

1. 基本事項

技術番号	BR030051-V0225			
技術名	穿孔法による応力測定技術			
技術バージョン	Ver.1	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社IHI検査計測			
連絡先等	TEL: 045-791-3518	E-mail: uejima1792@ihi-g.com	計測事業部 計測技術部 上島秀作	
現有台数・基地	3台	基地	神奈川県横浜市金沢区	
技術概要	鋼製の構造部材に小径穴(標準値: ϕ 2mm, 深さ1mm)の穿孔を行い、その解放ひずみをひずみゲージを使用して計測することで、穴周辺に作用する内在応力(死荷重および活荷重による応力および残留応力などによって部材に内在する全応力)を評価する手法である。ASTM(American Society for Testing and Materials)規格に則り解析することで、深さ方向の内在応力分布を評価する。			
技術区分	橋種	鋼橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚) 支承部(支承本体)		
	損傷の種類	鋼	-	
		コンクリート	-	
		その他	-	
		共通	-	
検出原理	ひずみ			
検出項目	内在応力			

2. 基本諸元

計測機器の構成		(1)穿孔装置 (2)ひずみ測定器 (3)電子制御システム、 (4)データ処理PC (1)～(4)は有線にて接続される。穿孔装置に付属する電動モーターに取り付けられた超硬ドリルで対象物を穿孔する。また、穿孔装置のステッピングモーターが電子制御システムによって制御されることで正確に掘り進むことが可能である。穿孔により得られた解放ひずみはひずみ測定器を通してPCへ送られる。このPCはデータ収集だけでなく、電子制御システムの制御も兼ねる。	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
設置方法	(1)穿孔装置:対象物が鋼材の場合、穿孔装置の足部分の磁石で固定することができる。磁力で固定ができない場合は、足部分と対象物を接着剤で固定する。 (2)ひずみ測定器、電子制御システム:穿孔装置、PCの近傍に置き、ケーブルを介して接続される。		
外形寸法・重量(分離構造の場合)	・穿孔装置:最大外形寸法(長さ170mm×幅150mm×高さ170mm)、最大重量(4.6kg) ・ひずみ測定器:最大外形寸法(長さ52.5mm×幅200mm×高さ121mm)、最大重量(850g) ・電子制御システム:最大外形寸法(長さ245mm×幅220mm×高さ140mm)、最大重量(5.4kg)		
センシングデバイス	・ひずみゲージ 主に、東京測器研究所社製 型番 FRS-2 3軸 ・ひずみ測定器 HBM社製 QuantumX 型番 MX440B		
計測原理	・計測対象場所にひずみゲージを貼付け、ひずみゲージ中心を段階的に穿孔する。穿孔によって、穿孔位置に内在する応力が解放されることによるひずみ(解放ひずみ)を取得する。取得した解放ひずみをASTM規格に則り解析することで各深さの内在応力を評価する。 ・キャリブレーションは穿孔開始直前のひずみ値をゼロとすることで行う。 ・本技術は穴を開けるため、全く同じ位置の計測は不可能である。		
計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	・ひずみゲージ貼付けのために計測部位に近接できる必要がある。また、計測部位から計測装置(測定器)までケーブルを配線する必要がある。 ・鋼材のひずみゲージ貼付箇所は塗装などを剥がして鋼材素地を露出する必要がある(ひずみゲージに対して穿孔するため、コーティング材塗布の必要なし)。 ・母材とひずみゲージの密着性を図るため、湿潤状態ではゲージ貼付作業はできない(測定は雨天や降雪時は装置一式にシートをかければ可能)。 ・母材とひずみゲージの密着性を図るため、ゲージ貼付け面が平らであること。 ・部材端部や異種材料を跨いだ計測は不可。 ・計測箇所はひずみゲージ貼り付けるため15mm×15mm以上の範囲が必要(詳細はひずみゲージサイズによる)		
精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・ひずみ計測にあたり計測精度向上のため、S/N比の向上に留意する必要がある。特に、ノイズ低減のために、アースを取る場所に留意が必要である。 ・温度変化による見かけひずみが生じるため、鉄鋼の線膨張率に近いひずみゲージの使用が望ましい。 ・計測精度向上のため、可能な限り計測位置を垂直に穿孔する必要がある。 ・応力解析時の補正のために実際の穿孔穴径を計測することが望ましい。		
計測装置	①PCに穿孔条件(穿孔深さ、ドリル送り速度等)を入力する。 ②鋼材に貼り付けたひずみゲージに対して、穿孔装置により穿孔を行う(自動)。 ③穿孔による解放ひずみはひずみ測定器でAD変換され、PCに送信される(自動)。 ④各深さに対応する解放ひずみ値がPCに収録され、同時にPC画面に解放ひずみグラフが描かれる(自動)。 ⑤目標深さまでの穿孔が完了したことを確認後、穿孔穴径をダイヤルゲージを使用して測定する。 ⑥PCに穿孔穴径を入力して計測が完了となる。 ⑦計測データをASTM規格に基づき解析し、各深さの内在応力値を求める。		
計測プロセス	【処理フロー図】		

		自動処理	手動処理
アウトプット		<ul style="list-style-type: none"> 計測される各穿孔深さに対応する解放ひずみ、穿孔孔径はDATファイルにてPC保存される。保存されたデータをASTM規格に基づき解析し、各深さの内在応力値をアウトプットする。 得られる情報は、平面応力の3方向成分、最大最小主応力、最大主応力方向、ミーゼス応力など。 現地計測に要する時間は、計測準備に60分、計測に30分、データ確認に15分、機器の撤去に30分程度を要する。 	
計測頻度		<ul style="list-style-type: none"> 1回の計測で深さ方向に20分割(標準深さ1mm、1ステップ0.05mm)して解放ひずみを計測する。 性能保証期間は装置校正有効期間と同等。 	
耐久性		<ul style="list-style-type: none"> ひずみ測定器: IP20 (EN 60529) 	
動力		<ul style="list-style-type: none"> 穿孔装置、電子制御システム: AC100V ひずみ測定器: DC24V 	
連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)		-	
データ収集・通信装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> PC: 穿孔装置、ひずみ測定器、電子制御システムの近傍に置き、ケーブルを介して接続される。 	
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> 最大外形寸法 (長さ375mm×幅265mm×高さ270mm)、最大重量 (2.2kg) 	
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> ひずみ測定器から計測したデータをLANケーブル経由でPCに伝送しハードディスクに保存。 データはDATファイルにて保存され、計測中に通信が断絶した場合でも、その時点までのデータが保存される。 DATファイルは専用の解析ソフトウェアで処理する。 	
	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	<ul style="list-style-type: none"> AC100V 	
	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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	[システム一式の計測精度] ・引張応力が100MPaのとき±7%、200MPaのとき±6%	・計測位置の内在応力が対象とする材料の降伏応力の80%未満で定量的な結果が得られる(ASTM規格準拠) ・本システム一式の計測精度は社内試験で検証済み。 ・SM490材(厚さ10mm)の一軸引張試験により、引張試験機のロードセル値と本システムの計測値を比較した。	
		標準試験値	未検証	-	
	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	・降伏応力の80%以内	・定量的評価では対象とする材料の降伏応力の80%以内ASTM規格に準拠 ・穿孔部分が均質・等方材料であること	
	感度	校正方法	・ひずみゲージ データシートによる ・ひずみ測定器 ひずみ校正器による		-
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値		-	-	
分解能	性能確認シートの有無 ※	-			
	性能値	-	・ひずみ値 $\pm 1 \times 10^{-6}$ の分解能を有するひずみ測定器を使用する(ASTM規格に準拠) ・ひずみ測定器は分解能24bitコンバータ内蔵		

※「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)

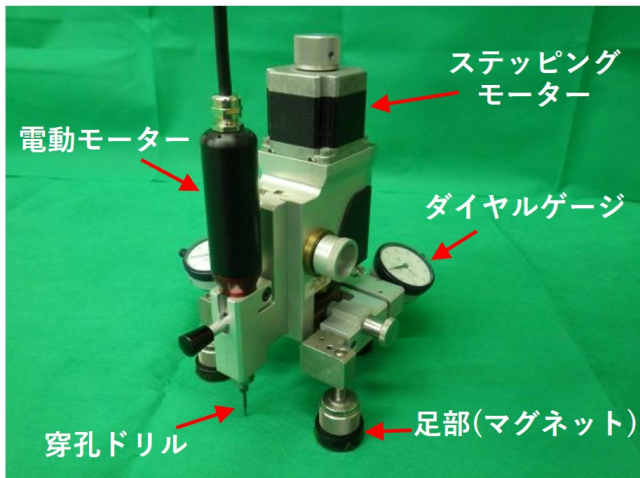
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	-	-
	周辺条件	・計測対象場所に計測員がアクセスできること(作業足場、高所作業車など使用可)	-
	安全面への配慮	・穿孔中の高速回転ドリルによる受傷注意 ・飛散した切粉による受傷注意	・安全保護メガネの利用推奨
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	・橋梁自重(死荷重)測定の場合は車両を載せないこと	・車両が載った場合は「死荷重+活荷重」となる
	その他	ひずみ測定器 ・気温-20~+65℃ ・相対湿度5~95%(結露がないこと) ・少雨時は適用可(装置にシートをかける)	-

5. 留意事項(その2)

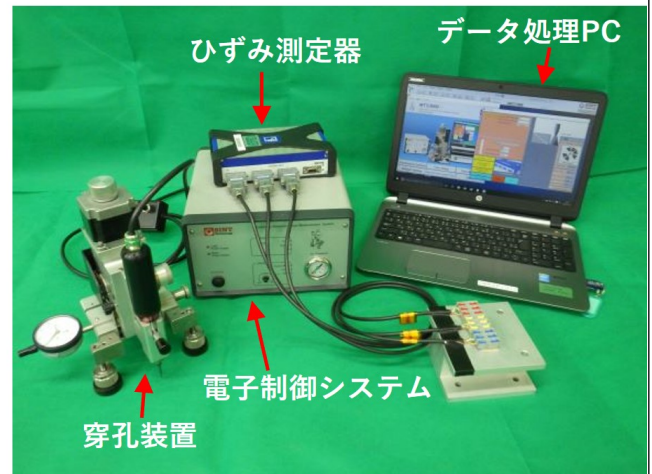
項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	・ST(ひずみ)レベル2以上 (社団法人 日本非破壊検査協会)	-
	必要構成人員数	・計測員2名	・安全な場所では1人でも計測可能
	作業ヤード・操作場所	・作業ヤード範囲: 4m ² ・操作場所: 計測機器より1m以内	・計測開始後は自動計測するため、離れていても問題ない
	計測費用	1日作業・2か所測定の場合 ・調査費用計 500,000円 (外業:200,000円、内業:300,000円) ・機器経費:100,000円 合計 600,000円	・移動費は含まない
	保険の有無、保障範囲、費用	・保険には加入していない	-
	自動制御の有無	-	-
	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	・サポート制あり	-
	センシングデバイスの点検	・ひずみゲージ 抵抗と絶縁の確認(都度) ・ひずみ校正器による(1回/年)	-
	その他	・連続した非常に大きな衝撃が生じる現場では対応不可 ・穿孔位置が曲率の大きい場所では対応不可	-

6. 図面

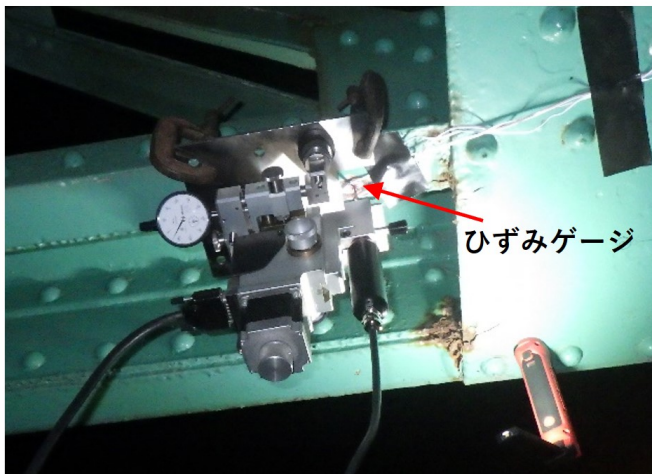
◆穿孔装置



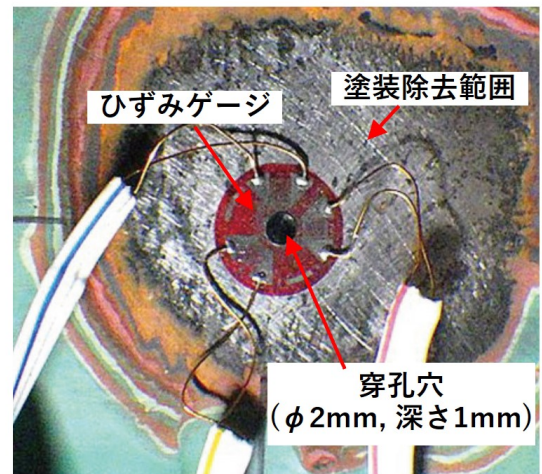
◆システム一式



◆穿孔装置設置状況 (上向き)



◆ひずみゲージ貼付け状況



1. 基本事項

技術番号	BR030052-V0225			
技術名	ドローン・スマホ・ソナーによる橋梁全体の状態・形状計測技術			
技術バージョン	-	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社特殊高所技術/PROSPIT			
連絡先等	TEL: 075-574-7077	E-mail: rope@tokusyu-kousyo.co.jp	特殊高所技術(本社)	
現有台数・基地	ドローン12台/ソナー1台(基地:東京/大阪/京都/名古屋/福岡/三重)	基地	京都府京都市南区吉祥院三ノ宮町1	
技術概要	<p>本技術は、スマートフォン、ドローン、水中ソナーを用いて橋梁全体の状態を把握する技術である。</p> <p>地上部は、スマートフォン及びドローンを用いて損傷箇所の画像を取得する。</p> <p>水中部は、ソナー技術を用いて反射波映像で基礎部、河床の形状を把握する。</p> <p>また、水中部のソナー計測結果と下部構造位置の整合をとるため、ドローンによる3次元モデルを構築する。</p>			
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) 下部構造(橋脚,橋台,基礎)		
	損傷の種類	鋼	①腐食 ③ゆるみ・脱落 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 ⑪床版ひびわれ	
		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	
		共通	⑩補修・補強材の損傷 ⑫定着部の異常 ⑬変色・劣化 ⑭漏水・滞水 ⑮異常なたわみ ⑯変形・欠損 ⑰土砂詰まり ⑱沈下・移動・傾斜 ⑲洗掘	
検出原理	スマートフォン・ドローン:静止画/動画 水中ソナー:超音波			
検出項目	部位・部材の損傷、形状寸法			

2. 基本諸元

計測機器の構成		[地上部] ・スマートフォン ・ドローン [水中部] ・移動装置:計測器をポールに設置して人力で移動 ・計測装置:ソナー端子 ・データ収集・通信:SDカードに保存(Wifi通信により、計測中の画像はタブレットに映し出される)	
移動装置	機体名称	[ソナー] ローランス社製 ActiveTarget Live Sonar	
	移動原理	【人力型】 ・スマートフォン,水中ソナー:人が計測装置を持ち運びながら計測を行う。 【飛行型】 ・併用するドローンは、手動飛行および自動飛行により下部工、基礎周辺を飛行する(機体は任意である)。	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	・ソナー計測器:ソナー取り付けポール長さ2m ・ソナー本体(背負いタイプ) :外形寸法(長さ50cm×幅40cm×高さ20cm)、重量(15kg)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	・電源供給容量:バッテリー 12V/20Ah	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・240分(外気温:+5℃~20℃の場合)		
設置方法	・対象物及び損傷部を直接計測できる位置で計測する。		
外形寸法・重量(分離構造の場合)	-		
センシングデバイス	[ソナー(水中部)] ・ローランス社製 ActiveTarget Live Sonar		
計測原理	[ソナー(水中部)] ・ソナー端子を水中に沈め、超音波を発信し、受信した反射波により形状を計測する。		
計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	[ソナー(水中部)] ・濁水中での計測可能 ・計測可能な水深は、50cm以上とする。 ・気泡、魚影に超音波が反射するため反射波が乱れる。 ・超音波を反射しない躯体(鋼板)は計測不可		
精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・ソナー端子が躯体の計測面に対して、垂直に設置されると、反射波が明瞭になり、斜めに入ると反射波に幅ができるため、計測値に差異があるため、端子を回転させて反射波が明瞭となる位置を確認する。		
計測装置	①橋脚・基礎(躯体)の計測位置に目印をつけ、それをめがけてソナーの端子を水中に入れる。 ②反射波形をタブレット上のライブ画像で確認し、反射波形状を画像として取得する。 ③ドローン等で橋脚全体を3Dモデル化(点群化)し、ソナー計測した位置と水面の位置関係の整合をとる。 ④ソナーの反射波を図面上に重ね合わせ、人力でCAD等で洗掘ラインを可視化する。		
計測プロセス	<p> [地上部 (スマートフォン・ドローン)] 撮影 → モデリング </p> <p> [水中部 (ソナー)] すみだし → ソ等特ナに殊1よ高設り所置技術 → 計測 </p> <p> モデリング → 計測 → 整合チェック → 洗掘深さ奥行 → 図化 </p> <p> [内業] </p>		
アウトプット	[スマートフォン,ドローン(地上部)] 2-5-437 ・画像/動画 画像処理による、3次元モデル(点群データLas等) [ソナー(水中部)] ・画像		

図.計測プロセス

	計測頻度	・計測時毎1回
	耐久性	・高防水・防塵(規格未公開)
	動力	・バッテリーより専用ケーブルで供給
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・240時間(外気温:5℃~20℃)
データ収集・通信装置	設置方法	・ポールに取り付けたソナー端子を水中に沈める。
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-
	データ収集・記録機能	-
	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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	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 洗掘・形状寸法(2021) 実施年 2023年 ・相対誤差:0.083mm(濁度2.6度) ・相対誤差:0.126mm(濁度87.8度)	・サンプル数:24(濁度2.6度) ・サンプル数:24(濁度87.8度)	
	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	・対象面からの離隔50cm~30m範囲	-	
	感 度	校正方法	・代理店によるサポートによる		-
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値		-	-	
分解能	性能確認シートの有無 ※	-			
	性能値	-	-		

※「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	・桁下は人が進入できる箇所	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	・人が橋脚からアプローチする場合、特殊高所技術の安全管理による
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	-	-

5. 留意事項(その2)

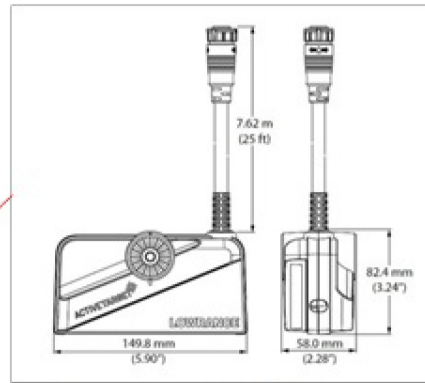
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	・操作技術を習得した者、点検従事者	-
	必要構成人員数	・現場責任者1人、操作1 合計2名	-
	作業ヤード・操作場所	-	-
	計測費用	【鋼橋/コンクリート橋】 橋長50m 幅員20m [橋面積 1000㎡] 橋梁点検 1日作業 +洗掘調査 現場4名 費用:700,000円/日	・橋梁点検業務に付随して実施 ・洗掘調査のみの実施場合は計測条件等を確認が必要
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	・業務委託	・橋梁点検業務に付随して実施
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

6. 図面

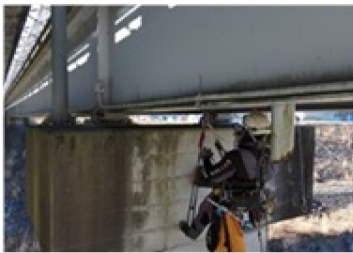
	ドローン(例)	スマートフォン	ソナー
機器	米国: Skydio社製 SkydioS2+ 等	iPhone12以降モデル (LiDAR機能付き)	米国: LOWRANCE社 GARMIN社/HUMMIN BIRD社等 LIVE SONAR
寸法	L229×W274×H126(mm)	L146×W72×H8(mm)	L150×W40×H60 (mm)



[機器一覧]



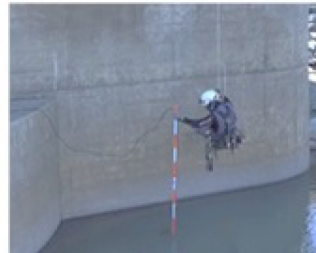
[ソナー端子(受発信子)]



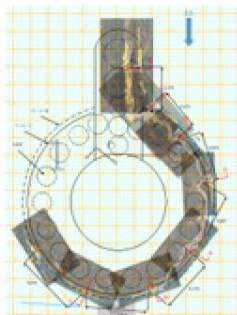
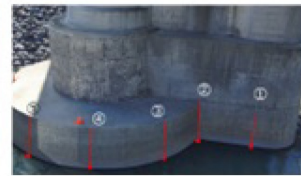
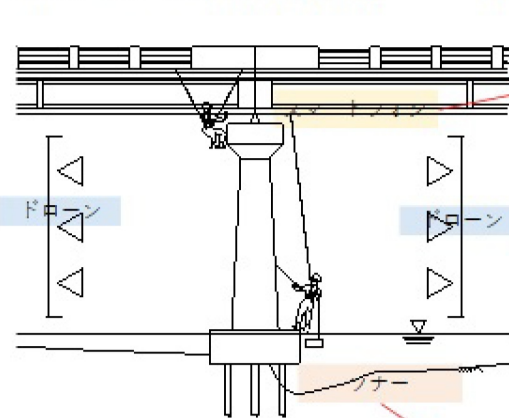
[スマートフォン支承部撮影状況]



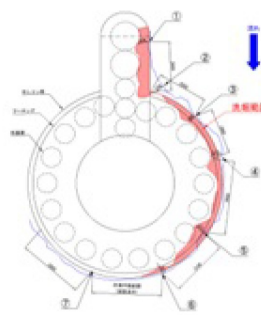
[ドローン]



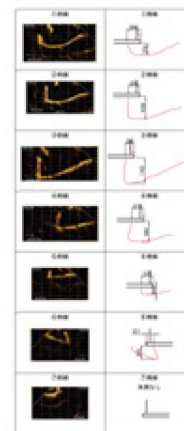
[ソナー基礎部の洗掘調査状況]



[図面との照合]



[図化]




[図化]

1. 基本事項

技術番号	BR030053-V0225		
技術名	ワイヤレスモニタリングシステム		
技術バージョン	-	作成:	2025年3月
開発者	グレートスタージャパン株式会社		
連絡先等	TEL: 045-228-8677	E-mail: s.nakamura@gresatstarjapan.co.jp	営業部 中村聡
現有台数・基地	2台	基地	神奈川県横浜市中区山下町223-1
技術概要	<p>本技術は、3軸の傾斜センサー等を用いて遠隔で下部構造(橋脚)の傾斜角を計測する技術である。 橋梁等の構造物にワイヤレスセンサーを設置することで、内蔵3軸の傾斜センサーによる角度値、レーザー距離計による距離値ワイヤレスセンの観測データをワイヤレスセンサーでクラウドに転送し、データをさまざまな場所で確認できるシステムである。本技術で採用する機種には、3軸の傾斜センサーだけのTTSと距離計機能がついた3軸の傾斜センサーODSの2機種がある。</p>		
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)	
	損傷の種類	鋼	
		コンクリート	
		その他	
	共通	⑳異常なたわみ ㉑変形・欠損 ㉒沈下・移動・傾斜 ㉓洗掘	
検出原理	慣性計測装置(IMU)		
検出項目	傾斜角		

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> ・センサーを橋脚等に固定 ・計測装置:3軸傾斜センサーまたは距離計付3軸傾斜センサー ・4Gゲートウェイによりデータをクラウドに送信 ・PCやスマートフォンにて角度変化、距離変化を観測 	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	・移動なし	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・計測装置:最大外形寸法(長さ90mm×幅90mm×高さ90mm)、最大重量(0.6kgf)	
	センシングデバイス	<ul style="list-style-type: none"> ・Senseive社製 3軸傾斜センサー ・Senseive社製 レーザー距離計 	
	計測原理	・橋脚等に3軸傾斜センサー設置し、傾斜の変化を計測する。変化量を観測することで、事故、災害予測が可能 またレーザー距離計付のセンサーでは同時に変位の年化量も計測可能	
	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"> ・移動通信(4G等電話回線)を有するエリア ・移動体などの変位振動が大きい場所には適さない 	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> ・設置時にセンサー確実に固定する必要がある ・温度変化による膨張、収縮のひずみが生じるが、同時に温度データをモニタリングすることで正常、異常の判断をする。 	
	計測プロセス	<p>①橋脚等に設置したセンサの傾斜角及び距離値をゲートウェイに送信 ②ゲートウェイからデータをクラウドに転送上のWeb ③PCからWebモニターにて傾斜角及び距離値を確認 ④継続的にモニタリングすることで、データの変化を観察 ⑤閾値を設定することで、アラートによる警告が発動される</p> 	
	アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> ・計測される傾斜角または距離値のデータはWebモニター上にグラフ化され、また各数値はcsvファイルにて出力可能。 ・機器の設置に要する時間は通信設定を含めて1~2時間程度。PCで確認可能 	
	計測頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・データ取得間隔は最低1秒から設置可能。TTSは15年(1測定/30min)、ODSは10年(1測定/30min) ・1回/30分でTTSは15年、ODSは10年の電池寿命。電池交換可能 	
	耐久性	・IP68	
動力	・内蔵リチウムイオンバッテリー		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・TTS(3軸傾斜センサー)は15年(1測定/30分)、ODS(距離計付3軸傾斜センサー)は10年(1測定/30分)		
データ収集・通信装置	設置方法	・センサー周辺(最大300m)に4Gゲートウェイを設置。センサーと4Gゲートウェイは2.4G無線で接続	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・4Gゲートウェイ:最大外形寸法(長さ395mm×幅120mm×高さ65mm)、最大重量(1.2kgf)	
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> ・計測される傾斜角または距離値のデータはWebモニター上にグラフ化され、また各数値はcsvファイルにて出力可能。 ・データの取得間隔は最低1秒から設定可能 	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・通信方法 4G ・通信規格 3.4 - 3.6GHz / 698 - 806MHz ・通信速度 平均150Mbps ・通信距離 4G受信範囲 	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	・Microsoft Azureクラウド使用(ISO/IEC2701準拠)	
	動力	・ソーラパネルまたはAC電源	
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	・制限なし	

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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	ODS 距離計 ・再現性(精度): $f \pm 0.15\text{mm}$ TTS 3軸傾斜センサー ・再現性(精度): $\pm 0.0005^\circ$ ($\pm 0.009\text{mm/m}$)	-	
		標準試験値	標準試験方法 洗堀 傾斜角(2020) 実施年 2023年 ・相対差: 0.0785°	・サンプル数3 ・リファレンス値: $-3.00, -5.90, 4.40^\circ$ ・計測値: $-2.94, -6.00, 4.47^\circ$	
	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	・3軸傾斜センサー: 全方向角度計測可能 ・距離計の計測範囲: $40\text{mm} \sim 150\text{m}$	-
	校正方法		-		-
	感度	検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値		-	-	
	S/N比		性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
	分解能		性能確認シートの有無 ※	無	
			性能値	・3軸傾斜センサー: 0.0001° ($\pm 0.0018\text{mm/m}$) ・距離計: 0.1mm	-

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

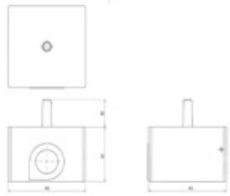
5. 留意事項(その1)

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	・水中の観測は適さない	-
	周辺条件	・移动通信(4G等電話回線)を有するエリア	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	-	-

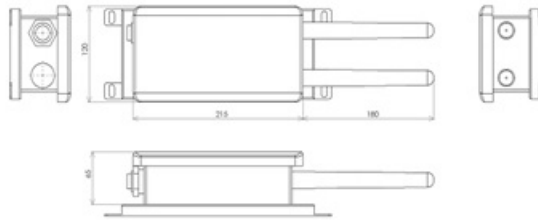
5. 留意事項(その2)

項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	-	
	必要構成人員数	・現場責任者1人、操作1人 合計2名	
	作業ヤード・操作場所	・作業員がセンサーおよび4Gゲートウェイを設置可能なエリア	
	計測費用	<p>【橋梁条件】① 橋種 [コンクリート橋/鋼橋] 橋長 35m 全幅員 10 m 部位・部材 [橋桁] 検出項目 [傾斜角] 設置箇所数 [4箇所(センサー4台、4Gゲートウェイ1台)] 計測頻度 [30分] 計測期間 [1年] <費用> 合計 1,265,000円 (保守含む)</p> <p>【橋梁条件】② 橋種 [コンクリート] 橋長 35m 全幅員 10 m 検出項目 [変位] 設置箇所数 [3箇所] 計測頻度 [1回/月] 計測期間 [1年] <費用> 合計710,000円 (保守含む)</p>	
	保険の有無、保障範囲、費用	・保険には加入していない	
	自動制御の有無	・自律制御無	
	利用形態:リース等の入手性	・購入およびレンタル	レンタル先:計測ネットサービス株式会社 〒114-0013 東京都北区東田端2-1-3 天宮ビル6・7F TEL:03-6807-6466(代表)
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・サポート制あり	
	センシングデバイスの点検	-	
	その他	-	

6. 図面



ODS/TTS



4Gゲートウェイ

TTS (3軸傾斜センサー)

15 円

5 円

1 円

3軸傾斜センサー	
分解能	0.0001° (0.0018mm/m)
再現性	±0.0005° (±0.009mm/m)
バッテリー寿命	1~15年
防塵・防水	IP68
設置	全方向

ODS (距離計測機能付き3軸傾斜センサー)

バッテリー寿命 10 年

距離計	
分解能	0.1mm
再現性	±0.15mm
測距範囲	0.04~150m

センサーが設置面から傾いた時、角度に変化が生じることでスレを検知します。

取付用アダプター

Point

あらゆる形状・環境において360°
全方位へ取付可能！

対象物までの距離を計測し、傾斜変動による歪みを検出します。

変位計、伸縮計、ひずみ計、圧力計、水位計、ひじれ、土圧、水分計、電磁、地層り計、温度計など、各種センサーと連携できます。

1. 基本事項

技術番号	BR030054-V0225			
技術名	映像解析による非接触固有振動計測技術			
技術バージョン	-	作成:	2025年3月	
開発者	計測検査株式会社			
連絡先等	TEL: 093-642-8231(代表)	E-mail: kkeigyo@keisokukensa.co.jp	担当部署 営業部(代表)	
現有台数・基地	1台	基地	福岡県北九州市八幡西区陣原	
技術概要	<p>本技術は、動画映像を用いた遠隔・非接触の計測手法により、車両が橋梁上を通過する際に桁に発生する振動加速度を計測・可視化するものである。</p> <p>本技術の特徴としては、ハイスピードカメラで動画映像を撮影するだけで、ターゲット等を設置しなくても任意の計測対象表面の振動加速度を遠隔・非接触で計測が可能である。</p>			
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)		
	損傷の種類	鋼	-	
		コンクリート	-	
		その他	-	
		共通	-	
検出原理	動画像			
検出項目	振動数/周波数スペクトル			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> 計測装置: ハイスピードカメラ、カメラ三脚 データ収集・通信: 有線(制御・解析PCにデータ収集) 必要に応じて、対象箇所への照度不足を補うための照明装置を用いる。 	
移動装置	機体名称	IRIS M	
	移動原理	<p>【設置型】</p> <ul style="list-style-type: none"> 本計測機器は計測装置とデータ収録・通信が一体構造であり、人力で調整、設定を行い、地面に据え置いて計測を行うものである。 	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> 本測定機器は、カメラを三脚の雲台上部に1/4インチねじで固定し、測定対象物が観察できる場所に三脚を設置して計測する。 振動によるブレの低減の為に、三脚の脚に免振ゲルパッドを敷き計測する。 カメラレンズは、測定対象に合わせて必要なスペックのものに付け替えが可能である。 	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	計測装置: カメラ本体(レンズなし) 最大外形寸法(長さ75mm×幅43mm×高さ35mm)、最大重量(0.9kgf)	
	センシングデバイス	<p>【カメラ】</p> <ul style="list-style-type: none"> FLIR社 ハイスピードカメラ <p>【レンズ】</p> <ul style="list-style-type: none"> フォトン社 Cマウントレンズ <p>【データ測定収録PC】</p> <ul style="list-style-type: none"> DELL Latitude 5420 Rugged <p>【レーザー距離計】</p> <ul style="list-style-type: none"> BOSCH GLM400C 	
	計測原理	<ul style="list-style-type: none"> 動画画像から計測対象表面の模様を追跡、画面内の各点の動き分布をMotion Amplification®softwareによって解析し、人の目では見えない小さな動きを増幅・可視化する。また、動画画像内の任意範囲を選択しピクセル解析することで、対象物の振動加速度を算出し、加振試験を行った際の振動振幅、固有振動周波数を算出する。 	
	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"> 焦点距離6mmのレンズを用いて撮影した場合、最大画角は1,920×1,080mmの領域が撮影され、10mの距離から撮影した場合、加速度の分解能は0.002m/sec²となる。 撮影距離は、撮影前にレーザー距離計などで予め計測する。 照度が不足する場合は照明装置を使う。地面から桁までの距離、撮影対象の周辺環境(日照の影響の有無など)、撮影時間等を考慮して機材を選定して測定を行う。 設置場所については、計測対象となる桁下面を撮影できる位置で、かつ計測時にカメラが揺れないような強固な場所を選定する。 雨、陽炎、日照変動(明るさ変動)の影響を受けにくい環境で撮影を行うよう計画する。 	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> 計測対象表面の特異点を画像処理により変位算出するため、計測対象表面に特異点が必要である。 光沢のある表面の場合、ハレーションが起きて測定困難となる可能性がある。 計測対象表面に対し正対していない場合、対象までの距離と角度が不正確だと誤差の要因となる。計測対象表面に対して±20°以内で計測することを推奨する。20°以上の計測となる場合、解析結果に補正計算を行うことで計測可能である。 	
	計測プロセス	<p>①事前準備</p> <p>橋梁の位置、種類、構造、周辺の交通量など基本情報・設計情報を調査する。機材の設置位置及び設置位置からの対象物までの距離、画角、地形、照明の要否、撮影条件などの調査をする。以上を踏まえ、撮影計画を立てる。</p> <p>②機器設置</p> <p>撮影計画に基づき、機器を設置する。三脚にカメラ・レンズを取り付けて、計測対象に向け固定する。カメラと測定解析用PCをUSB3.0screw look cableで接続する。</p> <p>③撮影条件設定・キャリブレーション</p> <p>測定解析用PC内のMotion Amplification®softwareでカメラ向き、画角、フォーカスを合せ、レンズの焦点距離を確認する。次に、Motion Amplification®softwareでPC画面上の設定画面より明るさ、撮影フレームレート、露光時間、撮影時間を設定する。最後に、レーザー距離計を用いてカメラと対象物との距離を測定し、その値を入力する。これにより、キャリブレーションが完了となる。</p> <p>④撮影・データ保存</p> <p>作業者は、Motion Amplification®softwareを操作し、撮影を開始し、任意の計測後、撮影を終了する。この時、撮影開始のタイミング及び測定時間の打合せを事前しておく必要がある。測定時間を打合せにて決定し、測定終了した後データの保存を行う。</p> <p>⑤データ解析</p> <p>測定解析用PCのMotion Amplification®softwareより、解析したいデータを読み込み、解析実施箇所を打ち合わせ解析を行う。</p> <p style="text-align: center;">2-5-452</p> <p>Motion Amplification®softwareでデータを読み込み、表示された映像内の解析したい箇所を範囲選択すると、自動で時系列波形と周波数スペクトラム波形が作成される。</p>	

		<p>作成された時系列波形および周波数スペクトラム波形はMotion Amplification®softwareにより、縦軸の成分を変位、速度、加速度と選択が可能であり、選択した成分の時系列波形を表示させることが可能である。表示した時系列加速度波形、周波数スペクトラム波形をcsv形式に変換して数値データを得る。</p> <p>⑥映像の編集 撮影動画を、フィルター処理や明るさ調整、再生スピード調整などの追加解析を行うことで視覚的に振動を確認でき、測定対象物の挙動把握を行うことができる。映像はMP4形式にも変換可能である。</p> <p>・現地計測に要する時間は1時間程度であり、内訳として機器設置、設定に20分、計測およびデータ確認に30分、機器の撤去に10分程度を要する。</p>
	アウトプット	<p>・撮影された映像はMotion Amplification®software形式で保存される。Motion Amplification®softwareでファイルを読み込み、任意の場所を選び時系列波形、周波数スペクトル波形をcsv形式で保存が可能である</p>
	計測頻度	<p>・計測頻度は、1試験終了の後、測定対象物の振動が収まってから次の試験を行うことを推奨する</p> <p>・再現性確認のために、1試験につき3回以上の測定を推奨する</p>
	耐久性	<p>・水濡れ厳禁</p>
	動力	<p>・カメラは測定解析用PCバッテリーより供給</p>
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	<p>・6時間 (測定解析用PCバッテリー供給の時、外気温: 25℃、30分に1回計測の場合)</p>
データ収集・通信装置	設置方法	<p>・データ収集・処理部となる測定解析用PCは、計測装置とUSB3.0screw look cable接続となる</p> <p>・測定解析用PCはPC用三脚の上に設置する</p>
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	<p>・データ収集・通信装置: 最大外形寸法 (長さ352mm×幅249mm×高さ37mm)、最大重量 (2.22kgf)</p>
	データ収集・記録機能	<p>・撮影された映像は測定解析用PCに保存される。測定終了時に測定データを保存するか否かを選択する必要がある。Motion Amplification®softwareで保存したファイルを読みだし処理を行う。処理を施すと処理済みデータはその都度保存が可能である。</p>
	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	<p>・測定解析用PCは、PC内蔵バッテリーで6時間の撮影計測が可能である。</p> <p>・計測作業が長時間に及ぶ場合は、AC出力ポータブル電源から給電を行いながら撮影計測することが可能である。</p>
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	<p>・ファイル保存先のディスク空き容量に依存する。なお、1データファイルの容量は、測定時間、フレームレートによって異なる。</p>

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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	・相対差:0.95%(0.10Hz)	・圧電式加速度計による本技術測定値との相対差 周波数相対差:0.10Hz(0.95%) 撮影距離:1m 計測回数:3回 加振周波数:10Hz 撮影フレームレート:120fps	
		標準試験値	標準試験方法 剛性評価(2020) 実施年 2023年 ・相対差:1.11%(0.0585Hz)	・サンプル数:5 ・リファレンス値:5.04~5.74Hz ・計測値:4.98~5.67Hz	
	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	・測定周波数:0~90Hz(180fps撮影時) ・最大測定周波数:650Hz(低解像度、 1,300fpsで撮影時)	・Fmax(測定可能な最大周波数)はfps(フレーム レート)によって決定。 ※fps:1秒間あたりの画像(フレーム)数 撮影映像データから算出されるFFT解析周波数 範囲の最大Fmaxは $F_{max}(Hz)=fps \div 2$	
	感度	校正方法	-	-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値		-	-	
	分解能	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	・分解能:0.002(m/sec ²)	【6mmのレンズを用いて、10mの距離から撮影した 場合】	

※「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	・桁下は人が進入できる箇所であること	・長さ700mmの三脚を持って移動できること ・桁下に三脚を据え付けできること(水などがある場合は設置不可)
	周辺条件	・計測対象表面に追跡可能な模様があること ・数秒間の計測時間中に大きな環境光変動が発生しないこと ・計測対象表面に局所的な照明変化(水面からの反射光など)が発生しないこと ・カメラ-計測対象表面間に雨粒や雪、植物、昆虫などが入り込まないこと	・模様がなない場合は、マグネット型ターゲットを設置することで計測可能となる場合がある ・暗くて画像が映らない場合は別途照明を利用することを推奨する ・局所的な明るさの変化・ものの動きを変位として誤算出してしまうため、映り込みに注意して画角を設定する
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	・照明安定環境下、温度安定環境下で撮影すること ・雨、雪、陽炎などが映りこまないこと ・計測機器設置場所が振動しない事
	その他	・屋内撮影:十分な明るさが必要なため、照明を使用した撮影を推奨する ・屋外撮影:雨天・小雨・大雨の場合は測定は不可	-

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)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	・OJTによる説明・講習を受け、撮影方法や注意点を習得した者	-
	必要構成人員数	・測定解析用PC操作者1名、補助者(測定合図出し等)1名 合計2名	-
	作業ヤード・操作場所	・作業ヤード範囲: 2m ² ・操作場所: 計測機器より1m以内	-
	計測費用	【橋梁条件】 橋種 [鋼橋/Co橋] 橋長 指定なし 全幅員 指定なし 部位・部材 [上部工、桁] 検出項目 [振動数、周波数スペクトラム] 設置箇所数 [1~3箇所] 計測頻度 [随時] 計測期間 [一日] <費用> 合計600,000円(データ解析、報告書作成含む)	・計測可否が不明な場合、現地踏査が別途必要 ・経費(運送費、交通費、宿泊費、日当、雑材費)は別途
	保険の有無、保障範囲、費用	・有	-
	自動制御の有無	・自動制御なし	-
	利用形態:リース等の入手性	・業務委託	・計測作業、解析・報告書作成作業
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

6. 図面



図1 計測システムの基本構成



図2 本技術を用いた固有振動測定の実イメージ



図3 本技術で撮影した映像



図4 映像内で解析箇所を選択する(赤四角部分)

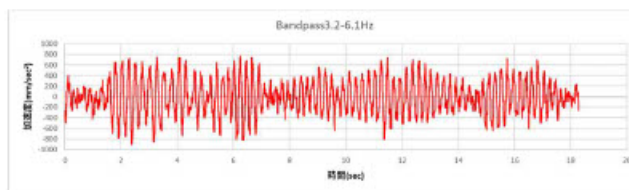


図5 図4で選択した箇所のフィルター処理波形

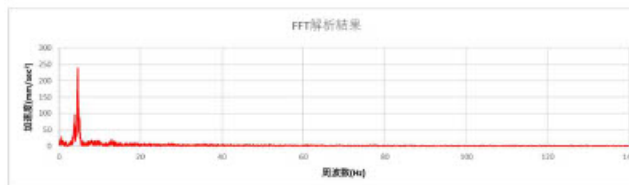


図6 図4で選択した箇所のFFT解析結果波形

測定結果から、解析ソフトでFFT処理により周波数特性が得られる。




また、固有振動数の帯域の振動をフィルタ処理によって抽出し、振動時系列波形を图示・動画で可視化できる。

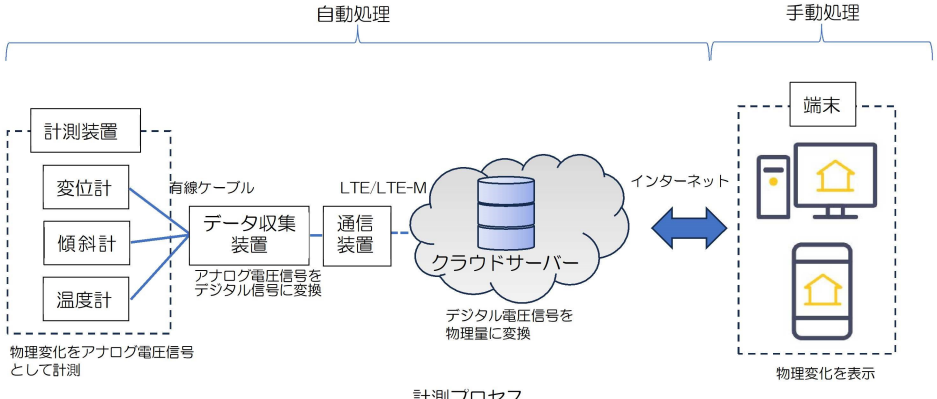
これらを健全時(新設時など)と所定期間(例えば1年後)経過後の取得データを比較する。差異があれば橋梁の剛性に変化が生じたことになり、橋梁の主構造の剛性に変化が起きたことが判断できる。

1. 基本事項

技術番号	BR030055-V0125			
技術名	遠隔監視装置(支承の機能障害)			
技術バージョン	Ver1.0	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社アイベック			
連絡先等	TEL: 076-438-0808	E-mail: i_iot@ipecc-com.jp	〒931-8453 富山市中田一丁目113-1 株式会社アイベック IoT開発部	
現有台数・基地	9台	基地	富山県富山市	
技術概要	支承部の機能障害や遊間の異常について、支承に設置した計測装置(変位計・傾斜計・温度計)で計測したデータをクラウドサーバーに蓄積し、遠隔地からパーソナルコンピュータやスマートフォンなどで閲覧することができる遠隔監視技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	支承部(支承本体) H形鋼桁橋(支承部(支承本体)) RC床版橋(支承部(支承本体))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他	⑬遊間の異常 ⑯支承部の機能障害	
		共通		
検出原理	電圧			
検出項目	・2点間の変位 ・傾斜角			

2. 基本諸元

計測機器の構成		・計測装置:変位計・傾斜計・温度計を支承等に固定 ・データ収集・通信:有線(LTE/LTE-Mでクラウドサーバーに転送)								
移動装置	機体名称	-								
	移動原理	-								
	運動制御機構	通信	-							
		測位	-							
		自律機能	-							
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-							
	外形寸法・重量	-								
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-								
	動力	-								
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-								
計測装置	設置方法	・移動なし ・変位計・傾斜計:支承等に磁石、接着剤、ボルト・ナット等で固定 ・温度計:支承・変位計・傾斜計等に接着剤等で固定								
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・変位計 最大外形寸法(長さ220mm×幅50mm×高さ50mm)、最大重量0.3kg ・傾斜計 最大外形寸法(長さ115mm×幅70mm×高さ25mm)、最大重量0.4kg ・温度計 最大外形寸法(長さ30mm×幅10mm×高さ10mm)、最大重量0.1kg								
	センシングデバイス	・変位計 緑測器製 製品型名LP-50FJS ・傾斜計 緑測器製 製品型名ESC3010Z-V-DB0L01 ・温度計 TEXAS INSTRUMENTS製 LM61CIZ 計測装置の仕様 <table border="1" data-bbox="454 1093 1481 1706"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>仕 様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> 変位計 緑測器製  </td> <td> 測定仕様: 測定範囲: 0-50mm 最小分解能: 0.025 mm 単独直線性: ±0.5%FS 電源: ソーラー電源一体通信機より供給 外径: φ22.2 mm シャフト形状: M6 </td> </tr> <tr> <td> 傾斜計 緑測器製  </td> <td> 規格: 測定範囲: -10~10° 絶対直線性: ±0.5%FS 電源: DC 8~30V (外部バッテリー) 外形: 70×90×23 mm </td> </tr> <tr> <td> 温度計 TEXAS INSTRUMENTS 製  </td> <td> 測定範囲: -30~100°C 電源: 2.7~10V (外部バッテリー) </td> </tr> </tbody> </table>	名称	仕 様	変位計 緑測器製 	測定仕様: 測定範囲: 0-50mm 最小分解能: 0.025 mm 単独直線性: ±0.5%FS 電源: ソーラー電源一体通信機より供給 外径: φ22.2 mm シャフト形状: M6	傾斜計 緑測器製 	規格: 測定範囲: -10~10° 絶対直線性: ±0.5%FS 電源: DC 8~30V (外部バッテリー) 外形: 70×90×23 mm	温度計 TEXAS INSTRUMENTS 製 	測定範囲: -30~100°C 電源: 2.7~10V (外部バッテリー)
	名称	仕 様								
	変位計 緑測器製 	測定仕様: 測定範囲: 0-50mm 最小分解能: 0.025 mm 単独直線性: ±0.5%FS 電源: ソーラー電源一体通信機より供給 外径: φ22.2 mm シャフト形状: M6								
傾斜計 緑測器製 	規格: 測定範囲: -10~10° 絶対直線性: ±0.5%FS 電源: DC 8~30V (外部バッテリー) 外形: 70×90×23 mm									
温度計 TEXAS INSTRUMENTS 製 	測定範囲: -30~100°C 電源: 2.7~10V (外部バッテリー)									
計測原理	・変位計:支承等に変位計を設置し、支承の移動に伴う変位変化を計測する。 ・傾斜計:支承等に傾斜計を設置し、支承の傾斜に伴う傾斜角の変化を計測する。 ・温度計:支承近傍に設置し、周辺の温度変化を計測する。									
計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	・計測装置設置のために計測部位に近接できる必要がある。また、計測部位からデータ収集装置までケーブルを配線する必要がある。 ・NTT docomo 通信サービスエリア。									
精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・計測精度向上のため変位計と傾斜計の固定金具は剛性の高いものでしっかり固定する。 ・温度変化に伴う抵抗変化により電圧変化が生じるため、計測データの温度ドリフトに留意が必要である。									
	①支承に設置した計測装置により、変位・傾斜の変化や温度に応じた電圧信号を得る。 ②データ収集装置内で電圧信号をデジタル変換し、通信装置でクラウドサーバーへデータを送信する。 ③クラウドサーバー上で電圧信号を対応する変位・傾斜の変化や温度に変換する。 ④パーソナルコンピュータ等からWebモニターにてデータを確認する。 ⑤継続的にモニタリングすることで、データの変化を観察する。 ⑥しきい値を設定することで、メールによる警告が発動される。									

計測プロセス	
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> 計測された変位・傾斜角・温度のデータは、端末で数値とグラフで表示 各計測値は、CSVファイルにて出力可能 機器の設置に要する時間は、通信設定を含めて1日程度
計測頻度	<ul style="list-style-type: none"> 5～60分間隔を1分単位で設定可能 最大計測期間2年間(計測間隔20分の場合)
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> 変位計:IP65 傾斜計:IP67 温度計:IP44相当
動力	<ul style="list-style-type: none"> 変位計:通信装置より供給 傾斜計:仮設12Vバッテリー 温度計:乾電池4本
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<ul style="list-style-type: none"> 連続稼働時間2年間(計測間隔20分)
設置方法	<ul style="list-style-type: none"> データ収集装置と通信装置は有線で計測装置に接続し、陽の当たる場所に固定する。 データ収集装置・通信装置の固定は、仮設支柱または防護柵・親柱等に金属バンド・アンカー等で固定する。
外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> データ収集装置 最大外形寸法(400mm×400mm×200mm)、最大重量5kg 通信装置 最大外形寸法(282mm×148mm×170mm(アンテナ・取付金具を含まない))、最大重量2kg
データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> 計測装置で計測したデータをデータ収集装置・通信装置から移動通信網経由でクラウドサーバーに伝送して保存 データ収集装置に記録機能無
通信規格(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> 通信方法 LTE または LTE-M 通信規格 3.44 - 3.52GHz / 1940 -2150MHz / 728 -890MHz 通信速度 平均150Mbps(LTEの場合) 通信距離 NTTdocomo LTE受信範囲
セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> 認証方式:CHAP または PAP AmazonWebServicesを使用(ISO 2701準拠)
動力	<ul style="list-style-type: none"> ソーラーパネルおよびバッテリー
データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> データ収集装置と通信装置の日照無し連続稼働可能日数は7日間(計測間隔20分の場合)

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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	-	-	
		標準試験値	標準試験方法 変位 支承部の機能障害 (2020) 実施年 2024年 ・橋軸方向 ①相対差 0.09mm(16.8%) ②相対差 0.04mm(8.8%) ・鉛直方向 ①相対差 0.09mm(27.9%) ②相対差 0.06mm(18.2%)	橋軸方向 ①静的載荷試験の相対差(1/2L) サンプル数:3 リファレンス値:-0.565~-0.544mm 測定値:-0.490~-0.430mm ②静的載荷試験の相対差(1/4L) サンプル数:3 リファレンス値:-0.487~-0.457mm 測定値:-0.460~-0.400mm 垂直方向 ①静的載荷試験の相対差(1/2L) サンプル数:3 リファレンス値:-0.329~-0.293mm 測定値:-0.430~-0.370mm ②静的載荷試験の相対差(1/4L) サンプル数:3 リファレンス値:-0.361~-0.335mm 測定値:-0.430~-0.400mm	
	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 ※	-		
		性能値	・変位計:0-50mm ・傾斜計:±10° ・温度計:-30~100℃	-	
	感度	校正方法	-	-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値		-	-	
	分解能	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	・変位計:フルスケールの0.05% ・傾斜計:フルスケールの0.05% ・温度計:フルスケールの0.05%	-	

※「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)

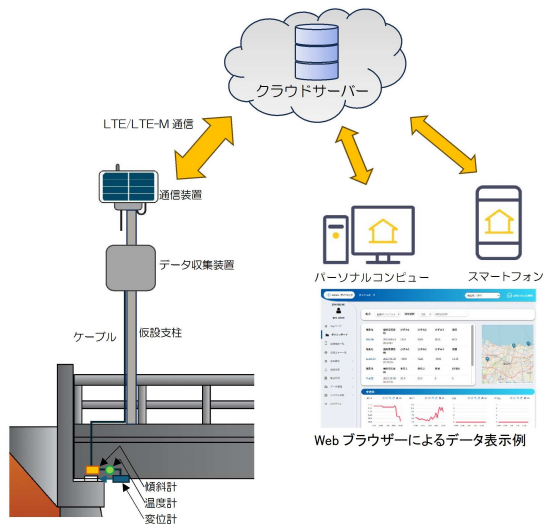
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	・高所作業車または橋梁点検車等で支承にアプローチできること	-
	周辺条件	・高圧電線や発電変電施設など高周波発生源が近くにないこと ・移動通信(DocomoLTE、LTE-M)を有するエリア	-
	安全面への配慮	・計測中は注意喚起の看板の設置	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	・装置の設置・撤去時は交通規制要	・道路管理者との事前協議が必要
	その他	-	-

5. 留意事項(その2)

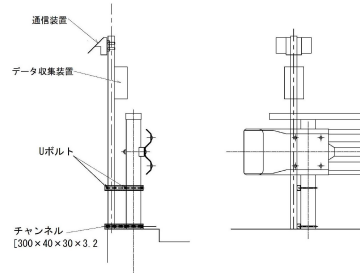
項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	・電気工事・通信技術・計測技術に関する基礎知識、クラウドサーバーに関する基礎知識があること	-
	必要構成人員数	・設置作業:現場責任者1人、作業員1名 ・合計2名	-
	作業ヤード・操作場所	・作業ヤード範囲:5㎡ ・操作場所:通信機より1m以内	-
	計測費用	橋種 [コンクリート橋/鋼橋] 橋長 [61.8m] 全幅員 [5 m] 部位・部材[支承] 検出項目 [変位、傾斜、温度] 設置箇所数 [通信機1箇所、変位1箇所、傾斜1箇所、温度1箇所] 計測頻度 [20分] 計測期間 [1年] <費用> 1,01,050,000円(保守含む)	-
	保険の有無、保障範囲、費用	・保険には加入していない	-
	自動制御の有無	・自律制御有	-
	利用形態:リース等の入手性	・業務委託	・機器設置、保守、クラウドサーバー提供はアイベックで行う
	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	・計測装置設置後1年ごとに点検を実施	・現地にて、計測装置設置状況・外観、周辺環境等の確認とバッテリー交換を行い、必要に応じて改善や障害物撤去等の措置を実施
	その他	・クラウドサーバーのデータ保存期間は1年	・1年を超えるデータが必要な場合は、クラウドサーバーよりデータを定期的にダウンロードのうえ保存可能

6. 図面

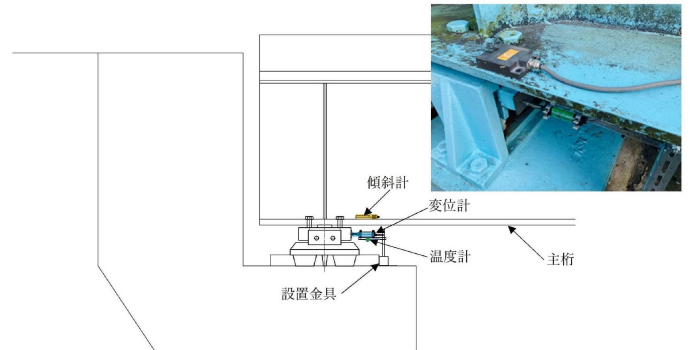
システム概要図



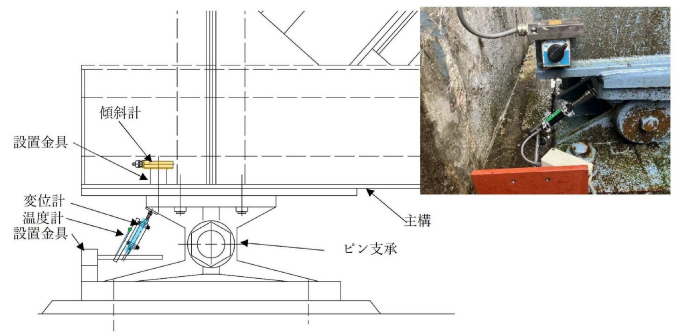
システム概要図



データ収集・通信装置機設置例



線支承およびローラー支承の計測装置設置例

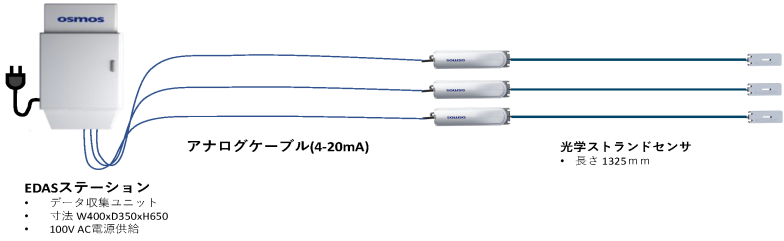





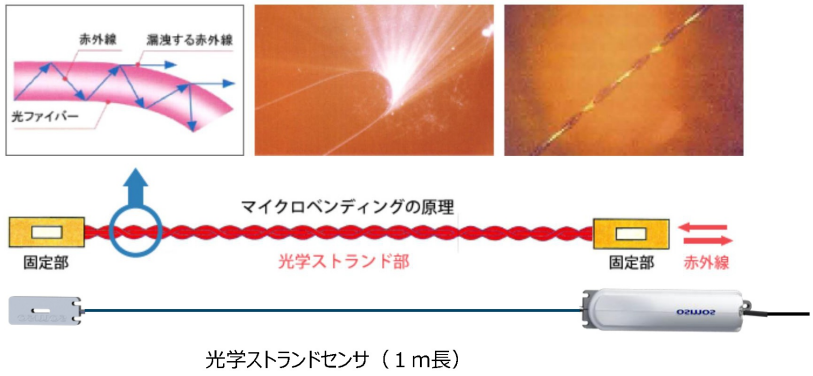
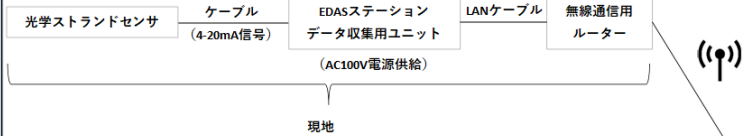
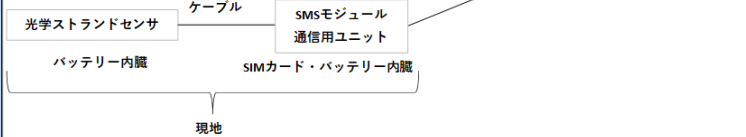
ピン支承の計測装置設置例

1. 基本事項

技術番号	BR030056-V0125			
技術名	光学ストランドセンサによる構造物のひずみ計測・モニタリング技術			
技術バージョン	-	作成:	2025年3月	
開発者	OSMOS技術協会 日揮株式会社(代表事務局)、大日コンサルタント株式会社、株式会社 安藤・間、宮地エンジニアリング株式会社、株式会社計測リサーチコンサルタント、大日本ダイヤコンサルタント株式会社、富士技研センター株式会社、株式会社ジェー・エヌ・エス			
連絡先等	TEL: 045-307-4744 (日揮:代表事務局) 058-271-2505(大日コンサルタント) 029-858-8800 (安藤ハザマ) 03-3639-2265 (宮地エンジニアリング) 03-6850-0065 (大日本ダイヤコンサルタント) 048-999-8282(計測リサーチコンサルタント)	E-mail:	yoshimura.naoki@jgc.com (日揮:代表事務局) osmos@dainichi-consul.co.jp(大日コンサルタント) nishimura.tsuyoshi@ad-hzm.co.jp (安藤ハザマ) watabe.yohichi@miyajji-eng.co.jp (宮地エンジニアリング) yokoyama_hiroshi@dcne.co.jp (大日本ダイヤコンサルタント) siraisi@krcnet.co.jp (計測リサーチコンサルタント)	
現有台数・基地	光学ストランドセンサ 5台 モニタリングステーション 2台 ※約1~2カ月間の準備期間で必要台数の追加調達可能	基地	神奈川県横浜市西区	
技術概要	光ファイバーの技術を用いた『光学ストランドセンサ』は、構造物に生じた変位量をセンサ長1m間の平均ひずみ(分解能1 μ)として計測する。専用クラウドサーバーに計測データが自動保存され、遠隔地から計測データの確認やダウンロードができる。 システムの特徴として、1/100秒間隔(100Hzサンプリング周波数)でひずみ値を常時監視し、構造物に生じた変状を即時に検知し、担当者にEメールで通知する機能が備わっている。 本モニタリングシステムには、①センサをデータ収集ユニットと接続する有線システム、②バッテリー稼働する無線式システムの2種類があり、ニーズや現場条件に合わせた応力(ひずみ)計測が可能である。			
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,床版,主構トラス) 下部構造(橋脚) H形鋼桁橋(上部構造(主桁),床版) RC床版橋(上部構造(主桁))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ①床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	光の強度			
検出項目	応力(ひずみ)			

2. 基本諸元

計測機器の構成	<p>①有線式 EDAS(エダス)システム</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 光学ストランドセンサ ● アナログケーブル(4-20mA出力) ● EDASステーション(データ収集ユニット) <p>②無線式 LIRIS(リリス)システム</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 光学ストランドセンサ ● SMSモジュール(携帯電話回線による通信ユニット、バッテリー稼働) <p>有線式 EDAS (エダス) システム</p>  <p>アナログケーブル(4-20mA)</p> <p>光学ストランドセンサ ・ 長さ 1325mm</p> <p>EDASステーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ データ収集ユニット ・ 寸法 W400xD350xH650 ・ 100V AC電源供給 <p>無線式 LIRIS (リリス) システム</p>  <p>SMSモジュール</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ モバイルSIM内蔵 ・ バッテリー駆動 ・ 無線によるデータ送信 <p>光学ストランドセンサ ・ 長さ 1325mm</p>
移動装置	<p>機体名称</p> <p>移動原理</p> <p>運動制御機構</p> <ul style="list-style-type: none"> 通信 測位 自律機能 衝突回避機能(飛行型のみ) <p>外形寸法・重量</p> <p>搭載可能容量(分離構造の場合)</p> <p>動力</p> <p>連続稼働時間(バッテリー給電の場合)</p>
設置方法	<p>光学ストランドセンサ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 鋼構造物:ネオジム磁石、接着剤 ● コンクリート構造物:アンカービス $\Phi 4 \times 25\text{mm}$、接着剤  <p>コンクリート床版への設置状況 アンカービスおよび接着剤による設置</p>  <p>鋼桁への設置状況 ネオジム磁石による設置</p>
外形寸法・重量(分離構造の場合)	光学ストランドセンサ 全長:1325mm 重量:600g
センシングデバイス	2-5-468 光ファイバーを用いた光学ストランドセンサ (仏オスモス社製)

	<p>光ファイバーを用いた『光学ストランドセンサ』は、マイクロベンディングと呼ばれる原理に基づき、全長1mのひも状のセンサ(ストランド)部に内蔵された3つ網状に編み込まれた光ファイバーを通過する赤外線(赤外線)の光の強度から変位量を計測する。</p> <p>光学ストランドセンサによるひずみ計測の原理</p> 
計測装置	<p>計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 光学ストランドセンサを構造物に設置する際は、計測部位に近接できる必要がある ● センサ長1mを設置するには、構造物にフラットなスペースが必要である。ただし、円弧状の平面への設置(例:トンネル覆工)は可能である ● 有線式EDAS(エダス)システムの場合は、センサとEDASステーション間にはケーブル配線(最大延長200m)が必要である。また、EDASステーションには電源供給(100V AC)が必要となる ● 携帯電話の電波が繋がる場所にシステム(アンテナ)を設置する必要がある
計測装置	<p>精度と信頼性に影響を及ぼす要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 光学ストランドセンサは、プレテンション(約5kgf)をかけて設置することで、$\pm 1500 \mu$の範囲を1μの分解能で計測できる。センサの固定点にゆるみやずれ等が生じることで、計測値に影響を及ぼす恐れがある。 ● 構造物に直接接していないセンサ部に物理的な接触等があった場合、計測値に影響を及ぼす可能性がある ● 使用温度範囲:-30°C ~ 50°C
計測プロセス	<p>光学ストランドセンサにより、センサ固定部1m間の平均ひずみの時刻歴を計測する</p> <p>【処理フロー図】</p> <p>① 有線式EDAS(エダス)システム</p>  <p>② 無線式LIRIS(リリース)システム</p>  <p>事務所</p>
アウトプット	<p>①有線式 EDAS(エダス)システム 光学ストランドセンサによって計測されたひずみは、データ収集ユニット(EDASステーション)から専用クラウドサーバーに保存され、Webアプリからcsvフォーマットにてダウンロードできる。</p> <p>②無線式 LIRIS(リリース)システム 光学ストランドセンサによって計測されたひずみは、データ通信用モジュールから専用クラウドサーバーに保存され、Webアプリからcsvフォーマットにてダウンロードできる。</p>
計測頻度	<p>動的計測: 1/100秒ごとのひずみ値 静的計測: 1~60分(設定による)ごとのひずみ値 2-5-469</p>
耐久性	<p>センサ部は、屋外で5年相当の耐久性、IP65</p>

	<p>動力</p>	<p>①有線式 EDAS(エダス)システムの光学ストランドセンサ アナログケーブル(4-20mA)からの給電</p> <p>②無線式 LIRIS(リリス)システムの光学ストランドセンサ リチウムイオンバッテリー(3.6V) 12カ月のバッテリー寿命</p>
	<p>連続稼働時間(バッテリー給電の場合)</p>	<p>②無線式 LIRIS(リリス)システムの光学ストランドセンサ 12カ月のバッテリー寿命</p>
<p>データ収集・通信装置</p>	<p>設置方法</p>	<p>①有線式 EDAS(エダス)システム EDASモニタリングステーション : 壁および架台掛け設置、収納BOX内に横置き設置</p> <p>①有線式 EDAS (エダス) システム</p> <p>データ収集装置 : EDASモニタリングステーション W400xD350xH650 IP65</p> <p>設置方法</p> <p>室内 : 壁掛け</p> <p>橋梁箱桁内 : ラック掛け</p> <p>屋外 : 収納BOX内に設置</p> 
<p>外形寸法・重量(分離構造の場合)</p>		<p>EDASモニタリングステーション:寸法W400xD350xH650、重量25kg</p>
<p>データ収集・記録機能</p>		<p>データ収集装置(EDASステーション)に接続したモバイル通信用ルーターから専用クラウドサーバーに保存され、Webアプリからcsvフォーマットにてダウンロードできる</p>
<p>通信規格(データを伝送し保存する場合)</p>		<p>携帯電話回線による無線通信(LTE or 3,4G)</p>
<p>セキュリティ(データを伝送し保存する場合)</p>		<p>専用クラウド セキュリティー規格 SSL</p>
<p>動力</p>		<p>①有線式 EDAS(エダス)システム EDASモニタリングステーション :100V AC電源による給電</p>
<p>データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)</p>		<p>随時</p>

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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	計測誤差:最大2% (10 μ)		-
		標準試験値	標準試験方法 変位 ひずみ (2020) 実施年 2024年		①動的載荷試験の相対差 サンプル数:5 リファレンス値:46.0~56.2 $\mu\epsilon$ 測定値:47.3~57.5 $\mu\epsilon$
			①相対差 1.42 $\mu\epsilon$ (2.83%) ②相対差 0.91 $\mu\epsilon$ (1.65%) ③相対差 0.38 $\mu\epsilon$ (1.39%)		②静的載荷試験の相対差(1/2L) サンプル数:3 リファレンス値:54.6~56.2 $\mu\epsilon$ 測定値:54.3~55.5 $\mu\epsilon$ ③静的載荷試験の相対差(1/4L) サンプル数:3 リファレンス値:27.0~27.1 $\mu\epsilon$ 測定値:26.4~27.3 $\mu\epsilon$
	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	$\pm 1500\mu\epsilon$		使用温度範囲:-30 $^{\circ}$ C~50 $^{\circ}$ C
	感度	校正方法	専用の校正ベンチ(精度1 μ)を用いて校正する		ひずみレンジ $\pm 500\mu$ の範囲を100 μ 刻みで校正を行った際の最大誤差が10 μ 以内の精度となるように校正する
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値		-	-	
	分解能	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	1 μ m		使用温度範囲:-30 $^{\circ}$ C~50 $^{\circ}$ C

※「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	-	-
	周辺条件	計測対象場所に作業員がアクセスできること(作業足場、高所作業車など使用可)	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	使用温度範囲:-30℃~50℃	-

5. 留意事項(その2)

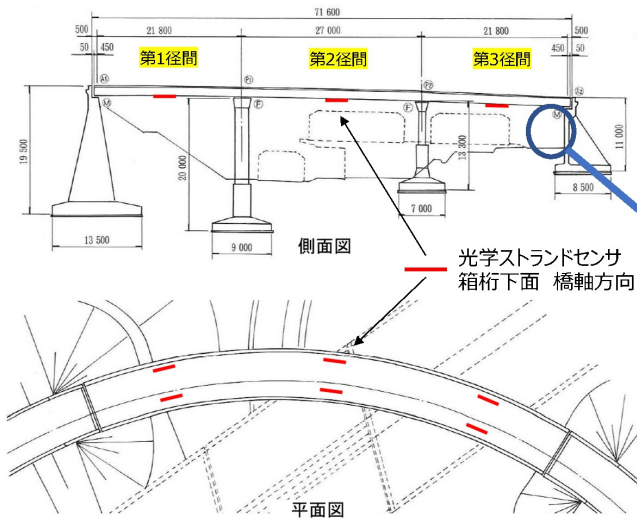
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	-	-
	必要構成人員数	作業員 2~3名	-
	作業ヤード・操作場所	-	-
	計測費用	<p>【橋梁条件】 橋種:鋼桁橋・PC桁橋 部位・部材:上部構造(主桁、床版等) 作業日数:1日 検出項目:ひずみ(応力) 設置箇所数:2点</p> <p>【システム条件】 適用システム:無線式システム 計測頻度:静的1時間ごと、管理閾値によるトリガー計測 計測期間:1年間</p> <p>【費用】 設備費:150万円(機器リース、クラウド、アプリ利用料含む) 労務業:100万円(設置作業、データの整理等) 合計 :250万円</p> <p>※費用は設置の足場条件や期間、立地により変動する ※旅費交通費等は別途</p>	-
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	<p>業務委託(システム設置、メンテナンス、システム利用料) ※システムはすべてリース</p> <p>条件:機材の在庫が無い場合、1~2カ月程度の準備期間を要する</p>	-
	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	計測・モニタリング開始前にデバイス動作確認を行う	-	
その他	遠隔でのデータ収集のために4G/LTEの通信環境が必要となる	-	

6. 図面

①有線式 EDAS(エダス)システムの適用事例

対象構造: 道路橋 3径間連続PC箱桁橋
 利用システム: EDASモニタリングステーション x1台
 光学ストランドセンサ x 6台

・ システム設置状況



光学ストランドセンサ設置状況



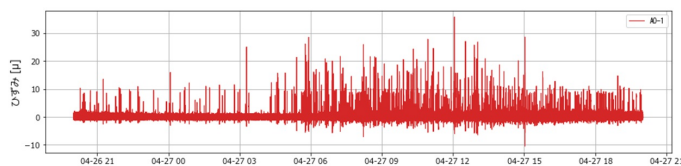
モニタリングステーション設置状況



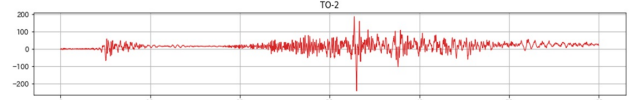
桁下の仮設物置小屋に設置

・ 取得データおよびデータ分析例

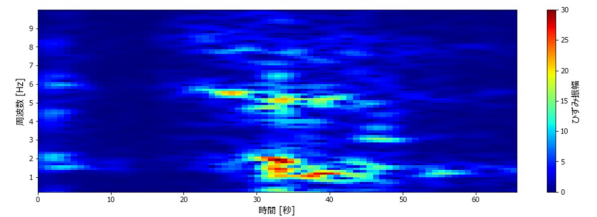
動的ひずみ時刻歴波形 (24時間分)



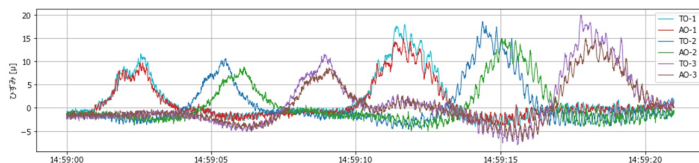
大型地震発生時の動的ひずみ波形 (トリガーによる自動計測)



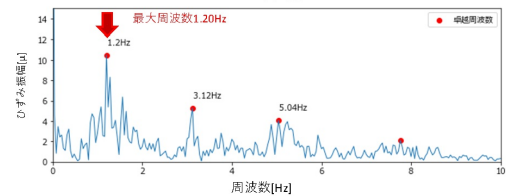
スペクトログラム分析



重車両の2台連続通過時のひずみ波形 (全センサ20秒間)



FFT分析

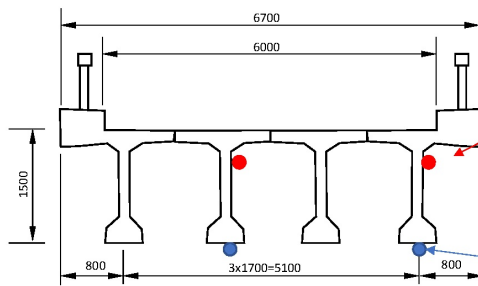


②無線式 LIRIS(リリス)システムの適用事例

対象構造:道路橋 単純ポステンPC橋

利用システム:無線式LIRIS OS x 4台

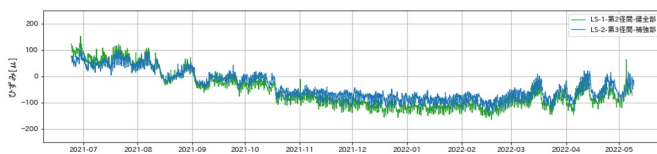
・ システム設置状況



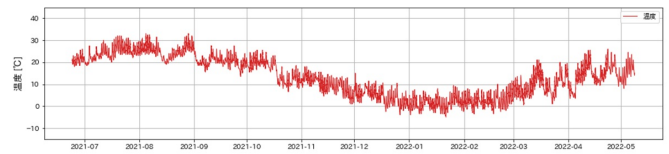
センサーの設置状況

・ 取得データ例 静的データ (1時間ごと)

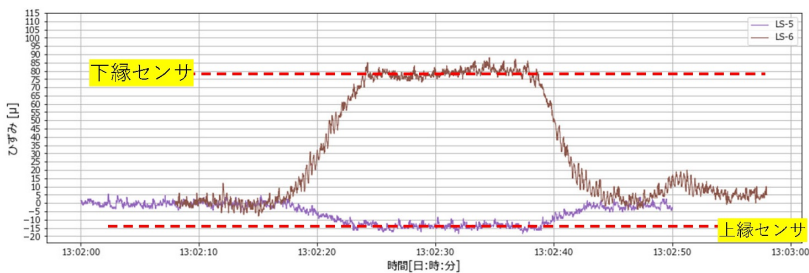
1年間のひずみ計測履歴



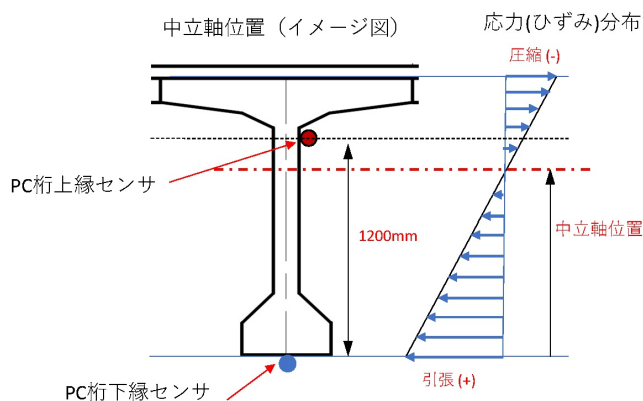
1年間の温度計測履歴



・ 取得データ例 動的データ (現場無線通信による)



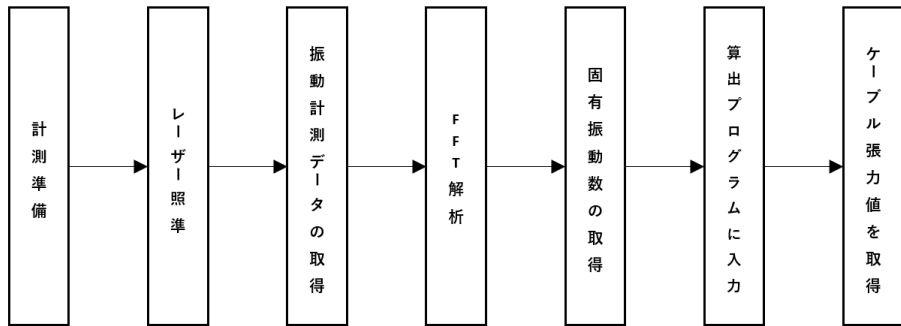
リアルタイムデータ計測状況



1. 基本事項

技術番号	BR030057-V0125			
技術名	レーザードップラー振動計による非接触のケーブル張力測定技術			
技術バージョン	Ver.2	作成:	2025年3月	
開発者	神鋼検査サービス株式会社			
連絡先等	TEL: 079-445-7272(技術部)	E-mail: fukui.yasuhiro@kobelco.com	技術部 技術開発Gr 福井 康大	
現有台数・基地	1台	基地	兵庫県高砂市荒井町新浜2-3-1	
技術概要	<p>本技術は、斜張橋のケーブルやPC橋の外ケーブルなどのケーブルについて、レーザードップラー振動計を用いて離れた場所からケーブルに接触しないでケーブル振動を計測し、そのデータをもとに張力を算出するものである。</p> <p>レーザードップラー振動計から得られたケーブル振動の複数の固有振動数とその次数及びケーブルの既知の情報から、両端を支持されたケーブルの張力を推定する。</p>			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(斜張橋,外ケーブル)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他		
		共通		
検出原理	速度			
検出項目	張力			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> 計測装置: レーザードップラー振動計 ※短距離タイプはセンサヘッドのみ、長距離タイプはセンサヘッドとフロントエンドに分かれます。 設置治具: 三脚 データ収集、通信: 短距離タイプ=無線(Wi-Fi)、長距離タイプ=有線(LAN) 操作、データ保存: パソコン ※レーザードップラー振動計は端末(パソコン)と接続し、操作及びデータの取得は端末内専用ソフトで全て行う。 	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	可搬型	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	<p>計測対象のケーブルが視認できる位置に、三脚を用いてレーザードップラー振動計を設置する。 計測対象のケーブルとレーザードップラー振動計との距離は下記の通りとする。</p> <p>短距離タイプ: 15m以内 長距離タイプ: 300m以内</p>	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<p>レーザードップラー振動計 短距離タイプ: 89mm(H)×125mm(W)×344mm(L) 質量3.1kg 長距離タイプ_センサヘッド: 171mm(H)×175mm(W)×435mm(L) 質量8.7kg フロントエンド: 285mm(H)×140mm(W)×383mm(L) 質量7.3kg</p>	
	センシングデバイス	レーザードップラー振動計	
	計測原理	<p>計測対象のケーブルに照準を合わせてレーザードップラー振動計を設置し、車両等の通行や風による常時微動によって、所定時間の速度の時刻歴データを計測する。 計測した速度の時刻歴データを用いてFFT解析を行い、ケーブルの固有振動数を求める。 張力算出プログラムを用い、得られた複数の固有振動数とその次数及び既知であるケーブルの長さ、単位重量からケーブルの張力を算出する。</p>	
	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"> レーザードップラー振動計設置場所より、ケーブルを視認かつレーザー反射波を受信できること。 ケーブル張力を算出するためには、ケーブル長さ及び単位重量が必要になるため、設計図面等からこれらの値を把握する必要がある。 無風状態かつ車両等の通行が無く、ケーブルに常時微動が発生していない場合は、ケーブルの振動測定が不可能なため、ケーブル張力は算出できない。ただし、打撃等による強制振動を与えれば、振動測定が可能となるため、ケーブル張力を算出できる。 	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> ケーブルの振動が大きく、照準位置が大きく外れる場合は計測できない。 ケーブルの高次(3次以上)の固有振動数が識別できない場合は、精度が落ちる。 	
計測装置	計測プロセス	<p>計測対象のケーブルが視認できる位置にレーザードップラー振動計を設置し、車両等の通行や風による常時微動によって、所定時間の速度の時刻歴データを計測する。 計測した速度の時刻歴データを用いてFFT解析を行い、ケーブルの固有振動数を高次(3次以上)まで複数ピックアップする。 張力の算出プログラムに、計測で得られた高次のケーブル固有振動数と次数、既知であるケーブルの長さ、単位重量を入力することでケーブル張力の推定値を算出する。</p>  <pre> graph LR A[計測準備] --> B[レーザー照準] B --> C[振動計測データの取得] C --> D[FFT解析] D --> E[固有振動数の取得] E --> F[算出プログラムに入力] F --> G[ケーブル張力値を取得] </pre>	
		2-5-478 計測プロセス	

	アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> 計測した速度の時刻歴データはpvdファイルにて操作端末(パソコン)に保存される。 操作端末内のソフトでFFT解析を行い、張力算出に必要な固有振動数を得る。 得られた固有振動数を用いて、張力の算出プログラムに既知情報を入力することで、張力を得る。
	計測頻度	<p>計測は1ケーブルあたり1回とする。</p> <p>※必要な固有振動数が得られなかった場合は、再度計測を行う。</p>
	耐久性	<p>保護等級:IP63(長距離タイプ)、IP64(短距離タイプ)</p> <p>DIN EN 60068-2-11に基づく塩分の多い環境での耐性検証済み (閉じられたソケットまたは接続されたソケット、閉じられたUSBソケット)</p>
	動力	<ul style="list-style-type: none"> モバイルバッテリー:高性能軽量充電式バッテリーA-MPS-PB1 (リチウムオンポリマー電池) プラグイン電源:12 V AC / DC (モバイル電源へ接続可能)
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	約2時間
データ収集・通信装置	設置方法	<p>レーザードップラー振動計は端末(パソコン)と接続し、操作及びデータの取得は端末で全て行う。</p> <p>接続方法:長距離タイプ_有線(専用ケーブル) 短距離タイプ_無線(Wi-Fi)</p>
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-
	データ収集・記録機能	端末(パソコン)内のHDD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	-
	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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	<p>【短距離タイプレーザードップラー振動計 計測性能試験】</p> <p>①誤差:±1%以内</p> <p>②誤差:±1%以内</p> <p>【長距離タイプレーザードップラー振動計 計測性能試験】</p> <p>①計測距離 162m 誤差:-0.54%</p> <p>②計測距離 293m 誤差:-0.53%</p> <p>③計測距離 306m 誤差:0.00%</p> <p>④計測距離 420m 誤差:0.52%</p>	<p>【短距離タイプレーザードップラー振動計 計測性能試験】</p> <p>レーザードップラー振動計と加速度計による張力比較</p> <p>【試験概要】</p> <p>引張試験機を用いてケーブルに引張力を掛け、ハンマリングによる振動を測定する。レーザードップラー振動計と加速度計のデータより算出されたケーブル張力を比較する。</p> <p>試験条件</p> <p>① ケーブル仕様:IWRC 6XFi(29) O/O B種 φ10 ケーブル長さ:3.27 m 単位重量:0.44 kg/m</p> <p>② ケーブル仕様:IWRC 6XFi(29) O/O B種 φ20 ケーブル長さ:3.22 m 単位重量:1.76 kg/m</p> <p>【長距離タイプレーザードップラー振動計 計測性能試験】</p> <p>長距離タイプレーザードップラー振動計と短距離タイプレーザードップラー振動計によるケーブル張力比較</p> <p>【試験概要】</p> <p>斜張橋(PCエクストラドーズド橋)のケーブルに対して、レーザードップラー振動計(長距離、短距離)による振動計測を実施する。両振動計の計測データより算出されたケーブル張力を比較する。</p> <p>計測機器 短距離タイプ:Vibro Go 長距離タイプ:VFX-I-150</p> <p>試験条件</p> <p>①計測距離 162m、対象ケーブル長:41.89m、単位質量:24.5kg/m</p> <p>②計測距離 293m、対象ケーブル長:40.89m、単位質量:24.5kg/m</p> <p>③計測距離 306m、対象ケーブル長:48.98m、単位質量:24.5kg/m</p> <p>④計測距離 420m、対象ケーブル長:41.93m、単位質量:24.5kg/m</p> <p>※計測距離=長距離タイプレーザードップラー振動計から対象ケーブルまでの距離 短距離タイプは全条件とも計測距離 10m</p>
計測装置		2-5-481	<p>実施年 2024年</p> <p>「短距離タイプ」</p> <p>・加速度計測によるケーブル張力算定結果との比較</p> <p>レファレンス用加速度計からの張力と当該技術による張力の誤差は、5回の計測において、-1.0%~0.9%</p>

		標準試験値	標準試験方法 張力 斜材 (2021) 実施年 2024年 「短距離タイプ」 ・張力誤差:-1.0%~0.9%	・張力 参考値:647.3~655.6 ton 測定値:649~654 ton ・斜材径φ170 ・角度24°
			実施年 2025年 「長距離タイプ」 ・張力誤差:-3.4%~1.0%	実施年 2025年 「長距離タイプ」 ・加速度計測によるケーブル張力算定結果との比較 レファレンス用加速度計からの張力と当該技術による張力の誤差は、5回の計測において、-3.4%~1.0% ・張力 参考値:647.3~681.1 ton 測定値:654~658 ton ・斜材径φ170 ・角度24°
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	※	-
		性能値	-	-
感 度	校正方法	-	-	-
	検出性能	性能確認シートの有無	※	-
		性能値	-	-
	検出感度	性能確認シートの有無	※	-
		性能値	-	-
	S/N比	性能確認シートの有無	※	-
性能値		-	-	
分解能	性能確認シートの有無	※	-	
	性能値	-	-	

※「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	-	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	レーザークラス2	短時間の露出では目に対する影響は認められない。 ただし、故意にレーザーを凝視する行為は危険である。
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	雨天の場合は、計測機器の故障の原因となるので原則測定不可能となる。	-

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)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	-	-
	必要構成人員数	操作 1名、記録 1名 合計2名	現場責任者を配置する(現場責任者兼操作 1名等に対応可)。
	作業ヤード・操作場所	レーザードップラー振動計を三脚にて安全に設置できるスペースが必要。 各ケーブルを視認するため、設置箇所を移動する可能性がある。 振動計の操作及び計測データの確認に必要なスペース: 1m×1m程度	-
	計測費用	【調査費用】外業(現場作業):380千円、内業(机上作業):320千円 ※現場作業1日、短距離タイプ振動計、32本の測定を想定 【その他】一般管理費、間接工事費、旅費交通費、諸経費、消費税等は含まず	【橋梁規模】橋長:約200m(歩道部あり)、ケーブル本数:32本
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない。	-
	自動制御の有無	-	-
	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	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

6. 図面

計測イメージ

【短距離タイプ】

計測場所：橋桁上(歩道、中央分離帯等)

作業員2名(操作1名、記録1名)

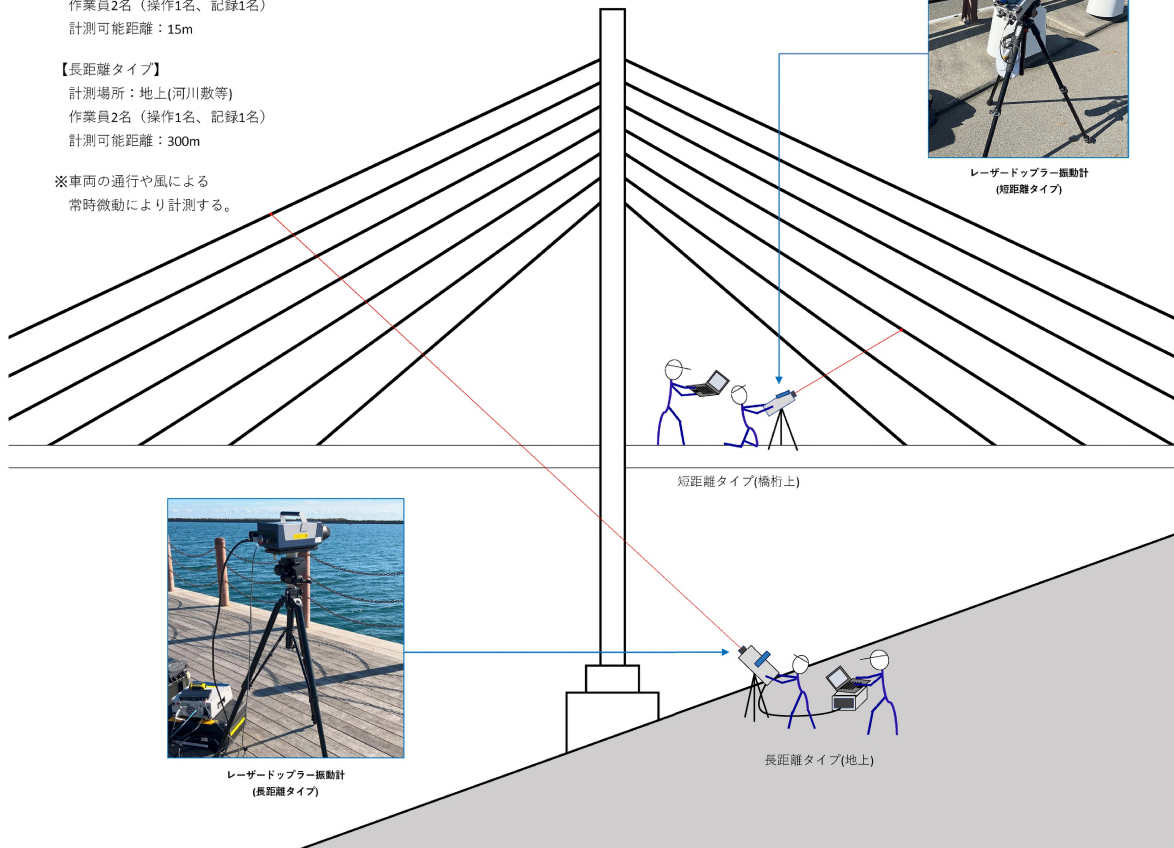
計測可能距離：15m

【長距離タイプ】

計測場所：地上(河川敷等)

作業員2名(操作1名、記録1名)

計測可能距離：300m

※車両の通行や風による
常時微動により計測する。レーザードップラー振動計
(短距離タイプ)

1. 基本事項

技術番号	BR030058-V0125			
技術名	Single-i(シングル アイ)工法			
技術バージョン	Ver1.0	作成:	2025年3月	
開発者	一般社団法人 Triple EYE(トリプル アイ)協会			
連絡先等	TEL: 054-278-8309	E-mail: ken52@earth-shift.co.jp	トリプルアイ協会事務局長 東 誠司	
現有台数・基地	3台	基地	東京都杉並区、静岡県静岡市	
技術概要	本工法(Single-i工法)は、道路橋床版等の測定対象に1次削孔(Φ5mm)、特殊カラー樹脂の注入、2次削孔(Φ9もしくはΦ10.5mm)を行い、内視鏡を用いて内部状況を確認する微破壊検査技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版,その他(コンクリート部材一般))		
	損傷の種類	鋼	-	
		コンクリート	⑥ひびわれ	
		その他	その他(土砂化、防水層とコンクリート界面の剥がれ)	
		共通	-	
	検出原理	画像(静止画)		
検出項目	コンクリート床版のひびわれ コンクリート床版の土砂化			

2. 基本諸元

計測機器の構成		①鉄筋探査 ストラクチャースキャン等の鉄筋探査計 ②1次削孔 ロングビットドリルミニ(削孔径:Φ5mm)および吸引装置付きろ過水循環機 ③特殊カラー樹脂 主剤(液体)と硬化剤(粉体)からなるアクリル樹脂 ④2次削孔 ロングビットドリルミニ(削孔径:Φ9mmまたはΦ10.5mm)および吸引装置付きろ過水循環機 ⑤孔内の確認と記録保存 内視鏡i-SCOPE(IPLEX NX、オリンパス製)およびエンコーダ	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
動力	-		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
設置方法	①削孔時 ロングビットドリルミニと一体の真空バットの水平を確保した後にバキューム設置(床版下面からの測定も可能) ②孔内確認時 削孔箇所において、エンコーダと一体の真空バットの水平を確保した後にバキューム設置		
外形寸法・重量(分離構造の場合)	ドリル(架台含む)2kg、水循環機3kg、内視鏡2kg、寸法は6.図面参照のこと		
センシングデバイス	内視鏡(i-SCOPE)およびエンコーダ		
計測原理	コンクリートの内部状況は内視鏡(i-SCOPE)により撮影した画像(直視画像、側視画像)から判断する ひびわれ幅はステレオ撮影した側視画像から判断する		
計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	-		
精度と信頼性に影響を及ぼす要因	要因:孔内に残存する土砂等 対策:エアコンプレッサー等を使用して孔内の土砂等を取り除く ①準備作業(調査箇所の選定など) ②鉄筋位置の確認 ③一次削孔(削孔径:Φ5mm) ④特殊カラー樹脂注入 ⑤二次削孔(削孔径:Φ9mmまたはΦ10.5mm) ⑥内視鏡による孔内調査 ⑦削孔部の充填補修 ⑧柱状図の作製		

計測装置	計測プロセス	<pre> graph TD A[準備作業] --> B[鉄筋位置の確認] B --> C[一次削孔 (Φ5mm)] C --> D[特殊カラー樹脂注入] D --> E[二次削孔 (Φ9or10.5mm)] E --> F[内視鏡による孔内調査] F --> G[削孔部の充填補修] F --> H[柱状図の作製] </pre>
	アウトプット	①内視鏡で撮影した床版内部状況の画像(直視画像・側視画像)(jpgファイル形式) ②内視鏡で撮影した画像データから専用のソフトを用いて作成した床版内部の柱状図(jpgファイル形式) ③上記①,②を取りまとめた報告書(wordファイル形式)
	計測頻度	-
	耐久性	30孔(ドリルビットを用いて削孔した場合)
	動力	発電機(2.8KVA)
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	2時間(内視鏡がバッテリー駆動の場合)
	データ収集・通信装置	設置方法
外形寸法・重量(分離構造の場合)		-
データ収集・記録機能		SDカード
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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-			
		性能値	-	-		
		標準試験値	-	-		
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	無			
		性能値	幅0.01mm以上の水平ひびわれ		以下①、②の条件で画像撮影を行う。 ①孔内に特殊カラー樹脂を注入 ②側視レンズを取り付けた内視鏡を用いて孔内をステレオ撮影	
		標準試験値	未検証	-		
	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	幅0.01mm以上のひびわれ	-		
	感 度	校正方法	-	-		
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-		
			性能値	-	-	
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-		
			性能値	-	-	
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-		
性能値	-		-			
分解能	性能確認シートの有無 ※	無				
	性能値	0.01mm	-			

※「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	①作業スペースが1.5㎡以上必要(1m×1.5m)	-
	桁下条件	-	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	①床版上面(舗装面)から実施する場合、交通規制が必要 ②床版下面から実施する場合、高所作業車等の足場が必要	①舗装の撤去は不要 ②鋼板下面からの調査も可能
	その他	-	-

5. 留意事項(その2)

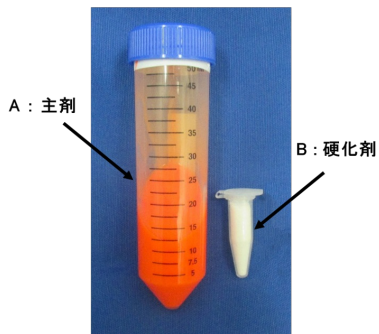
項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	①Single i(シングル アイ)工法技能講習会を修了した者 ②Single i(シングル アイ)工法技能講習会を修了した者と同 等以上の技量を持つもの	Single i(シングル アイ)工法技能講習会とは、一般社団 法人 Triple EYE(トリプル アイ)協会が実施する講習会
	必要構成人員数	2人	-
	作業ヤード・操作場所	①自然条件 ・降雨時でも削孔機に雨水が当たらないように養生をすることで 作業を進めることができる ②現場条件 ・作業スペースが1.5㎡以上必要(1m×1.5m)	①床版上面(舗装面)から実施する場合、交通規制が必要 ②床版下面から実施する場合、高所作業車等の足場が 必要
	計測費用	【橋梁条件】 橋種[鋼橋、RC床版橋] 橋長・幅員[指定なし] 部位・部材[RC床版] 【調査事例】10箇所/1日当たり ・現地調査:約 8万円/箇所(昼間作業の場合) ・調査結果取りまとめ他:約 30万円~(ソフト使用料含む) 1箇所あたり、約 11万円~	夜間作業の場合、人件費×1.5 宿泊費、旅費・交通費は含まない 交通規制費用、足場、作業車リース等は別途
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	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	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
	その他	-	-

6. 図面

削孔

使用機材
(削孔装置)削孔状況
(舗装表面から)削孔状況
(床版下面から)

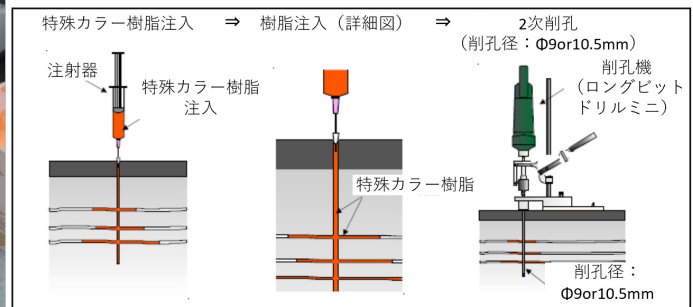
特殊カラー樹脂



特殊カラー樹脂

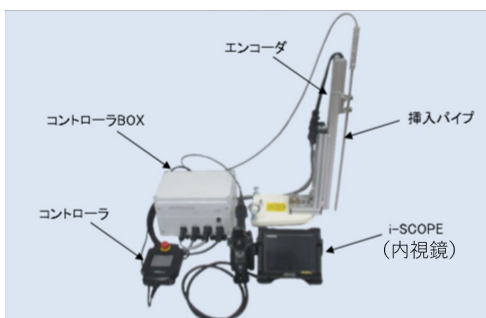


注入状況

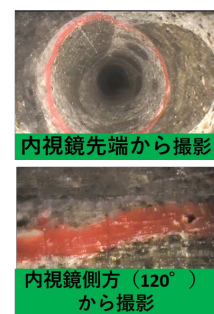


特殊カラー樹脂注入とひびわれ検出のイメージ

孔内の確認と記録

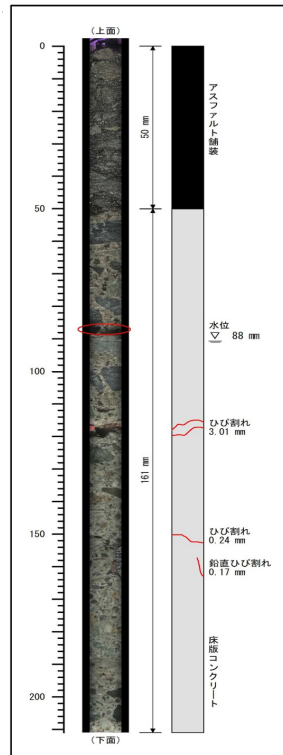
使用機材
(内視鏡、エンコーダ)

内視鏡による孔内撮影状況

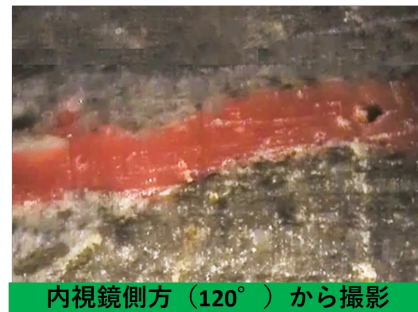
孔内撮影画像
(上: 直視、下: 側視)

アウトプットイメージ

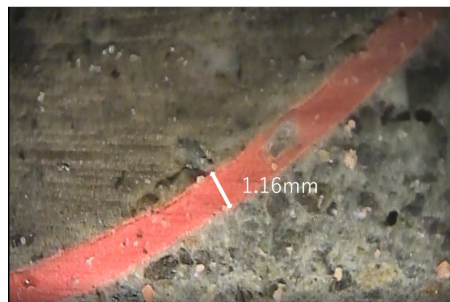
①柱状図と孔内画像



柱状図



②ひびわれ幅



ひびわれ幅の測定例



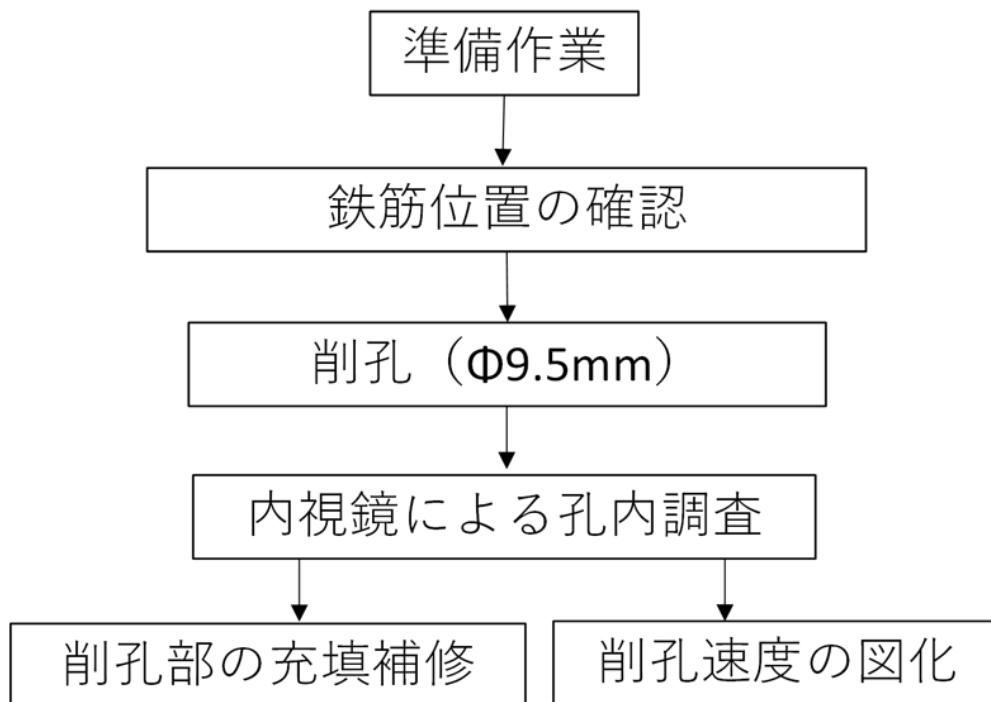
ひびわれ幅の測定原理
ステレオ撮影 (実体視) によりひびわれ幅を特定

1. 基本事項

技術番号	BR030059-V0125			
技術名	MDT工法			
技術バージョン	ver.1.0	作成:	2025年3月	
開発者	一般社団法人 Triple EYE(トリプル アイ)協会			
連絡先等	TEL: 054-278-8309	E-mail: ken52@earth-shift.co.jp	トリプルアイ協会事務局長 東 誠司	
現有台数・基地	2台	基地	静岡県富士市、埼玉県越谷市	
技術概要	本工法(MDT工法)は、道路橋床版等の測定対象に押し付け力を一定とした削孔ドリルにより削孔(Φ9.5mmが標準)し、削孔時の削孔速度の変化から、ひびわれ等の床版内部の状況を推定する微破壊検査技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版,その他(コンクリート部材一般))		
	損傷の種類	鋼	-	
		コンクリート	⑥ひびわれ	
		その他	その他(土砂化、防水層とコンクリート界面のはがれ)	
		共通	-	
検出原理	削孔速度、画像(静止画)			
検出項目	コンクリート床版のひびわれ コンクリート床版の土砂化			

2. 基本諸元

計測機器の構成		①鉄筋探査計 ②削孔装置 削孔機、削孔ビット ③押し付け装置 ロボットシリンダー ④給排水装置 給排水供給装置 ⑤測定器 変位計、データロガー、動ひずみアンプ、測定用パソコン ⑥パソコン(データ記録のため) ⑦内視鏡(コンクリート内部状況を観察する場合)	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能 (飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	-	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	削孔機と一体の真空バットの水平を確保した後にバキューム設置	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	20kg(プロトタイプ)	
	センシングデバイス	①変位計	
	計測原理	削孔時に一定の力(15kgf)でドリルを舗装面に押し付け、その際の削孔速度を巻き取り式の変位計で測定する。	
	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	測定は下向きに行う(押し付け力を一定としているため)	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	防水層	
	計測プロセス	①準備作業 ②鉄筋位置の確認 ③削孔(Φ9.5mm) ④内視鏡による孔内調査 ⑤削孔部の充填補修 ⑥削孔速度の図化	



アウトプット	①削孔速度と床版厚のグラフ(Excelファイルまたはjpgファイル形式) ②内視鏡により撮影した画像(jpgファイル形式)
計測頻度	-
耐久性	30孔(1孔あたり、ダイヤモンドビットで削孔深さ20cm程度まで削孔した場合)
動力	発電機(2.8KVA)
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	2時間(内視鏡がバッテリー駆動の場合)
設置方法	-
外形寸法・重量(分離構造の場合)	1kg程度(ノートパソコン)
データ収集・記録機能	-
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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	幅0.1mm以上の水平ひびわれ	以下①、②の条件で削孔速度の測定を行う。 ①舗装面に対して鉛直方向下向きに測定 ②測定中の削孔速度の平均が1~2mm/sec範囲を推移している状態で、削孔速度が4mm/sec以上に増加	
		標準試験値	-	-	
	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 ※	無		
		性能値	-	-	
		標準試験値	ひびわれ位置±2mmの誤差	-	
	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	0.1mm以上の欠陥	-	
	感度	校正方法	-	-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
性能値	-		-		
分解能	性能確認シートの有無 ※	無			
	性能値	ひびわれ幅0.1mm以上で検出可能	-		

※「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)

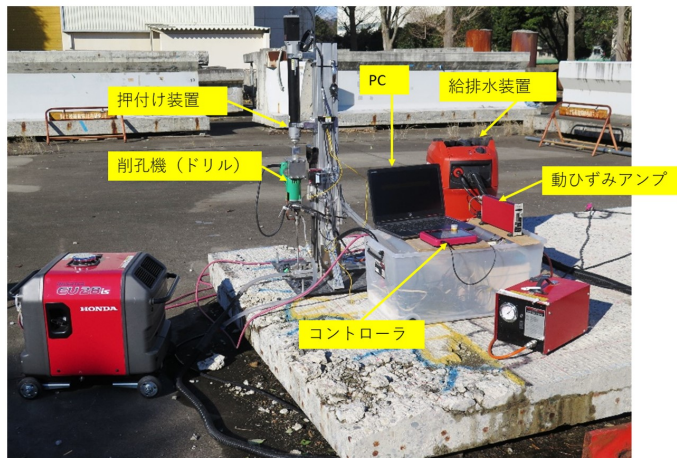
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	①作業スペースが1.5㎡以上必要(1m×1.5m)	-
	桁下条件	-	-
	周辺条件	測定は下向きのみ	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	①調査時は交通規制が必要	舗装の撤去は不要
	その他	-	-

5. 留意事項(その2)

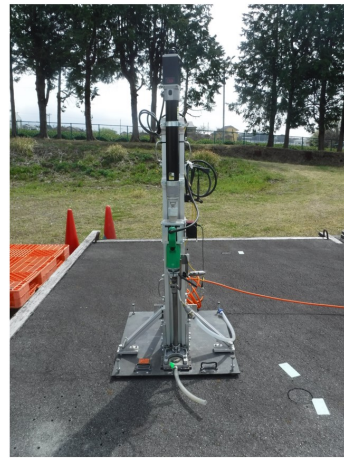
項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	①Single i(シングル アイ)工法技能講習会を修了した者 ②Single i(シングル アイ)工法技能講習会を修了した者と同 等以上の技量を持つもの	Single i(シングル アイ)工法技能講習会とは、一般社団 法人 Triple EYE(トリプル アイ)協会が実施する講習会
	必要構成人員数	2人	-
	作業ヤード・操作場所	①自然条件 ・降雨時でも削孔機に雨水が当たらないように養生をすることで 作業を進めることができる ②現場条件 ・作業スペースが1.5㎡以上必要(1m×1.5m)	①床版上面(舗装面)から実施する場合、交通規制が必 要
	計測費用	【橋梁条件】 橋種[鋼橋、RC床版橋] 橋長・幅員[指定なし] 部位・部材[RC床版] 【調査事例】16箇所/1日当たり ・現地調査:約 5万円/箇所(昼間作業の場合) ・調査結果取りまとめ他:約 30万円~(ソフト使用料含む) 1箇所あたり、約 6.9万円~	夜間作業の場合、人件費×1.5 宿泊費、旅費・交通費は含まない 交通規制費用、足場、作業車リース等は別途
	保険の有無、保障範囲、費 用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	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	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

6. 図面

MDT工法の機材



使用機材 (一式)



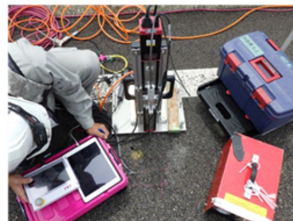
使用機材 (削孔機)

MDT工法の作業手順 (①~④)

①押し付け力一定で削孔、
その際の変位を測定



②モニター上に削孔深さと
削孔速度の関係を表示



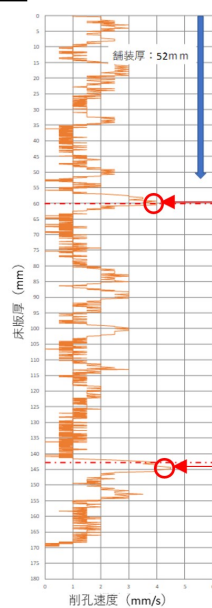
③必要に応じて、削孔内部
を観察



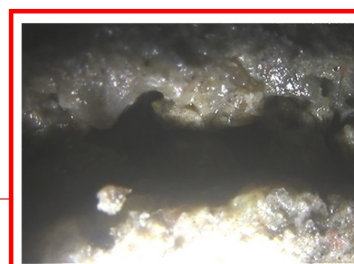
④削孔箇所の埋め戻し
を観察



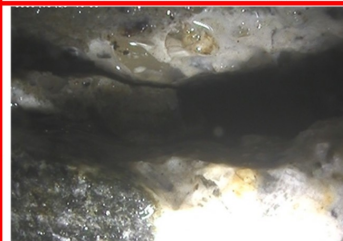
アウトプットイメージ



削孔速度と床版厚のグラフ



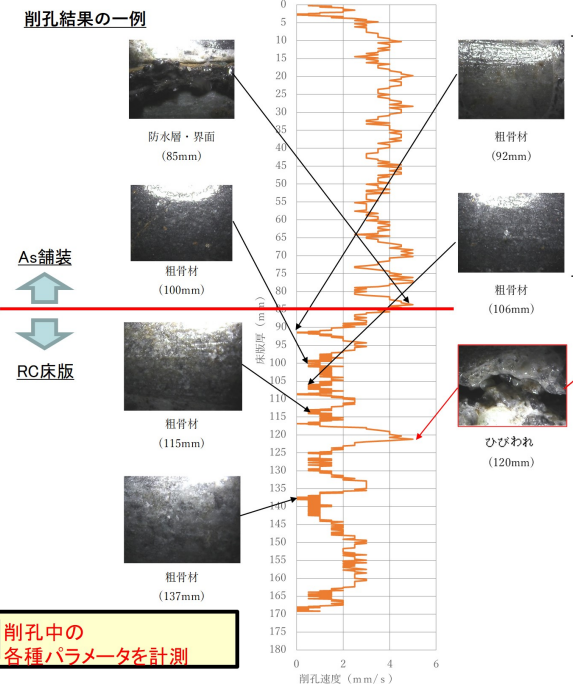
水平ひびわれ-1 (路面から60mm付近)



水平ひびわれ-2 (路面から143mm付近)

内視鏡により撮影した画像

MDT工法の試験結果



削孔速度が遅い、遅くなる箇所は粗骨材、健全なコンクリートなどの硬い材料が存在する。

削孔速度が急激に速くなる箇所は、ひびわれや空隙が存在する。

削孔速度とコンクリート内部の状態の関係を分類

削孔速度とコンクリートの変状の関係(案)

削孔速度 mm/s	コンクリート床版の状態
0.1~2.5	健全なコンクリート部もしくは粗骨材
2.5~4.0	軟化したコンクリート部もしくはひびわれ部
4.0以上	ひびわれ部もしくは空隙

小径削孔機械の仕様

装置	項目
削孔装置	削孔機
	削孔ビット
押付け装置	ロボットシリンダー
給排水装置	給排水供給装置
測定器	変位計
	データロガー
	動ひずみアンプ
	測定用パソコン

削孔中の各種パラメータを計測

1. 基本事項

技術番号	BR030060-V0125			
技術名	水中自航型ロボット(水中ドローン)による橋梁の洗掘点検支援技術			
技術バージョン	1	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社ジュンテクノサービス			
連絡先等	TEL: 049-265-8651	E-mail: info@jun-techno.com	高橋	
現有台数・基地	3	基地	〒350-1129 埼玉県川越市大塚1-6-27	
技術概要	本技術は、水中自航型ロボット(水中ドローン)を用いて洗掘の確認及び計測を行う点検支援技術である。搭載した2Dイメージングソナーの音響映像より、水平方向で幅の計測、鉛直方向で高さや奥行きを計測を行う。音響映像の水平、鉛直の各方向の切り替えは、水中ドローンを横方向に回転させて行う。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	下部構造(橋脚,橋台,基礎)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他		
		共通	㊸変形・欠損 ㊹洗掘	
検出原理	超音波			
検出項目	画像			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> 移動装置: 水中ドローン(FIFISH V6 PLUS)、制御及び映像表示端末:(iOS、iPadOS又はandroid端末) 計測装置: 本体内蔵光学カメラ、2Dイメージングソナー(Oculus750d)、音響映像表示用PC 記録装置: microSDカード 通信装置: リモートコントローラー、デザーケーブル(有線) 	
移動装置	機体名称	FIFISH V6 PLUS	
	移動原理	【水中ドローン型】 固定された計6基のスラスター回転制御により、潜水して機体の移動を行う。移動装置と光学カメラが一体構造であり、イメージングソナーは機体上部に治具で固定して専用コネクタで接続する。操縦はオペレーターが手動で行う。	
	運動制御機構	通信	有線通信
		測位	-
		自律機能	<ul style="list-style-type: none"> 深度維持機能(水圧計) 距離・高さ保持機能(測距ソナー)
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	移動装置と計測装置の一体構造 外形寸法(383mm×331mm×220mm) 重量(6.8kg)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	本体内バッテリー(リチウムイオンPanasonic 21700) 定格出力14,400 mAh/ 156 Wh 最高充電電圧12.9 V FIFISHクイックチャージで充電時間2時間 ※オプションパーツ使用により陸上給電可能	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	稼働時間4~8時間(静水環境)	
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	2Dイメージングソナー(oculus M750d)	
	計測原理	超音波のパルス信号を水中に発信し、反響を受信して音響映像として出力する。 寸法の計測は、超音波の反響を受信するまでの時間と音速との相関により計算される。 対象に対して水平方向と鉛直方向にそれぞれ信号を発信し、水平方向では幅、鉛直方向では高さ及び深さの計測を行う。 信号の水平または鉛直方向切替は、機体の横方向回転にて行う。	
	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	対象物の前方に障害物がある場合、音波の影となる箇所については計測不可。	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	水中の音速は、水温や深度、塩分濃度により異なる。 水温と深度については内蔵センサーにより自動取得されるが、塩分濃度は環境に合わせて設定を行う。	
	計測プロセス	①2Dイメージングソナーを搭載した水中ドローンを潜航し、橋脚・橋台周辺を移動し、音響映像で基部の状態を確認する。 ②水平姿勢で移動しながら洗掘状況を確認し、一定間隔又は変状箇所毎に水中ドローンの姿勢を変えて鉛直方向の音響映像を確認する。縦横両方向の音響映像を取得することで、変状の幅、高さ、深さの寸法及び水深を記録する。 ③近接して光学カメラ映像による撮影を併せて行う。 ④取得したデータをもとに、損傷図を作成する。	
	アウトプット	取得した音響映像の情報を、オリジナルファイル(.oculus)にて保存。 専用ソフトウェアにて再生する事で、音響映像の確認や寸法計測が可能。	
	計測頻度	-	
	耐久性	最大耐水深:150m	
動力	移動装置と共用のバッテリー駆動		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	稼働時間4~8時間(静水環境)		
データ収集・通信装置	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)	-	
	データ収集・記録機能	音響映像表示用端末(PC)内の記録装置に保存	
	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	移動装置と共用のバッテリー駆動	
	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	深度維持機能:±1cmに深度を保持	-
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 変化量0cm	流速0.2m/s
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	縦500mm×横500mm×高さ500mm	航行には0.3m以上の水深が必要
	標準試験値	標準試験方法:水中部(2022) 実施年:2023年 W2.0m×H1.0m×L1.0m	水深1.2m
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	6 DOF(自由度) 動作:左右、上下、前後 回転:360°ヨーイング、360°ピッチング、360°ローリング 最大可動範囲:300m(使用するテザーケーブル長による)
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	未検証	使用周波数や表示レンジにより異なる	
		標準試験値	標準試験方法:洗掘・形状寸法(2021) 実施年:2023年 流速0m/s,濁度1.6度 計測精度 0.054 流速0.2~0.4m/s,濁度1度 計測精度 0.054 流速0m/s,濁度60~90度 計測精度 0.054 流速0.2~0.4m/s,濁度60~90度 計測精度 0.054	-	
	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	750kHz:120m 1.2MHz:40m	使用周波数により異なる	
	感 度	校正方法	-	-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
S/N比		性能確認シートの有無 ※	-		
	性能値	-	-		
分解能	性能確認シートの有無 ※	無			
	性能値	750kHz:4mm 1.2MHz:2.5mm	使用周波数により異なる 最小計測単位:0.01m		

※「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	-	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	・流速0.5m/sec以下 ・水深0.5m以上	-

5. 留意事項(その2)

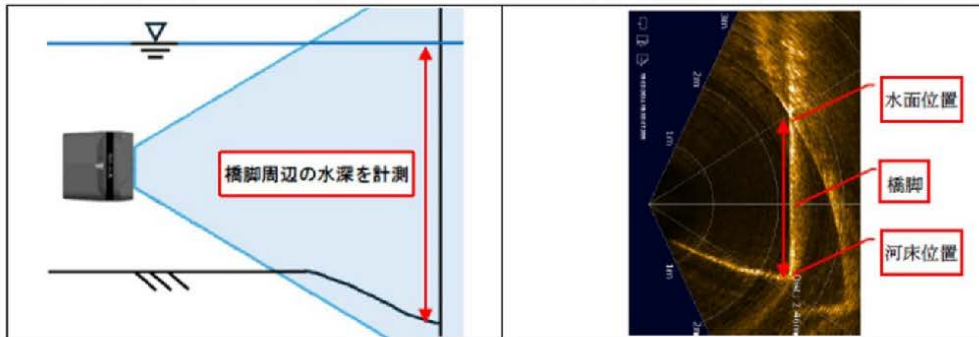
項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	水中ドローン及び2Dイメージングソナーの特性について理解していること。	作業従事者は、(一社)日本水中ドローン協会認定の「水中ドローン安全潜航操縦士」等の資格取得を推奨。
	必要構成人員数	操縦員、ケーブル操作員、記録、監督者の3名	-
	作業ヤード・操作場所	・ケーブル捜査員が立入可能な、水深0.5m以上の水中ドローン投入点(船上作業可) ・2.0m四方程度の作業ヤード	-
	計測費用	・業務委託費用:調査1日あたり698,000円(税別)～1日あたり橋脚6基程度調査可能 ・機体一式価格:8,463,900円(税別) FIFISH V6 PLUS(水中ドローン、200mケーブル、コントローラー、充電器、ハードケース) oculus M750d(2Dイメージングソナー)	※作業環境による、人員や船舶手配費用等の追加有り。 ※旅費、交通費費別
	保険の有無、保障範囲、費用	・機体付帯保険有り ・機体購入後1年間のメーカー保証 ・FIFISH日本修理サポートセンターによる修理・点検サービス	-
	自動制御の有無	無し	-
	利用形態:リース等の入手性	・業務委託 ・機器購入	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・FIFISH日本修理サポートセンターによる修理・点検サービス	-
	センシングデバイスの点検	無し	-
	その他	・水中ドローン以外は非防水の為、雨天時は対策必要 ・流速0.5m/sec以下	-

6. 図面

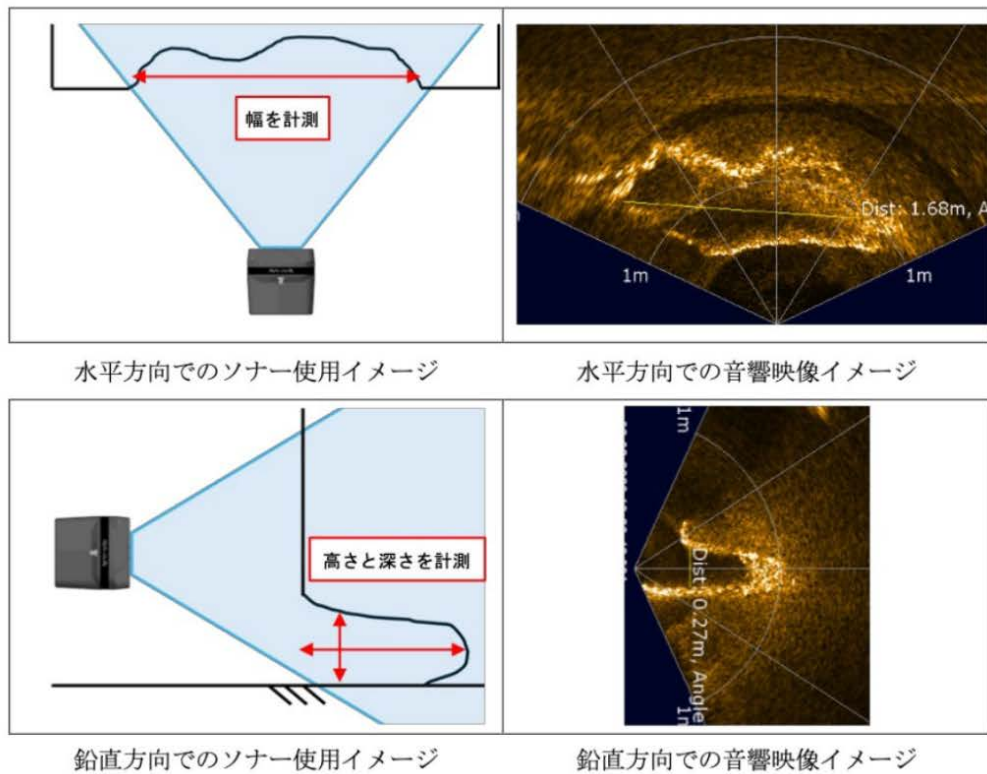
基本構成



洗掘調査イメージ



変状の計測イメージ



1. 基本事項

技術番号	BR030061-V0125			
技術名	イメージングソナーを装備した小型ボートによる洗掘調査技術			
技術バージョン	1	作成:	2025年3月	
開発者	(株)テクノコンサルタント			
連絡先等	TEL: 097-578-7811	E-mail: info@wj-rdc.jp	開発室 小石 明	
現有台数・基地	1	基地	大分県大分市	
技術概要	イメージングソナーとGNSS等を装備した小型ボートと、それらを制御する地上側PC、レーザーケーブルから構成された水中計測技術である。リアルタイムで洗掘状況および小型ボートの位置及び方位を知ることができる。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	下部構造(橋脚,その他(護岸・堤体・水門))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他		
		共通	㊸変形・欠損 ㊹洗掘	
検出原理	超音波			
検出項目	3次元座標			

2. 基本諸元

計測機器の構成		イメージングソナーとGNSSを装備した小型ボート、パソコン、揚収装置、テザーケーブルから構成される		
移動装置	機体名称	「水底プロファイラ ソコミエール」		
	移動原理	スラスト4台により水平方向について自由に移動可能		
	運動制御機構	通信	テザーケーブルを用いた有線通信	
		測位	MovingBase方式RTK-GNSSにて位置計測 方位角精度0.1°程度	
		自律機能	なし(追加予定)	
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-	
	外形寸法・重量	全長918mm 全幅300mm 全高420mm 重量11kg		
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-		
	動力	電気(4sリチウムイオンポリマーバッテリー)		
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	3時間		
計測装置	設置方法	遠隔制御が可能なジンバルにて保持		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-		
	センシングデバイス	blueprint subsea製イメージングソナー oculus M750d		
	計測原理	750kHz又は1.2MHzの扇状に形成された超音波ビームを対象物に照射し、反射波を計測することで、対象物の形状を把握する。		
	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	750kHz使用時 水深120m 1.2MHz使用時 40mまで		
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	大量の浮遊物があると計測できない恐れがある。		
	計測プロセス	ソナーを直下方向に向けて照射することにより、鉛直方向断面画像を得ることができる。また、ジンバルにより水平方向に方向を変化させて計測することで、水平断面を計測することもできる。		
	アウトプット	ソナー生データ(.oculus形式)、画像(.jpg)		
	計測頻度	40Hz		
	耐久性	温度-5℃~35℃		
	動力	バッテリー(移動装置と一体)		
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	3時間		
データ収集・通信装置	設置方法	PCにてデータ収集		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-		
	データ収集・記録機能	テザーケーブルによる有線通信によりデータ送信		
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	テザーケーブルによる有線通信:IEEE-1901準拠		
	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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	高さ0.5m 幅0.5m 水深0.5m以下は侵入不可	-
	標準試験値	標準試験方法:水上部(2024) 実施年:2023年 W3.0m×H2.3m×L5.0m	水深1.2m
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	半径200m以内(テザーケーブル長に依存する)	-
	標準試験値	可動範囲 5.0m	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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	-	-	
		標準試験値	-	-	
	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:洗掘・形状寸法(2021) 実施年:2023年 流速0m/s,濁度1.6度 計測精度 0.114	-	-
			流速0.2~0.4m/s,濁度1.6度 計測精度 0.114 流速0m/s,濁度60~90度 計測精度 0.114 流速0.2~0.4m/s,濁度60~90度 計測精度 0.114	-	-
	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 ※	-		
		性能値	750kHz使用時 水深120m 1.2MHz使用時 40mまで	淡水、海水、懸濁していないこと 水深0.5m以上	
	感度	校正方法	社内水槽にて試験	-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
性能値	-				
分解能	性能確認シートの有無 ※	-			
	性能値	レンジ分解能 750kHz:4mm 1200kHz:2.5mm 角度分解能 750kHz:1° 1200kHz:0.6° 画面上にてcmオーダーで計測可能	-		

※「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	クリアランス0.5m以上必要	桁下ではGNSS信号が受信できないので、位置情報を得ることができない恐れがある
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	-	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	流速1m/s以下	-

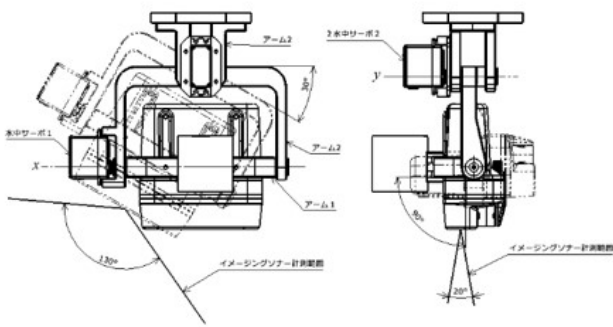
5. 留意事項(その2)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	-	-
	必要構成人員数	3名 操作者1名 作業補助1名 監督者1名	-
	作業ヤード・操作場所	揚収装置:1m×1m程度 操作場所:1m×2m程度	橋梁上から降下させる場合、張り出しや添加管等がないこと
	計測費用	【橋梁条件】 橋種[コンクリート橋] 橋長300m 全幅員10m 部位・部材[橋脚のみ] 活用範囲[3,000㎡] 検出項目[洗堀] <費用> 調査費用 外業30万円 内業10万円 機械経費 10万円(1日) ※諸経費、旅費交通費等は別	作業量:橋脚4基/日 桁下高10m、 水深3m、 径間長50m、 流速1m/sec以下
	保険の有無、保障範囲、費用	無し	-
	自動制御の有無	-	-
	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	-	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

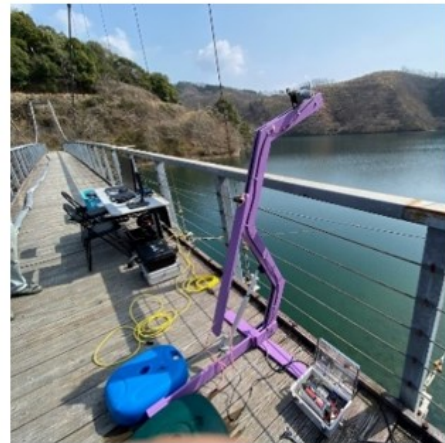
6. 図面



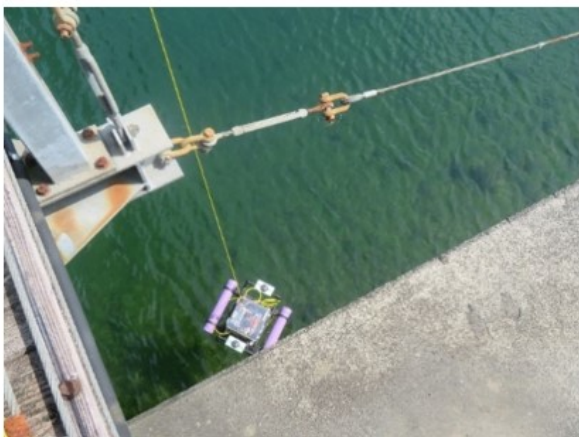
装置概要



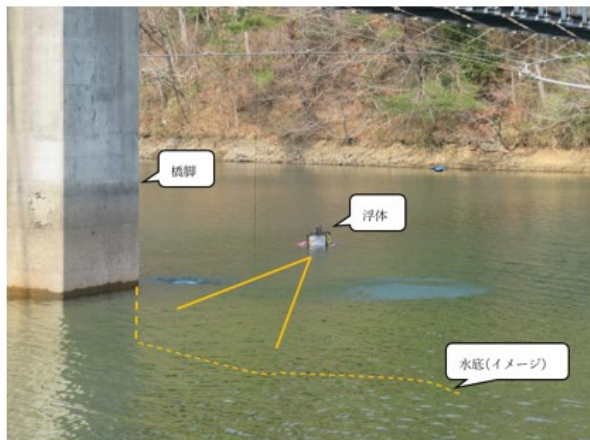
イメージングソナー及びジンバル



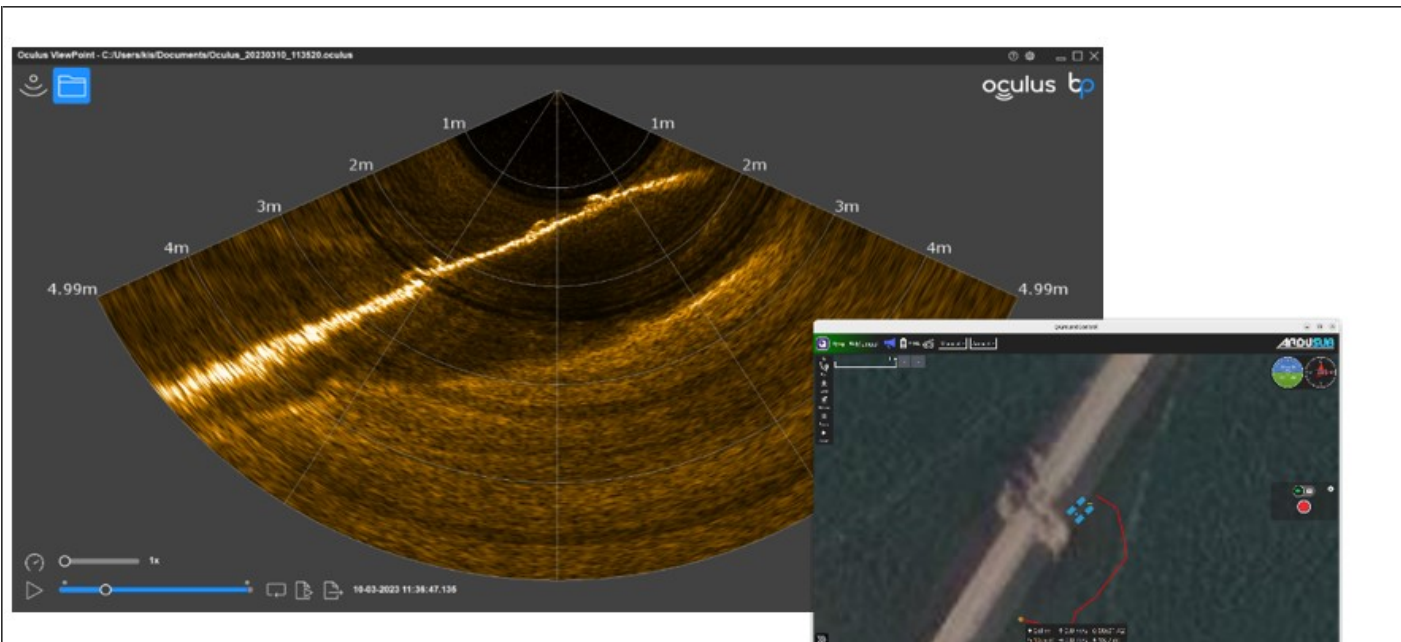
浮体・揚収装置・ウインチの設置状況



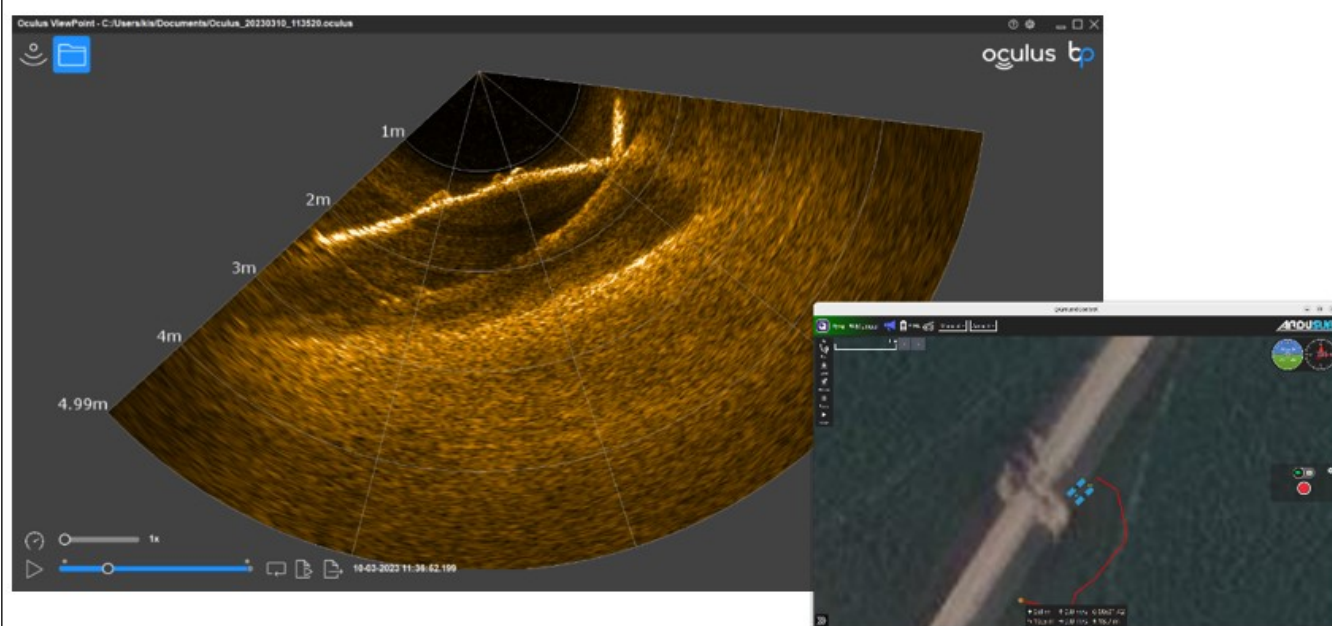
揚収装置による浮体投入状況



橋脚計測状況



イメージングソナーによる計測結果
(鉛直方向照射・チルト無し)



イメージングソナーによる計測結果
(鉛直方向照射・15度チルト)

1. 基本事項

技術番号	BR030062-V0125			
技術名	遠隔監視装置(洗掘)			
技術バージョン	Ver1.0	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社アイベック			
連絡先等	TEL: 076-438-0808	E-mail: i_iot@ipec-com.jp	〒931-8453 富山市中田一丁目113-1 株式会社アイベック IoT開発部	
現有台数・基地	9台	基地	富山県富山市	
技術概要	橋脚や橋台の沈下・移動・傾斜・洗掘に伴う傾斜を橋脚橋台の橋座面に設置した傾斜計で計測したデータをクラウドサーバーに蓄積し、遠隔地からパーソナルコンピュータやスマートフォンなどで閲覧することができる遠隔監視技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他		
	共通	㊦沈下・移動・傾斜 ㊧洗掘		
検出原理	・電圧			
検出項目	・傾斜角			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> 計測装置: 傾斜計・温度計を橋脚・橋台の橋座面に固定 データ収集・通信: 有線(LTE/LTE-Mでクラウドサーバーに転送) 				
移動装置	機体名称	-				
	移動原理	-				
	運動制御機構	通信	-			
		測位	-			
		自律機能	-			
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-			
	外形寸法・重量	-				
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-				
動力	-					
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-					
設置方法	<ul style="list-style-type: none"> 移動なし 傾斜計: 橋台・橋脚の橋座面に接着剤・アンカーボルト等で固定 温度計: 橋台・橋脚の橋座面・傾斜計等に接着剤等で固定 					
外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> 傾斜計 最大外形寸法(長さ115mm×幅70mm×高さ25mm)、最大重量0.4kg 温度計 最大外形寸法(長さ30mm×幅10mm×高さ10mm)、最大重量0.1kg 					
センシングデバイス	<ul style="list-style-type: none"> 傾斜計 緑測器製 製品型名ESC3010Z-V-DB0L01 温度計 TEXAS INSTRUMENTS製 LM61CIZ 					
	<p style="text-align: center;">計測装置の仕様</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>名称</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> 傾斜計 緑測器製  </td> <td> 規格: 測定範囲: -10~10° 絶対直線性: ±0.5%FS 電源: DC 8~30V (外部バッテリー) 外形: 70×90×23 mm </td> </tr> <tr> <td> 温度計 TEXAS INSTRUMENTS 製  </td> <td> 測定範囲: -30~100°C 電源: 2.7~10V (外部バッテリー) </td> </tr> </tbody> </table>	名称	仕様	傾斜計 緑測器製 	規格: 測定範囲: -10~10° 絶対直線性: ±0.5%FS 電源: DC 8~30V (外部バッテリー) 外形: 70×90×23 mm	温度計 TEXAS INSTRUMENTS 製 
名称	仕様					
傾斜計 緑測器製 	規格: 測定範囲: -10~10° 絶対直線性: ±0.5%FS 電源: DC 8~30V (外部バッテリー) 外形: 70×90×23 mm					
温度計 TEXAS INSTRUMENTS 製 	測定範囲: -30~100°C 電源: 2.7~10V (外部バッテリー)					
計測原理	<ul style="list-style-type: none"> 傾斜計: 橋脚・橋台に設置し、支承の傾斜に伴う傾斜角の変化を計測する。 温度計: 傾斜計近傍に設置し、周辺の温度を計測する。 					
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"> 計測装置設置のために計測部位に近接できる必要がある。また、計測部位からデータ収集装置までケーブルを配線する必要がある。 NTT docomo 通信サービスエリア。 					
精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> 計測精度向上のため傾斜計の固定金具は剛性の高いものでしっかり固定する。 温度変化に伴う抵抗変化により電圧変化が生じるため、計測データの温度ドリフトに留意が必要である。 					
計測装置	<ol style="list-style-type: none"> 橋台・橋脚の橋座面に設置した傾斜計・温度計により、傾斜角の変化や温度に応じた電圧信号を得る。 データ収集装置内で電圧信号をデジタル変換し、通信装置でクラウドサーバーへデータを送信する。 クラウドサーバー上で電圧信号を対応する傾斜角の変化や温度に変換する。 パーソナルコンピュータ等からWebモニターにてデータを確認する。 継続的にモニタリングすることで、データの変化を観察する。 しきい値を設定することで、メールによる警告が発動される。 					
計測プロセス						

		自動処理	手動処理
		<p style="text-align: center;">計測プロセス</p>	
アウトプット		<ul style="list-style-type: none"> 計測された傾斜角・温度のデータは、端末で数値とグラフで表示。 各計測値は、CSVファイルにて出力可能。 機器の設置に要する時間は、通信設定を含めて1日程度。 	
計測頻度		<ul style="list-style-type: none"> 5～60分間隔を1分単位で設定可能 最大計測期間2年間(計測間隔20分の場合) 	
耐久性		<ul style="list-style-type: none"> 傾斜計:IP67 温度計:IP44相当 	
動力		<ul style="list-style-type: none"> 傾斜計:仮設12Vバッテリー 温度計:乾電池4本 	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		<ul style="list-style-type: none"> 連続稼働時間2年間(計測間隔20分) 	
データ収集・通信装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> データ収集装置と通信装置は有線で計測装置に接続し、陽の当たる場所に固定する。 データ収集装置・通信装置の固定は、仮設支柱または防護柵・親柱等に金属バンド・アンカー等で固定する。 	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> データ収集装置 最大外形寸法(400mm×400mm×200mm)、最大重量5kg 通信装置 最大外形寸法(282mm×148mm×170mm(アンテナ・取付金具を含まない))、最大重量2kg 	
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> 計測装置で計測したデータをデータ収集装置・通信装置から移動通信網経由でクラウドサーバーに伝送して保存 データ収集装置に記録機能無 	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> 通信方法 LTE または LTE-M 通信規格 3.44 - 3.52GHz / 1940 -2150MHz / 728-890MHz 通信速度 平均150Mbps (LTEの場合) 通信距離 NTTdocomoLTE受信範囲 	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> 認証方式:CHAP または PAP AmazonWebServicesを使用(ISO 2701 準拠) 	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ソーラーパネルおよびバッテリー 	
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> データ収集装置と通信装置の日照無し連続稼働可能日数は7日間(計測間隔20分の場合) 	

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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 洗掘 傾斜角(2020) 実施年 2024年 誤差:-0.82~+1.21°	サンプル数3 ・リファレンス値:1.63°、-5.86°、3.94° ・計測値:1.38°、-4.65°、3.12°	
	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	・傾斜計:±10° ・温度計:-30~100℃	-	
	感度	校正方法	-	-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値		-	-	
	分解能	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	・傾斜計:フルスケールの0.05% ・温度計:フルスケールの0.05%	-	

※「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)

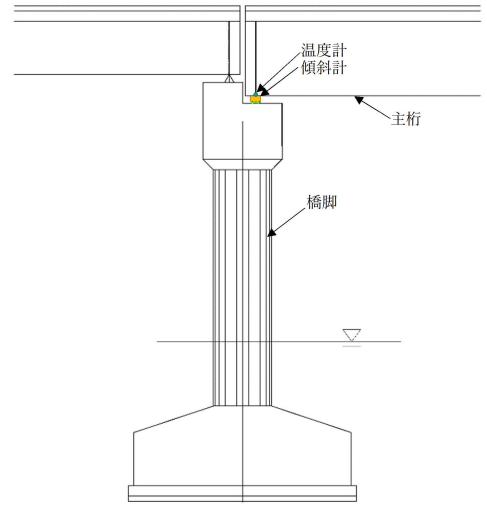
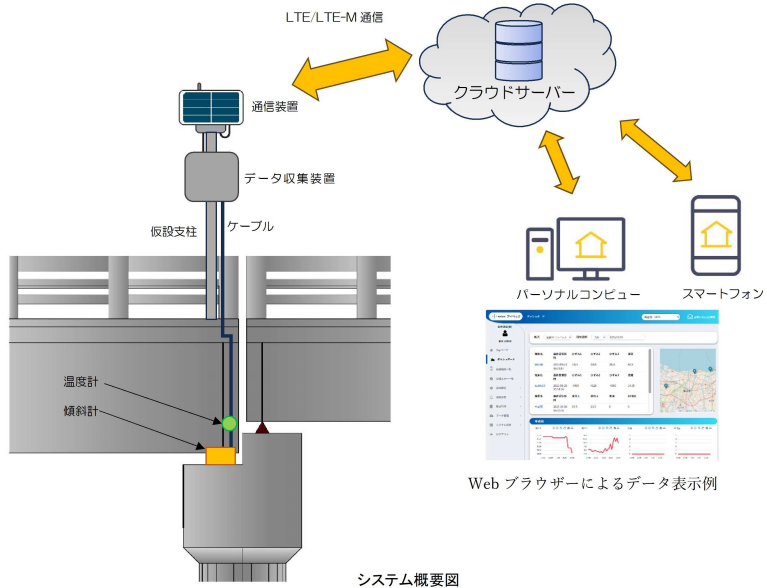
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	・高所作業車または橋梁点検車等で橋座面にアプローチできること	-
	周辺条件	・高圧電線や発電所など高周波発生源が近くにあること ・移动通信(Docomo LTE)を有するエリア	-
	安全面への配慮	・計測中は注意喚起の看板の設置	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	・装置の設置・撤去時は交通規制要	・道路管理者との事前協議が必要
	その他	-	-

5. 留意事項(その2)

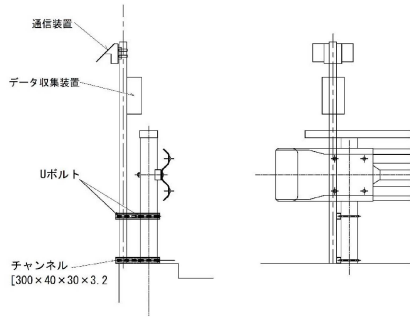
項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	・設置作業:電気工事に関する基礎知識、通信技術に関する基礎知識、クラウドサーバーに関する基礎知識があること	-
	必要構成人員数	・設置作業:現場責任者1人、作業員1名 ・合計2名	-
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲: 5㎡ 操作場所: 通信機より1m以内	-
	計測費用	橋種 [コンクリート橋/鋼橋] 橋長 [61.8m] 全幅員 [5m] 部位・部材[支承] 検出項目 [傾斜、温度] 設置箇所数 [通信機1箇所、傾斜1箇所、温度1箇所] 計測頻度 [20分] 計測期間 [1年] <費用> 1,020,000円(保守含む)	-
	保険の有無、保障範囲、費用	・保険には加入していない	-
	自動制御の有無	・自律制御あり	-
	利用形態:リース等の入手性	・業務委託	・機器設置、クラウドサーバー提供・保守はアイベックで行う
	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	・計測装置設置後1年ごとに点検を実施	・現地にて、計測装置設置状況・外観、周辺環境等の確認とバッテリー交換を行い、必要に応じて改善や障害物撤去等の措置を実施
その他	・クラウドサーバーのデータ保存期間は1年	・1年を超えるデータが必要な場合は、クラウドサーバーよりデータを定期的にダウンロードのうえ保存可能	

6. 図面

・システム概要図



システム概要図



データ収集・通信装置機設置例



傾斜計の設置例

1. 基本事項

技術番号	BR030063-V0125			
技術名	加速度センサによる橋梁点検ツール			
技術バージョン	Ver.1.0	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社ケー・エフ・シー 株式会社中電シーティーアイ			
連絡先等	TEL: 06-6361-6040	E-mail: tsubomoto.takashi@kfc-net.co.jp	営業企画部 坪本 隆司	
現有台数・基地	20台	基地	愛知県名古屋市	
技術概要	本技術は、橋梁の上部構造に設置した加速度センサを用いて、加速度を計測し振動特性(固有振動数、振動モード)を検出することにより、振動特性の変化を可視化し、剛性の変化を評価する技術である。			
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,主桁ゲルバー部,横桁,縦桁,床版) H形鋼桁橋(上部構造(主桁),床版) RC床版橋(上部構造(主桁))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他		
		共通		
検出原理	加速度			
検出項目	剛性評価(固有振動数/固有振動モード形状)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		・無線加速度センサ ・加速度センサ親機 ・計測用パソコン	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能 (飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	-	
	動力	-	
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	<p>橋梁路面に置く。アンカーや両面テープ等での固定は不要。 設置箇所は、橋脚間中央側部に設置。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>設置例1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>設置例2</p> </div> </div>	
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	<p>【センサ】 ・HBK G-LINK-200: 約Φ44mm × 47mm 【センサ親機】 ・HBK WSDA-200-USB: 約59mm × 21mm × 10mm (アンテナは含まない)</p>	
	センシングデバイス	加速度センサ	
	計測原理	<p>【加速度センサ】 本計測に使用している加速度センサはMEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術によるセンサである。MEMSの特徴は、高精細、高ノイズ耐性、高コストパフォーマンスな優れた計測能力である。MEMSは半導体の上に組み上げた微細な機械的な構造から物理情報を測定する技術で、差動コンデンサ構造のセンサ(ユニット・セル・センサ)により構成されている。 物理運動がユニット・セル・センサへ加わると、内部に構成された機械的な構造部がたわむことで、ユニット・セル・センサ内に電圧変化が発生する。この物理運動より生じた電圧変化を、アナログ測定回路を使い正確にセンシングすることで、周囲の環境情報を的確に数値化する。</p> <p>【剛性変化の可能性の検知】 加速度センサにより計測した値から、上部構造が損傷する主要因と考えられる振動モードの周波数を抽出する。この周波数から相対剛性比を算出し、過去の剛性比と比較することで剛性の変化を把握する。</p>	
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	<p>【センサ設置】 ・橋梁路面へのアクセスが可能であること。 ・センサ設置範囲に極端な凹凸や曲面がないこと。</p>	
精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<p>・センサ設置位置 (初回計測時は橋脚間中央側部に設置する。2回目以降は、初回と同じ位置(マーキング等をした位置)に設置する。)</p>		
	<p>計測現場で最低限実施する項目は下記プロセスのうち2)である。 3)も現場で実施してもよい。(計測できているかの確認としても現場での実施を推奨する。)</p> <p>1) 事前準備 2) 加速度の測定 3) 状態評価</p>		

計測プロセス		
	アウトプット	計測用パソコンのソフトウェア上で、1計測で1枚のレポート形式でアウトプットされる。 計測データ等はバックアップフォルダに自動的に保存される。
	計測頻度	・定期点検、日常点検等のような頻度でも使用可能。 ・1回の計測は5～10分ほどの計測で完了。
	耐久性	・HBK G-LINK-200:IP67
	動力	内蔵バッテリー
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	・HBK G-LINK-200: 連続20時間程度 (気温等により変動する。)
データ収集・通信装置	設置方法	加速度センサ親機を計測用パソコンに接続する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	計測用パソコンは市販のパソコンを使用する。(Windows10であること。)
	データ収集・記録機能	計測したデータおよび分析レポートは計測用パソコン内のHDDに記録される。 必要に応じて過去データを外付けHDD等に移動することも可能。
	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	パソコン内蔵バッテリーまたはAC給電可能なACバッテリーを利用することも可能。
	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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	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 剛性評価(2024) 実施年 2024年 ・誤差:-0.78~0.80%	動的載荷5回実施 各周波数の最大差 1回目 -0.78% 2回目 +0.80% 3回目 -0.75% 4回目 +0.65% 5回目 +0.75%	
	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	・加速度センサ:±8g	-	
	感度	校正方法	・製造時にメーカー校正。 ・計測時は校正しない。		-
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	無	
			性能値	・加速度センサ:DC~1kHz	・使用可能温度:-40℃~+85℃
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	無	
			性能値	・温度精度:±0.15mg/℃	-
	S/N比	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	・ノイズレベル:25 μg/√Hz	-	
分解能	性能確認シートの有無 ※	無			
	性能値	・加速度センサ:20bit	-		

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

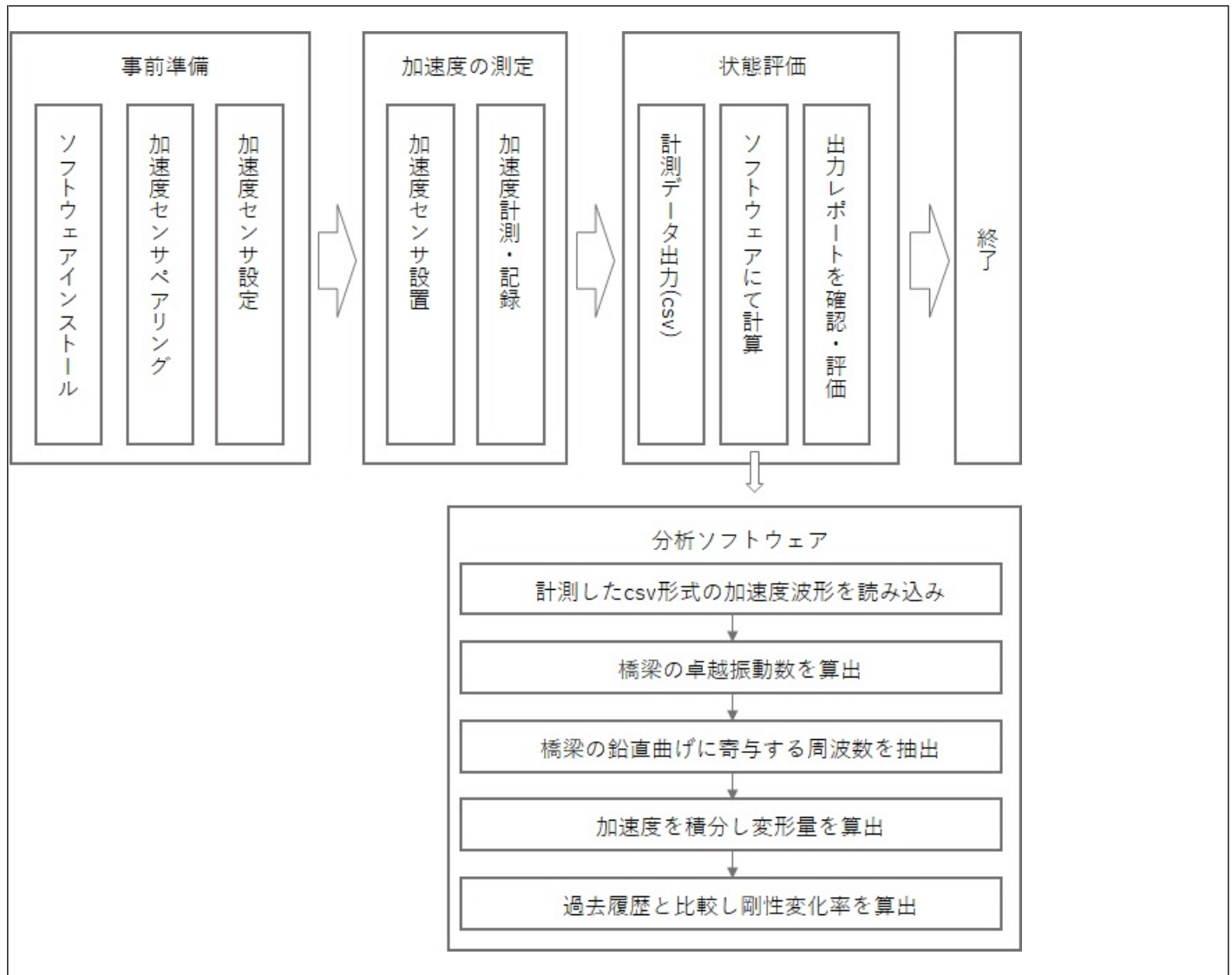
5. 留意事項(その1)

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	センサ設置位置は作業員がアクセス可能であること。	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	センサ設置の際に車道へ立ち入る必要がある際には、周囲の交通に十分な注意をすること。	-
	無線等使用における混線等対策	無線加速度センサを使用するため、メーカー取り扱い書および技適マークを確認し使用すること。	-
	道路規制条件	車道への立ち入りも設置と撤収する際の一時的な立ち入りのみとなる。 状況に併せて適宜検討すること。	-
	その他	-	-

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)	
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	計測員および分析員は技術的な知識がなくても可能。計測、ソフトウェア取り扱いとは別途手順書に沿って実施すれば同じ結果を得られる。	-
	必要構成人員数	現場責任者1人、計測・操作1人 合計2人	-
	作業ヤード・操作場所	センサ設置位置は作業員がアクセス可能であること。 操作場所はセンサより20～50m以内。(現地の状況による。) また、計測データソフトウェアは事務所でも操作可能。	-
	計測費用	橋種(鋼橋・コンクリート橋)(※点検受託の場合) 橋長:15m以下(1径間の場合) 全幅員:8m程度 設置箇所数:1箇所 計測頻度:1回/年 計測期間:5～10分/回 〈費用〉合計約4万円 (機械経費含む。橋梁間移動0.1日/橋含む。)	対象橋梁のロケーション、規模等により事前調査が必要となる場合もある。 対象橋梁により実費用については別途見積もりとなる。
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	業務委託	事前準備、加速度の測定、ソフトウェアでの計算、出力までを受託項目とする。
	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	-	-
	その他	-	-

6. 図面





1. 基本事項

技術番号	BR030064-V0025			
技術名	EcorrLIGHT(イーコロライト)腐食報知システム			
技術バージョン	—	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社ナカボーテック オリエンタル白石株式会社			
連絡先等	TEL: 03-5541-5803	E-mail: s.otani@nakabohtec.co.jp	株式会社ナカボーテック 技術統括部 大谷俊介	
現有台数・基地	受注生産(販売、設置作業受託)	基地	埼玉県上尾市	
技術概要	EcorrLIGHT腐食報知システムは、コンクリート内部の鋼材の腐食状態を青・黄・赤の3色のLEDランプにより視覚的に報知する装置である。			
技術区分	橋種	コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) RC床版橋(上部構造(主桁))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他		
		共通		
検出原理	自然電位法			
検出項目	コンクリート中鋼材の腐食			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> ・腐食報知装置:計測装置と一体でコンクリート面に設置 ・外付照合電極:コンクリート表面に設置して装置と接続 ・測定端子:鋼材と接触させて装置に接続 	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	—	
	運動制御機構	通信	—
		測位	—
		自律機能	—
		衝突回避機能(飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量	—	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	—	
	動力	—	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	—	
計測装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> ・腐食報知装置をコンクリート表面にビス(Φ4mm)によって設置する。 ・照合電極を収納したFRP製トラフをコンクリート表面にビス(Φ4mm等)によって設置し、FRP製トラフ内にモルタルを充填する。 ・鉄筋直上のコンクリートを削孔して測定端子(Φ4mmのタッピングネジ)を鉄筋に接触させる。 	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・EcorrLIGHT腐食報知装置(L125mm×W75mm×H100mm、400g程度) ・外付照合電極収納のFRP製トラフ(L100mm×W100mm×H23mm、400g程度) 	
	センシングデバイス	<ul style="list-style-type: none"> ・腐食報知装置:東方技研社製 EcorrLIGHT ・照合電極:ナカポーテック社製 塩化銀電極 	
	計測原理	<ul style="list-style-type: none"> ・腐食報知装置は、電位差計とLEDランプの報知機能を付属し、設定した電位の閾値に対応してLEDランプが青、黄、赤に変化する。 ・鋼材電位は、コンクリート表面に設置した外付照合電極を基準にした値とする。照合電極のケーブルと鉄筋と接触させる測定端子の電線を腐食報知装置に接続することで電位に応じた色のLEDランプが点滅する。 ・電位が-65mVよりも高い場合は青、-215mVよりも高く-65mV以下では黄、-215mV以下では赤のLEDランプが点滅する。 ・青、黄、赤の設定電位は、ASTM C867の自然電位の腐食確立評価を参考に本システムで使用する外付照合電極基準に換算した。 ・腐食報知装置はソーラーパネルと耐熱式一次電池(塩化チオニルリチウム電池)を付属しており、日射がある日中はソーラーパネルで発電した電力を使用し、夜間は一次乾電池の電力を使用してLEDランプを発光させる。 ・鋼材の腐食の検知範囲は、外付照合電極を中心にΦ300mmである。 	
	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"> ・水中部には設置できない。 ・塗装面には設置できない。 ・腐食報知装置は目視できる箇所へ設置する必要がある。 ・電気防食の対象範囲には設置できない。 	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼材電位を正しく測定するために、測定端子を確実に鋼材に接触させる必要がある。 ・鋼材電位の腐食確立評価を正しく行うために、外付照合電極の電位が正確である必要がある。 ・鋼材電位の腐食電位を正しく報知させるために、腐食報知装置の設定電位でLEDランプの色が変化する必要がある。 	
	計測プロセス	計測プロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄筋探査計により鋼材位置を調査する。 ・鋼材直上のコンクリートをΦ6mmのドリルで削孔する。ドリル先が鋼材と接触したら、鋼材に沿って2～3cm程度離れた位置に2つ目を削孔する。 ・二つの穴にタッピングネジ(測定端子)を差し込み固定する。固定には、コンクリートプラグを使用し、コンクリートプラグの先端を切断してタッピングネジと鋼材を直接接触させる。タッピングネジはコンクリート表面から2cm程度突出するように事前に長さを調整する。 ・2本のタッピングネジ(測定端子)が鋼材と接触しているかどうかを確認するために、デジタルマルチメーターを使用して2本のタッピングネジ間の抵抗を測定する。測定値が0.1Ω以下である場合を合格とする。0.1Ωよりも大きい場合は、タッピングネジを再度ねじ込む。改善されない場合は、削孔からやり直す。 ・2本のタッピングネジ(測定端子)に腐食報知装置と接続するための電線を巻き付け、その部分をシール等で保護する。 ・腐食報知装置を収納するボックスをコンクリート表面にΦ4mmのタッピングネジで固定する。この際にタッピングネジ(測定端子)をボックス内に収納させ、ボックスの裏面にシリコンシーラントによって止水処理をする。 ・外付照合電極をFRPトラフに設置して、FRPトラフをコンクリート表面にΦ4mmのタッピングネジ等で固定する。 ・FRPトラフの上面の穴からモルタル材を注入する。 ・外付照合電極のケーブルを腐食報知装置に差し込み、ボックス内で機器とケーブルを結線する。2本のタッピングネジ(測定端子)から取り出した電線も機器と結線する。 ・デジタルマルチメーターで外付照合電極基準の鋼材電位を測定し、電位に応じた色のLEDランプが点滅しているかどうかを確認する。
		アウトプット	LEDランプの点滅色を目視確認し、鋼材の腐食状態を推定する。
	計測頻度	—	
	耐久性	5年間の耐久性 防水性能:保護等級4級	
		2-5-537	

		防人性能:保護等級6級
	動力	ソーラーパネル 一次乾電池(塩化チオニルリチウム)
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	日中はソーラーパネルによる発電電力を使用。 夜間は一次乾電池(塩化チオニルリチウム)で駆動。
データ収集・通信装置	設置方法	—
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—
	データ収集・記録機能	—
	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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	EcorrLIGHT腐食報知装置 電位測定精度: 1mV 照合電極 ±20mV vs.SSE(飽和KCl銀塩化銀照合電極)		EcorrLIGHT腐食報知装置 入力抵抗: 1GΩ以上
		標準試験値	未検証		-
	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	EcorrLIGHT腐食報知装置 電位測定範囲: -1000~-1mV(または、1~1000mV)		青色のLEDランプが点滅: -65mV<電位 黄色のLEDランプが点滅: -215mV<電位≤-65mV 赤色のLEDランプが点滅: 電位≤-215mV
	感度	校正方法	-		-
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
	S/N比	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	-	-	
分解能	性能確認シートの有無 ※	-			
	性能値	-	-		

※「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	—	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	—	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	外付照合電極を設置する箇所のコンクリート表面に塗装がある場合は塗膜を除去する必要がある。 日射がない箇所で使用する場合は、一次乾電池の電力によってLEDランプを点滅させるため稼働期間が短くなる(期待稼働年数2年程度)。	—

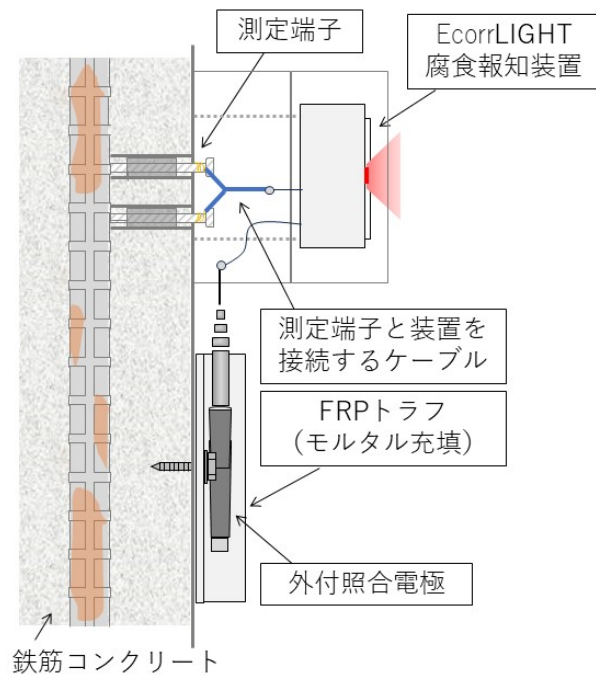
5. 留意事項(その2)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	—	—
	必要構成人員数	作業員1人、補助員1人	—
	作業ヤード・操作場所	—	—
	計測費用	橋種 [コンクリート橋] 橋長 35m 全幅員 10m 部位・部材[下フランジ側面] 活用範囲 外付照合電極を中心に直径300mm程度の範囲 検出項目 [腐食] <費用> EcorrLIGHT腐食報知システム:190,000円/セット (期待耐用年数5年) 設置費用:80,000円/2箇所(小径削孔を含む、足場費用は別)	—
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	—
	自動制御の有無	—	—
	利用形態:リース等の入手性	購入品	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	あり	—
	センシングデバイスの点検	LEDランプの点滅を目視で点検する。	夜間にLEDランプが点滅していない場合は一次乾電池の消耗と考えられる。 新しい乾電池に交換する。
その他	—	—	

6. 図面

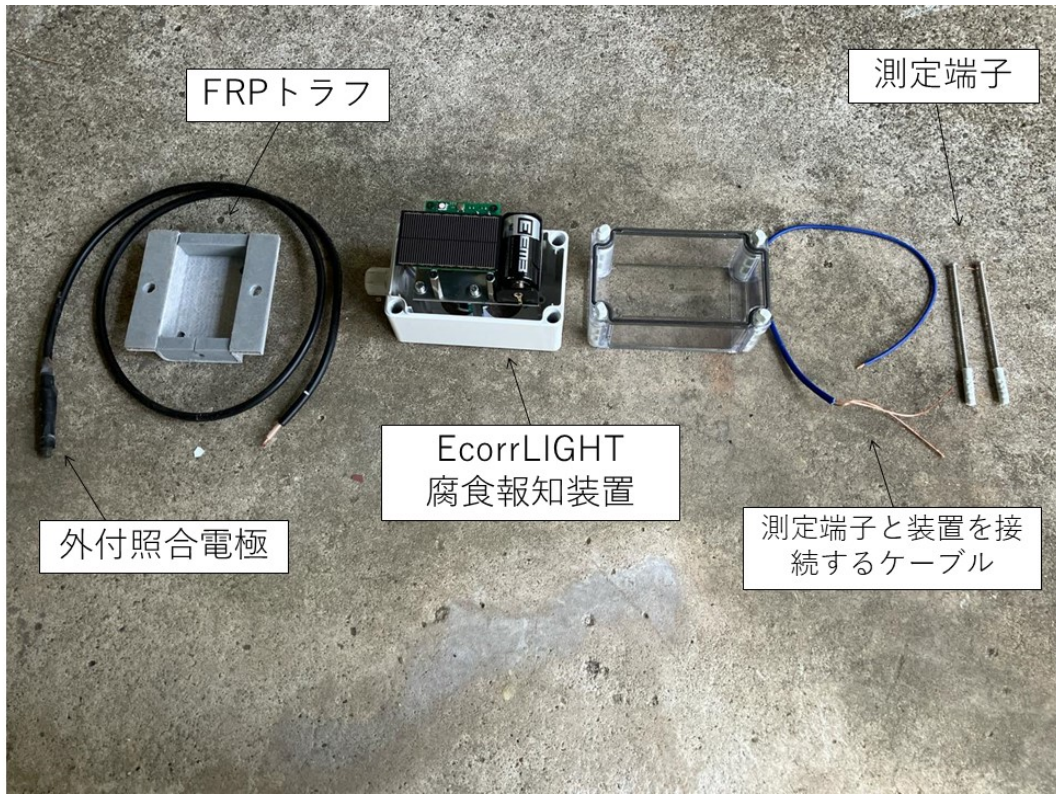


EcorrLIGHT腐食報知システムの設置状況

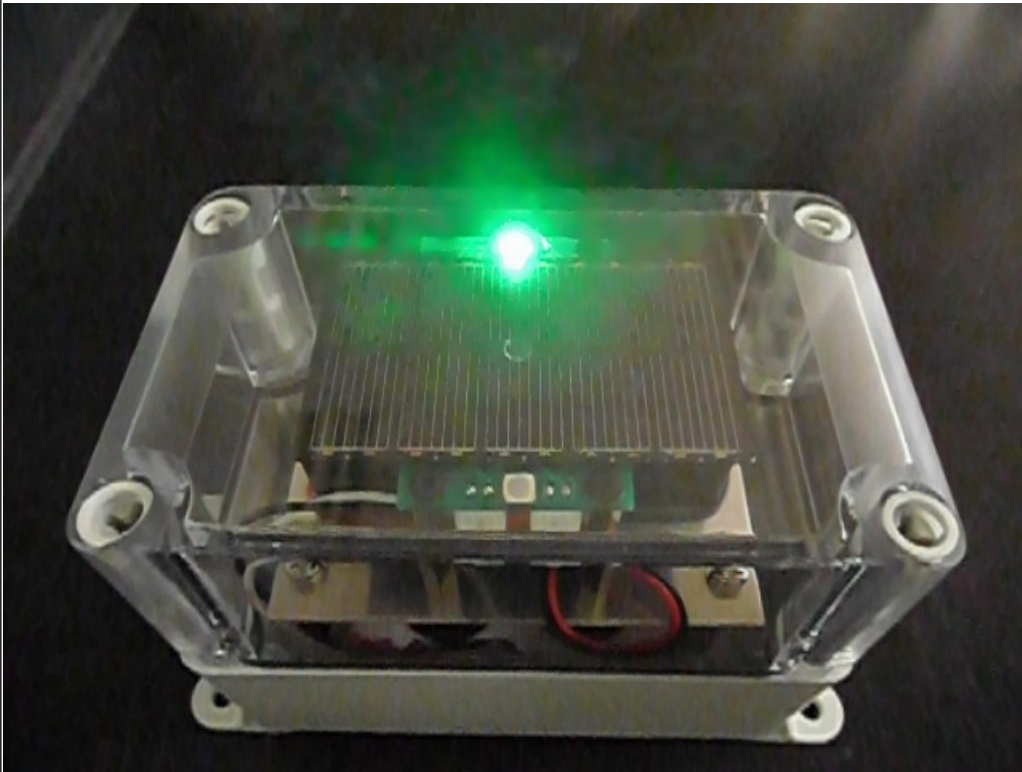


EcorrLIGHT腐食報知システムの構成

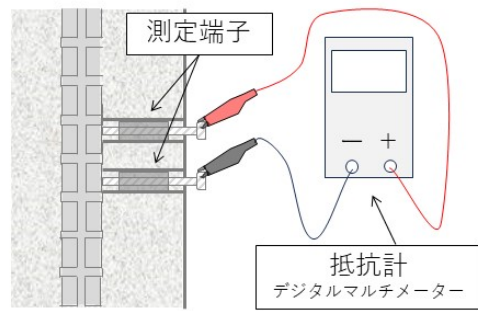
特許第6417463号 照合電極、照合電極ユニット、金属腐食報知装置及び金属腐食報知システム



EcorrLIGHT腐食報知システムの部品



LEDランプの点灯状況



測定端子の品質検査方法

特許第7049286号 電気接続構造及び電気接続方法

デジタルマルチメーターの抵抗値測定で 0.1Ω 以下であることを確認する。

1. 基本事項

技術番号	BR030065-V0025			
技術名	コア応力解放「コア切込み法」による残存プレストレス推定技術			
技術バージョン	—	作成:	2025年3月	
開発者	オリエンタル白石株式会社			
連絡先等	TEL: 0285-83-7921	E-mail: kniitani@orsc.co.jp	栃木県真岡市鬼怒ヶ丘5 オリエンタル白石(株)技術研究所 二井谷 教治	
現有台数・基地	6台	基地	栃木県真岡市	
技術概要	コンクリート構造物の調査箇所表面でのコア切込み前後の応力解放ひずみの計測結果をもとに、プレストレス成分のひずみ量を推定計算し、ヤング係数を乗じることで残存プレストレスを推定する技術。			
技術区分	橋種	コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,床版,アーチ,ラーメン)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ	
		その他		
		共通	⑩定着部の異常 ⑳異常なたわみ ㉑変形・欠損	
検出原理	プレストレスを調べたい部位のかぶり内に、コアドリルによる円形の切込みを入れることで、それまでコンクリートの表層に作用していたコア内側のプレストレス等の内部拘束ひずみが、周囲の拘束力を失って解放されるため、この解放ひずみをコンクリートひずみゲージで計測し、ひずみ成分を分析評価することでプレストレスを推定する。			
検出項目	コア切込み前後に発生する応力解放ひずみ			

2. 基本諸元

計測機器の構成		計測装置 : コンクリートひずみゲージ(2方向)、φ50乾式コアドリル データ収集: 静ひずみ計 通 信 : 有線	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	-	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-	
計測装置	設置方法	コンクリートひずみゲージを接着剤でコンクリート表面に添付する。 乾式コアドリルを真空パットでコンクリート表面に固定する(アンカー不要)。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	ドリル高さ564mm、重量9.1kg 100V、1500W、商用電源もしくは発電機	
	センシングデバイス	コンクリートひずみゲージ	
	計測原理	プレストレスを調べたい部位のかぶり内に、コアドリルによる円形の切込みを入れることで、それまでコンクリートの表層に作用していたコア内側のプレストレス等の内部拘束ひずみが、周囲の拘束力を失って解放されるため、この解放ひずみをコンクリートひずみゲージで計測し、ひずみ成分を分析評価することでプレストレスを推定する。	
	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	①プレストレスが一様に分布している部位でゲージ貼付が可能な乾燥状態を保持している、②コアドリルの設置・操作が可能な作業高さ(70cm程度)が確保されている、③断面修復等の補修箇所ではない、④うき、剥離、ひび割れ等の損傷がない部位、⑤人間が立ち入って作業ができる環境、⑥データロガーの正常な機能が担保される環境、極度の低温、高温環境ではない(推奨0℃~40℃)	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	①設計時のプレストレス応力が小さい場合は誤差影響が大きくなってしまいうため、一定量以上(5N/mm ² 以上)の部位を対象とする、②複数箇所での検証が可能な構造(計測値にはコンクリート特有のバラツキがあるため1点計測等では信頼性が担保されない)、③クリープ、乾燥収縮が通常のコンクリートの範囲にある構造物(クリープ、乾燥収縮は設計値と仮定して計算するため、これらが異常である場合、誤差が大きくなる)	
	計測プロセス	①RCLレーダー等で計測位置を選定、②測点の罫書き、ゲージ位置に吸水防止でベース接着剤を塗布、④ゲージ貼付とリード線の結線、⑤初期値のひずみを計測してリード線を一旦撤去、⑥コア切込みによってコア内の応力を解放する、⑦再度リード線を結線して解放ひずみを計測する、⑧考案したプレストレスの演算式でプレストレス応力を推定する、⑨ゲージを撤去して、ポリマーセメント等で後処理処理する。	
	アウトプット	計測したコンクリートの解放ひずみをもとにプレストレス応力を算定する。	
	計測頻度	インターバル計測	
	耐久性	-	
	動力	100Vの発電機	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
データ収集・通信装置	設置方法	データロガー等を床面(足場)上に設置する。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	280(W)×60(H)×162(D)mm、約1kg	
	データ収集・記録機能	データロガー内のSDカード保存	
	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	100V電源	
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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	0.1N/mm ²	環境温度(0~40℃)	
		標準試験値	-	-	
	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	0~20N/mm ²	環境温度(0~40℃)	
	校正方法	-			ひずみゲージ成績表の校正係数を用いる。初期のゼロセット時にひずみ値が安定してゼロ付近を表示することを確認する。
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値		ひずみ	コンクリートにうき、剥離、ひび割れ等の異常がないこと。断面修復などの補修箇所でないこと。	
	検出感度	性能確認シートの有無 ※	無		
		性能値	1μひずみ	電源、電圧が安定していること。	
	S/N比	性能確認シートの有無 ※	-		
性能値		-	-		
分解能	性能確認シートの有無 ※	無			
	性能値	1/20000(0.005%)ひずみ	-		

※「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	人が進入できる条件、機械高さ・作業空間が70cm高さ確保されている。	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	第3者への影響がある場合は立ち入り禁止処置を設置する。	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	橋梁点検車を用いて規制する場合は、車両範囲内で立ち入り禁止処置を設置する。	-
	その他	計測時間は、日中作業で5カ所程度。 推奨気温環境は、0~40度。 通常、桁下での作業となるが雨等が激しく吹き込まない範囲。	-

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)	
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	ゲージ計測作業、コアドリルの操作、プレストレスの算定に関する設計知識、が求められるため、実施にあたっては事前に研修会を開催し、必要なスキル習得をはかっている。	PC設計に対し理解、習得された人材。
	必要構成人員数	原則、現場責任者、計測員、作業員の3名で構成される。	上記役割を兼ねる場合は、2人でも実施可能。
	作業ヤード・操作場所	機材配置スペースとして2m×2m程度が必要	高所作業車の場合は、デッキタイプが望ましい。
	計測費用	橋種 [コンクリート橋] 橋長 35m 全幅員 10m 部位・部材 [主桁] 活用範囲 [プレストレス] <費用> 合計1,000,000円	上記で1箇所あたり25万となるが、計測数が多くなるにつれて効率化がはかられ、箇所あたり単価は軽減できる。
	保険の有無、保障範囲、費用	計測器の故障による第三者被害、物損等は殆ど想定されないが、調査時の技術員が怪我等した場合の保険には、原則加入している。	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	業務委託 ・業務委託先 1.(株)CORE技術研究所 TEL 06-6367-2122(大阪) " TEL 03-5825-9166(東京) 2.(株)ジュントス TEL 092-412-7053(福岡) 3.NEXCO西日本イノベーション(株)TEL 06-6195-1619(大阪) 4.O・T・テクノロジー(株) TEL 022-343-9961(仙台)	初回計測時は、当社より必要機材の貸し出し対応を行っている。
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	プレストレスの推定結果が、想定と大きく異なり、原因について分析が困難な場合は、開発元(オリエンタル白石)で相談をうけ、原因分析において助言する場合がある。	-
	センシングデバイスの点検	データロガーは精密電子機器であるため、定期的(4年程度を目安)に製造元の検査を受けるように管理している。	-
	その他	-	-

6. 図面

計測機器一式



1. 基本事項

技術番号	BR030066-V0025			
技術名	スマートフォンによるひびわれ幅変化量の記録システム			
技術バージョン	1.0	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社TTES			
連絡先等	TEL: 03-5724-4011	E-mail: info@ttes.co.jp	〒226-0029 東京都目黒区上目黒3-30-8 メゾン・ド・シノS-2 菅沼 久忠	
現有台数・基地	2台	基地	東京都目黒区	
技術概要	本技術は、スマートフォンによる撮影と送信のみの作業で、ひびわれ箇所の記録と監視を実現する技術である。 具体的には、スマートフォンにインストールした専用アプリにより、計測用プレートを撮影して、クラウドに送信することで、ひびわれ幅の変化を記録し、計測箇所ごとに整理し、時系列に並べてグラフを表示できる。			
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,主桁ゲルバー部,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 支承部(落橋防止システム) 路上(高欄,地覆,中央分離帯) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他) RC床版橋(上部構造(主桁))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ①床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像認識			
検出項目	ひびわれ幅の変化			

2. 基本諸元

計測機器の構成		計測装置 1. 計測用プレート 2枚1組 大: 110mm × 110mm、もしくは、小: 55mm × 55mm 2. QRプレート 55mm × 35mm 1枚 3. スマートフォン iPhone Pro 12 以降 ※下記のサイズは一例 iPhone Pro 12: 高さ 146.7mm × 幅 71.5mm × 厚さ 7.4mm データ収集・通信装置 クラウド側でデータを収集・記録	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	—	
	運動制御機構	通信	—
		測位	—
		自律機能	—
		衝突回避機能 (飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量	—	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	—	
	動力	—	
連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	—		
計測装置	設置方法	1. 計測したいひびわれの両側に計測用プレートを1枚ずつ張り付ける。エポキシ接着剤等を利用。 2. その近くにQRプレートを1枚、張り付ける。エポキシ接着剤等を利用。 3. 設置したQRプレートのQRコードを、クラウドシステムで登録する。	
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	1. 計測用プレート 2枚1組 大: 110mm × 110mm、もしくは、小: 55mm × 55mm 2. QRプレート 55mm × 35mm 1枚	
	センシングデバイス	スマートフォン iPhone Pro 12 以降に専用のアプリをインストールして撮影する。 ※サイズの一例 iPhone Pro 12: 高さ 146.7mm × 幅 71.5mm × 厚さ 7.4mm	
	計測原理	画像解析処理により、各計測用プレートの画像上の位置を特定し、画像上でのプレート間距離を画素数で算出する。計測用プレートのパターンの実寸は既知であるから画素数を実際の距離(計測用プレート間距離 mm)に変換する。	
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	・スマートフォンは、iPhone Pro 12 以降の機種を用いること。 ・計測用プレートに近接および正対して撮影すること。 (計測用プレートに対するスマートフォンの傾きを3°以内とすること) ・1000 Lux 以上の明るさのある状況で撮影すること。	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・2枚のプレートの中点地点が画像の中心となること。 ・画素分解能は0.05 mm/pix 以下が望ましい。 ※ 撮影用アプリの画面指示に添って撮影すれば、上記の2条件が満たされる仕様となっている。	
	計測プロセス	1. QRプレート、計測用プレートの設置時にクラウド上に計測箇所とQRコードの紐づけ設定を行う。(手動) 2. 計測用プレートには画像認識が容易なパターンが印刷されており、計測用プレートとQRプレートをスマートフォンの専用アプリにて撮影し、クラウドに送信する。(手動) 3. 画像解析処理により、計測用プレート間の距離を算出する。(自動) 4. 一緒に送信されたQRコードの情報から、クラウド側で計測箇所別に振り分けて、算出結果と撮影時刻を保存する。(自動) 5. 利用者はクラウド画面において、計測用プレート間の距離の変化を時系列グラフで確認できる。(手動) ※ 1回の計測結果は、ひびわれ幅ではなく、計測用プレート間の距離である。同じプレートを定期計測することで、ひびわれ幅の変化量を把握する。	
	アウトプット	ひびわれ幅の変化	
	計測頻度	— (連続計測機能無し)	
	耐久性	※耐久性の一例 iPhone Pro 12: IP68等級	
動力	バッテリー稼働		
連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	連続通信状態で最大12時間		
設置方法	データ収集および通信は、iPhone の通信機能を利用する。		
外形寸法・重量 (分離構造の場合)	使用するスマートフォンに依る。 ※サイズの一例 iPhone Pro 12: 高さ 146.7mm × 幅 71.5mm × 厚さ 7.4mm		

データ収集・通信装置	データ収集・記録機能	本技術専用の撮影アプリにより画像をクラウドに送信し、クラウド側でデータを収集・記録する。
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	使用するスマートフォンに依る。 ※通信規格の一例 iPhone Pro 12: 4G, 5G, Wifi
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	Amazon Web Service 準拠
	動力	電源用の設備は不要
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	使用するスマートフォンに依る。 ※可能時間の一例 iPhone Pro 12: 最大 12時間

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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-	
		性能値	-	-
		標準試験値	-	-
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
		性能値	ひびわれ幅の変化量の計測誤差 0.2 mm 以下	・2枚のプレートの中間地点が画像の中心となること。 ・画素分解能は0.05 mm/pix 以下が望ましい。 ※ iPhone Pro 12 以降に専用のアプリをインストールし、撮影用アプリの画面指示に添って撮影すれば、上記の2条件が満たされる仕様となっている。
		標準試験値	標準試験方法 2点間距離 実施年 2024年 ・計測用プレート(70mm) 相対差:0.08mm (20.77%) ・計測用プレート(35mm) 相対差:0.04mm (12.66%)	計測用プレート(70mm) ・1回目:リファレンス0.1mm、計測値0.23mm、 差分-0.13mm ・2回目:リファレンス0.2mm、計測値0.28mm、 差分-0.08mm ・3回目:リファレンス0.3mm、計測値0.35mm、 差分-0.05mm ・4回目:リファレンス0.4mm、計測値0.43mm、 差分-0.03mm ・5回目:リファレンス0.5mm、計測値0.55mm、 差分-0.05mm 計測用プレート(35mm) ・1回目:リファレンス0.1mm、計測値0.18mm、 差分-0.08mm ・2回目:リファレンス0.2mm、計測値0.24mm、 差分-0.04mm ・3回目:リファレンス0.3mm、計測値0.29mm、 差分0.01mm ・4回目:リファレンス0.4mm、計測値0.4mm、 差分0mm ・5回目:リファレンス0.5mm、計測値0.49mm、 差分0.01mm
	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 ※	有	
		性能値	プレート間隔: 0 mm ~ 20 mm	・2枚のプレートの中間地点が画像の中心となること。 ・画素分解能は0.05 mm/pix 以下が望ましい。 ※ iPhone Pro 12 以降に専用のアプリをインストールし、撮影用アプリの画面指示に添って撮影すれば、上記の2条件が満たされる仕様となっている。
	感度	校正方法	-	-
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-
			性能値	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-
性能値	-			
S/N比	性能確認シートの有無 ※	-		
	性能値	2-5-559		
	性能確認シートの有無 ※	有		

	分解能	性能値	0.05 mm	iPhone Pro 12 以降に専用のアプリをインストールし、撮影用アプリの画面指示に添って撮影すれば、所定の画像分解能(0.05 mm/pix)が得られる
--	-----	-----	---------	---

※「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	計測部位に近接できること。 必要に応じて足場の設置やリフト車を利用すること。	—
	周辺条件	計測部位に、計測用ターゲット(2枚)およびQRコードを張り付けられるスペースがあること。 設置物サイズ: 1. 計測用プレート 2枚1組 大: 110mm × 110mm、もしくは、小: 55mm × 55mm 2. QRプレート 55mm × 35mm 1枚	—
	安全面への配慮	—	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	1000 Lux 以上の明るさのある状況で撮影すること。	—

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)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	—	—
	必要構成人員数	計測者:1名	—
	作業ヤード・操作場所	操作場所:計測部位より5m以内。	—
	計測費用	<p>【橋梁条件】</p> 橋種 コンクリート橋/鋼橋 (費用との関連無し) 橋長 (費用との関連無し) 全幅員 (費用との関連無し) 部位・部材 ひびわれ発生箇所 活用範囲 ひびわれ1箇所 検出項目 ひびわれ幅の変化	—
	保険の有無、保障範囲、費用	<費用> 合計 30,000 円/箇所 ・経費含まない ・iPhone、プレート貼付材料は利用者手配の想定	—
	自動制御の有無	自動制御は不要	—
	利用形態:リース等の入手性	・計測用プレート、QRプレートは販売 ・iPhone はレンタル可能	自動制御は不要
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	不具合時は代替品と交換	自動制御は不要
	センシングデバイスの点検	出荷時に点検を行う	—
	その他	—	計測用プレートの撮影と、クラウドへのデータ送信は別々のタイミングで実施することが可能である。よって、計測用プレートの設置個所で携帯通信等ができなくても、通信環境が良い場所に移動してデータ送信をすることが可能である。

6. 図面



図 1 技術概要

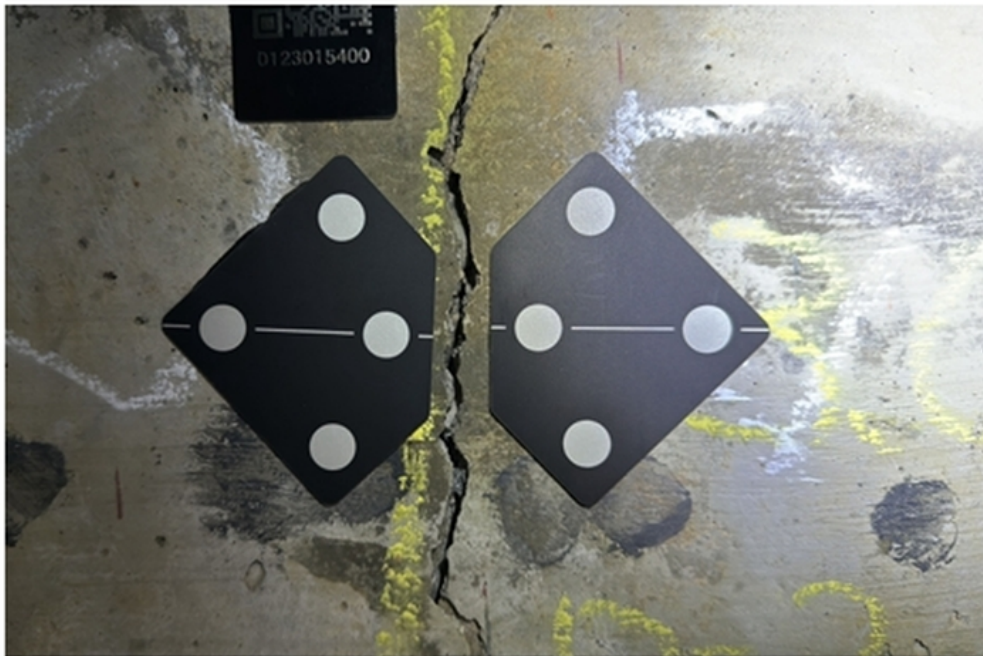
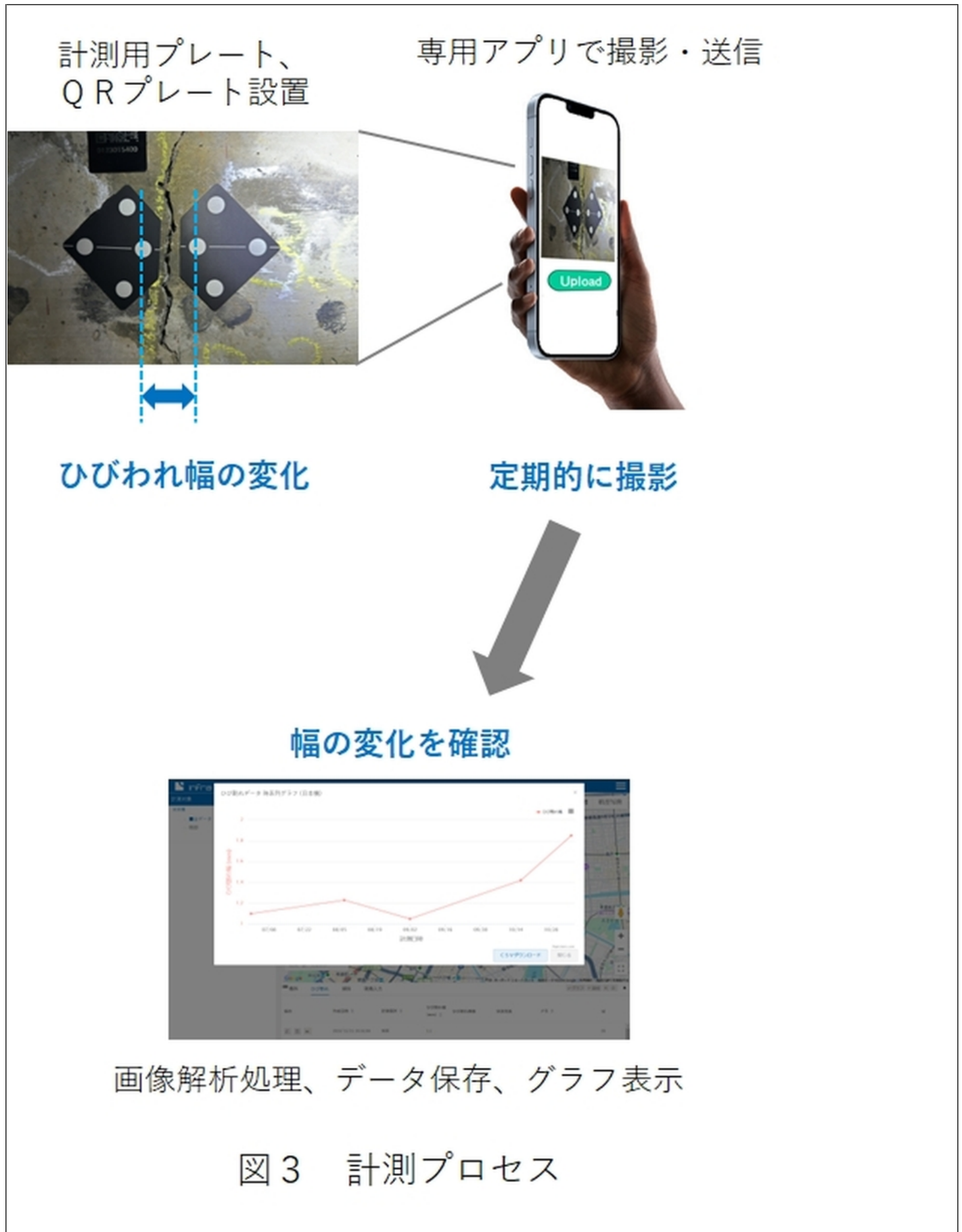


図 2 計測用プレート設置例



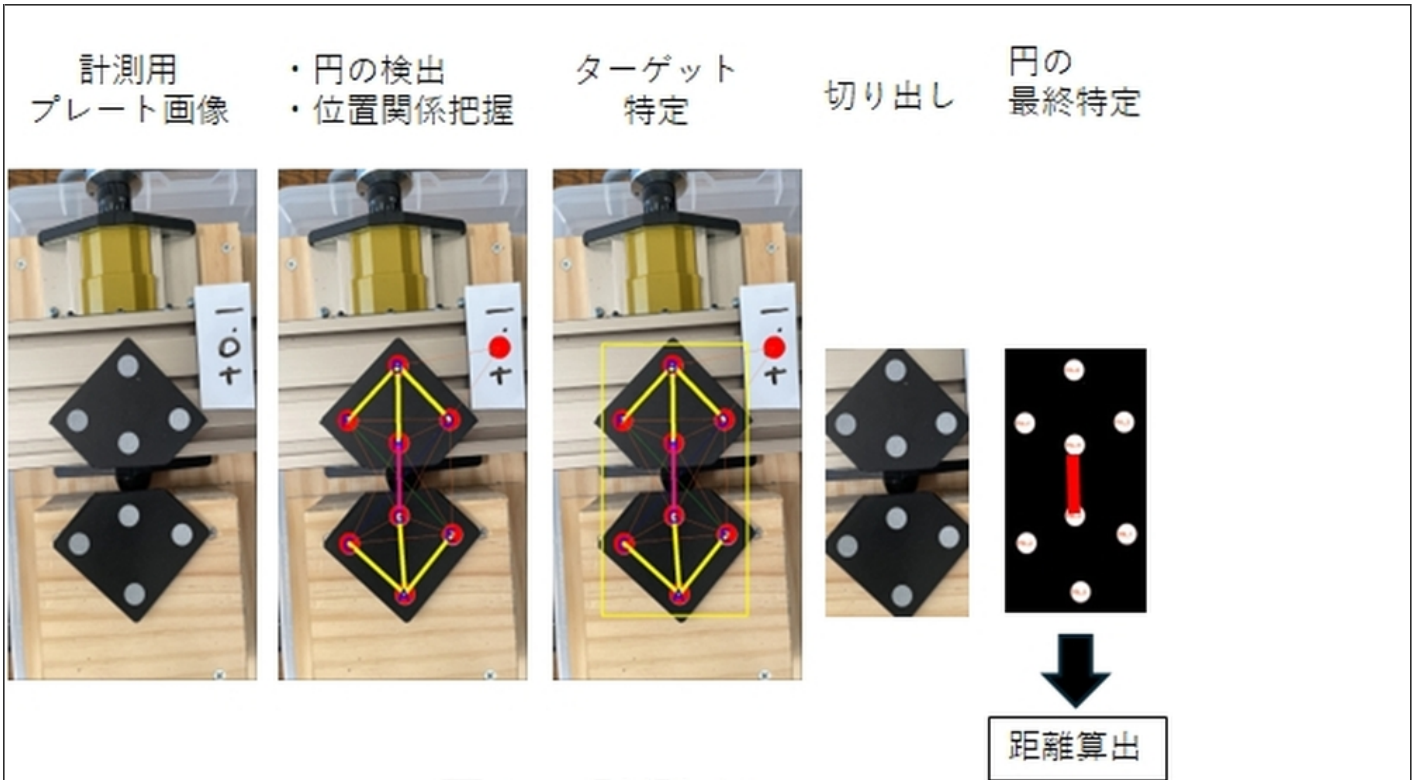


図4 計測原理



図5 撮影用アプリ画面例

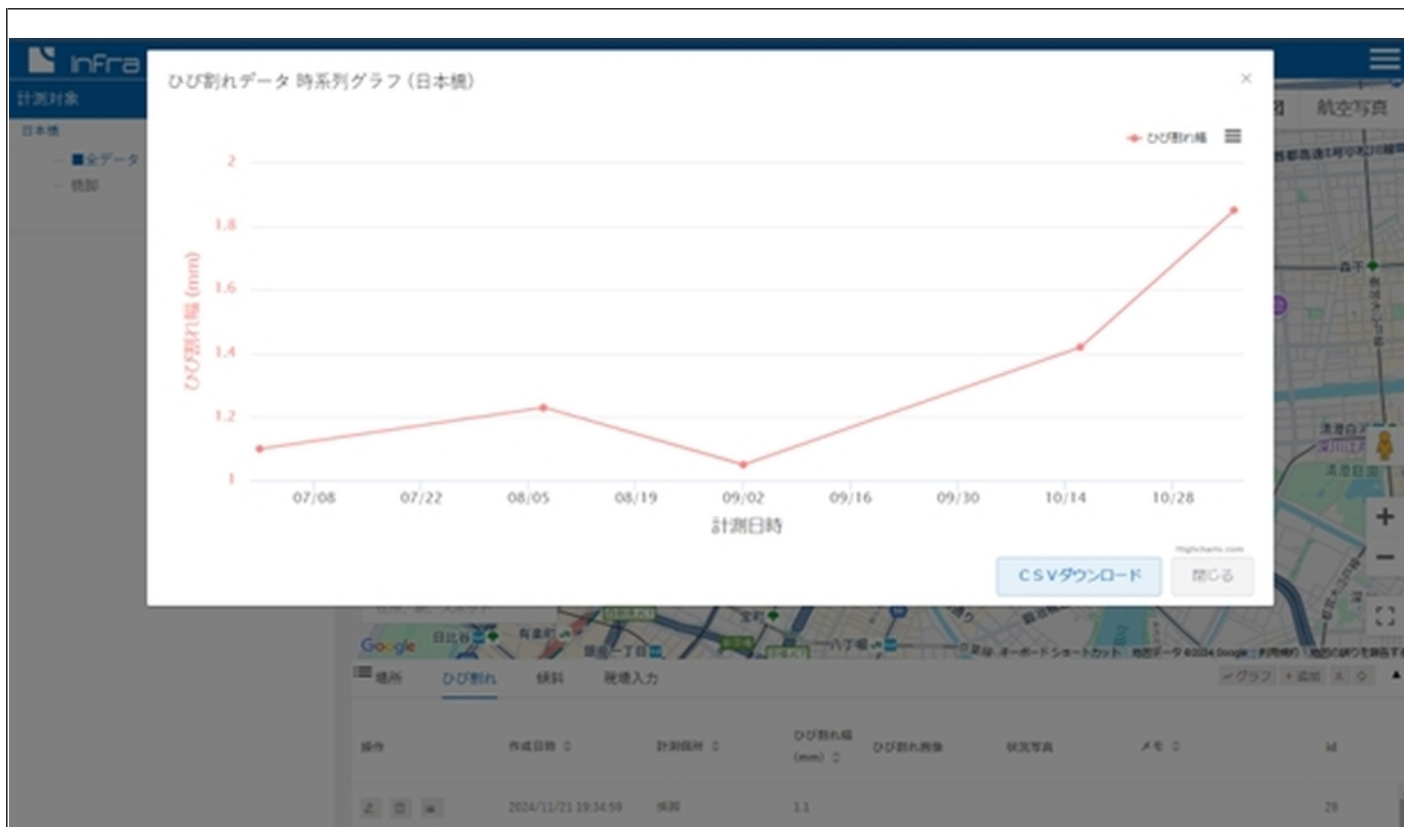
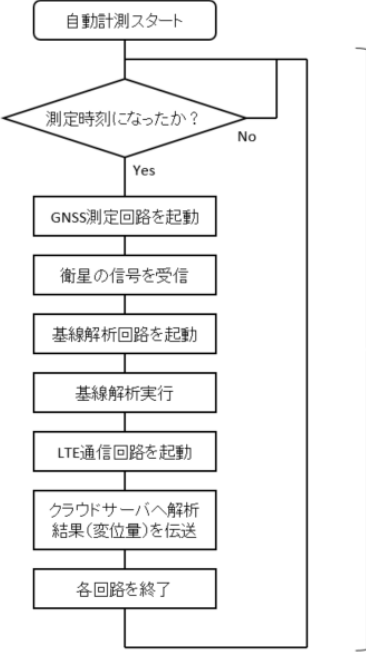


図6 クラウドでのグラフ表示例

1. 基本事項

技術番号	BR030067-V0025			
技術名	GNSSを用いた橋梁の変位検知技術			
技術バージョン	Ver 1.0	作成:	2025年3月	
開発者	坂田電機株式会社／一般財団法人首都高速道路技術センター			
連絡先等	TEL: 042-464-3711	E-mail: eigyou@sakatadenki.co.jp	技術営業部 須賀原慶久	
現有台数・基地	4セット(2024年4月時点)	基地	東京都西東京市柳沢2-17-20	
技術概要	<p>本技術は、GNSS測位技術を用いて遊間の変位を測定する技術であり、GNSSセンサとデータを管理するクラウドシステムで構成される。</p> <p>遊間の変位を測定することで、遊間の異常を検知することを目的とし、支承部の異常や洗掘に伴う橋脚の傾斜などの発見に繋がる可能性を有する技術である。</p>			
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) 支承部(支承本体) 路上(伸縮装置)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他	⑬遊間の異常	
		共通		
検出原理	全球測位衛星システム(GNSS)を用いた3次元相対変位量			
検出項目	2点間の3次元変位量(1点から見たもう1点の3次元変位量)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> 計測装置: 2台のGNSS受信アンテナ、解析装置、電源電池 データ収集・通信装置: LTE通信アンテナ 	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	—	
	運動制御機構	通信	—
		測位	—
		自律機能	—
		衝突回避機能(飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量	—	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	—	
	動力	—	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	—	
計測装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> GNSS受信アンテナ: 2台のアンテナを測定したい2点に配置する。遊間の変位量を測定する場合は、遊間を挟んで両側にアンカーや設置金具により高欄の上端や遮音壁等のフェンスの上端などに固定する。 解析装置: 電源電池と共に格納箱内部に格納し、高欄等の建築限界に抵触しない場所にアンカー等で固定する。 	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> 解析装置 205.4×175.4×35mm(突起部を除く)、質量1kg以下 	
	センシングデバイス	GNSSセンサ	
	計測原理	2つのGNSS受信アンテナでGPS衛星からの信号を受信し、干渉測位の基線解析を実施することで、GNSS受信アンテナ①からみたアンテナ②の相対座標を計測する。	
	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"> GPS衛星の信号を受信できるように、上空視界が開けていること(上空視界の開口率により測定精度が変化する場合がある)。 測定結果を伝送する場合(遠隔監視実施時)は、NTTドコモのLTE回線の圏内であること。 	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> 上空視界が開けていること。 水没しないこと。 	
	計測プロセス	<p>① 予め設定した任意の時間(推奨5分以上)、2台のGNSS受信アンテナによりGPS衛星からの信号を受信し、解析装置内部に保持する。</p> <p>② 解析装置は得られた信号から干渉測位の基線解析を行い、GNSS受信アンテナ①からみたアンテナ②の相対座標を解析する。</p> <p>③ 解析により得られた相対座標をLTE回線を通じてクラウドサーバへ伝送する。</p> <p>④ クラウドサーバは伝送されてきたデータをデータベースに格納し、要求に応じて閲覧できるようにする。</p> <p>⑤ あらかじめ設定された測定スケジュールに応じて①から④を繰り返す。</p> 	
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> GNSS受信アンテナ①からみたアンテナ②の相対座標(東西方向、南北方向、鉛直方向の3データ)データ。 解析に用いた捕捉衛星数データ。 解析装置内部の基板上温度データ。²⁻⁵⁻⁵⁶⁸ 電源電池の電圧データ。 		
		<ul style="list-style-type: none"> 1回の測定時間: 任意の時間で設定可能(推奨5分以上) 	

	計測頻度	・測定スケジュール:任意の時間で設定可能。
	耐久性	・IP64
	動力	下記電源より選択 ・内蔵リチウム電池(一次電池) ・太陽電池+鉛蓄電池
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・内蔵リチウム電池の場合:約1.5年(5分間測定×6回/日) ・太陽電池+鉛蓄電池の場合:5年
データ収集・通信装置	設置方法	・計測装置とデータ収集・通信装置は一体構造のため、計測装置と同様。
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—
	データ収集・記録機能	—
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	・通信方式 無線通信方式 ・通信規格 NTTドコモ LTE Cat.1+eDRX 閉域網
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	・回線は、NTTドコモの閉域網を使用。不正アクセスやウイルス感染、情報漏えいなどのリスクを軽減。
	動力	・計測装置と共用。
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	・計測直後にデータ伝送し、1分以内に完了。

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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	水平鉛直変位試験における最大誤差 ・水平方向 3.0mm ・鉛直方向 6.3mm	・アンテナ上空視界が開けていること。 ・福島RTF実証試験における計測結果 アンテナ間距離 約1000mmに対して 1001.6mmの計測結果 5分間測定を20回実施した際のばらつき (1.96 σ)、東西方向1.9mm、南北方向1.3mm、鉛直方向2.4mm	
		標準試験値	未検証	-	
	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	GNSSアンテナ間距離 30m以内	アンテナケーブルの敷設が可能な事	
	感度	校正方法	-	-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
性能値	-		-		
分解能	性能確認シートの有無 ※	無			
	性能値	1mm	-		

※「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	—	—
	周辺条件	・上空視界が開けていること。	—
	安全面への配慮	・センサーと欄干等に落下防止対策のためワイヤーで固定する。	—
	無線等使用における混線等対策	・NTTドコモ LTE Cat.1+eDRX 閉域網の通信範囲	—
	道路規制条件	・センサーの設置・保守・撤去時は現場状況によっては交通規制の必要性がある場合がある。	・交通規制の必要性は道路管理者と協議し必要に応じて警察へ届出を行う。
	その他	—	環境温度 -20℃～+70℃ 結露無き事 アンテナに積雪が無い事

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)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	・センサの設置は、坂田電機もしくはその代理店の作業員が実施する。	—
	必要構成人員数	・設置作業:現場責任者1人、センサー設置作業1名、合計2名。	・設置環境および周辺状況にり、必要に応じて作業員・補助員等を別途配置する。
	作業ヤード・操作場所	・センサーの取付作業員の作業スペースを確保できること。	—
	計測費用	<p>【橋梁条件】 橋種:コンクリート 橋長:40m 部位・部材:路上(伸縮装置) 検出項目:変位 設置箇所数:1カ所 計測頻度:1回/時 計測期間:1年</p> <p><費用> イニシャルコスト ①設置前調査段階 10万円 ②機器費 55万円(高精度版 80万円) ③設置 10万円 ランニングコスト ①点検費 10万円(※年1回の現地点検) ②クラウド及び通信費 5万円(年額)</p>	<p>・費用は設置箇所数に依存する。 ・高所作業車や足場等が必要な場合は別途費用が必要。 ・旅費交通費は含まれていない。 ・取付金具や格納箱に要する費用は、設置場所の状況により変わる場合がある。 ・計測結果の整理、データ解析、報告書作成等を実施する場合は別途費用が必要。</p>
	保険の有無、保障範囲、費用	・保険には加入していない。	—
	自動制御の有無	・計測、データ伝送は全て自動で行う。	—
	利用形態:リース等の入手性	・販売、計測業務委託、共に可能。	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・サポート有	—
センシングデバイスの点検	<p>・基本、年1回以上の点検実施。 ・計測頻度に応じた電池交換が必要。</p>	—	
その他	—	—	

6. 図面



The diagram consists of three panels illustrating GNSS monitoring equipment. The first panel shows a white rectangular device labeled '解析装置' (Analysis Device) with 'EOP-2001' and 'SAKATA DENKI' printed on it. The second panel shows two 'GNSSアンテナ' (GNSS Antennas) mounted on a metal structure, with the word 'アンテナ' (Antenna) written in large blue characters. The third panel shows an '設置例' (Installation Example) of the equipment on a bridge deck, with labels 'アンテナ' (Antenna) and '測定装置' (Measurement Device) pointing to the respective components. A URL 'https://www.google.co.jp/maps/ より' is provided below the installation example.

解析装置

GNSSアンテナ

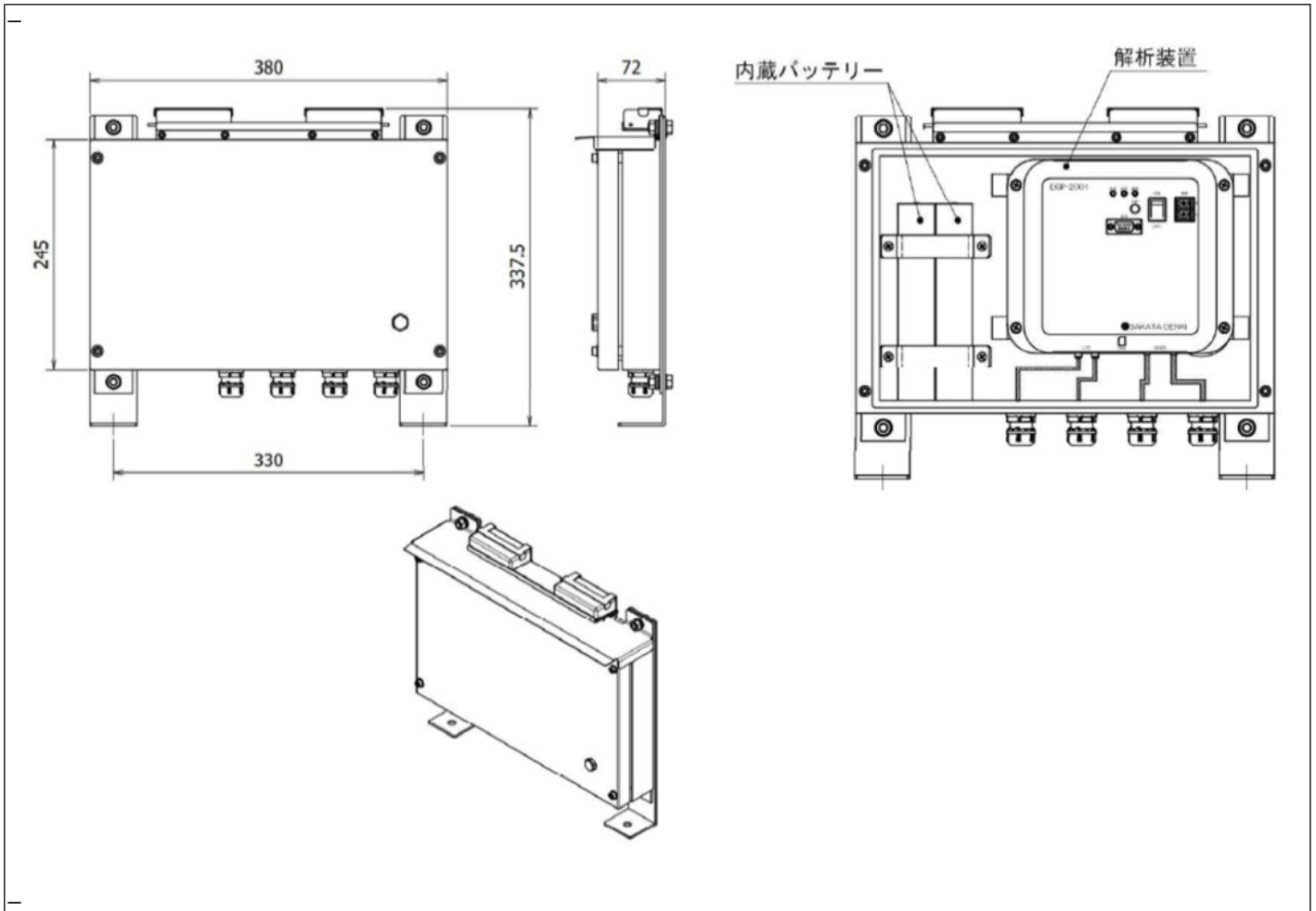
アンテナ

測定装置

設置例

<https://www.google.co.jp/maps/> より





1. 基本事項

技術番号	BR030068-V0025			
技術名	ポータブルレーザスキャナによる形状計測・地盤面抽出技術			
技術バージョン	—	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社ベシスコンサルティング 株式会社マブリィ			
連絡先等	TEL: 03-6240-0340	E-mail: k.hayakawa@basisconsulting.co.jp	東京都文京区本郷1丁目5-11 水道橋ごんぴら会館4F 新技術推進部 早川昂次	
現有台数・基地	5台(受注生産)	基地	①東京都文京区本郷1丁目5-11 水道橋ごんぴら会館4F ②兵庫県丹波市春日町多田165	
技術概要	レーザスキャナーを手持ち又は固定して斜面の点群データと動画を自動的に取得する。 そのデータを自動解析し、植生を除去した斜面形状や橋梁背面・側方にある崩土や袖壁下部工の傾斜等を把握する技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	下部構造(橋脚,橋台,基礎,その他(橋梁背面・のり面)) 袖擁壁		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他		
		共通	㊟沈下・移動・傾斜	
検出原理	・レーザスキャナにより点群データを取得する			
検出項目	・点群による対象物の形状			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> 計測装置:ポータブルレーザスキャナ(名称:LA01) データ収集・出力:装置内SSD・USBメモリ 位置情報取得:RTKレシーバー(名称:R1) 操作端末:スマートフォン 	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	—	
	運動制御機構	通信	—
		測位	—
		自律機能	—
		衝突回避機能(飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量	—	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	—	
	動力	—	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	—		
計測装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> 手で本体を保持して徒歩でデータを取得する 本体を三脚に設置して固定位置からデータを取得する 	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・H 288mm × W 168mm × D 196 mm 2.3kg	
	センシングデバイス	・LA01 ポータブルレーザスキャナ	
	計測原理	・周辺にレーザーを照射し、反射までの時間を計測することで点群を取得する	
	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"> 計測可能範囲は本体から200m以内 降雨・降雪時の計測は不可 	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> 路面等の形状計測対象の表面に水たまりがあるなど、レーザーが水面で反射してしまう場合は、形状計測(点群化)できない レーザスキャナと計測面の間に遮蔽物がある場合は、レーザ反射情報が得られないため形状計測できないため、計測位置を移動する必要がある 	
	計測プロセス	<ol style="list-style-type: none"> ①操作端末とレーザスキャナ、RTKレシーバーの無線接続を行う ②操作端末から計測を開始する ③計測対象の周辺を徒歩で巡回する ④PCに取り込み、点群データを確認する 	
	アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> 色付き点群データ(las) 動画 	
	計測頻度	24万点/秒	
	耐久性	<ul style="list-style-type: none"> 防水:規定なし 防塵:IP5X 相当 	
動力	モバイルバッテリー		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	1.5時間		
データ収集・通信装置	設置方法	・本体に外付けUSBメモリを設置	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—	
	データ収集・記録機能	USBメモリにデータを記録	
	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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	幅員計測:実測7.953m 試験値 7.951m (差0.002m) 橋台天端計測:実測1.100m 試験値 1.087m (差0.013m)	・降雨直後等の水たまりなどのレーザーの水面反射は誤差要因となる ・計測面に対してレーザー照射ができない遮蔽物がある場合は3D形状欠損の要因となる	
		標準試験値	未検証	-	
	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 ※	-		
		性能値	-	-	
	感度	校正方法	-	-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値		-	-	
	分解能	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	-	-	

※「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)

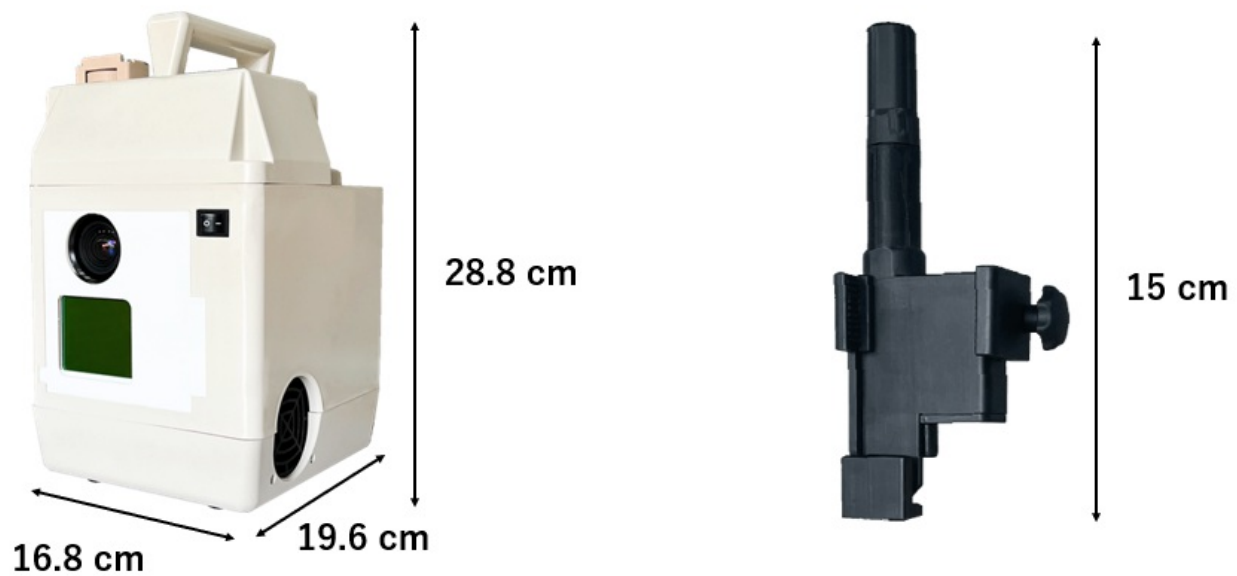
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	—	—
	桁下条件	・桁下高さ1m以上	・ポータブルスキャナを保持して桁下内部に進入できる空間が必要
	周辺条件	・下部工周辺の植生(樹木)が繁茂している場合、斜面、下部工形状の精度が低下する	—
	安全面への配慮	・交通量が多い道路上での計測する場合は交通量が少ない時間帯に実施する	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	—	—

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)
作業条件・ 運用条件	調査技術者の技量	・操作方法の習得者	・測量、レーザ計測業務の補助者相当
	必要構成人員数	1名以上	—
	作業ヤード・操作場所	・対象部材を撮影するための作業ヤードが徒歩で移動可能なこと	—
	計測費用	[橋梁条件] 橋種[コンクリート橋/鋼橋] 橋長 50m 全幅員 12m 部位・部材 路面・橋台・袖擁壁・橋梁背面(斜面) 活用範囲 橋面積 600m ² + 橋台2基 検出項目 沈下・傾斜・洗掘・側方移動(はらみだし) 路面異常 <費用> 合計 30万円/日(交通費等経費含まない)	[購入価格] ・LA01本体 61万円 ・操作用端末 76,000円 ・R1(RTKレシーバー) 92,000円 ・アプリケーション利用料 10,000円/月 ※Ntrip(ネットワークRTK)サービス利用が別途必要
	保険の有無、保障範囲、費用	—	—
	自動制御の有無	—	—
	利用形態:リース等の入手性	・業務委託 ・スキャナ購入による利用者運用	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・有	—
	センシングデバイスの点検	・年一回以上の点検	—
その他	—	—	

6. 図面

■機材寸法
機材寸法を次に示す。



機材寸法

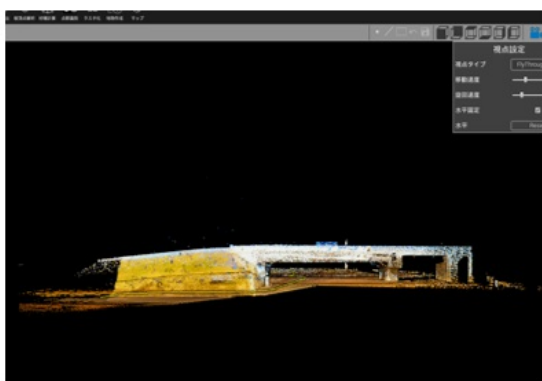
■計測状況・取得データ
計測状況及び取得データを示す。



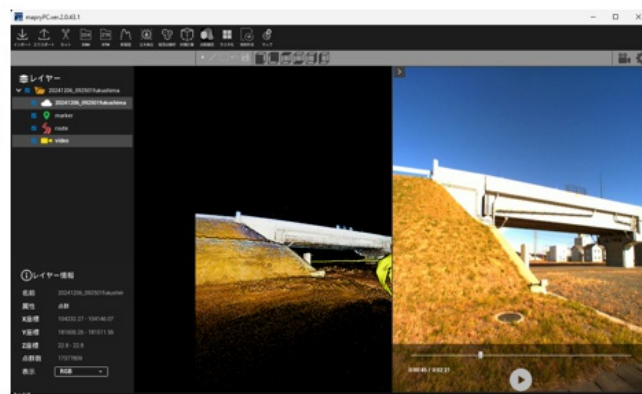
計測状況(供用中の実橋計測) 確認シート現場



計測状況 (テストフィールド)



モデル



モデルと動画のシンクロ画面表示

取得データ