

国土交通本省
同時発表

令和2年6月30日
大臣官房技術調査課
総合政策局公共事業企画調整課
九州地方整備局

『道路橋点検記録作成支援ロボット技術』に関する 試験結果等を公表します

～ 新技術の活用に向けて ～

国土交通省では、公共工事等における新技術活用システムの活用方式「テーマ設定型（技術公募）」により、『道路橋点検記録作成支援ロボット技術』について、九州地方整備局管内の道路橋で評価試験を実施しました。

今回、その試験結果等を取りまとめましたので、公表します。

- 「道路橋点検記録作成支援ロボット技術」は、道路橋の定期点検において、知識及び技能を有する者が行う近接目視によるときと同等の健全性の診断を行うことができると定期点検を行う者が判断したうえで、活用できることとなりました。
- すでに実用化段階にある「道路橋点検記録作成支援ロボット技術」について、公共工事等における新技術活用システムの「テーマ設定型（技術公募）」※により、同一の評価項目や試験方法の下で比較可能な一覧表を作成することを目的に技術公募等を行い、試験等を実施しました。
- この度、「テーマ設定型（技術公募）」による試験結果を取りまとめましたので、公表します。今後、技術の活用にあたっては、評価結果等を参考に定期点検における活用を検討してまいります。

※「テーマ設定型（技術公募）」：現場ニーズに基づき募集する技術テーマを設定し、民間等の優れた新技術を公募して実現場で活用・評価する方式

<道路橋での試験結果について>

- 1. 技術公募の概要 : 別紙－1
- 2. 公表までの経過 : 別紙－2
- 3. 試験結果等比較表 : 別紙－3

<<参考>>

- 1. 道路橋評価試験の実施箇所 : 参考－1
- 2. 公募技術の評価方法 : 参考－2

○試験結果等の掲載場所（テーマ設定型の比較表）

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubtheme/themesettings>

<問い合わせ先>

①試験結果の公表について

国土交通省 TEL：092-471-6331(代表) 092-476-3547(直通) FAX：092-476-3483
九州地方整備局 企画部 施工企画課長 松岡 雅博（まつおか まさひろ）（内線 3451）
建設専門官 伴 和美（ばん かずみ）（内線 3454）

②インフラ用ロボットに関する取り組みについて

国土交通省 TEL：03-5253-8111(代表) 03-5253-8286(直通) FAX：03-5253-1556
総合政策局 公共事業企画調整課 課長補佐 渡邊 賢一（わたなべ けんいち）（内線 24933）
係長 島田 光之（しまだ みつゆき）（内線 24947）

③新技術活用システム及びNETISについて

国土交通省 TEL：03-5253-8111(代表) 03-5253-8125(直通) FAX：03-5253-1536
大臣官房 技術調査課 課長補佐 菊田 一行（きくた かずゆき）（内線 22343）
係長 福井 慧（ふくい けい）（内線 22346）

道路橋点検記録作成支援ロボット技術の公募概要

別紙－１

公募した技術

橋梁の損傷対象部材、範囲をロボット技術等により撮影し、その画像を参考として損傷図・損傷写真を作成、またはロボット技術により取得した写真が自動で整理できる技術

ユースケース

道路橋点検記録作成の支援として、ロボット技術による撮影を行い、その画像を参考として損傷図・損傷写真等を作成する。

要求した性能

○ 損傷写真の撮影(A-1)

ロボットを用いて取得した写真等※¹に基づき、「損傷程度の評価※²」の評価基準を適切に判別できる精度を有する技術

※¹ チョーキングが無い状態での損傷程度の評価区分の判別を想定

※² 「橋梁定期点検要領(平成26年6月 国土交通省 道路局 国道・防災課)」付録における損傷程度の評価区分に基づく

○ 損傷写真の整理(A-2)

ロボットを用いて取得した写真に、写真番号、径間番号、部材名、要素番号、損傷の種類を自動で整理できる機能を有する技術

公表までの流れ

技術
公募

要求性能に対する意見募集

募集期間 H30. 3.14 ～ 4. 5

技術の公募

公募期間 H30. 8.24 ～ 9.14

現
場
実
証

実証技術の選定

新技術活用評価会議において、現場実証を行う
技術を選定

技術の現場実証（現地試験）

九州地方整備局が管理する国道の3橋梁で現場
実証（現地試験）を実施

実証期間 H30.11.13 ～ 11.27

評
価
・
公
表

技術の評価

新技術活用評価会議において実証結果を審議

評価結果の公表（評価対象技術）

国土交通省ホームページ及び
NETIS（テーマ設定型の比較表）に公表
（NETIS未登録技術は登録後、登録番号を公表）

公表までの技術数の推移

提出された意見の数
32件（11者）

応募技術
10技術

選定技術
8技術

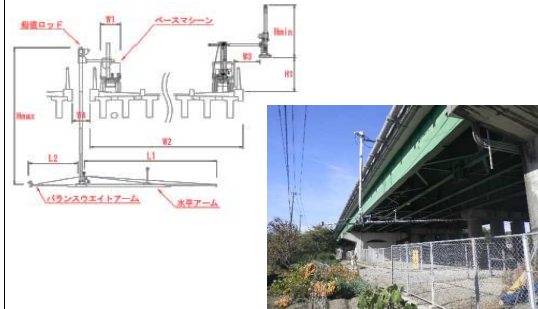
選定前辞退
2技術

現場実証
8技術

評価
7技術

実証後辞退
1技術

公表
7技術

技 術 名			橋梁点検支援ロボット＋橋梁点検調書作成支援システム		二輪型マルチコプタ及び3 D 技術を用いた点検データ整理技術		遠方自動撮影システム		
応 募 者			ジビル調査設計株式会社		富士通株式会社		株式会社東設土木コンサルタント		
NETIS番号			QS-170024-VR		QS-190002-VR		KT-190008-VR		
NETIS技術名称			橋梁点検支援ロボット＋橋梁点検調書作成支援システム		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		遠方自動撮影システム		
技術概要			橋梁点検車の利用が困難な橋梁で橋面上に設置したベースマシンよりロボットアームを桁下に挿入させ遠隔操作で点検支援する。 機能は、高精細ビデオによる近接目視、クラックゲージ台車での幅計測、回転式打診装置での打診支援。橋面上の占用スペースは幅1.5m、長さ3mで歩道設置が可能、車道交通規制の回避可能。 橋梁点検調書作成支援システムは、現場で部材・要素番号毎に損傷種類、程度、形状の入力支援を行い、撮影写真とリンクさせ調書を自動作成する。		・橋梁などの構造物を対象に一定間隔を保ちながら近接撮影を行う技術 ・点検データと部材情報を、3D-CADモデル上で自動的に整理する技術 ＜A-1 損傷写真の撮影について＞ 1.デジタル記録(二輪型マルチコプタで撮影) ・二つの車輪を接触させ一定間隔を保ちながら映像を撮影することで、高精細な損傷状況の記録が可能である 2.データ作成(損傷の検出・記録) ・撮影画像からオルソ画像を生成し、オルソ画像上にひびわれ(形状、太さ)をスケッチすることで、損傷図や点検調書の作成を支援する		デジタルカメラ、望遠レンズ、自動雲台を用いて遠方からインフラ構造物を自動撮影する「ロボット雲台撮影」を行い、点検要求性能に応じた高解像度撮影を行う。 撮影した高解像度画像をベースとし、損傷図作成支援ソフト「Crack Draw 21」で図面上にひび割れなどの損傷を入力し、損傷数量の自動算出、長期間の点検記録管理、調書類の作成支援、補修履歴管理などを簡易に行うことができる点検技術。		
概要図および測定状況			 床版の撮影		 コンクリート橋脚の撮影		 床版の撮影		
技術 の 特 徴	対象部材の範囲		上部構造：主桁・主桁ゲルバー・横桁・縦桁・床版・対傾構・横構(下横構)・主構トラス(下弦材・格点)・ラーメン(主構(桁))		コンクリート部材の内 主桁、横桁、床版、ラーメン橋の(主構(桁・脚))、橋脚、橋台(堅壁、翌壁のみ)		上部構造：主桁、主桁ゲルバー部、横桁、縦桁、床版、ラーメン(桁、脚)、斜張橋(塔柱、塔部水平材、塔部斜材) 下部構造：橋脚(柱部、梁部、隅角部)、橋台(胸壁(側面)、堅壁、翌壁)		
	必要な機器・装置等		・使用カメラ(SONY FDR-AX100) ・タブレット(Ipad) ・橋梁点検調書作成支援システム(地方自治体版)		・アクションカメラ(GoPro HERO6)		・ロボット雲台 ・デジタルカメラ(Canon EOS 5Dsなど) ・画像処理ソフト ・CrackDraw21(損傷図作成支援ソフト)		
	必要な能力・資格等		・不整地運搬車運転技能講習		無人航空機を飛行させる者は、「無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書(様式3)」に準ずる飛行経歴・知識・能力を満たしていること。 ＜参考＞ http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000042.html		資格などは必要なし		
	概略費用※1	計測費用(直接人件費)※2	44,870(点検面積 鋼部材：86.0m ² RC床版：139.6m ²)		202,650(点検面積723.3m ²)		100,910(点検面積323.4m ²)		
		計測費用(直接経費)※3	31,250(点検面積 鋼部材：86.0m ² RC床版：139.6m ²)		150,000(点検面積723.3m ²)		31,900(点検面積323.4m ²)		
		解析費用(直接人件費)※4	180,290(点検面積 鋼部材：86.0m ² RC床版：139.6m ²)		107,390(点検面積723.3m ²)		383,680(点検面積323.4m ²)		
		計	256,410(点検面積 鋼部材：86.0m ² RC床版：139.6m ²)		460,040(点検面積723.3m ²)		516,490(点検面積323.4m ²)		
適用条件		①本技術で点検可能な範囲は橋梁総幅員20m未満である。 ②主桁の高さがH=1.8m以下であること。 ③地覆内側面から外側への張出が最大1.5m以下であること。 ④高欄(防護柵)の乗越え高さがH=1.5m以下であること。 ⑤システムの設置に必要な作業空間A=4.5m(クローラ寸法W=1.5m程度、L=3.0m程度)が確保でき、クローラが橋軸方向に移動可能であること。 ⑥システムの組立、積み下ろしに必要な空間A=45.0m(W=3.0m程度、L=15.0m程度)が確保でき、クローラの自走による橋面上への進入路があること。		①自然条件 ・風速5m/s以下 ・雨天時不可 ②現場条件 ・2つの車輪が接触できるコンクリート面であること ・二輪型マルチコプタを直接視認し操作できること(40m程度) ③技術提供可能地域 ・全国(航空法で飛行が共用されている地域) ④関係法冷等 ・航空法 ⑤外部電源供給と安全装置のケーブルを橋梁上部工または橋脚頂部の点検通路に配置した点検員が制御する必要がある		撮影距離 床版下面：地上から30m以内、桁：地上から8m以内、その他部材：100m以内			
検 証 結 果 (判 読 可 能 率※6)	検証時の対象部位		上部構造：主桁・横構・対傾構・下横構・RC床版 (鋼部材：86.0m ² RC床版：139.6m ²)		下部構造：コンクリート橋脚(1基4面：723.3m ²)		上部構造：RC床版(323.4m ²)		
	部 位	損 傷	部位・損傷別の判読可能率(凡例参照)						
	鋼部材	①腐食	—						
		②亀裂	—						
		③ゆるみ・脱落	—						
		④破断	—						
		⑤防食機能の劣化	100%(1箇所／1箇所)						
	コンクリート	⑥ひびわれ	—	44%(8箇所／18箇所)					
		⑦剥離・鉄筋露出	—	—					
		⑧漏水・遊離石灰	75%(3箇所／4箇所)	—					
		⑨抜け落ち	—	—					
		⑪床版ひびわれ	99%(300箇所／301箇所)	—					
	その他	⑫うき							
		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洗堀							

参考値：ひびわれ延長比率

【新技術で検出したひびわれ延長／定期点検で検出したひびわれ延長】 267%

※1概略費用は鋼版桁橋の片側歩道を規制して点検した面積にかかる費用

参考値：ひびわれ延長比率

【新技術で検出したひびわれ延長／定期点検で検出したひびわれ延長】 154%

※1概略費用はコンクリート橋脚1基4面を点検した面積にかかる費用

参考値：ひびわれ延長比率

【新技術で検出したひびわれ延長／定期点検で検出したひびわれ延長】 231%

※1概略費用は鋼橋1径間のうちRC床版を点検した面積にかかる費用

凡例

****%

： 計測可能と申請され、現場検証を行った部位・損傷

—

： 計測可能と申請され、損傷が存在しない等の理由により

現場検証ができなかった部位・損傷

： 非申請の部位・損傷

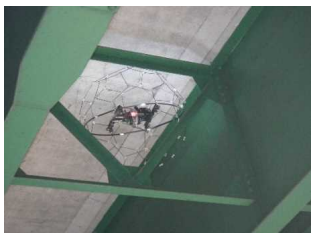
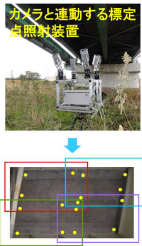
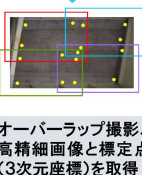
※2計測費用(直接人件費)には、機器のキャリブレーション等、計測の準備にかかる費用を含む

※4解析費用(直接人件費)には、記録・調書の作成にかかる費用を含む

※6判読可能率(b)/(a) (a)：近接目視で検出した損傷箇所数 (b)：近接目視で検出した損傷のうち、当該技術で記録した画像にて判読可能な損傷箇所

※3計測費用(直接経費)には、付随して必要となる機器(橋梁点検車等)にかかる費用を含む

※5開接費は含んでいない。人件費は平成30年度単価。交通整理員は現地の状況により考慮する

技 術 名			橋梁床版下面のロボットによる点検検査及びデータ記録技術	橋梁近接目視点検飛行ロボットシステム	画像によるRC床版の点検・記録システム
応 募 者			株式会社イクシス	株式会社リコー	国際航業株式会社
NETIS番号			KT-190079-VR	KT-180131-VR	NETIS未登録
NETIS技術名称			ワイヤ吊下型写真撮影式点検ロボット	橋梁近接目視点検飛行ロボットシステム	画像によるRC床版の点検・記録システム
技術概要			ワイヤ吊り下げ式のロボットを使用し、床版下面や水切り部などのコンクリート面、上横構・ガセットなどの連結部などの点検検査を行う技術。 さらに、遠隔操作やデータ記録を行うためのアプリケーションソフトも付属し、点検記録の作成を支援する技術。	球殻飛行ロボットを用いた橋梁近接目視点検工法で、狭隘な部分に侵入することができる。従来は点検作業員が橋梁点検車を肉眼及び双眼鏡等で対応していた。 本技術の活用により、高所作業、交通規制が不要になり点検作時間が短縮するなど、経済性や安全性の向上が図れる。	RC床版に標定点（レーザー光）を照射してデジタルカメラで床版と標定点を撮影、標定点の3次元座標をもとに画像を正射投影画像に変換してパネル単位に接合、座標を持った高精度な画像データを生成する。 この画像データからひびわれ等の損傷を判読することによって、点検作業の効率化とコスト削減を図るとともに、点検記録の合理化を実現するものである。この記録の蓄積によって、第三者による客観的なモニタリングが可能となる。
概要図および測定状況			 Hardware：機械、装置、設備 一定張力を持つ2本のワイヤ上に6輪の荷車で吊り下がります。 躯体には Pan/Tilt 雲台を持ち、デジタル一眼カメラまたはコンパクトデジタルカメラを搭載します。 ロボット上に6輪姿勢センサを搭載し、撮影対象面に常に正対するようにカメラの姿勢を制御することができます。 また、ロボットは有線式による遠隔から撮影することができます。 撮影された画像は、オフラインでリアルタイム観測画像とし、撮影画像による損傷箇所の特定が可能です。  床版の撮影	 床版の撮影	 カメラと連動する標定点照射装置  オーバーラップ撮影、高精細画像と標定点(3次元座標)を取得  床版の撮影
技術の特徴	対象部材の範囲		主桁・主桁ゲルバー部・横桁・縦桁・床版・対傾構・横構・支承部全般・排水管(表面の目視)	上部構造: 主桁・横桁・縦桁・床版・対傾構・横構・主横トラス	上部構造: 床版
	必要な機器・装置等		・装置本体 ・カメラEOS70D ・制御用ソフトウェア ・制御用PC ・AC100V電源用発電機 ・ワイヤ架設用具	・球殻飛行ロボット(プロポ・バッテリー) ・点検用カメラ(LED照明) ・モニター用タブレット端末 ・点検アプリ	・一眼レフカメラ(5,000万画素以上) ・単焦点レンズ(撮影距離により選定) ・標定点照射装置、照明装置(LED) ・ノートPC ・ソフトウェア(撮影支援ソフトウェア、レンズキャリブレーションソフトウェア、画像処理ソフトウェア、ひびわれ判読ソフトウェア、点検記録管理ソフトウェア)
	必要な能力・資格等		無し	操縦者が国土交通省航空局標準マニュアル「無人航空機飛行マニュアル」が定める操縦技量を習得していること	特別な能力や資格は不要 2日程度の講習が必要(機器のセッティングと操作、ソフトウェアのオペレーションなど)
	概略費用※ ¹	計測費用(直接人件費)※ ²	163,120(点検面積270.0m ²)	147,290(点検面積295.5m ²)	74,750(点検面積323.4m ²)
		計測費用(直接経費)※ ³	56,000(点検面積270.0m ²)	143,280(点検面積295.5m ²)	20,000(点検面積323.4m ²)
		解析費用(直接人件費)※ ⁴	63,650(点検面積270.0m ²)	61,630(点検面積295.5m ²)	379,350(点検面積323.4m ²)
		計	282,770(点検面積270.0m ²)	352,200(点検面積295.5m ²)	474,100(点検面積323.4m ²)
適用条件			①ワイヤを敷設可能か現地調査が必要 ②桁下両橋脚の位置に人がアクセス出来ること ③端横桁にワイヤーを固縛するためワイヤーが設置出来る構造形式かどうか調査を十分に行う ④外部電源供給装置を設置する	①構造物条件 橋脚高20m以下 1m以上の隙間(侵入口)がある ②自然条件 降雨、降雪時は不可 気温0℃以上(バッテリー温度10℃以上) 地上設置風速計にて最大風速5m/s未満 ③現場条件 視界100m以上が必要 橋梁床版下から地上までの高さと同じ幅(俯角45°)の範囲は第三者の進入禁止服装、安全装備、ゾーニングをルール化 操縦者の飛行訓練を義務化 ④鋼部材は検証した実績が少ないため、今回は除外した。 ⑤球殻より10m以内は立ち入り禁止区域を設ける。交差する鉄道、道路より10m以内に部材がある場合は交通規制を行う。あるいは、その部材は適用範囲に含まれない。	①自然条件 ・日中かつ悪天候以外であれば本技術が適用可能である ・小雨の場合は、機器が濡れなければ本技術が適用可能である ・気温条件: 0～50° ②現場条件 ・床版下に機器が設置できれば、本技術が適用可能である ・水深が深く流れの緩やかな水部であれば、ゴムボートによる撮影が可能である ・機器が設置できない場合は、橋梁点検車を使用して撮影する ・撮影距離: 2～25m以内 ・撮影角度(鉛直角度): 30° 以内
検証結果(判読可能率※ ⁶)	検証時の対象部位		上部構造: RC床版(270.0m ²)	上部構造: RC床版(296.5m ²)	上部構造: RC床版(323.4m ²) 床版ひびわれ 幅0.2mm以上)
	部 位	損 傷	部位・損傷別の判読可能率(凡例参照)		
	鋼部材	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	—	—	100%(1箇所／1箇所)
		⑧漏水・遊離石灰	100%(3箇所／3箇所)	77%(17箇所／22箇所)	45%(5箇所／11箇所)
		⑨抜け落ち	—	—	—
		⑪床版ひびわれ	61%(191箇所／311箇所)	46%(145箇所／312箇所)	67%(404箇所／605箇所)
	その他	⑫うき			
		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洗堀			

参考値: ひびわれ延長比率

【新技術で検出したひびわれ延長／定期点検で検出したひびわれ延長】 65%

※1概略費用は鋼橋1径間のうちRC床版を点検した面積にかかる費用

参考値: ひびわれ延長比率

【新技術で検出したひびわれ延長／定期点検で検出したひびわれ延長】 37%

※1概略費用は鋼橋1径間のうちRC床版を点検した面積にかかる費用

参考値: ひびわれ延長比率

【新技術で検出したひびわれ延長／定期点検で検出したひびわれ延長】 74%

※1概略費用は鋼橋1径間のうちRC床版を点検した面積にかかる費用

凡例

- ***%
—
- : 計測可能と申請され、現場検証を行った部位・損傷
: 計測可能と申請され、損傷が存在しない等の理由により現場検証ができなかった部位・損傷
: 非申請の部位・損傷

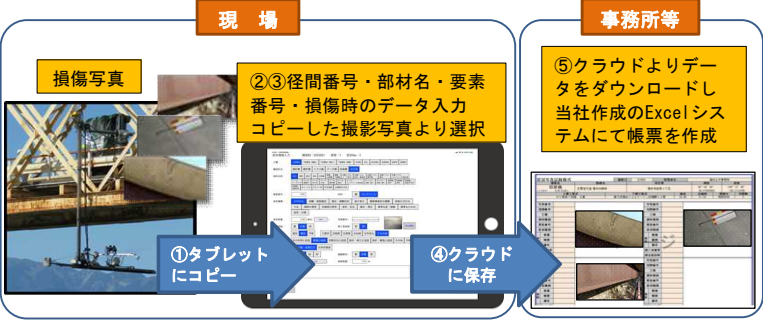
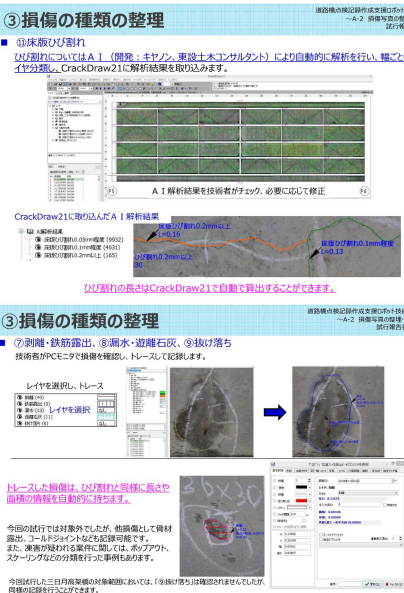
※2計測費用(直接人件費)には、機器のキャリブレーション等、計測の準備にかかる費用を含む

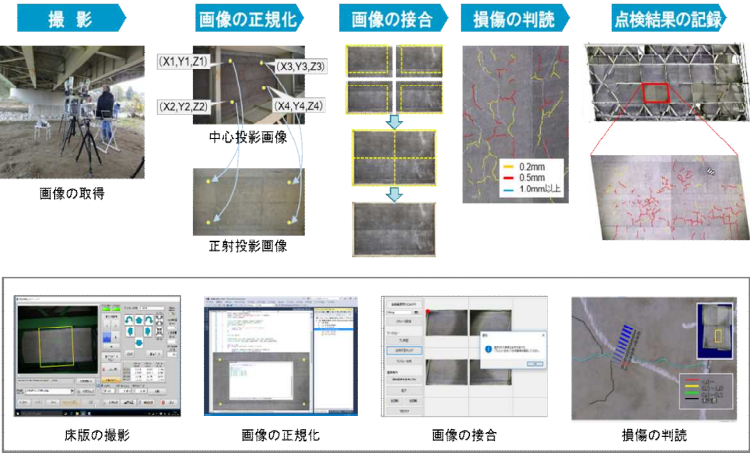
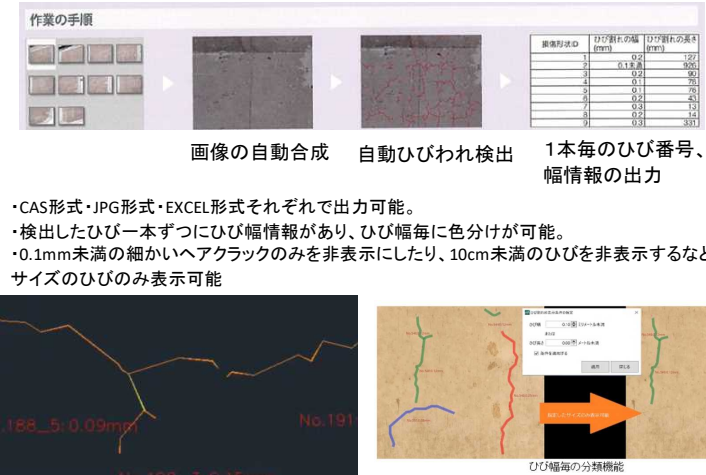
※4解析費用(直接人件費)には、記録・調査の作成にかかる費用を含む

※6判読可能率(b)/(a) (a): 近接目視で検出した損傷箇所数 (b): 近接目視で検出した損傷のうち、当該技術で記録した画像にて判読可能な損傷箇所

※3計測費用(直接経費)には、付随して必要となる機器(橋梁点検車等)にかかる費用を含む

※5間接費は含んでいない。人件費は平成30年度単価。交通整理員は現地の状況により考慮する

技術名			橋梁点検支援ロボット+橋梁点検調書作成支援システム	二輪型マルチコプタ及び3 D 技術を用いた点検データ整理技術	遠方自動撮影システム
応募者			ジビル調査設計株式会社（共同開発社 有限会社インテス）	富士通株式会社(共同開発者 株式会社 ドーコン・株式会社 プロドローン)	株式会社東設土木コンサルタント(共同開発者:ジーテック、キヤノン、キヤノンマーケティングジャパン)
NETIS番号			QS-170024-VR	QS-190002-VR	KT-190008-VR
NETIS技術名称			橋梁点検支援ロボット+橋梁点検調書作成支援システム	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	遠方自動撮影システム
技術概要			橋梁点検調書作成支援システムは、現場で部材・要素番号毎に損傷種類、程度、形状の入力支援を行い、撮影写真とリンクさせ調書を自動作成する。	1.マルチコプタで撮影した画像から部材のオルソ画像を生成し、損傷を検出・記録 2.橋梁の形状・部材情報を有する3D-CADモデルを作成 3.点検データと部材情報を、3D-CADモデル上で自動的に整理	撮影した高解像度画像をベースとし、損傷図作成支援ソフト「Crack Draw 21」で図面上にひび割れなどの損傷を入力し、損傷数量の自動算出、長期間の点検記録管理、調書類の作成支援、補修履歴管理などを簡易に行うことができる点検技術。
概要図			①現地点検にて橋梁点検支援ロボットで損傷項目ごとに損傷状況を撮影しタブレットに取り込み。 ②写真整理アプリ「橋梁点検調書作成支援システム」にて損傷項目ごとに「径間番号・部材名・要素番号・損傷」の情報をタッチパネルにて選択する。 ③損傷項目毎に該当する撮影写真を選択(手動での選択)→ 入力データ完成 ④「③で作成した入力データ」をクラウドに保存(この時点で径間番号・部材名・要素番号・損傷毎に整理、および写真番号ファイル名を自動で整理) ⑤クラウドより対象データをダウンロードし、Excelで調書を自動で作成 		①写真番号の整理 撮影した画像群を1要素ごとに自動合成 ②径間番号、部材名、要素番号の整理 CrackDraw21(開発:ジーテック)でデータとして管理 ③損傷の種類の整理 ひびわれ: AIにより自動的に解析 はく離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、 抜け落ち: 点検員がモニタ上で確認 ④径間番号、部材名、要素番号、損傷種類の整理によるデータベースの構築 ⑤調書の作成 自動作成 
技術の特徴			点検調書作成支援システムにより、現場でのデータ入力作業のスピードアップと記入漏れ・記入忘れが軽減され、煩雑となる点検写真台帳の整理作成の効率化が図られる。	・撮影写真をシステムへ登録すると、撮影位置を自動計算し3D-CADモデル上に表示 ・手動でスケッチした損傷形状を3D-CADモデル上に自動配置 ・点検データ(損傷写真・損傷情報)と3D-CADの部材情報を自動で紐付け ・汎用IFCビューアで閲覧可能 ・3D-CADモデル上の座標・部材情報・撮影情報を記載 ・「径間番号、部材名、要素番号」にフォルダ整理して出力	・すべての損傷の位置や規模(長さ、面積)の情報は、データベースとして登録されます。径間ごと、部材ごと、要素ごとなど任意単位での損傷集計を簡単に行うことができる。 ・次回以降の点検では、各損傷の経年変化、進行性管理を客観的に管理することができる。 ・ひび割れ密度やひび割れ方向(軸、軸直角)を算出し、前回結果と比較することで、繰り返し荷重による床版ひび割れの進展を客観的に把握することができる。 ・剥離等の損傷は、面積を簡単に算出できるため、補修数量の算出も効率的に行うことができる。 ・詳細な損傷データベースが構築されるため、調書類の大部分を自動化することができる。(必要に応じてカスタマイズも対応)
適用条件			ソフトウェア:点検調書作成支援システム ※システムにはタブレット(iPad)を使用する。 写真整理用アプリのため、カメラの仕様条件は特にならない。ただし、1枚当たりの損傷写真のデータ容量は500KB以下が望ましい。	データ整理: 部材情報(部材名、要素番号)毎に分割・構成された3D-CADモデルが必要 ソフトウェア動作条件: OS:Windows8.1以降 ブラウザ: Chrome又はFirefox インプット条件: ・ソフトウェア:データ整理は自社性のソフトウェア(点検データ管理システム)を使用 SfMおよびオルソ画像作成はphotoscanを使用 ※以下の撮影条件は参考値(実績)となります。 ・カメラの解像度:縦3840Pixel×横2160Pixel ・撮影距離:約50cm ・撮影角度(鉛直角度):被写体と正対して撮影 ・ひびわれ判読性能:0.1mm～1.0mmの間の異なるひびわれ幅で計測精度を評価 ・位置精度:誤差0.3%(SiP江島大橋での実証実験において評価) ・気温条件:15℃から40℃まで	ソフトウェア:損傷図作成・管理支援ソフト CrackDraw21(自社製、販売可) カメラの解像度:使用するカメラの画素数に制限はないが、幅0.05mmのひび割れを記録対象とする場合は撮影解像度0.3mm/pix以下 撮影距離:5m～80m程度(幅0.05mmのひび割れを記録対象とする場合) 撮影角度:45° 以内 ひび割れ判読性能:最小判読幅0.05mm 位置精度:最大誤差1.4cm、平均誤差0.3cm(撮影距離26mでの試験実績) 気温条件:0° ～40° (一般的なカメラの使用可能温度)
損傷写真の整理 (A-2)	評価項目	①写真番号	撮影した写真を橋梁点検調書作成支援システムの画面においてサムネイル化させ、必要な写真を手動で選択することにより、写真番号の整理を行う。 選択は、タッチパネルによる選択ため、現場にて写真番号の整理が可能	写真番号の整理は手動入力による整理 ※自動で番号を付与して出力するようにカスタマイズ可能	撮影した径間毎あるいは部材毎等の画像群を1要素ごとに自動合成が可能
		②径間番号	径間番号の整理は、橋梁点検調書作成支援システムの画面において手動入力する。 入力は、タッチパネル形式で行えるため、入力作業のスピードアップが期待できる。	径間番号の整理は手動による。 ただし、点検データ管理システム上で、3D-CADモデルと手入力により設定された径間番号を読み込むことで、損傷写真に径間番号を付与することが可能	径間番号の初期設定を手動で行うことにより、どの径間の損傷であるか自動で識別し、損傷データベースを自動構築 (2回目以降の点検においては、径間番号の設定は必要なく、損傷を解析するだけで損傷データベースが自動更新され、径間ごとの損傷進行性を容易に把握可能)
		③部材名	部材名の整理は、(橋梁点検調書作成支援システムの)情報入力支援画面上において、選択方式により部材名を選択する。 部材名はリスト化されており、簡素に入力が可能	部材名の整理は手動による。 ただし、点検データ管理システム上で、3D-CADモデルと手入力により設定された部材番号を読み込むことで、損傷写真に部材番号を付与することが可能	部材名の初期設定を手動で行うことにより、どの部材の損傷であるか自動で識別し、損傷データベースを自動構築 (本技術を用いた2回目以降の点検では、部材名の設定は必要なく、損傷を解析するだけで損傷データベースが自動更新され、部材ごとの損傷進行性を容易に把握可能)
		④要素番号	要素番号の整理は、(橋梁点検調書作成支援システムの)情報入力支援画面上において手動入力する。 要素番号はリスト化されており、簡素に入力が可能	要素番号の整理は手動による。 ただし、点検データ管理システム上で、3D-CADモデルと手入力により設定された要素番号を読み込むことで、損傷写真に要素番号を付与することが可能	要素番号の初期設定を手動で行うことにより、どの要素の損傷であるか自動で識別し、損傷データベースを自動構築 (本技術を用いた2回目以降の点検では、要素番号の設定は必要なく、損傷を解析するだけで損傷データベースが自動更新され、要素ごとの損傷進行性を容易に把握可能)
		⑤損傷の種類	損傷の種類の整理は、(橋梁点検調書作成支援システムの)情報入力支援画面上において、選択方式により損傷の種類を選択する。 損傷の種類はリスト化されており、簡素に入力が可能	損傷の種類は手動による整理 ただし、手動により抽出した損傷を3D-CADモデル及び損傷写真に紐付けて管理は可能	ひびわれの検知と幅の推定は、自社とキヤノンの共同研究に基づくAIにより自動的にを行い、CrackDraw21により技術者がチェック その他損傷については、CrackDraw21によりレイヤ分類して技術者が解析を行う
		⑥調書の作成	橋梁点検調書作成支援システムに入力したデータをクラウドに保存。 調書作成時は、クラウドから対象データをダウンロードし、Excelで調書を自動作成。 ただし、点検調書(その6)のコメント部分については手動で入力する。	点検データ管理システムで損傷写真および損傷写真のメタデータ(csv)を出力可能。また、別途、提供するエクセルファイルにおいてマクロを実行することで、損傷写真および損傷写真のメタデータを読み込み、点検調書を作成可能	調査5および調査6の大部分を自動で出力 調書にあげる損傷個所の選定やメモ(点検者コメント)はCrackDraw21で技術者が行う。CrackDraw21の調書作成機能により、損傷図、写真番号、径間番号、部材名、要素番号、損傷の種類、損傷程度、メモ、損傷写真などをエクセルの様式に自動で出力

技術名				画像によるRC床版の点検・記録システム	社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」
応募者				国際航業株式会社	富士フイルム株式会社
NETIS番号				NETIS未登録	KT-190025-VR
NETIS技術名称				画像によるRC床版の点検・記録システム	社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」
技術概要				望遠撮影による正射投影画像からひびわれ等の損傷を判読することによって、点検作業の効率化とコスト縮減を図るとともに、点検記録の合理化を実現するものである。この記録の蓄積によって、第三者による客観的なモニタリングが可能となる。	ドローン・ロボットの点検画像をもとに「床版ひびわれやコンクリート部材に発生するひびわれの自動検出」と「ひびわれの長さと幅の自動測定」を、人工知能(AI)を活用した画像解析により行い損傷図を生成する。従来は、人手で作業していたのを省力化できる。
概要図					
技術の特徴				・床版から25m離れた位置の画像でも、幅0.2mm以上のひびわれを判読した正確な損傷図が作成できる。 ・中心投影画像を正射投影画像に精密に正規化するため、画像に歪みがない。 ・画像を接合してパネル単位で記録するため、点検漏れや点検結果のバラツキがない。 ・座標を持った画像のため損傷の大きさ(幅、形状、延長)が計測できる。これによって、任意の範囲のひびわれ密度などが算出できる。	・特定のドローン・ロボットに依存しない汎用的な損傷図作成システムである。 ・自動画像合成、高性能な検出率を有するひびわれ検出機能を幅広いユーザーに提供する。 ・省力化による施工性の向上及び経済性の向上が図れる。 ・ひびわれの正確なトレースにより、ひびわれの記録性向上、定量的な把握が可能となり、点検の高度化を図れる。 ・ひびわれの損傷のみに対応する。
適用条件				・撮影支援ソフトウェア、レンズキャリブレーションソフトウェア、画像処理ソフトウェア、ひびわれ判読ソフトウェア、点検記録管理ソフトウェアを使用 ・カメラの解像度：5,000万画素以上 ・撮影距離：1～25m ・撮影角度(鉛直角度)：30° 以内 ・ひびわれ判読性能：幅0.2mm以上のひびわれを誤差0.1mm以内で計測 ・位置精度：1cm以内(撮影距離が10mの場合) ・気温条件：0～50° ・撮影条件：地上部、ポート(水深が浅く流れが緩やかな場合)、検査路、橋梁点検車	ソフトウェア：自社製 社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」 カメラの解像度：センサーサイズ縦15.6mm×横23.5mm(APS-C以上) 撮影距離：1.4m～30.0m以内 焦点距離(18mm～400mm)に準ずる 撮影角度(鉛直角度)：10° 以内 ひびわれ判読性能：最小ひびわれ幅 0.1mm 計測精度 0.05mm (「ひびみつけ」を利用して自動計測) 位置精度：マーカー不要 水平±0mm,鉛直±21mm(「ひびみつけ」を利用して計測、撮影距離が30m以内の場合) 気温条件：撮影したカメラ仕様に準ずる。 ※撮影ぼけやぶれを防止するために、補助照明(ストロボ等)の使用を推奨する。
損傷写真の整理 (A-2)	評価項目	①写真番号	損傷図の旗揚げを記載時に写真番号の自動採番が可能 旗揚げは手動で入力、採番は自動	様式に使用する画像(損傷写真)の番号は作業員が入力 画像は所定のフォルダ(②を参照)に格納	点検対象部材毎に分割撮影した画像を部材毎や径間毎にフォルダ分けをしてシステムで自動合成処理し、合成画像の写真番号をシステム上で付与 所定の調査で出力する際には、作業員によって合成画像の写真番号の入力が必要
		②径間番号	撮影した写真は径間毎に自動合成し、径間毎に自動で損傷写真の整理が可能 径間単位の画像群の合成および損傷写真との紐づけは自動処理、損傷図内の径間データの割付は手動	「径間番号・要素番号(行・列)」をシステムに入力することで、関係データを格納するためのフォルダ(径間番号・部材名・要素番号ごとのフォルダ)を自動作成	点検対象部材毎に分割撮影した画像を部材毎や径間毎にフォルダ分けをしてシステムで自動合成処理させることで径間番号をシステム上で付与 所定の調査で出力する際には作業員による番号の入力が必要
		③部材名	旗揚げした損傷に対して点検者が部材名をメニュー選択して手動入力 入力後、対応した損傷写真が自動で選択される	「径間番号・要素番号(行・列)」をシステムに入力することで、関係データを格納するためのフォルダ(径間番号・部材名・要素番号ごとのフォルダ)を自動作成	点検対象部材が、床版、PC橋主桁、橋脚、橋台PC部に限られている 部材名はシステム上で付与 所定の調査で出力する際には作業員による番号の入力が必要
		④要素番号	旗揚げした損傷に対して点検者が要素番号をメニュー選択して手動入力 入力後、対応した損傷写真が自動で選択される	「径間番号・要素番号(行・列)」をシステムに入力することで、関係データを格納するためのフォルダ(径間番号・部材名・要素番号ごとのフォルダ)を自動作成	点検対象部材毎に分割撮影した画像を部材毎や径間毎にフォルダ分けをして自動合成処理させることで要素番号をシステム上で付与 所定の調査で出力する際には作業員による番号の入力が必要
		⑤損傷の種類	旗揚げした損傷に対して点検者が損傷の種類をメニュー選択して手動入力 入力後、対応した損傷写真が自動で選択される	ひびわれ判読ソフトを使用し、画像からひびわれ等の損傷の種類・形状・幅等の情報を作業員が判読判読したデータは、所定のフォルダ(②を参照)に保存される。	撮影画像をもとに、発生している「ひびわれの自動検出」および「ひびわれの長さと幅の自動測定」が可能
		⑥調書の作成	調書を出力時、上記項目が自動的に割り振られる。点検調書(その6)のメモは入力する	点検調書(その5、その6)は、所定のフォルダ内のデータをもとに、作業者が必要事項を入力して作成する。点検調書(その5)の損傷図は、画像データと損傷データの重ね合わせ表示ができる。	調書は、自動作成された部材単位毎の損傷図等のデータおよび損傷程度の手動入力により作成する。

道路橋試験の実施箇所

道路橋試験の実施箇所は、応募者から申請された適用条件(対象部材、損傷の種類)に基づき、試験時における現場条件を勘案したうえで、試験可能な3橋梁において実施した。

試験の実施箇所及び試験項目

実施箇所①：単純非合成鈹桁橋(橋長:260m)

応募者別試験項目

- ・ 損傷写真の撮影(A-1)及び損傷写真の整理(A-2)
 - 〔6径間〕 ジビル調査設計(株)、(株)東設土木コンサルタント、国際航業(株)
 - 〔7径間〕 (株)リコー
- ・ 損傷写真の撮影(A-1)
 - 〔7径間〕 (株)イクシス
- ・ 損傷写真の整理(A-2)
 - 〔7径間〕 富士フイルム(株)



橋梁外観

実施箇所②： PC連続箱桁橋(橋長:365m、橋脚高さ:41.5m)

応募者別試験項目

- ・ 損傷写真の撮影(A-1)及び損傷写真の整理(A-2)

〔P2橋脚〕 富士通(株)



橋梁外観

実施箇所③： プレテンション方式PC単純床版橋(橋長:12.6m)

応募者別試験項目

- ・ 損傷写真の整理(A-2)

富士フイルム(株)



橋梁外観

評価の方法（1／2）

A－1 損傷写真の撮影

損傷写真の撮影に関する評価は、定期点検（近接目視）の結果である損傷図に各応募技術によって撮影した損傷画像を重ね合わせ、損傷の判読が可能であった「判読可能率」により評価を行った。

なお、判読可否の判定は、橋梁の点検・診断に関する業務経験を有する技術者3名（「道路橋定期点検要領」に定められた点検員の資格を有する者）が、判読の可否を合議することにより行った。

◇ 判読可能率 B／A

$$= \frac{B(\text{近接目視で検出した損傷のうち、当該技術で記録した画像において判読可能な損傷個所数})}{A(\text{近接目視で検出した損傷個所数})}$$

※ 評価は平成28年度に実施した定期点検結果のうち、近接目視により損傷が確認された部材を対象とした。

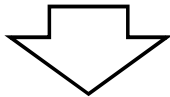
A－2 損傷写真の整理

損傷写真の整理に関する評価は、撮影した損傷の状態を判読できる写真が、

- ・「写真番号、径間番号、部材名、要素番号、損傷の種類を自動で記録し、整理できるか」
- ・「点検調書の自動作成が可能か」

について、申請者へのヒアリングを行った結果をとりまとめたものである。

A－2 損傷写真の整理(具体例)



- 評価項目と「例」
- ①写真番号「1」
 - ②径間番号「6」
 - ③部材名「柱部・壁部」
 - ④要素番号「0601」
 - ⑤損傷の種類「ひびわれ」

撮影写真と点検調書に反映する項目をリンク

⑥調書の作成

定期点検記録様式(その4) 部材番号及び要素番号図	径間番号	1	起点側	緯度		終点側	緯度		橋梁ID	
フリガナ	橋梁名		路線名	〇〇〇	管理番号		橋梁コード			

損傷図はシステム上で自動作成

データ記録様式(その10) 損傷写真		径間番号		起点側	緯度		終点側	緯度		橋梁ID	
フリガナ	橋梁名		路線名		管理番号		橋梁コード				
備考											
写真番号	1	径間番号	6	写真番号		径間番号		写真番号		径間番号	
部材名	柱部・壁部	要素番号	0601	部材名		要素番号		部材名		要素番号	
損傷の種類	ひびわれ	損傷程度	C	損傷の種類		損傷程度		損傷の種類		損傷程度	
				前回損傷程度				前回損傷程度			
メモ				メモ				メモ			
写真番号		径間番号		写真番号		径間番号		写真番号		径間番号	
部材名		要素番号		部材名		要素番号		部材名		要素番号	
損傷の種類		損傷程度		損傷の種類		損傷程度		損傷の種類		損傷程度	
前回損傷程度				前回損傷程度				前回損傷程度			
メモ				メモ				メモ			

人により入力した値が点検調書に反映

自動判定された値が点検調書に反映