掲載されている。しかし、その多くは機体の直径が1m 程度あり、構造物との離隔に配慮した場合、主桁間や支承付近に近接しての点検は困難である。

本技術は、小型(27.3cm×22.3cm)であり、狭小部への進入が可能であることから、橋梁点検に適している技術であり、実績も多数ある。

特徴①:全方向衝突回避機能の搭載

本技術は、機体に搭載された 6 基の魚眼レンズの映像から障害物をとらえて機体を制御する。そのため、非 GPS 環境下でも障害物に衝突することなく飛行が可能であり、操縦者の熟練度に大きく左右されにくい。



付図-1-1 衝突回避機能イメージ

特徴②:ハンドリリース・キャッチが可能

本技術は小型なため、橋脚天端や検査路などから離発着が可能であり、ハンドリリース・キャッチも可能である。

(1)-2 選定条件

選定条件①:経済性

一般的に、ドローン技術の活用は、従来点検手法の内、地上、梯子、高所作業車又は、橋梁点検車(BT200)による点検費用の縮減は、現時点では難しい。一方で、従来点検手法の内大型橋梁点検車(BT400)やロープアクセスによる点検、ボート以外の搬入・組立や牽引が必要な船(フロート台船等)による点検に対しては、多くの場合で点検費用の縮減が見込まれるため、経済性の観点から選定する。

選定条件②:ガードレール等の撤去・復旧

橋梁点検車での点検の場合、アウトリガーを歩道に設置する必要がある橋梁が存在する。その際、歩車道境界にガードレールが設置されている場合、ガードレール等の一時撤去・復旧作業が必要となる。

撤去・復旧にあたり、歩行者への安全性確保の観点から、ガードレールを常時撤去することは困難であり、点検前後での撤去・復旧が望ましい。その場合、点検時間が少なくなってしまう、点検が複数日必要となることも考えられることから、作業時間や安全性を踏まえ、選定する。

選定条件③:作業環境(不可視部など)

従来点検手法(橋梁点検車や台船等)では不可視部が生じる場合、点検支援技術や特殊高所技術等との併用が必要となり、非効率かつ費用が高額になることから、選定する。

(1)-3 現地作業時の注意事項

飛行環境の事前確認・検討

事前に点検対象地域が、ドローン飛行の規制エリア(DID 地区・特定飛行禁止区域)対象の有無や、高圧線の有無などを確認する必要がある。また、規制エリアの場合、必要な手続き・許可等の必要がある。

天候の制約

機体に搭載された 6 基の魚眼レンズ映像から機体を制御している。雨天時に、雨が魚眼レンズに付着した場合、安定した飛行を行うことができない恐れがあるため、天候に注意が必要である。

(2) 全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン(J2)活用事例

1. 点検対象橋梁			
橋梁名	大河内橋	路線名	主要地方道 梅ヶ島温泉昭和線
橋長	214.90m	竣工年	2009年
全幅員	29.80m	上部工形式	鋼単純ニールセンローゼ橋

2. 点検支援技術の概要	
名称	全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術
使用したカメラ	SONY 製カメラ(IMX577)
点検実施方法	UAV(以下、「ドローン」と呼ぶ)に取り付けられたデジタルカメラにより撮影(上向き撮影可能)。
現地踏査時の主な確認事項	①ドローン使用時の支障物件(飛行・撮影の障害となつ樹木等)の有無の確認 ②ドローン飛行、桁端部部材(上弦材等)、交通規制方法の計画 ③ドローン飛行が難しい範囲と、その場所での代替方法の確認 ④鋼箱桁(下弦材)内部の作業性(点検員の進入可否等)の確認

3. 選定した背景	
<p>本業務では、点検に活用する3次元モデル生成を目的とし、画像取得は、ドローンを用いることを基本として発注された。そのため、対象橋梁の構造(大河内橋【ニールセンローゼ桁】)の踏まえ、下記の性能を満たすドローン「全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術」を選定した。</p> <p>また、桁端部・支承部等の狭隘箇所や、検査路・添架物周辺の床版下面や鋼部材の交差部においては、「橋梁等構造物の点検ロボットカメラ」と「360°カメラ」を併用して点検(画像取得)を行った。(付表-1-1)</p>	
接近性・作業性	①接近性:機体が小型であり、部材へ約50cmまで近接可能。 ②作業性:特殊橋梁である本橋に対し、部材にぶつからない技術(1)参照を有する。

4. 安全管理計画	
ドローン飛行時の安全対策	
経験豊富なドローン操縦者の配置	操縦ミス等による事故防止のため、選定するドローンに対し経験豊かな有資格者(国家資格:二等無人航空機操縦士)を配置した。
ドローン飛行に関する許可等	ドローン飛行時には、国土交通省への機体の登録が必要であり、登録した機体を使用した。
ドローン操作による事故発生時の保険加入	ドローン飛行時に機体の損傷、第三者への事故が発生した場合に備え、損害賠償保険に加入した機体を使用した。
第三者への落下に配慮した交通規制計画	路面上部にあるアーチ部材の点検の際、道路利用者へのドローン落下が懸念されるため、片側交互通行規制を実施した上で、点検を行った。

5. 点検状況写真	
	
点検状況 (1)	点検状況 (2)
	
キャリブレーション状況	

6. 点検調書

調書-3 現況写真

橋梁番号	B1-20-1324-0100
橋梁名	大河内橋
橋梁名(別)	オオコウチバシ
路線名称	梅ヶ島温泉昭和線

橋梁ID	35.18275.138.36198
管理者	静岡市葵区
事務所・部署	葵北道路整備課

写真-7: 画像計測技術(ドローン)



写真-8: 画像計測技術(ロボットカメラ)



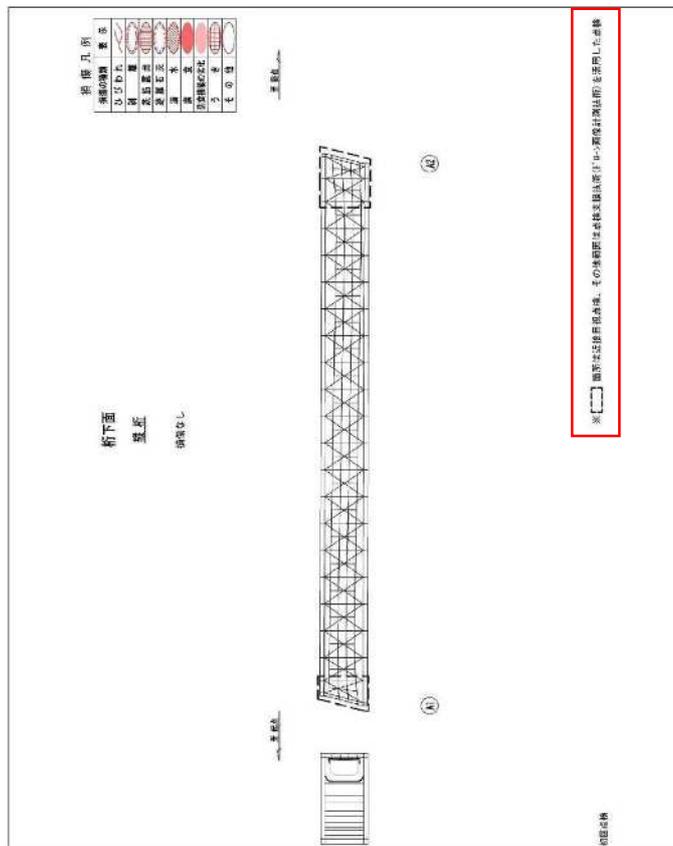
調書-3 現況写真

調書-4 損傷図

検査番号	B1-20-1324-0100
橋梁名	大河内橋
橋梁名(別)	オオコウチバシ
路線名称	梅ヶ島温泉昭和線

点検日	2024.01.24
-----	------------

区間/下部工番号	1
----------	---



調書-4 損傷図

6. 点検調書

調書-8 診断結果

橋梁番号	B1-20-1324-0100
橋梁名	大河内橋
橋梁名(仮)	オオコウチバシ
路線名称	梅ヶ島温泉昭和線

点検日	2024.01.24
点検会社	株式会社エイト日本技術開発
点検者	小野 裕一
診断者	萩原 明伯

部材単位の健全性評価

		変状の種類	診断区分	備考
上部構造	主桁(主版)	防食機能の劣化	I	下弦材箱桁内部
	横桁	防食機能の劣化	I	下横構
	床版	床版ひびわれ、漏水・遊離石灰	I	1方向
下部構造		ひびわれ、漏水・遊離石灰、うき	II	
支承部			I	
その他		ひびわれ、漏水・遊離石灰、その他(ひびわれ、鉄材腐食欠損)	II	路上(照明柱基部アンカークラップなし)

橋梁単位の健全性診断

診断区分	所見など
II	主桁(鋼箱桁)内部と横桁(下横構)の一部に防食機能の劣化、床版に遊離石灰を伴う1方向の床版ひびわれが見られるが、損傷は軽微であるため、健全性Iと診断。下部構造(橋台)に発生するひびわれの状態、路上(照明)のアンカークラップがない状態は、予防保全の観点から、経過観察を行い状況に応じて対策を講じることが望ましいため、健全性IIと診断。

維持管理の履歴

種別		実施年月	内容など
点検・調査	補修・補強		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2024.01.24	定期点検(初回点検)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

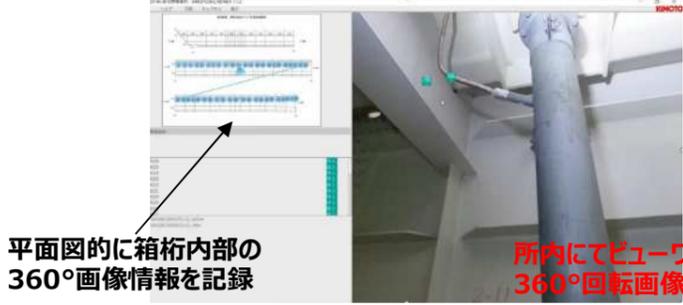
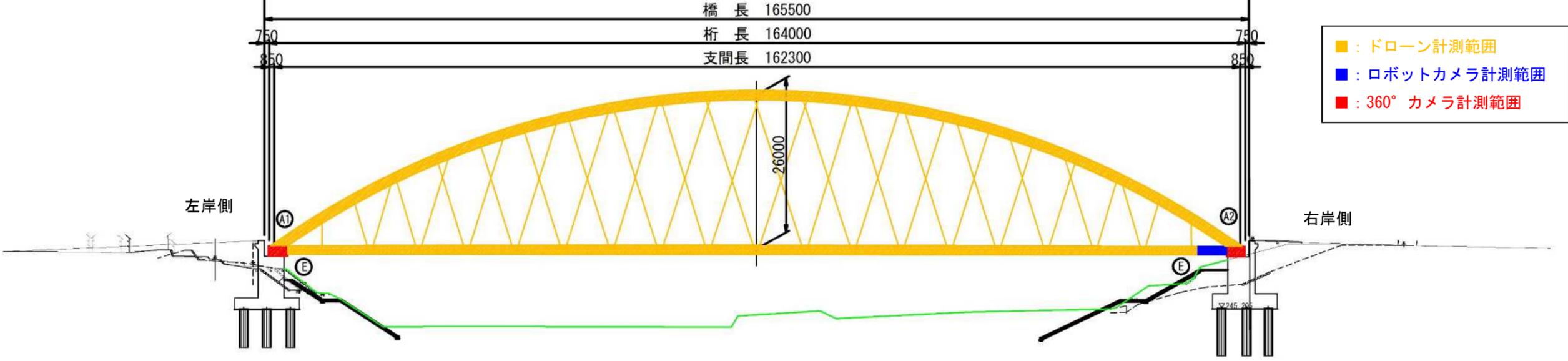
特記事項など

■本点検では、点検支援技術[画像計測技術:技術番号BR010009-V0323 点検支援技術性能カタログ(案)令和5年3月]を活用し、桁端部と上路部材の一部は近接目視点検(作業車、ロープアクセス点検)を実施。※点検手法の範囲は、損傷図参照

■下弦材鋼箱桁内部は、狭隘なため進入困難な範囲があった。ただし、損傷が発生しやすい支点部付近において、滞水等の損傷が見られなかったことから、健全性Iと診断。※不可視部は、損傷図参照

■点検と同時に3次元モデルを作成し、本調書の損傷は、そのモデルへも記録。

付表-1-1 大河内橋における画像計測技術の活用範囲と対象部材

画像計測技術	ドローン技術「J2」 「技術番号：BR010009-V0424」	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ 「技術番号：BR010019-V0524」	360° カメラ
	 <p>部材との離隔 50cm</p> <p>W 27.3cm L 22.3cm H 7.4cm</p> <p>小型のため部材間への進入が可能</p>	 <p>上下・左右 に回転操作可能</p> <p>最大 10m 伸縮可能</p>	 <p>平面図的に箱桁内部の 360°画像情報を記録</p> <p>所内にてビューワーで 360°回転画像を確認できる</p>
	<ul style="list-style-type: none"> 特殊橋梁である本橋のドローン飛行の際、部材にぶつからない機能を有する「全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術(技術番号:BR010009-V0424)」を選定。 機体が小型(223×273×74mm)、部材へ約 50cm まで近接可能 	<ul style="list-style-type: none"> ドローン飛行が難しい桁端部付近は、「橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(技術番号:BR010019-V0524)」を選定。 地上に設置した三脚付きのポールユニットを、鉛直上方向に伸長し、上下左右回転可能な点検カメラを、専用タブレットにて操作して画像計測する技術 	<ul style="list-style-type: none"> 人による近接撮影が必要な範囲・箇所は、360° カメラにて撮影した画像・動画を、3次元で閲覧できる「KIMOTO360EDITOR(桐きもと)」を使用し記録。 無償ビューワーを利用し、維持管理関係者間の情報共有が可能。
活用範囲と対象部材	 <p>部材間への進入状況</p>	 <p>ロボットカメラ活用可能範囲</p>	 <p>検査路・添架物上の撮影困難な部分的範囲を360°カメラ撮影にて補足</p>
	<ul style="list-style-type: none"> 本橋梁の飛行、画像計測可能な範囲全て 桁下面部材、上弦材、吊り部材など 	<ul style="list-style-type: none"> 河川右岸天端上のドローン飛行、撮影が難しい範囲 桁端部(下弦材、横桁、床版、支承部材)など 	<ul style="list-style-type: none"> 箱桁内部、橋座面上の支点部、検査路・添架物による撮影支障箇所 支承部部材、床版の局所的範囲、横桁交差部など
計測範囲	 <p>橋長 165500 桁長 164000 支間長 162300</p> <p>26000</p> <p>左岸側 右岸側</p> <p>■ : ドローン計測範囲 ■ : ロボットカメラ計測範囲 ■ : 360° カメラ計測範囲</p> <p>※上弦材、下弦材、箱桁内、検査路及び添架物上の撮影不可部は 360° カメラにて撮影を行う</p>		

1. 点検対象橋梁			
橋梁名	-	路線名	国道 1 号
事務所	-	竣工年	2009 年
橋長	214.90m	全幅員	29.80m
上部工形式	3 径間連続非合成箱桁橋		

2. 点検支援技術の概要	
名称	全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術
使用したカメラ	SONY 製カメラ (IMX577)
点検実施方法	ドローン取り付けられたデジタルカメラにより撮影 (上向き撮影可能)。

3. 選定した背景	
作業環境	歩道部の幅員が 4.9m あり、橋梁点検車 (BT400) では歩道の乗越えができな いため、 選定 した。
経済性	代替手法 (過年度点検手法) の特殊高所技術と比べ、点検費用が縮減され るため、 選定 した。

4. 点検状況写真	
	
点検状況 (1)	点検状況 (2)

①側面全景(起点左側)



②過年度点検状況 特殊高所技術



③橋面状況(上り線側)



④橋面状況(下り線側)



⑤左岸側河川敷状況(リフト車) 起点左



⑥右岸側河川敷状況(梯子) 起点右



⑦検査路設置状況



⑧検査路設置状況



付図-1-2 現地状況写真

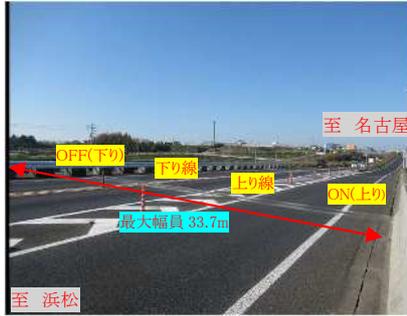
1. 点検対象橋梁			
橋梁名	-	路線名	国道 23 号
事務所	-	竣工年	2006 年
橋長	27.00m	全幅員	32.50m
上部工形式	単純 PC ポステン T 桁橋		

2. 点検支援技術の概要	
名称	全方向衝突回避センサーを有する小型ドローン技術
使用したカメラ	SONY 製カメラ (IMX577)
点検実施方法	ドローン取り付けられたデジタルカメラにより撮影 (上向き撮影可能)。

3. 選定した背景	
作業環境	対象橋梁の最大幅員が 33.7m であり、橋梁点検車(差込み長さ:15.34m)で上下線から作業を行った場合、不可視部が生じるため、 選定 した。
経済性・作業性	PC 橋であり、特殊高所技術の場合、アンカー設置が必要となるため、ドローンを 選定 した。

4. 点検状況写真	
	
点検状況	キャリブレーション状況

①橋面状況 ※過年度点検調書より抜粋



②桁下面状況



③過去規制状況 ※過年度点検調書より抜粋



付図-1-3 現地状況写真

2 橋梁等構造物の点検ロボットカメラ

(1) 橋梁等構造物の点検ロボットカメラの概要

(1)-1 概要

点検ロボットカメラの向き、倍率(光学 30 倍ズーム)、撮影等を付属の操作端末(タブレット PC)から遠隔操作にて、画像取得が可能である。また、操作端末に表示した点検画像に対し、疑似的なクラックスケール、L型スケールを表示することができ、損傷の大きさを定量的に計測することが可能である。



付図-2-1 点検ロボットカメラ



付図-2-2 作業イメージ

特徴①:カメラの操作性・精度

点検ロボットカメラの向き、倍率(光学 30 倍ズーム)、撮影等をカメラから離れたタブレット PC から遠隔操作でき、点検画像の取得を行う。また、照明を搭載し、暗所でも撮影可能な高感度カメラで撮影が可能である。

特徴②:定量的な計測が可能

撮影画像に対し、疑似クラックスケール・L型スケールを表示することができ、損傷の大きさを定量的に計測することが可能である。また、必要に応じて、撮影画像に対し、チョーキングを行うことも可能である。

なお、本技術を用いて撮影した画像であれば、専用ソフトを活用することで、後日、PC 上で、疑似クラックスケール・L型スケールを表示することが可能である。

(1)-2 選定条件

本技術は、下記に示す様々な制約に対してスポット的に活用できる。

選定条件①:高所作業車等の進入ができない範囲

点検対象橋梁の桁下の水路・フェンス・盛土等を超えて、高所作業車等が進入できない範囲において、スポット的に**選定**する。

選定条件②:支障物により橋梁点検車が使用できない範囲

架空線や樹木等があるため、橋梁点検車が使用できない範囲において、スポット的に**選定**する。

選定条件③:鉄道管理者の用地

鉄道管理者の用地内には、架空線が輻輳している場合、ドローンの活用はできない。ドローンを飛行することができない鉄道管理者の用地にて、スポット的に**選定**する。

(1)-3 現地作業時の注意事項

機材の設置箇所

機材の据付に際しては、三脚での水平調整は可能であるが、可能な限り平坦な箇所を選定する。

運搬時

機材重量は、約 13kg であることから、2 名以上での運搬を行うことが望ましい。

(2) 橋梁等構造物の点検ロボットカメラ活用事例

1. 点検対象橋梁			
橋梁名	大河内橋	路線名	主要地方道 梅ヶ島温泉昭和線
橋長	214.90m	竣工年	2009年
全幅員	29.80m	上部工形式	鋼単純ニールセンローゼ橋

2. 点検支援技術の概要	
名称	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ
使用したカメラ	専用の点検カメラ
点検実施方法	河川右岸側堤防上の狭隘部において、点検ロボットカメラにより画像を取得した。
現地踏査時の 主な確認事項	<ul style="list-style-type: none">・ドローン飛行が難しい範囲の確認・ドローン飛行困難範囲での代替方法としての活用可否

3. 選定した背景	
<p>本業務では、点検に活用する3次元モデル生成を目的とし、画像取得は、ドローンを用いることを基本として発注された。そのため、対象橋梁の構造(大河内橋【ニールセンローゼ桁】)の踏まえ、橋梁の大半部分においてドローンを活用した。</p> <p>しかし、ドローンの飛行が難しい桁端部(河川右岸側堤防上の狭隘部)では、「橋梁等構造物の点検ロボットカメラ」を併用した。</p>	
接近性	点検カメラが小型(235×160×130mm)であり、三脚の設置が可能な河川右岸側堤防上では、点検対象部材への近接が可能。

4. 安全管理計画

点検ロボットカメラの安全対策

転倒防止措置

作業時にはポールが長くなり、風の影響等により転倒する恐れがある。そのため、作業時はタブレット操作者に加えて、ポール転倒防止のため、1名配置して作業を行った。

5. 点検状況写真



点検状況



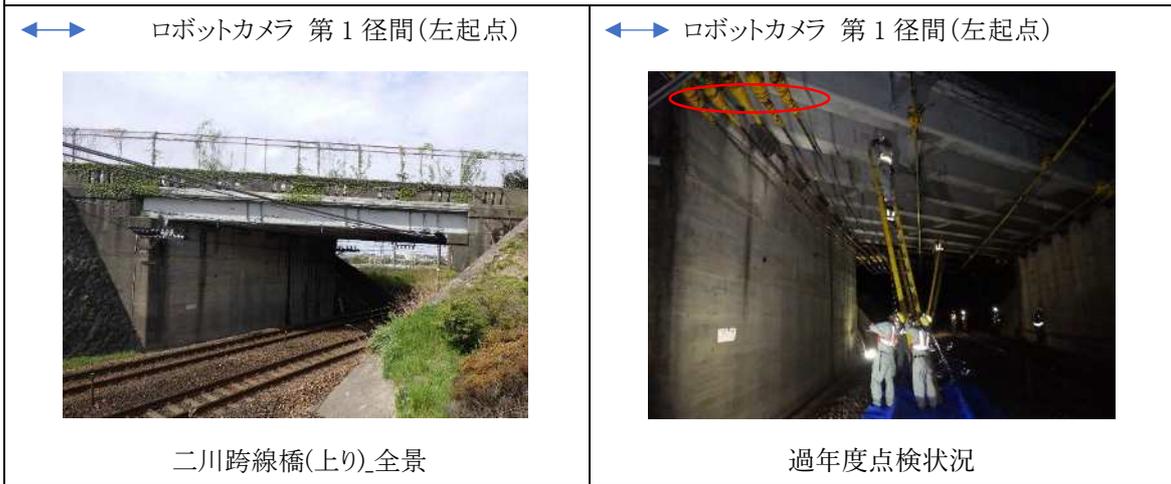
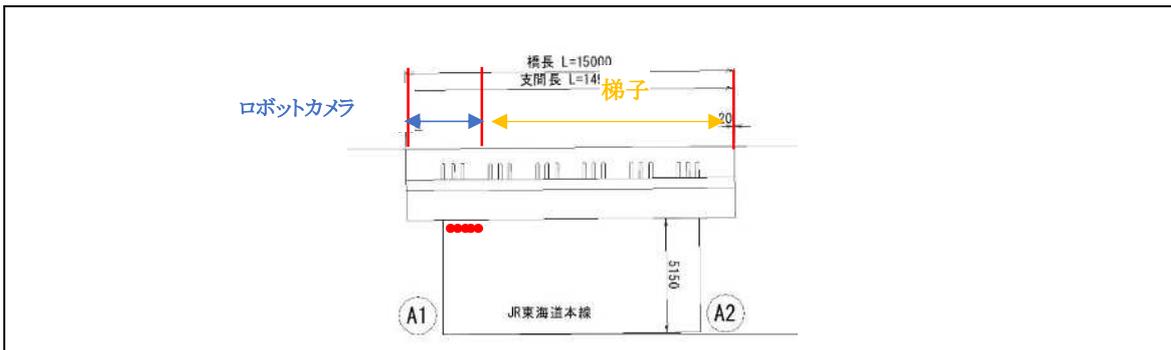
撮影写真

1. 点検対象橋梁			
橋梁名	-	路線名	国道 1 号
事務所	-	竣工年	1929 年
橋長	15.0m	全幅員	11.9m
上部工形式	単純PCT桁		

2. 点検支援技術の概要	
名称	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ
使用したカメラ	専用の点検カメラ
点検実施方法	桁下に架空線が輻輳する跨線橋に対して、点検ロボットカメラにより画像を取得した。

3. 選定した背景	
安全性	桁下高さが5m 程度であり、梯子での点検が可能である。しかし、A1 橋台に設置された鉄道の架空線が輻輳しており、梯子での近接目視点検が不可能なため、スポット的に 選定 した。

4. 点検状況写真	
	
作業状況 (1)	作業状況 (2)



備考: 梯子→梯子、橋梁点検ロボットカメラに変更

<p>←→ ロボットカメラ</p>	<p>桁下高さが 5m 程度であるが、橋梁起点側に架空線が 5 本並列しており、梯子による点検が不可能なため、ロボットカメラによる点検を提案する。</p>
<p>←→ リフト車</p>	<p>桁下高さが 5m程度であるため、選定フローに基づき梯子点検を行う。</p>

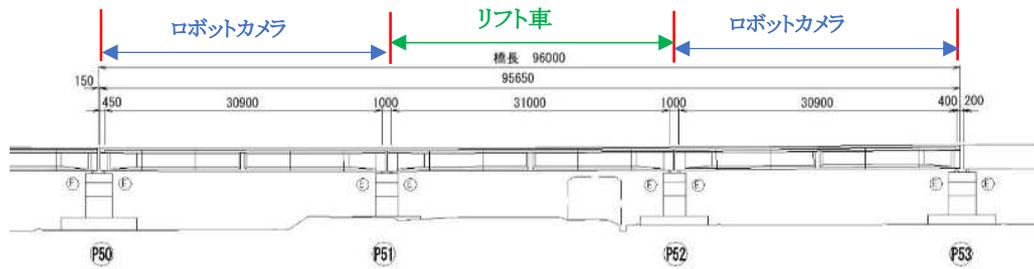
付図-2-3 検討結果

1. 点検対象橋梁			
橋梁名	-	路線名	国道 23 号
事務所	-	竣工年	2012 年
橋長	96.0m	全幅員	36.0m
上部工形式	3 径間連結 PC ポステンコンポ橋		

2. 点検支援技術の概要	
名称	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ
使用したカメラ	専用の点検カメラ
点検実施方法	リフトの進入が困難な橋梁に対して、点検ロボットカメラにより画像を取得した。

3. 選定した背景	
作業性	橋脚付近のフーチングが露出しており高所作業車の進入が不可能である。そのため、スポット的に 選定 した。

4. 点検状況写真	
	
現地状況	作業状況



※1 第1径間は橋脚のフーチング幅が1.5m程度であり、通常のリフト車の進入は不可能。過年度点検時は、スパイダーリフトで点検を実施している。
 ※2 第3径間は起点側に門扉が無く、終点側は、門扉は設置されているが、蒲郡BP工事の足場や資材が設置されている。

<p>←→ ロボットカメラ 第1径間(奥起点)</p>  <p>桁下状況</p>	<p>←→ リフト車 第2径間(左起点)</p>  <p>桁下状況</p>
<p>←→ ロボットカメラ 第3径間(手前起点)</p>  <p>桁下状況</p>	<p>←→ ロボットカメラ 第3径間(手前起点)</p>  <p>P53 橋脚周辺支障物</p>

備考:リフト車→リフト車、橋梁点検ロボットカメラに変更

<p>←→ ロボットカメラ</p>	<p>第1,3径間は桁下高さが5m以上あるが、橋脚付近が狭隘で車両の進入ができないことや、工事用足場等が支障することなどから、リフト車の進入が不可能なため、ロボットカメラによる点検を提案する。ただし、第三者予防措置の対象となる地覆部分については、側道を通り止めし、リフト車にて点検を行う。</p>
<p>←→ リフト車</p>	<p>桁下高さが5m以上あり、リフト車の進入が可能であるため、選定フローに基づきリフト車点検を行う。</p>

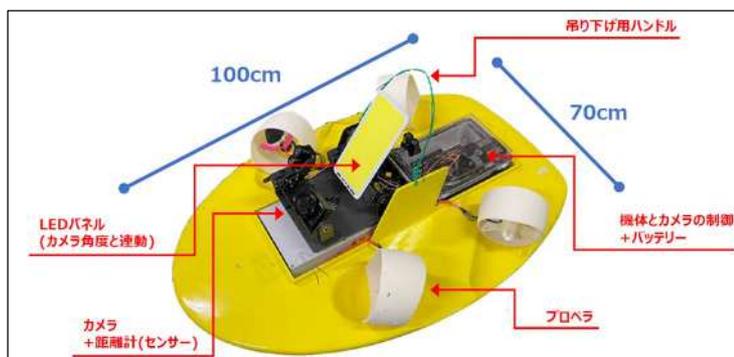
付図-2-4 検討結果

3 全方向水面移動式ボート型ドローン

(1) 全方向水面移動式ボート型ドローン【type-P】の概要

(1)-1 概要

桁下空間の狭い橋梁(溝橋)に対して、最小桁下空間横幅1.5m、桁下高さ50cmあれば進入可能で、水面上を全方向に移動できる。ボート上面に取り付けられたカメラにより撮影された動画・画像から損傷を把握できる技術である。



付図-3-1 ボート型ドローン【type-P】

(1)-2 選定条件

本技術は、水位が高い、足元条件が悪い(泥・ヘドロの堆積)等により点検員の進入が困難、点検作業の危険度が高い溝橋や水路 BOX での「**点検作業の安全リスク低減**」を目的として活用される。

また、本技術は、ボート上に設置されたカメラにより、動画・画像を取得するため、水面付近の目線での点検となる。そのため、橋梁構造の場合、支承本体や支承付近の損傷の把握は不可能であることから、**溝橋や BOX 構造のみの適用**が基本となる。

(1)-3 現地作業時の注意事項

・調査時の河川等の最浅水深 10cm 以上かつ流速 0.3m/s 未満であることが求められる。また、必要以上に水位が高い場合、側壁部の損傷の確認が困難となる。そのため、①濁水期や降雨による増水に配慮した計画、現場対応が必要、②ボートが航行可能かつ損傷を把握できる適切な水位での点検を実施する必要がある。

(2) 全方向水面移動式ボート型ドローン【type-P】 活用事例

1. 点検対象橋梁			
橋梁名	-	路線名	国道 1 号
事務所	-	竣工年	1986 年
橋長	2.60m	全幅員	21.90m
上部工形式	RC 溝橋(BOX カルバート)		

2. 点検支援技術の概要	
名称	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【type-P】
使用したカメラ	SONY 製カメラ DSC-RX100IV センサー:1.0 型(13.2×8.8mm) Exmos CMOS センサー
点検実施方法	桁下空間が狭い橋梁(溝橋)に対して、移動装置の前方上部に搭載されたデジタルカメラで撮影し、画像から損傷を把握する。

3. 選定した背景	
安全性	ゲリラ豪雨による水位の急上昇、へドロ等の堆積による不安定な足元での作業、堆積物による有毒ガスや酸素欠乏などの危険作業を避けるため、 選定 した。

4. 点検状況写真	
	
計測状況写真	調査状況



写真番号	16	撮影年月日	2015.01.01	写真番号	17	撮影年月日	2015.01.01	写真番号	18	撮影年月日	2015.01.01
部材名	目地部	要索番号	0201	部材名	目地部	要索番号	0201	部材名	目地部	要索番号	0201
対象の種類	漏水・遊離石灰	欠陥種別	d	対象の種類	漏水・遊離石灰	欠陥種別	e	対象の種類	漏水・遊離石灰	欠陥種別	d
	欠陥画像添付	写真	写真		欠陥画像添付	写真	写真		欠陥画像添付	写真	写真
		【写真添付時】 写真名、添付番号 【写真添付時】 欠陥種別 欠陥画像 欠陥種別				【写真添付時】 写真名、添付番号 【写真添付時】 欠陥種別 欠陥画像 欠陥種別				【写真添付時】 写真名、添付番号 【写真添付時】 欠陥種別 欠陥画像 欠陥種別	

付図-3-2 ポート型ドローン【type-P】による撮影写真

付録3 非破壊検査技術の活用事例集

1 赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム

(1) 赤外線調査トータルサポートシステム Jシステムの概要

(1)-1 概要

橋梁等のコンクリート構造物において、鉄筋腐食に伴い発生するうきや剥離を、遠望非接触にて赤外線法により、うきを検出する技術である。本技術の調査フローを、右図に示す。

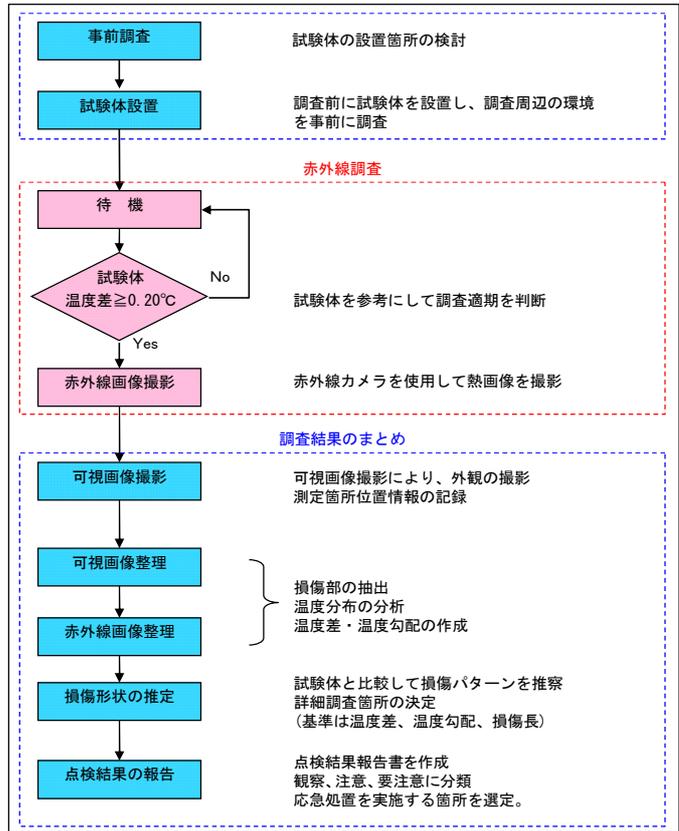
(1)-2 選定条件

選定条件①: 作業効率

過去点検時に第三者被害予防措置範囲にて、「うき」が確認された箇所は、打音検査が必要となるため、適用外とする。

選定条件②: 安全性・経済性

調査対象橋梁が主要道路と交差している場合、交通渋滞や事故発生の懸念が高くなることや、安全費が高くなることが考えられるため、**交通状況・交差道路状況等を考慮して選定**する。

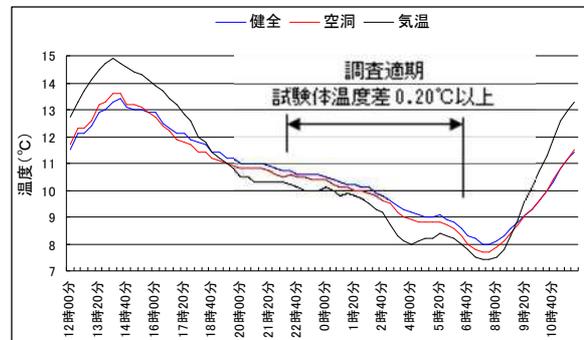


付図-1-1 調査フロー

(1)-3 現地作業時の注意事項

温度条件の確認

調査当日の気温の変動が、変状箇所の検出精度に最も影響することから、調査当日に調査対象部位の温度環境をモニタリングする。モニタリング方法は、EMS 装置(人工的に空洞部(うき)を作る試験体)を調査箇所に設置することで、健全部・損傷部(空洞部)の外気温のコンクリートの影響(コンクリート温度)を測定し、調査当日の調査可否の判断を行う。

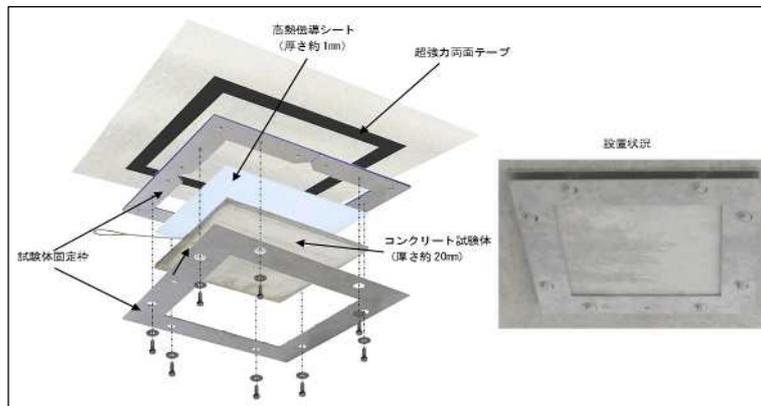


付図-1-2 調査適期判定例

なお、降雨等の場合、温度差が出にくいことから調査時期・調査日の調整が必要である。

試験体の設置箇所

試験体設置箇所(日向、日陰等)によって、検出精度が大きく異なり、損傷の有無の判定に大きな影響を与えることから、設置箇所については注意が必要である。また、試験体設置箇所は、長時間の貼り付けが必要であることから第三者が容易に近づくことができない桁下用地内(フェンス内)が望ましい。



付図-1-3 EMS装置構造図

作業時の注意事項

損傷の検出のため、操作画面を見ながらの移動となる。そのため、周囲への注意が散漫となり、歩行者や通行車両との接触や、段差等に躓き、転倒する等の懸念がある。対策としては、補助員による誘導を実施することが望ましい。

(1)-4 損傷判定方法

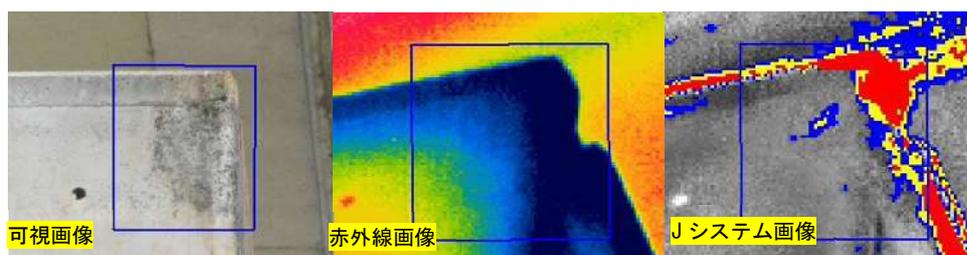
得られた赤外線画像から、専用ソフト(Jソフト)にて自動解析し、損傷範囲をレベル別に**観察(青)**、**注意(黄)**、**要注意(赤)**の3段階で表示する。

この画像を可視画像と比較して、遊離石灰や汚れ等を考慮して判定区分を精査する。

その結果を基に、「**要注意**」箇所と判定された箇所は、剥落の懸念が高いことから、再度打音検査を実施する必要がある(付表-1)。

付表-1-1 対策区分目安；(一社)赤外線画像診断協会 講習会資料より

判定区分	コンクリート損傷内容	判定	打音検査
要注意	落下の危険が高い	異常あり	打音検査 必要
注意	落下はしないが異音	異常なし	打音検査 不要 (結果の記録)
観察	打音ではわからない程度		



付図-1-4 調査結果画像例 (判定区分：観察)

(2) 赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム活用事例

1. 点検対象橋梁			
橋梁名	-	路線名	国道 23 号
事務所	-	竣工年	2010 年
橋長	129.00m	全幅員	10.94m
上部工形式	3 径間連続非合成鈹桁橋		
その他	国土交通省の点検業務では、定期点検の中間年(定期点検から 2~3 年)に「橋梁における第三者被害予防措置要領(案);平成28年 3 月」に基づき、コンクリート部材に対し、第三者被害予防措置を実施している。 対象橋梁も、第三者被害予防措置対象橋梁である。		

2. 点検支援技術の概要	
名称	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム
使用したカメラ	赤外線カメラ(A6700sc) 可視画像カメラ(Nikon D200)
点検実施方法	赤外線カメラにて、調査対象箇所が放熱する赤外線量を熱画像として可視化する。

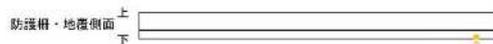
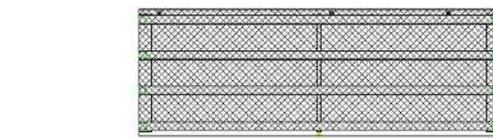
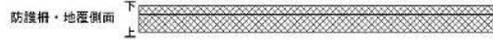
3. 選定した背景	
作業効率	過去点検時に第三者被害予防措置範囲に「うき」が確認されなかったため、 選定 した。
安全性・経済性	対象橋梁が主要道路(国道と国道ランプ部)と交差しており、夜間作業においても交通渋滞が発生する懸念があったため、 選定 した。

4. 点検状況写真	
	
EM(S) 装置設置作業状況	赤外線調査状況

桁下面図

至豊橋

至名古屋



(P2)

(P5)

(P3)

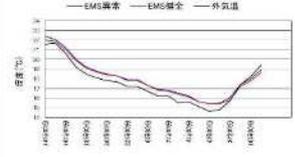
(P6)

片側向き窓（透視向き）	10° 以上
片側向き窓（透視向き）	10° 未満
両向き向き窓（透視向き）	
両向き向き窓（透視向き）	

検査項目	検査内容	検出結果
窓位置	1.0m以内の窓位置に検出されたもの	0
窓位置	1.0m～2.0m以内の窓位置に検出されたもの	2
窓位置	2.0m以上検出されたもの（注）	0

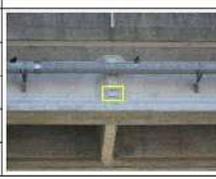
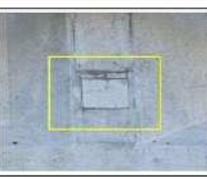
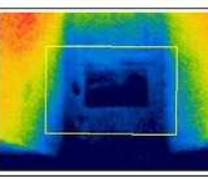
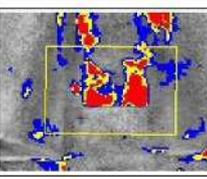
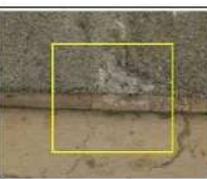
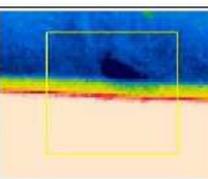
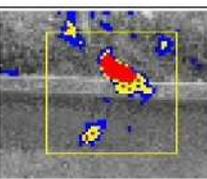
点検結果報告 (1)

名称	豊橋駅～名古屋駅	検査年度	令和5年度
検査区間	上下区別	検査区間	上下区別
検査形式	片側向き窓	検査種別	定期検査
検査条件	片側向き窓	検査時期	11月7日
検査地点	豊橋駅	検査時間	10:00～11:00
検査内容	窓位置	検査項目	窓位置
検査結果	2箇所	検査結果	2箇所

(コメント) 窓枠・窓ガラスによる温度変化と窓ガラスの【検査】とした。

点検結果報告

検査箇所	検査状況	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	
1	検査対象	窓枠・窓ガラス				
	検査範囲 (m)	0.40 × 0.20				
	検査内容	窓枠・窓ガラス				
	検査結果	異常				
	(コメント)	窓枠・窓ガラスによる温度変化と窓ガラスの【検査】とした。				
2	検査対象	窓枠				
	検査範囲 (m)	0.32 × 0.31				
	検査内容	窓枠・窓ガラス				
	検査結果	異常				
	(コメント)	窓枠・窓ガラスによる温度変化と窓ガラスの【検査】とした。				

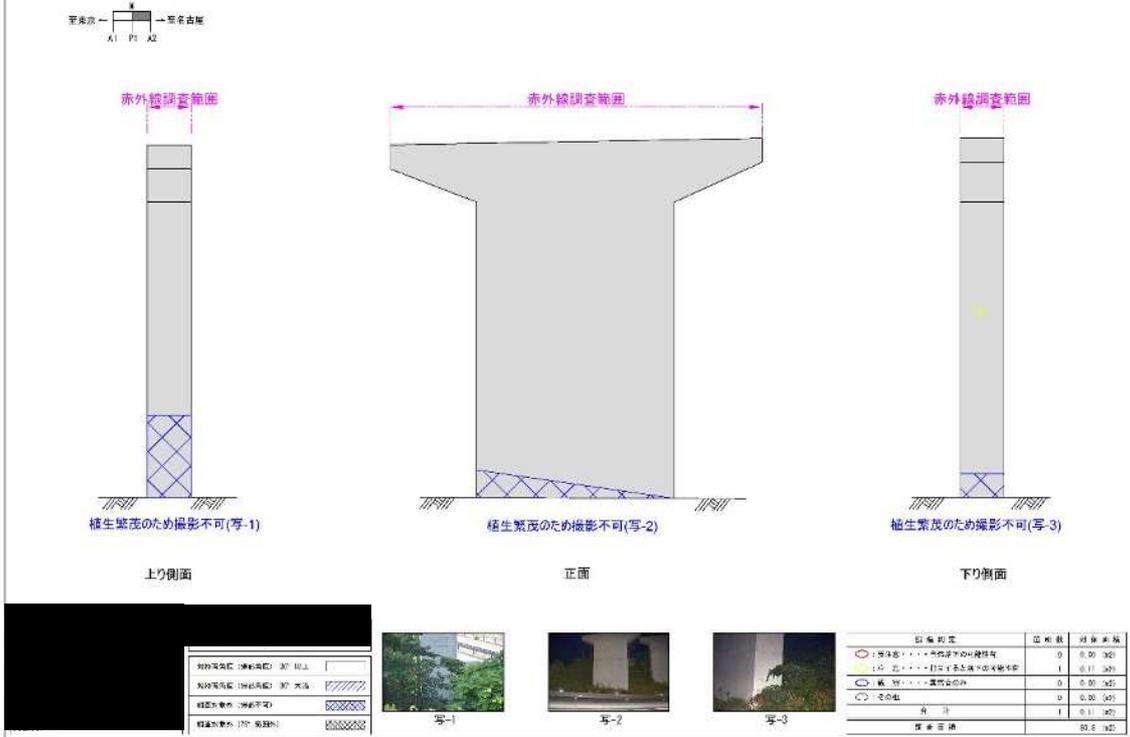
付図-1-5 赤外線調査結果(判定区分：注意)

1. 点検対象橋梁			
橋梁名	-	路線名	国道 23 号
事務所	-	竣工年	2010 年
橋長	60.00m	全幅員	16.49m
上部工形式	3 径間連続非合成鈹桁(耐候性橋梁)		
その他	国土交通省の点検業務では、定期点検の中間年(定期点検から 2~3 年)に「橋梁における第三者被害予防措置要領(案);平成28年 3 月」に基づき、コンクリート部材に対し、第三者被害予防措置を実施している。 点検対象橋梁も、第三者被害予防措置対象橋梁である。		

2. 点検支援技術の概要	
名称	赤外線調査トータルサポートシステム J システム
使用したカメラ	赤外線カメラ(A6700sc) 可視画像カメラ(Nikon D200)
点検実施方法	赤外線カメラにて、調査対象箇所が放熱する赤外線量を熱画像として可視化する。

3. 選定した背景	
作業効率	過去点検時に第三者被害予防措置範囲に「うき」が確認されなかったことや、供用後 10 年未満の橋梁であるため、 選定 した。
安全性・経済性	対象橋梁が国道 IC と交差しており、従来手法の場合、IC の通行止めを伴い、道路利用者への影響が大きくなる。道路利用者への影響を最小限とするため、 選定 した。

4. 点検状況写真	
	
EM(S)装置設置状況	赤外線調査状況



点検結果報告 (1)

管理事務所	■■■■■	路線名	■■■■■	上下区分	上下両共有				
橋梁番号	■■■■■	上下区分	■■■■■	上下両共有					
区間	P1-A2	橋梁種	橋脚	4.3m (橋脚) 25.8m (支保脚)	有効幅員			16.70m	
橋脚	支保脚	支保脚	25.8m	支保脚	16.70m			橋脚高	7.6m
橋下空間	—	橋梁の位置	—	支保脚	16.70m			支保脚高	7.6m
赤外線装置	TEC-82760	実施担当者	上野 竜司	実施日時	2019/09/11 0:20 ~ 2019/09/13 0:20			点検日時	2019/09/11 0:25 ~ 2019/09/13 0:30
点検日時	2019/09/11 0:20 ~ 2019/09/13 0:20	天候	曇り	湿度	70% (橋上) 70% (橋下)				
実施の有無	実施の有無								

点検結果報告 (2)

管理事務所	■■■■■	路線名	■■■■■	橋梁番号	■■■■■	上下区分	上下両共有	区間	P1-A2	
橋梁種	■■■■■	橋脚	支保脚	25.800m	有効幅員	16.70m	橋脚高	7.60m		
橋下空間	—	橋梁の有無	—	赤外線装置	TEC-82760	実施担当者	■■■■■	橋脚高	■■■■■	
測定装置	TEC-82760	測定角度	30° ~ 90°	天候	曇り	湿度	70% (橋上) 70% (橋下)	点検日時	2019/09/11 0:25 ~ 2019/09/13 0:30	
調査番号	調査状況		可視画像		点検可視画像		赤外線画像		支援システム画像	
1	調査部位	下り側					(コメント) 橋脚上部の劣化現象が確認されたため【注意】とした。			
2	調査部位	上り側					(コメント) 橋脚上部の劣化現象が確認されたため【注意】とした。			

付図-1-6 赤外線調査結果(判定区分：注意)

2 全方向水面移動式ボート型ドローン

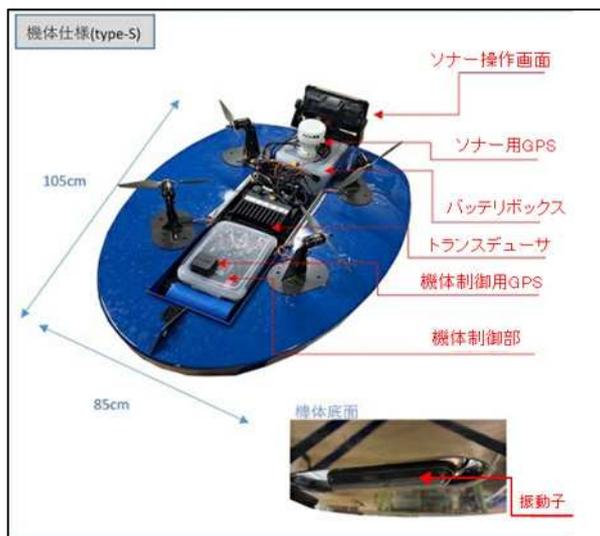
(1) ボート型ドローン【type-S】の概要

(1)-1 概要

ボート上面の4つのプロペラにより、水面上を全方向へ移動することができる。機体下面中央部にソナーを搭載しており、橋脚周辺を航行することにより、河川内の橋脚周辺の損傷を把握できる技術である。

(1)-2 選定条件

近年、橋脚洗掘が危惧され、水中部の橋脚基礎部や河床状況の把握が必要不可欠となっている。そのため、安全面や等の観点から点検支援技術(水中系)の検討・活用等が必要である。



付図-2-1 ボート型ドローン【type-S】

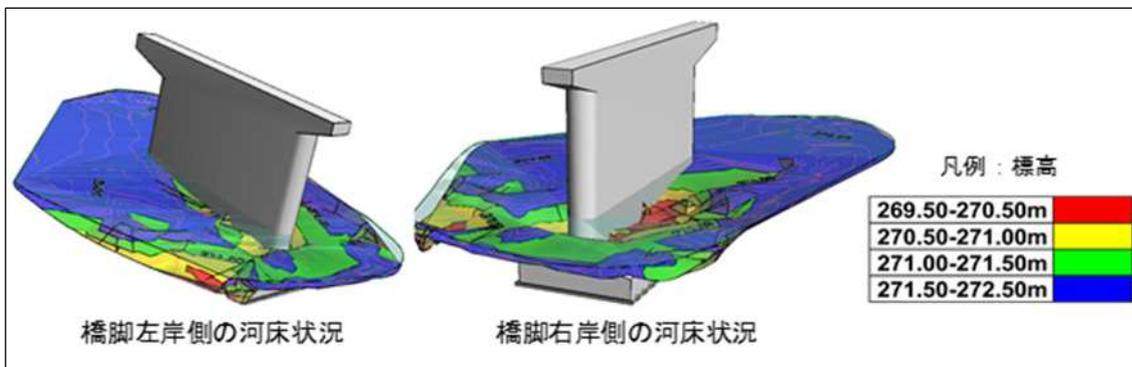
水深が深く、作業員が容易に近接できない環境下では、水中部での鮮明な画像取得および詳細な計測作業は困難である。そのため、従来では潜水士や水中ドローン等による洗掘調査が実施されている。しかし、近年、ゲリラ豪雨による急激な水位上昇による安全性の低下が懸念されることなどから、本技術等の点検支援技術(水中系)に対し、比較検討を実施し、**選定**する。

(1)-3 現地作業時の注意事項

- ・機体下にソナーが取り付けられているため、水深が20cm未満の場合、河床に接触し、破損する恐れがある。そのため、着水箇所等について検討・計画が必要となる。
- ・流速0.85m/sの場合、航行が困難となるため、調査時期等の確認・調整が必要となる。

(2)-4 調査結果例

ボート型ドローンにより、得られた調査結果を下記に示す。



付図-2-2 成果事例

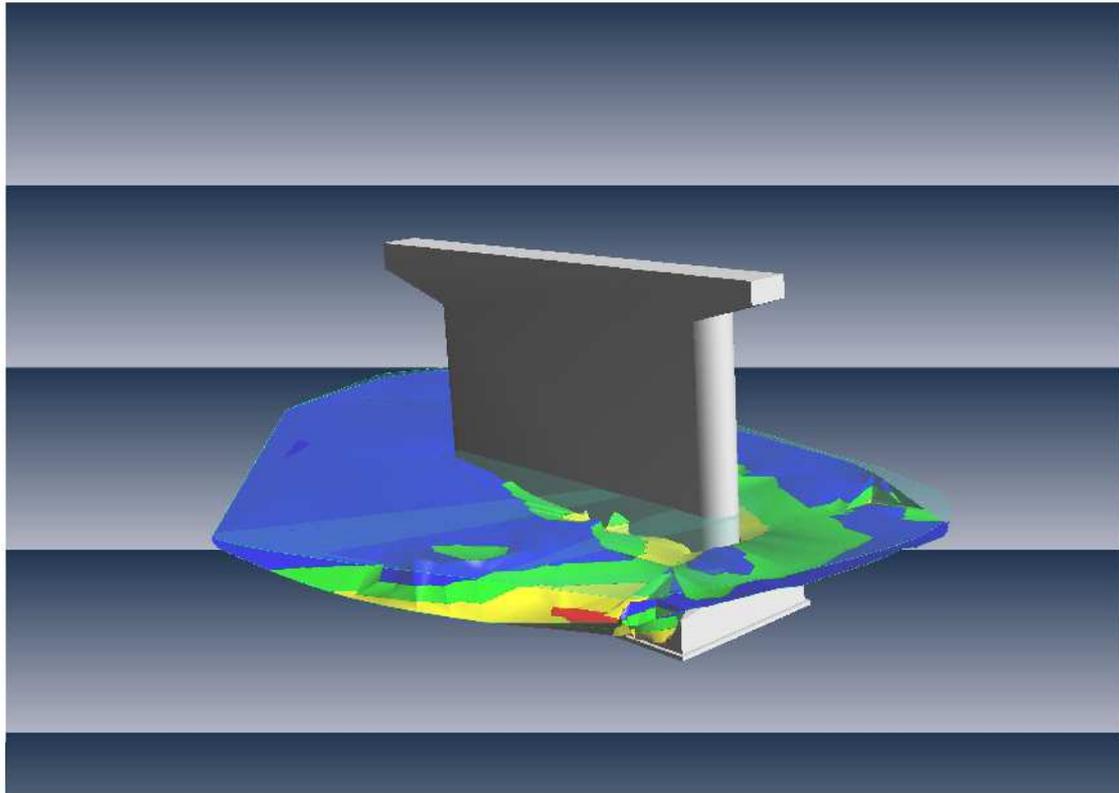
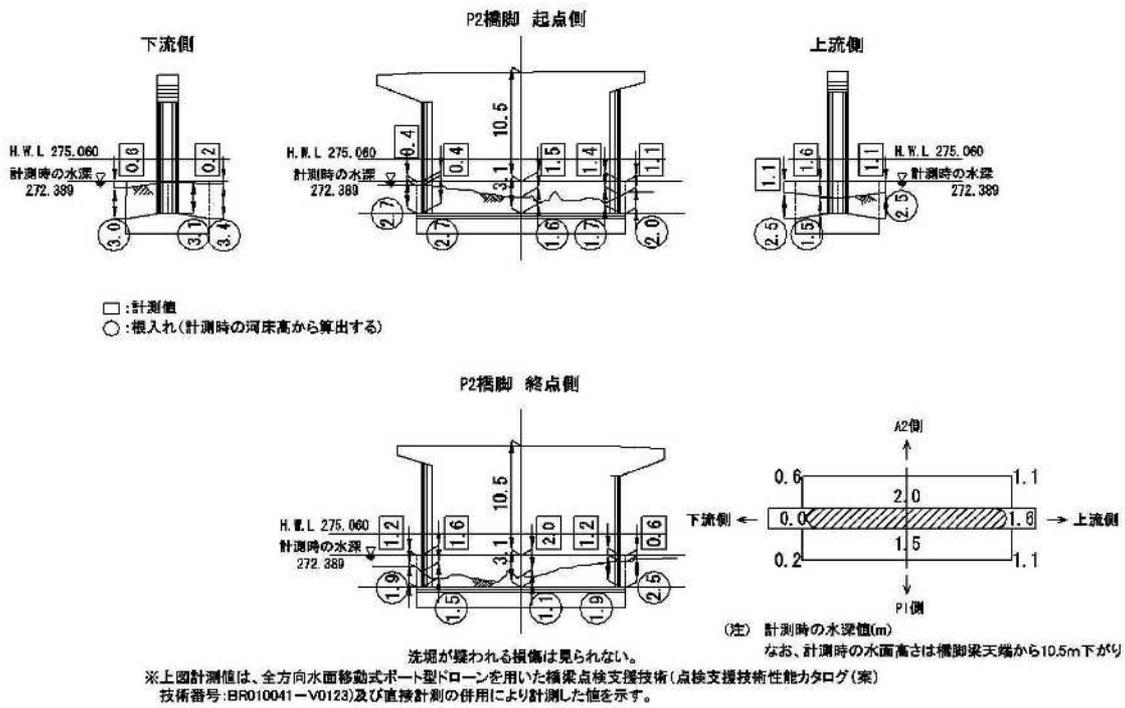
(2) 全方向水面移動式ボート型ドローン【type-S】 活用事例

1. 点検対象橋梁			
橋梁名	-	路線名	国道 19 号
事務所	-	竣工年	2001 年
橋長	142.07m	全幅員	12.33m
上部工形式	3 径間連続非合成鈹桁橋		

2. 点検支援技術の概要	
名称	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【type-S】
使用した機器	LOWRANCE 製ソナー HDS-7 LIVE
点検実施方法	ボート型ドローンの機体中央部にソナーを搭載しており、橋脚周辺を計測することで、橋脚の洗掘や周辺の河床状況を確認する。

3. 選定した背景	
作業性	当該橋梁の P2 橋脚付近は、水深が深く、洗掘状況を直接計測することが不可能なため、 選定 した。

4. 点検状況写真	
	
計測状況写真	調査状況



付図-2-3 洗掘調査結果