

河川点検技術カタログ

■計測・モニタリング技術

1. 基本事項

技術番号		計測-1		
技術名		パトロール車に搭載できるMMS取得装置及び管理システム		
	技術バージョン	－		－
開発者		株式会社パスコ		
連絡先等		03-5435-3695	kaadtn2748@pasco.co.jp	新空間情報事業部 事業推進部 本田 勝也
現有台数・基地		2台	基地	東京都目黒区下目黒1-7-1 目黒さくらビル
技術概要		着脱型のMMSをパトロール車に設置し、GNSSアンテナ・レーザースキャナー・カメラ等の機器を利用して、走行しながら河川堤防周辺の3次元空間データを高精度に取得できる仕組みと、広域的かつ面的に堤防天端のモニタリングの実施と取得データ管理が可能なシステムの提供することができる技術		
技術区分	対象部位	堤防天端、堤体		
	検出原理	撮影画像による目視判読 レーザー点群による凹凸形状の変化量からの判読		
	検出項目	画像：天端の亀裂等の損傷、表・裏法面、高水・堤防護岸の状態、 レーザー点群：堤防の天端及び堤防法面の形状確認		

2. 基本諸元

計測機器の構成			本計測機器は以下の機器で構成され、各機器の計測データがPCの記録媒体に保存される。 GNSS/IMU、カメラ、レーザスキャナ、距離計（DMI）、PC
移動装置	移動原理		【接触型】 本計測装置は自動車に搭載し、走行しながら計測するものである。
	運動制御機構	通信	—
		測位	FKP-GPS
		自律機能	自律機能なし
		衝突回避機能 (飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量		W600×L780×H780、55kg（カメラの搭載台数により寸法が異なる）
	搭載可能容量 (分離構造の場合)		—

2. 基本諸元

移動装置	動力	動力源：内燃機関式（ガソリン）
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	－
計測装置	設置方法	車両上部にルーフバーを取付け、ルーフバーに専用の取付金具、ナットで設置
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）	W600×L780×H780、55kg（カメラの搭載台数により寸法が異なる）
	センシングデバイス	GNSS/IMU、カメラ、レーザスキャナ、距離計（DMI）
	計測原理	GNSS/IMUで計測した自己位置に対して、レーザスキャナで取得した点群、カメラで取得した画像を重畳し、3次元点群及びカメラデータを生成する。
	計測の適用条件 （計測原理に照らした適用条件）	以下の場合には適応不可 ・雨天（レーザ、画像が正常に記録できないため） ・夜間（取得画像の品質が低下するため）
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	3次元点群：衛星測位状況 画像：周囲の明るさ

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①計測 GNSS/IMU、レーザ点群、カメラ画像、距離のデータと機器の同期情報を取得 ②自己位置軌跡解析 GNSS/IMUと距離データ、電子基準点の補正情報から計測時の自己位置軌跡を解析処理する ③点群生成・カメラデータ変換 自己位置軌跡の各位置に対するレーザスキャナの点群位置を重畳計算し、3次元点群データを生成するカメラデータを変換（RAW⇒JPG）するとともに、カメラの撮影位置・方向データを生成する ④Viewerデータ作成 自己位置軌跡、3次元点群、カメラ画像データ、撮影位置・方向データからViewerで表示可能なデータ形式に変換する。
	アウトプット	PDMX形式（パスコ社製Viewer（PADMS）での表示形式 LAS形式での点群データ、Shp形式での自己位置軌跡データの出力も可能
	計測頻度	1回
	耐久性	—
	動力	バッテリーもしくは搭載車両の発電電力より供給
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	バッテリーの場合 6～7時間

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	MMS本体に内蔵
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	—
	データ収集・記録機能	計測時：記録用PCの内部HDDに保存 計測後：制御用PCから外部記録装置（HDD or SSD）に保存
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	LAN
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	—
	動力	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)	—

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	—
	—		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	—
	—		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	—
	—		

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	計測レンジ (測定範囲)		検証の有無の記載	無	十分なレーザの反射強度が確保できる 場合	
			点群：自車位置より119m			
	感度	校正方法	計測開始、終了時に静止と規定される走行が必要			衛星測位が良好な箇所（衛星測位数5個以上）
			検出性能	検証の有無の記載	無	
		検出感度		点群の位置精度：水平0.06m、高さ0.15m		
			検証の有無の記載			有／無
	—					
	S/N比		検証の有無の記載	有／無	—	
			—			
	分解能		検証の有無の記載	有／無	レーザースキャナを200Hzで計測時	
102万点/秒						
計測精度		検証の有無の記載	無	レーザースキャナ:10m先の黒色ターゲットを計測した場合		
		レーザースキャナのレンジノイズ（r.m.s）:0.5mm				

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 無 ～100km/h	—
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※ 無 水平0.06m、高さ0.15m	衛星測位が良好な箇所（衛星測位数5個以上）
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※ 無 —	—

5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	車両が進入可能な道路のみ可能	—
	安全面への配慮	—	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	—	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	雨天時不可	—
	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（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	車両を運転するため、自動車運転免許が必要	—
	必要構成人員数	2名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	なし	—
	操作場所	車両内	—
	点検費用	—	—
	保険の有無、保障範囲、費用	保険に加入（自賠責、任意）	—
	自動制御の有無	なし	—
	利用形態：リース等の入手性	—	—
	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	半年もしくは年に1回メーカーでの点検が必要	—
	その他	—	—

6. 図面

—

1. 基本事項

技術番号		計測-2		
技術名		3Dレーザスキャナー体型カメラ (Field Viewer®) を活用した地形状況解析技術		
	技術バージョン	FV-2100-1		—
開発者		三菱電機株式会社 三菱電機エンジニアリング株式会社		
連絡先等		TEL : 03-3218-1104	E-mail : Hara.Koji@eb.MitsubishiElectric.co.jp	建設防災課 原 康司
現有台数・基地		要相談	基地	東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 (東京ビル)
技術概要		【当該技術の概要】 ・ Full-HDによる映像監視およびレーザ測距機能を有する3Dレーザスキャナー体型カメラ (Field Viewer®) (以下、FV という) とリアルタイム性の高い3D点群データ解析を可能とする地形状況解析装置を組み合わせた技術。 ・ FVで自動計測した3D点群データを地形状況解析装置機能を用いて時系列差分処理することで、計測エリアの地形状況変化 (出水前後等) を視覚的・定量的に把握することが可能。 【当該技術の特徴】 ・ FVは、屋外常設が可能であり、FV本体を中心に約300m範囲のカラー3D点群データの自動計測／取得が行える。 ・ FVは、国土交通省CCTVカメラ標準仕様に準じた制御が可能であり、空間監視用CCTVカメラ／3D点群データ計測用装置としての併用運用が行える。 ・ IPネットワークを介したWeb監視制御が可能であり、危険な現場に赴かずとも遠隔から状況把握が行える。 ・ レーザ計測で捉えることが困難な微細変状、破損等の抽出は対象としない。 ・ レーザ計測開始から地形状況解析まで最短40分程度で完了する。 【当該計測結果の活用】 ・ 河川維持管理業務支援や災害対応業務支援への活用が可能。		
技術区分	対象部位	堤防 (土堤の陥没や不陸、法崩れ、植生異常、護岸の変状や破損 ^(注1)) ／河道 (土砂堆積、河口閉塞) ／水門・樋門・樋管 (構造物の変状や破損 ^(注1)) (注1) : レーザ計測で捉えることが困難なクラック等の微細な変状、破損は除く。		
	検出原理	静止画・動画の撮像／レーザ測距 (レーザClass1M)		
	検出項目	Full-HD動画／静止画／2点間距離 (幅、高さ) ／任意エリア選択による体積変化量 (数値的、視覚的把握) ／断面図 (任意点間・指定座標間・同一断面時系列表示)		

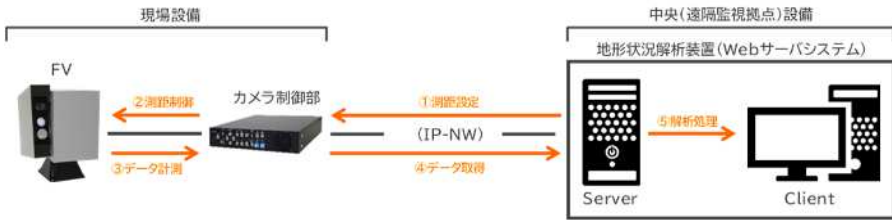
2. 基本諸元

計測機器の構成		・計測機器は、計測装置（FV、カメラ制御部^{（注2）}、伝送装置^{（注3）}、画像符号化装置^{（注4）}）とデータ収集・通信装置（地形状況解析装置）で構成される。 ・計測形態としては、屋外固定式による自動、手動計測と屋外可搬式による手動計測が可能である。 【屋外固定式の場合】 ・空間監視用CCTVカメラ同様にカメラポール等へFVを据付し、機側装置内にその他計測装置を実装する。 ・IPネットワークを介して、自動、手動計測／取得した静止画／3D点群データを、カメラ制御部から地形状況解析装置に伝送する。 ・地形状況解析装置が有する解析機能を用いた時系列差分処理を行うことで、計測エリアの地形状況変化を遠隔から視覚的・定量的に把握する。 【屋外可搬式の場合】 ・可搬計測用三脚にFVを据付し、その他計測装置は雨風の影響を受けない場所で一時的に据置する。 ・手動計測／取得した静止画／3D点群データを、カメラ制御部から地形状況解析装置でローカル記録する。 ・地形状況解析装置が有する解析機能を用いた時系列差分処理を行うことで、計測エリアの地形状況変化を視覚的・定量的に把握する。 （注2）：FVに対するカメラ制御処理およびレーザ測距制御処理機能を有する主要装置 （注3）：IPネットワークに接続するための装置（例：ルータ、メディアコンバータ等） （注4）：CCTVシステムとの併用運用を行う場合に必要。
移動装置	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）	—

2. 基本諸元

移動装置	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	①FV ・据置き設置(ボルト固定)^(注5)または天吊り設置(ボルト固定)^(注5) ②カメラ制御部 ・据置き設置(機側装置内に実装)^(注5) (注5)：屋外固定式の場合。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	①FV ・外形寸法：約240(W)×340(H)×260(D)mm(照明なし)／約444(W)×340(H)×260(D)mm(照明あり) ・重量：約13kg(照明なし)／約15kg(照明あり) ②カメラ制御部 ・外形寸法：約210(W)×44(H)×240(D)mm ・重量：約3kg
	センシングデバイス	①FV ・高感度Full-HDカメラ：1／2.8型CMOSセンサ ・レーザ測距部：Class1M ②カメラ制御部 ・—(非該当)
	計測原理	①FV ・レーザ測距：ToF方式測(TOF：Time-of-Flight) 対象物にレーザ光を照射し、 レーザが対象物から返ってくるまでの所要時間を対象物までの距離に換算。 ②カメラ制御部 ・—(非該当)
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	①FV ・測距距離：10～300m ・測距精度：±50mm(1σ@50m) ・測距範囲：測距範囲：水平336°×垂直27°(1スキャン当たり測距間隔0.1°時) ・測距間隔：0.1／0.025° ②カメラ制御部 ・—(非該当)
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・濃霧、大雨、雪等、レーザ光が散乱する環境下。 ・明るい太陽光のもとでは、レーザ光と同一波長の光成分が多く含まれるため曇った日より測定範囲は短くなる。 ・反射率の低いターゲット(濃色の面)を測定する場合も測定範囲が短くなる。 ・空などの太陽光の入射、高い光沢のある面からの太陽光の反射や無色の液体、ガラス、発泡スチロール、半透明性の表面、黒色メタリック等はエラーとなる場合あり。 ・レーザ光が届かないまたは死角となる箇所。 ・植生もレーザ計測対象となるため、植生の影響が大きな環境下。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	【屋外固定式+Webサーバシステムによる計測プロセス(例)】 ①地形状況解析装置にて測距設定(スケジュール、計測・解析エリア等)[手動] ②①の設定に応じた測距制御[自動] ③②の制御に応じたデータ計測[自動] ④③の計測データからカラー3D点群データ生成[自動]、地形状況解析装置向け伝送[自動] ⑤地形状況解析装置にて解析処理[自動] ・時系列差分処理による地形状況変化の把握、解析処理データの保存、カラー3D点群データ(相対座標または絶対座標)エクスポート。  【屋外可搬式+スタンドアロンシステムによる計測プロセス(例)】 ①地形状況解析装置にて測距設定(スケジュール、計測・解析エリア等)[手動] ②①の設定に応じた測距制御[手動] ③②の制御に応じたデータ計測[手動] ④③の計測データからカラー3D点群データ生成[自動]、地形状況解析装置向け伝送[手動] ⑤地形状況解析装置にて解析処理[手動] ・時系列差分処理による地形状況変化の把握、解析処理データの保存、カラー3D点群データ(相対座標)エクスポート。  ・ FVはレーザ計測モードとして、監視画面の中央1点に対する「ポイント測距」およびFV本体を中心に約300m範囲のエリアに対する「ロータリー測距^(注6)」の2モードを有している。 ・ 地形状況解析ではロータリー測距を利用する。 ・ ロータリー測距ポイント数：約518,400ポイント/画面×最大7画面(H48°×V27°) (注6)：本体が高速で水平回転しながら連続で測距を行い、1周するごとに垂直角を変更して範囲内を計測するモード。
	アウトプット	・ ③のデータ計測で、①で設定した計測エリアのカラー3D点群データ(相対座標)がカメラ制御部に保存される。 ・ 保存されたデータは地形状況解析装置にて取得され、①で設定した解析エリアを対象とした時系列差分抽出による地形状況変化をアウトプットする。また、屋外固定式+Webサーバシステムであれば、座標変換後(相対座標→絶対座標)のカラー3D点群データ(GSVファイル)をエクスポート可能。 ・ 計測に要する時間は、屋外固定式+Webサーバシステムであればレーザ計測開始から地形状況解析まで最短40分程度で完了する。 ・ Full-HDによる映像配信(H.264符号化方式)。
	計測頻度	・ 計測プロセスを考慮すると最短計測頻度は40分。 ・ 出水時等のイベント前後による計測(夜間1回/日程度)を推奨する。
	耐久性	・ FVは以下のとおり。 - 防塵防水性能：JIS C 0920 IP66(耐塵・防爆噴流型) - 耐塩害塗装(耐重塩害塗装はオプション)
	動力	①FV ・ 単相2線式 AC100V±10% 50/60Hz、85W(照明なし)、110W(照明あり) ②カメラ制御部 ・ 単相2線式 AC100V±10% 50/60Hz、48W
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・ バッテリー非搭載 ・ 発電機、モバイルバッテリー等の外部バッテリー(AC100V)による駆動は可能。稼働時間は外部バッテリーの容量による。

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	【屋外固定式+Webサーバシステムによる場合】 ・サーバ機：ラックマウント設置(制御装置架への実装) ・クライアントPC：据置き 【屋外可搬式+スタンドアロンシステムによる場合】 ・専用操作PC：据置き
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	【屋外固定式+Webサーバシステムによる場合】 ・サーバ機：外形寸法 約434 (W) × 44 (H) × 424 (D) mm程度、重量 約8kg ・クライアントPC：外形寸法 約360 (W) × 23 (H) × 240 (D) mm程度、重量 約2kg^(注7) 【屋外可搬式+スタンドアロンシステムによる場合】 ・専用操作PC：外形寸法 約360 (W) × 23 (H) × 240 (D) mm程度、重量 約2kg^(注7) (注7)：ノートPCの場合
	データ収集・記録機能	【屋外固定式+Webサーバシステムによる場合】 ・サーバ機内部ストレージに保存 【屋外可搬式+スタンドアロンシステムによる場合】 ・専用操作PC内部ストレージに保存
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	HTTP、FTP
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	パスワードによるログイン機能
	動力	単相2線式 AC100V±10% 50/60Hz
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	3D点群データのサイズと適用する通信回線の状況に依存

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	—
	—		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	—
	—		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	—
	—		

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 無 ・ 測距距離：10～300m ^(注8) (注8)：カタログスペック	・ 最大測距距離300mは、 大きく平らなターゲットに対して、 レーザ光がほぼ垂直に入射した場合。 ・ 200m程度までの利用を推奨。
	感 度	校正方法	—
		検出性能	—
		検出感度	—
	S/N比		—
	分解能		—

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	計測精度	検証の有無の記載無 ・ 計測精度：±50mm (1σ@50m) (注10) (注10)：カタログスペック	・ 計測値の68.5% (標準偏差1σ) が分布する範囲が精度となる。 ・ 100回計測した場合、69回分の計測値が精度範囲内になることを意味する。

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	—
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	—
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載	無	—

5. 留意事項（その1）

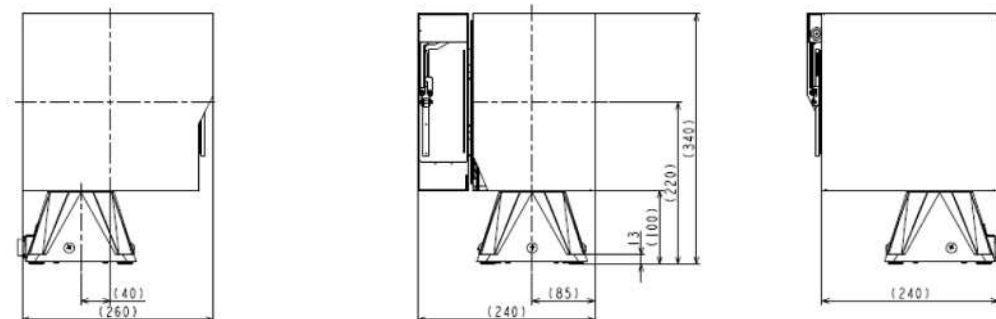
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	・ 特になし	—
	安全面への配慮	【屋外固定式＋Webサーバシステムの場合】 ・ 遠隔からの定点自動計測が可能であるため、危険性はない。 【屋外可搬式＋スタンドアロンシステムの場合】 ・ 最大300mからのレーザ計測が可能であるため、災害発生時等で現地立ち入りが行えない状況下でも、遠隔から安全に計測が行える。	—
	無線等使用における混線等対策	・ VCCI ClassA 準拠	—
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	—	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	・ FVは以下のとおり。 動作湿度：10～90%RH（結露なきこと） 耐風速：40m/秒以下（動作可能） 60m/秒以下（非破壊）	—
	その他	・ 濃霧、大雨、雪等での測定はレーザ光が散乱するため、点群取得が満足に行えないか、ノイズ成分が多く含まれる点群となる可能性大。 ・ 明るい太陽光のもとでは、レーザ光と同一波長の光成分が多く含まれるため、夜間計測を推奨。 ・ 空などの太陽光の入射、高い光沢のある面からの太陽光の反射や無色の液体、ガラス、発泡スチロール、半透明性の表面、黒色メタリック等はエラーとなる場合あり。 ・ 植生の影響が大きな環境下、レーザ光が届かないまたは死角となる箇所の計測は点群取得が満足に行えない。	—

5. 留意事項（その2）

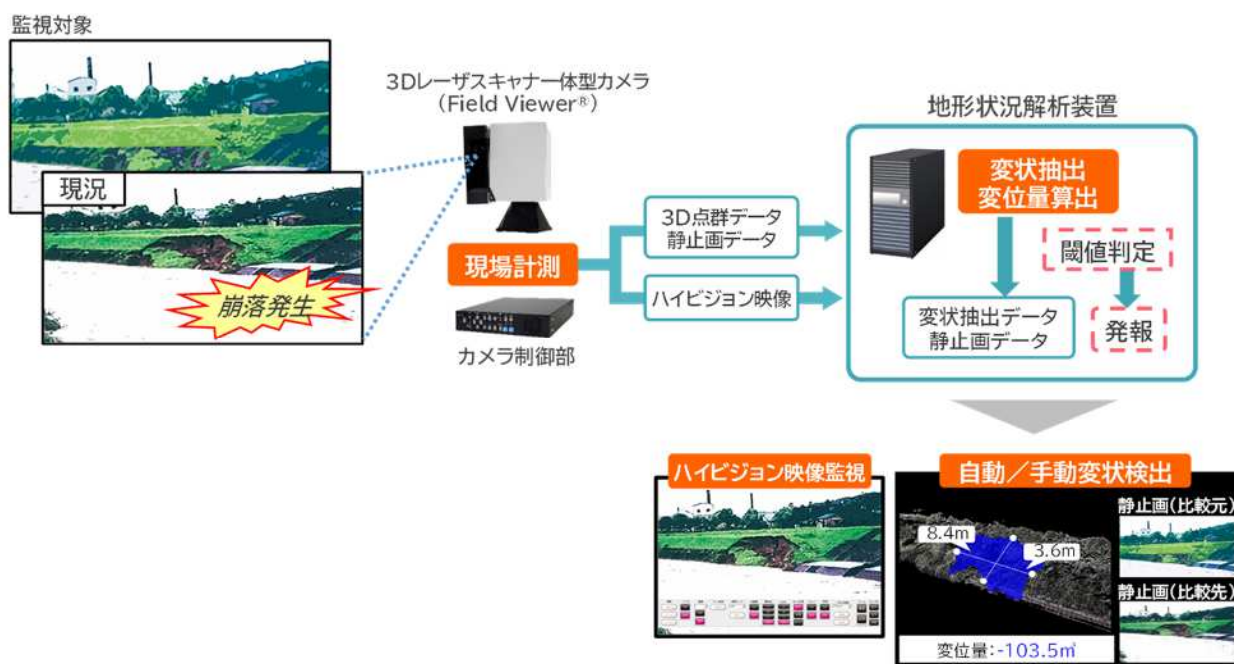
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・ 操作説明の受講を推奨。	—
	必要構成人員数	【屋外固定式＋Webサーバシステムの 場合】 ・ 監視必要時は監視員1名（常時監視は不要）。 【屋外可搬式＋スタンドアロンシステム の場合】 ・ 操作1名、補助員1名以上の計2名以上を 推奨。	—
	操作に必要な資格等の有無、 フライト時間	・ 不要	—
	操作場所	・ 比較的高い位置から計測エリアを死角 なく望める場所であるとともに、計測装 置を安全に据置可能な場所。	—
	点検費用	【屋外固定式＋Webサーバシステムの 場合】 ・ 不要 【屋外可搬式＋スタンドアロンシステム の場合】 ・ 現地作業人工費用	—
	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	【屋外固定式＋Webサーバシステムの 場合】 ・ スケジュールによる自動制御有 【屋外可搬式＋スタンドアロンシステム の場合】 ・ 自動制御無（手動制御のみ）	—
	利用形態：リース等の入手性	・ 購入品のみ	—
	不具合時のサポート体制の有 無及び条件	・ サポート体制有（平日9:00～17:00）	—
	センシングデバイスの点検	・ 特になし	—
	その他	・ 特になし	—

6. 図面

・ 3Dレーザスキャナー一体型カメラ (Field Viewer®) 外形図



・ 屋外固定式+Webサーバシステムによるシステム構成イメージ



1. 基本事項

技術番号		計測-3		
技術名		堤防内部の「見える化」技術開発		
	技術バージョン	—		—
開発者		応用地質株式会社		
連絡先等		TEL：048-652-4975	E-mail：eigyo@oyonet.oyo.co.jp	防災・インフラ事業部 サービス開発部
現有台数・基地		牽引式電気探査：2式 表面波探査：2式	基地	埼玉県さいたま市北区土呂町2-61-5
技術概要		・堤防内部の比抵抗及びS波速度を堤防縦断方向の連続データとして把握することにより出水や地震外力に応じた変化率を検討すべき重点調査個所の絞り込みが可能となり、さらに堤防点検作業の効率化も実現できる技術。 ・物理探査によって測定するのは地盤の電氣的性質／弾性的性質であることから、地盤構造については簡易ボーリングやサウンディング、あるいは既往資料等による土質情報と併せて、総合的に判断する。 ・比抵抗は地下水の影響を受けるため地下水位を把握しておくことが望ましい。		
技術区分	対象部位	堤体及び基礎地盤		
	検出原理	電位／弾性波（表面波）		
	検出項目	地盤の比抵抗値／S波速度		

2. 基本諸元

計測機器の構成			牽引式電気探査：電極、送信器、受信器、コントローラ、収録器で構成され、これらを接続し牽引しながら連続的に測定する。測定したデータはBluetoothまたはケーブルにより収録器に転送・収集・保存される。 表面波探査：地震計、ケーブル、収録器、およびカケヤ等の起振具で構成され、これらを接続し、カケヤ等で地盤をたたいて生じた表面波を収録器に収録する。起振位置および地震計を測線沿いに移動してこれを繰り返し、複数のデータを収録する。
移動装置	移動原理		牽引式電気探査：人力あるいは運搬車 表面波探査：人力あるいは運搬車
	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）		—

2. 基本諸元

移動装置	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	牽引式電気探査 ：地面に既定の順番で測定器を直線上に並べて接続し、牽引者が保持するシリアルコンバータにケーブルで接続する。（詳細は6. 図面） 表面波探査 ：地面に1～2m間隔で地震計を複数個設置し、各換振器をケーブルに接続してそのケーブルを収録器に接続する。（詳細は6. 図面）
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	牽引式電気探査 ：最大外寸：W0.15m×L10～65m(使用する電極および設定する離隔による)×H0.01m 表面波探査 ：最大外寸：W0.015m×L23～46m（設置間隔および使用換振器数による）×H0.01m
	センシングデバイス	牽引式電気探査 ：キャパシタ電極（ジオメトリクス社製） 表面波探査 ：4.5Hz速度型1成分上下動地震計（ジオスペース社製）
	計測原理	牽引式電気探査 ：地盤内の電気的性質である電気の流れにくさ（比抵抗）を探索する手法。送信器より地盤内に電流を流し受信機で電位を測定することにより地盤の比抵抗分布を求める。 表面波探査 ：地盤のS波速度を探索する手法。カケヤ等で地盤を打撃することにより発生する表面波を地震計により測定する。測定した表面波を解析し地盤のS波速度分布を求める。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	牽引式電気探査) ・原理として測定系の直線性が必要。極端な不陸や経路に屈曲がある箇所には適用できない。 ・測線の長さは測定系の全長程度より十分に長い必要がある。 ・測定する箇所は送信部と受信部の中点であることから、測定系端部の直下は測定対象とならない。このため、測線の両端には5～20m程度余地を持つ必要がある。 ・地下水が塩水の影響を受けている箇所、矢板等の金属製のものが近接する箇所、大電流設備が併設する箇所は適用不可。また、地表面に水が浮いている箇所は実施不可(雨天時は測定不可)。 ・探査深度は最大10m程度。 表面波探査) ・原理として地震計を直線状に設置する必要がある。極端な不陸や経路に屈曲がある箇所には適用できない。 ・地表面は地盤に対して打撃(起振力)を与えられる状態である必要がある。 ・測定対象範囲に対して、測線(地震計設置部分)は両端に10m程度長く設定する必要がある。 ・探査深度は10～20m程度。地震計設置間隔および地盤のS波速度によって変わる。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	牽引式電気探査 ：地下水の位置、金属製のもの（例えば、矢板）、大電流設備等が近接する場合は、測定結果に影響を及ぼす要因となる。 表面波探査 ：カケヤ等により発生する弾性波を測定することから、周辺に振動源がある場合はノイズとなる。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	牽引式電気探査：電極、送信器、受信器、収録器を接続する。送信機により地盤に電流（I）を流し受信器により発生した電位（V）を測定し、V/I値として収録する。これを牽引しながら行うことにより、連続データを取得する。なお、電極の長さおよび送信機と受信機の距離により測定対象深度が異なることから、複数の電極長および電極数を用い、一つの測線に対して複数回測定することにより必要な深部までのデータを得る。 表面波探査：地震計を1～2m間隔で複数個設置し、ケーブルで収録器に接続する。カケヤ等により起振し発生した表面波を地震計で捉え収録器に収録する。地震計および起振箇所を移動しながらこの作業を繰り返す。
	アウトプット	牽引式電気探査：データは収録器に転送され、テキストデータとして保存されるとともに画面でモニターされる。得られたV/I値より見掛け比抵抗を算出し、逆解析を施すことにより比抵抗を求め、比抵抗断面図としてアウトプットする。 表面波探査：データが収録器に転送され、画面で確認する。データの品質を確認後収録器にバイナリデータとして保存する。得られた表面波を解析し分散曲線を求める。分散曲線に対して逆解析を施しS波速度を求め、S波速度断面図としてアウトプットする。
	計測頻度	牽引式電気探査：1秒に1回の測定。 表面波探査：1起振につき1波形測定。得られた波形の確認を含め、30～60秒に1回測定。
	耐久性	—
	動力	牽引式電気探査：専用バッテリー（送信機および受信器に装着） 表面波探査：汎用バッテリー
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	牽引式電気探査：4～6時間。地盤の比抵抗により消費電力が異なる。 表面波探査：8時間程度（使用するバッテリー容量によって異なる）

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	計測装置と一体的な構造
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	計測装置と一体的な構造
	データ収集・記録機能	牽引式電気探査 ：収録器とするPCのHDまたはタブレットのメモリ 表面波探査 ：収録器のHD
	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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	—
	—		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	—
	—		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	—
	—		

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 無	
		牽引式電気探査：1～100,000 Ω m 表面波探査：特になし	—
	感 度	校正方法	牽引式電気探査：メーカーからの出荷時に、検定場所で測定値を確認 表面波探査：特になし
		検出性能	検証の有無の記載 無 牽引式電気探査：10 μV程度 表面波探査：該当なし
		検出感度	検証の有無の記載 無 牽引式電気探査：10 μV程度 表面波探査：使用する地震計の周波数特性による
		S/N比	検証の有無の記載 無 牽引式電気探査：入力電圧に対し誤差3%以下 表面波探査：非公表
	分解能	検証の有無の記載 無	
		牽引式電気探査：非公表 表面波探査：18～24ビット	—
	計測制度	検証の有無の記載 無	
		牽引式電気探査：入力電圧に対し誤差3%以下 表面波探査：非公表	
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 無	
		—	—
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 無	
		—	—
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 無	
		—	—

5. 留意事項（その1）

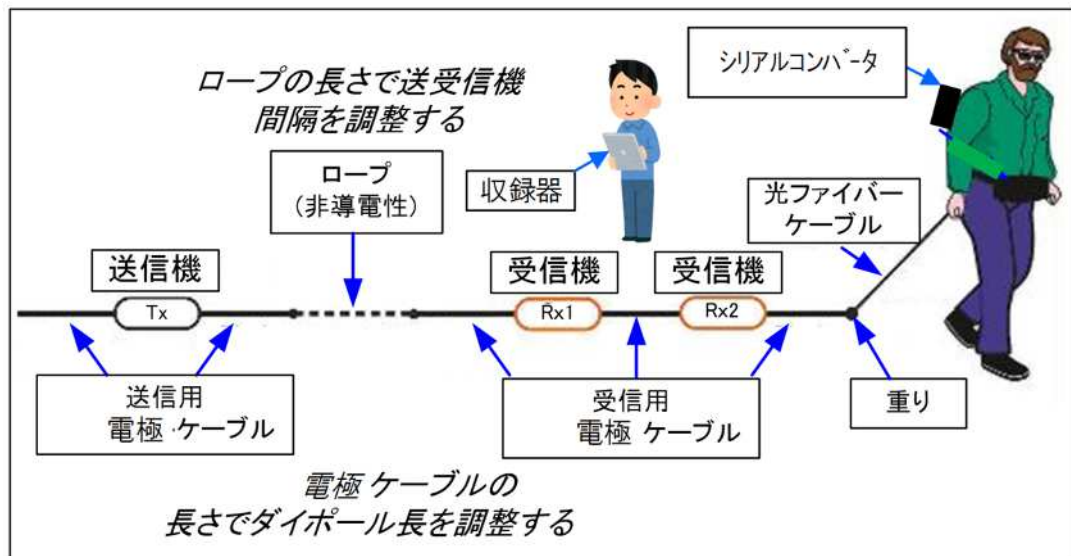
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	原則的に平坦地	—
	安全面への配慮	道路上で測定する場合は、第三者や周辺車両との接触事故に注意する必要がある	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	—	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	—	—
	その他	—	—

5. 留意事項（その2）

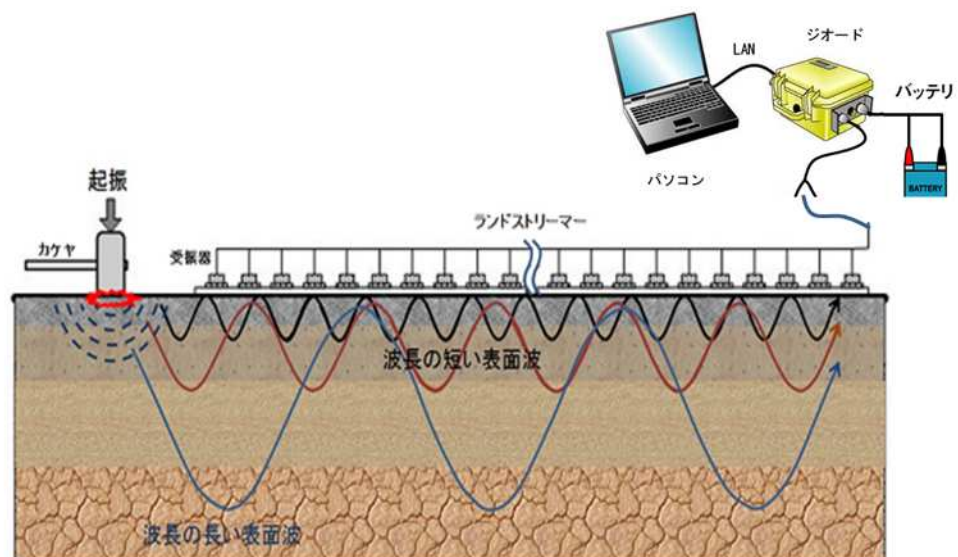
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	測定員 ：物理探査技術者または物理探査技術者により指導を受けた者 牽引者、介助員、補助作業員 ：物理探査技術者により指導を受けた者	—
	必要構成人員数	牽引式電気探査 ：測定員 1 名、牽引者 1 名、補助作業員 3 名 表面波探査 ：測定員 1 名、起振者 1 名、補助作業員 1 名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	—
	操作場所	—	—
	点検費用	牽引式電気探査 ：500万円/km 表面波探査 ：750万円/km ※解析費用込みの概算費用（税込、詳細は別途見積）	表面波探査は、測点間隔及び路面状況による補正係数あり
	保険の有無、保障範囲、費用	保険加入無し	—
	自動制御の有無	—	—
	利用形態：リース等の入手性	—	—
	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

牽引式電気探査)



表面波探査)



1. 基本事項

技術番号		計測-4		
技術名		水中3Dスキャナーによる水中構造物の形状把握システム		
	技術バージョン	1	2022年11月	
開発者		いであ株式会社		
連絡先等		TEL：022-263-5826	E-mail：ftarou@ideacon.co.jp	環境保全部 古殿 太郎
現有台数・基地		2台	基地	神奈川県横浜市、愛知県名古屋市、大阪府大阪市、福岡県福岡市のいずれか2箇所
技術概要		水中3Dスキャナー（以下3DSC）は水中構造物や水底形状を高精度・高密度な点群データとして計測する音響機器で、本来は水底に静置した状態で計測する。当社では動揺センサーと組み合わせて調査船へ艀装し、航行しながら計測する技術を開発した。本技術により船舶で航行しながらの水中インフラ形状の高精度把握が可能となり、安全性・効率性・経済性が飛躍的に向上した。3DSCは小型軽量のため調査員3名、ワゴン車1台、作業船1隻で運用でき（重機不要）、潜水士では対応できない濁水中や流速2m/secでも使用できる。10cm以上の変状が対象となるため、被覆工のめくれやブロックの散乱、目地の開き、矢板・杭の開孔、河床の洗堀・土砂堆積を効率よく計測可能であるが、クラックや発錆等は対象外となる。水中に気泡が多い場合は計測できない。		
技術区分	対象部位	護岸、水門、樋門、魚道等インフラ構造物の水中部形状、河床形状		
	検出原理	超音波		
	検出項目	水中構造物、水底地形の3次元形状と座標		

2. 基本諸元

計測機器の構成		【水底静置計測】 3DSによる水中計測システムは音波発信部、パンチルト雲台、三脚、ケーブル、ジャンクションボックス、ノートPCと専用のPCソフト、発電機から構成される。音波発信部をパンチルト雲台、三脚に固定してケーブルで船上のジャンクションボックスにつなぎ、ジャンクションボックスとノートPC、発電機（100V、45W）を接続する。計測したデータはリアルタイムで船上のノートPC画面で確認し、ハードディスクに保存する。 【船舶艦装計測】 作業船の舷側に金属製のポールを固定し、水中の下端に3DS音波発信部、上端に慣性航法装置のGNSSを固定する。3DSとGNSSをケーブルにより慣性航法装置本体に接続し点群データの歪みを補正するとともに点群の極座標を公共座標に変換する。動揺センサーをノートPCにケーブルで接続して計測状況をリアルタイムで確認するとともにハードディスク内にデータを保存する。	
移動装置	移動原理		【据置】：水底静置計測 水底静置計測では、静置場所まで作業船または潜水士で3DSを運搬し水底に垂下・静置して計測を行うものである。 【接触型】：船舶艦装計測 3DSを作業船に艦装し、3ノットで航行しながら計測を行うものである。
	運動制御機構	通信	有線
		測位	【水底静置計測】 GNSS（水中3Dスキャナーを垂下する作業船の位置） 【船舶艦装計測】 GNSS
		自律機能	—
		衝突回避機能（飛行型のみ）	—
	外形寸法・重量		使用する作業船による。操船者、オペレーター、作業補助員の3名が乗船できる大きさ。
	搭載可能容量（分離構造の場合）		使用する作業船による

2. 基本諸元

移動装置	動力	【水底静置計測】 3DSによる計測は橋脚を囲むように静置して複数回実施する。静置場所を移す際の動力は潜水土または調査船となり、内燃機関はガソリンまたはディーゼル。出力は船による。仮設備不要。 【船舶艦装計測】 調査船は内燃機関でガソリンまたはディーゼル。出力は船による。仮設備不要
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	－
計測装置	設置方法	【水底静置計測】 音波発信部を三脚に据え付けて、船上から水底に垂下・静置。 【船舶艦装計測】 作業船の舷側にステンレス製の架台をクランプで固定し、長さ3mのステンレスポールを架台にナットで固定する。ポール下端に3DS音波発信部を固定して水深約0.8mとなるよう調整し、ポールの上端にGNSSを固定する。作業船の中心部に動揺センサーをナット等で固定し、ケーブルで3DS, GNSSと接続する。動揺センサーをケーブルでノートPCに接続する。GNSS、動揺センサー、ノートPCは濡れないようにビニール袋や防水箱、小型物置等に入れる。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	波発信部：縦27cm×横24cm×高さ40cm、10kg（水中4kg）
	センシングデバイス	3DS：Teledyne Benthos社製 BV5000(1350) 【船舶艦装計測】 GNSS、動揺センサー：Applanix社製POS/MV WaveMaster [®]
	計測原理	【水底静置計測】 計測対象に指向性の高い1350kHzの音波を扇状に発信（256ビーム、上下42° 左右1°）し、反射波を受信して時間差を計測する。時間差から計測対象物の距離を算出する。音波発信機の上下角を固定して一定の速度で左右に回転することにより水中構造物・水底質までの距離を点で示し、形状を3D点群データとして可視化する。計測終了後、上下角を変更してさらに左右に回転させることにより、音波発信部を中心とした半径15mの球内を計測する。 【船舶艦装計測】 計測対象に指向性の高い1350kHzの音波を扇状に発信（256ビーム、上下42° 左右1°）し、反射波を受信して時間差を計測する。時間差から計測対象物の距離を算出する。音波発信機の上下角を固定して作業船の真横に音波を発信し、橋脚と平行に航行して水中構造物・水底までの距離を点で示し、形状を3D点群データとして可視化する。計測終了後、上下角を変更してさらに航行・計測することにより、水面付近から水深15mまでの橋脚を計測する。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	【水底静置計測】 ・濁水中での計測可能、計測の際の環境条件は距離15m以内、水深は0.5m以上（ソナーヘッドが水没する必要有り） 水深50m以浅、流速2m/sec以下 ・計測対象のサイズは5cm以上で微細なクラックや錆等の色の変化は把握できない、堰下等の気泡が多い水中は計測できない、音波発信部の直上と直下は計測できない。 【船舶艦装計測】 ・水中での計測可能、計測の際の環境条件は水深0.8m以上（船舶航行 可能水深）、15m以浅、流速2m/sec以下・計測対象のサイズは10cm以上で微細なクラックや錆等の色の変化は把握できない、堰下等の気泡が多い水中は計測できない。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	【水底静置計測】 音速は水温、塩分の影響を受けるため、海域・汽水域では適宜水温・塩分を計測してデータ処理時に音速を補正する。また、点群密度は水底静置計測では音波発信部の回転速度により変化し、速度が遅いほど点群密度は高くなるが計測に時間を要する。計測対象から離れるほど点群密度も低下する。 【船舶艦装計測】 音速は水温、塩分の影響を受けるため、海域・汽水域では適宜水温・塩分を計測してデータ処理時に音速を補正する。また、点群密度は作業船の航行速度により変化し、速度が遅いほど点群密度は高くなるが計測に時間を要する。計測対象から離れるほど点群密度も低下するため、橋脚計測時は5～10m程度離れたところから計測する。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	【水底静置計測】 ①計測対象から3～10m程度離れたところに水中3Dスキャナーを垂下し、音波発信部を回転させながら構造物および河床形状を3Dの点群データとして計測する。音波発信部は左右に最大360°、上下に65°～65°回転可能で、回転速度・角度は計測対象や目的によりノートPCにより専用ソフトで設定する。得られたデータはジャンクションボックスを介してノートPCに送られ、ハードディスク等に保存する。計測状況概要を「6. 図面」に示す。 ②3D点群データのノイズを処理し、複数の計測データを統合して構造物および周辺河床の3Dモデルを作成する。 ③構造物や河床の3Dモデルを設計図面に重ね合わせて変状や洗掘・堆積の規模を算出する。水底静置計測で得られる点群データは音波発信部を原点とする極座標のため、CAD等により設計図面と重ね合わせて公共座標系に変換する。現地調査時に構造物の水上部を3Dレーザースキャナーにより計測して公共座標系の位置情報を持つ3D点群データを取得し、水中部の点群データと統合することにより、3DSの極座標を公共座標に転換することもできる。 【船舶艦装計測】 ①水中3Dスキャナーのソナーヘッドの向きを作業船の真横に固定し、音波を発信する。構造物の計測前に同一箇所を複数回計測するパッチテストを行い、現地計測後のデータ処理時にソナーヘッドの取り付け角度を補正する。構造物から5～10m程度離れたところを構造物と平行に2～3ノットの船速で航行して構造物および河床形状を3Dの点群データとして計測する。得られたデータはジャンクションボックスを介してノートPCに送られ、ハードディスク等に保存する。水深が10mの場合はソナーヘッドの上下角（チルト角）を変えて3回計測する。計測状況概要を「6. 図面」に示す。 ②3D点群データのノイズを処理し、複数の計測データを統合して構造物および周辺河床の3Dモデルを作成する。 ③構造物や河床の3Dモデルを設計図面に重ね合わせて変状や洗掘・堆積の規模を算出する。船舶艦装計測はGNSSと水中3Dスキャナーが同期されるため、公共座標系の位置情報を持つ点群データが取得される。
	自動処理	
	アウトプット	【水底静置計測】 計測後、設定したスキャン速度と作動角度から点群の任意座標を自動計算し、水中3Dスキャナーオリジナルの収録ファイル（.son）と点群データ（.xyz）でアウトプットされる。 【船舶艦装計測】 計測ファイルはモーションスキャンオリジナルの収録ファイル（.pds）で保存される。モーションスキャンデータ収録・処理ソフト（PDS）で動揺方位補正、潮位補正、音速度補正、電子基準点による位置情報補正（橋梁下で衛星電波が届かない箇所等）、ノイズ処理等の作業を行った後、点群データ（.xyz）でアウトプットする。計測とは別に機器の艦装・テストに1日、艦装解除に1日必要。
	計測頻度	【水底静置計測】 1時間に3回（概査の場合は1時間に6回） 【船舶艦装計測】 100,000m²/日（水際～水深10mまでを計測対象とし、船速3ノットで計測した場合。上下角を変えて同一箇所を3回計測。）
	耐久性	耐圧水深1000m
	動力	ポータブル発電機により電力供給（100V、最大45W）
	連続稼働時間（バッテリー給電の場合）	—

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	【水底静置計測】 3DSとノートPCを有線で接続し、ノートPCにデータを保存する。専用のPCソフトが必要。 【船舶艀装計測】 3DSとノートPCを有線で接続し、ノートPCにデータを保存する。専用のPCソフトが必要。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	幅40cm×奥行き25cm×高さ3cm、約2.5kg（ノートPCのサイズ）
	データ収集・記録機能	点群データはファイルサイズがギガ単位となるため、ノートPCのハードディスクか外付けハードディスクに保存
	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	ノートPCはポータブル発電機により電力供給
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	—

3. 運動性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を 確保するための条件
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	—
	使用する作業船による		
最大可動範囲	検証の有無の記載	無	—
	使用する作業船による		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	—
	—		

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載	無	上段①【水底静置計測】 ・ソナーヘッドを中心とした半径15mの球体内 ・流速2m/sec未満、水深50m未満、水中に気泡が無い、橋脚周りにスキャナーやケーブルがひかかる様な障害物が無い 下段②【船舶艀装計測】 ・水面～水深15m ・流速2m/sec未満、水中に気泡が無い、波高0.5m以下、風速 8m以
	校正方法	—		—
	感度	検出性能	検証の有無の記載 無 10cm以上の変状や構造物が対象	音波により水中形状を可視化するため、ソナーヘッドと計測対象物との間に音波を反射する障害物がある場合は計測できない。
		検出感度	検証の有無の記載 無 大きさ10cm以上の変状であれば100%	—
	S/N比	検証の有無の記載	無	—
	分解能	検証の有無の記載	無	5m離れたところから速度2.5ノットで計測した際の分解能。より近いところから計測した場合は分解能は上がる。（点群密度は高くなる）
	計測精度	検証の有無の記載	無	—
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	船舶艀装計測 4ノットでも計測可能だが点群密度が低下する。
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	—
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載	無	—

5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	①水深：0.5m ②水深：0.8m	上段①【水底静置計測】 ・水深0.5m ・ソナーヘッドが水中にあることが計測に必須であるため 下段②【船舶艀装計測】 ・水深0.8m ・作業船の航行可能水深
	安全面への配慮	通常の船上作業に準じる	—
	無線等使用における混線等対策	無線は使用しない	—
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ） （独自に設定した項目）	・音響機器のため高濁水中でも計測可能 ・船舶艀装計測であれば流速2m/secでも計測可能 ・流木、浮遊物が多い場合は陸上から計測（垂直護岸等の場合のみ）	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	船上作業の場合 ・風速7m/s以上は作業不可 ・流速2m/s以上は作業不可 ・波高0.5m以上は作業不可 ・視程300m以下は作業不可	—
	その他	—	—

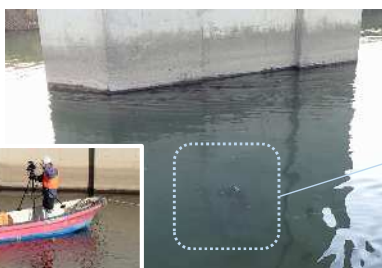
5. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	【水底静置計測】 自社の現地実習1日、机上実習1日またはOJTが必要。 【船舶艀装計測】 ナローマルチビーム計測とほぼ同じ技術が求められる。	—
	必要構成人員数	【水底静置計測】 現場責任者1人（オペレーター）、補助員1人（3DS垂下・回収）、操船者1人、合計3名 【船舶艀装計測】 現場責任者1人（オペレーター）、補助員1人（艀装補助、航行時安全確認）、操船者1人、合計3名	ハイエースバン1台ですべての機材を積み込み可能、積み下ろしに重機不要
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	無し	—
	操作場所	計測作業、機器艀装に船上スペースが幅1.5m×長さ2.0m必要	—
	点検費用	【水底静置計測】： 現場1日37万円、内業27万円 【船舶艀装計測】： 艀装・計測・艀装解除で最低3日必要 現場126万円、内業27万円。 （諸手続き・移動にかかる費用、諸経費は含まない）	【水底静置計測】 橋脚及びその周辺の水底形状（10m×10m）を6箇所/日で計測 【船舶艀装計測】 水深10m以浅であれば最大計測距離は10km/日
	保険の有無、保障範囲、費用	機器動産保険に加入	—
	自動制御の有無	無し	—
	利用形態：リース等の入手性	当社調査員による計測・データ整理のみ対応（機器リースは対応していない。）	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	故障時は、別機器により後日再計測	—
	センシングデバイスの点検	点検は求められていないが、計測開始時に得られた点群データの計測値と設計図面等を比較して、故障が無いことを確認。	—
	その他	気泡の多い堰下や水深0.5m未満では対応困難	—

6. 図面

【水底静置計測】

音波発信部

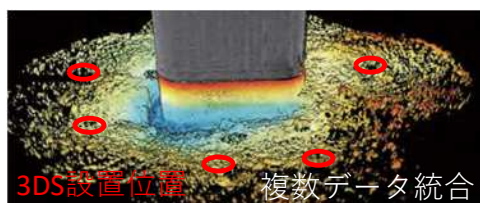


計測時船上PC画面

点群データ（例）

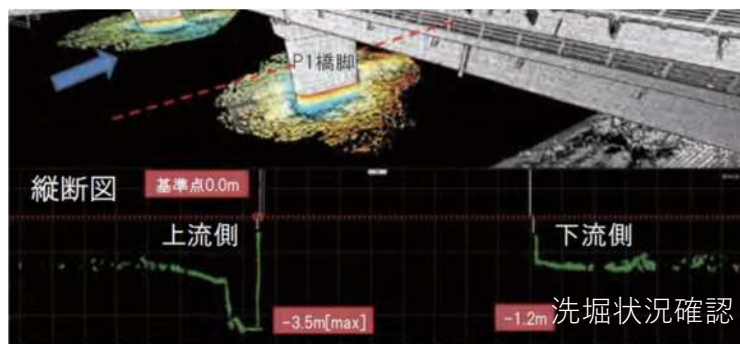
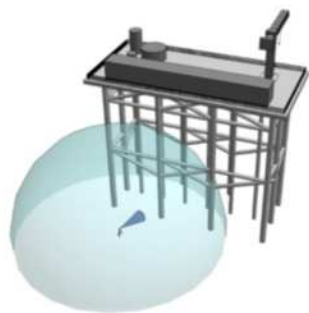


3DS設置位置



3DS設置位置

複数データ統合



縦断図

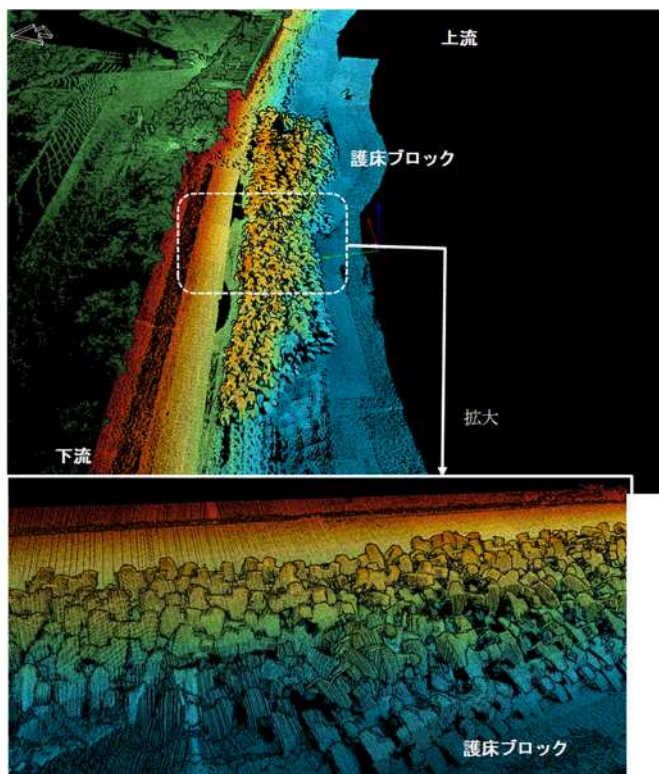
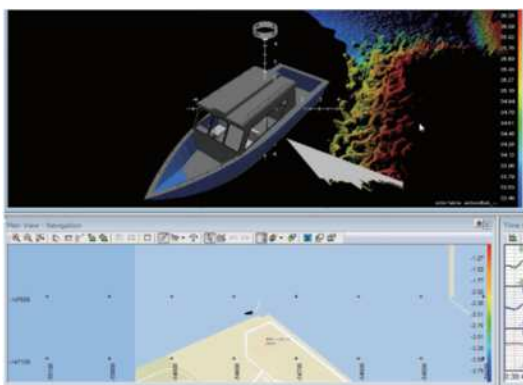
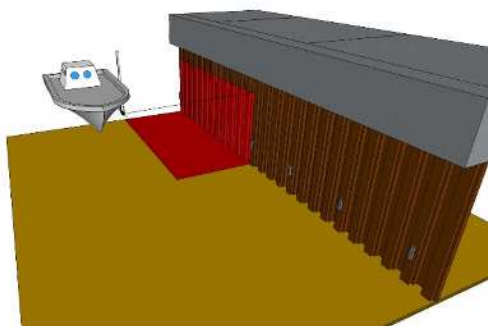
基準点0.0m

上流側

下流側

洗堀状況確認

【船舶機装計測（モーションスキャン）】



護床ブロック

1. 基本事項

技術番号		計測-5		
技術名		河川・湖沼点検ロボットシステム（みずすまし）		
	技術バージョン	－		作成：2017年
開発者		株式会社アーク・ジオ・サポート		
連絡先等		TEL：03-5304-7899	E-mail：t_otake@a-gs.jp	営業 大竹 剛
現有台数・基地		1台	基地	本社：東京都渋谷区 ステージングセンター：神奈川県相模原市緑区
技術概要		本技術は、水中部を探査する音響カメラ、水上部を撮影する光学カメラを搭載した自律航行型水上探査船（ASV）による河川・湖沼・海岸等の水底面および人工構造物等を点検するシステムである。 従来は、点検対象である水中構造物等に対して、潜水土による目視確認や防水カメラによる写真撮影であったが、本技術の活用により、潜水作業を省略することができるため、安全性の向上、作業の効率化が図れる。		
技術区分	対象部位	堤防：護岸、鋼矢板護岸、根固工、水制工 河川構造物：堰・床止め 河道：土砂堆積、樹木郡の繁茂、河床低下、河岸侵食		
	検出原理	超音波ソナー（水中音響ビデオカメラによる映像取得、映像処理）		
	検出項目	収録映像からの状態確認		

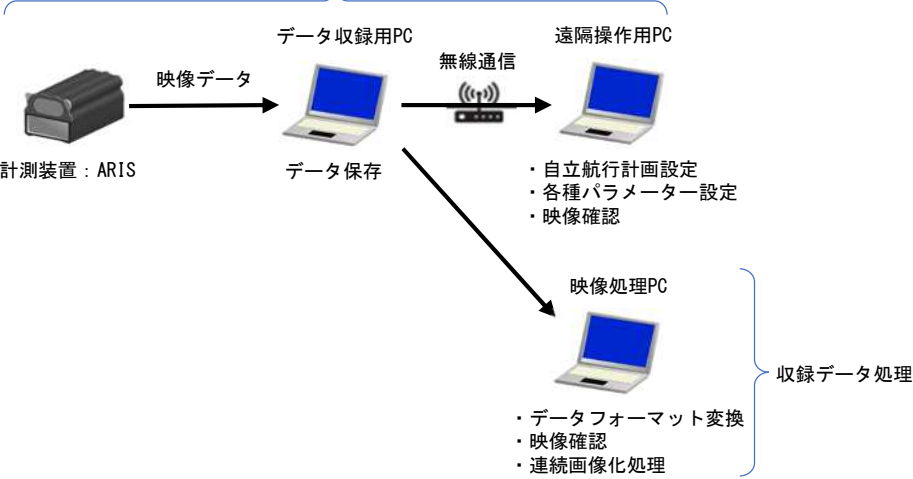
2. 基本諸元

計測機器の構成			本計測機器は移動装置と計測装置、通信装置が一体化した構造で、自律航行型船舶（ASV）に搭載した水中音響ビデオカメラと光学式カメラで映像取得を行うものである。取得した映像データはASVに搭載したPCに保存されるとともに、無線LANにより外部（陸部）の遠隔操作用PCに転送される。
移動装置	移動原理		【水上航行型】電動船外機による航行
	運動制御機構	通信	遠隔操作および映像データ転送：無線 周波数2.4GHz
		測位	D-GNSS
		自律機能	自律機能有、航行地点の位置情報を事前入力、制御機構へ転送。搭載したD-GNSSの位置情報をもとに入力した地点を順次航行。
		衝突回避機能（飛行型のみ）	なし
	外形寸法・重量		一体構造（移動装置＋計測装置＋通信装置） ：最大外形寸法（長さ4,500mm×幅2,000mm（アウトリガー含む）×高さ600mm）、最大重量（180kg）
	搭載可能容量 （分離構造の場合）		最大外形寸法（長さ3,100mm×幅1,700mm×高さ1,400mm）、最大重量（空中5.90kg、水中1.06kg）

2. 基本諸元

移動装置	動力	・ 動力源：電気式 ・ 電源供給容量：バッテリー ・ 定格容量：24V、10A
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	8時間（移動装置による移動速度2.0～3.0knotを継続した場合）
計測装置	設置方法	移動装置の下部、後方に計測装置をボルト・ナットにより取付を行う。その際、ボルト位置の調整（取付角度の調整）が可能な専用のアタッチメント（長さ350mm×幅300mm×高さ300mm）が必要
	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3,100mm×幅1,700mm×高さ1,400mm）、 最大重量（空中5.90kg、水中1.06kg）
	センシングデバイス	・ 水中音響ビデオカメラ「SoundMetrics社 ARIS EXPLORER1800」 ・ 光学式カメラ
	計測原理	・ 水中音響ビデオカメラ 高周波数（1.8MHzまたは1.1MHz）の指向性の狭い音響ビームを多数（96本または48本）発信し、反射される音の強弱を濃淡に変換して、水中下の物体を映像化する。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	・ 発信する音響が高周波のため映像取得範囲は0.7m～最大35m（1.8MHzは最大15m） ・ 動揺・方位の補正機能がないため移動装置に対する波動等による過度なロール、ピッチの揺れおよび急旋回がないこと。 ・ 映像取得対象物に対して音響ビームの照射角度が20～45°程度であること。 ・ 移動装置の移動速度は1.0～2.0knot程度であること。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・ 音響ビームは気泡や魚類にも反射するため、対象物を遮る場合がある。環境の事前チェックと映像データのリアルタイムチェック（再計測の有無）が必要となる。 ・ 移動装置の移動速度が速い場合や動揺・蛇行が大きい場合は映像がぼやけてしまい映像の把握が難しくなるため、環境の事前チェックと移動装置のコントロールに留意する必要がある。 ・ 凹凸がある対象物を撮影する場合は、音響ビームの死角が発生するため撮影方向の検討が必要となる。 ・ 橋脚下等GNSS信号がロストする環境下では位置情報が失われる。 ・ 水面付近の映像は水自体の揺れにより映像が乱れる場合がある。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	・ 映像収録後、処理作業により取得映像を解析 計測装置付属のアプリケーションソフトによる映像データ収録、確認 
	アウトプット	Mp4フォーマット等の動画、pngフォーマット等の静止画
	計測頻度	3～15frames/sec
	耐久性	耐圧：300m
	動力	消費電力：15W 必要電力：AC100V 移動装置搭載のバッテリーより供給 DC→ACインバーター使用
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	8時間（外気温制限不明）

2. 基本諸元

データ 収集・ 通信 装置	設置方法	計測装置に有線で接続したPCとそのPCに有線で接続した通信装置を移動装置上部筐体内に固定
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	データ収録用PC：最大外形寸法（長さ150mm×幅200mm×高さ10mm） 通信装置：最大外形寸法（長さ150mm×幅150mm×高さ20mm）
	データ収集・記録機能	データ収録用PC本体のハードディスク
	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	移動装置搭載のバッテリーより供給 DC→ACインバーター使用
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	移動装置搭載のバッテリーからの給電により連続8時間使用可能

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	流速3.0knot以下 風速10m/sec以下 川波0.5m以下
	—		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	遮蔽物がなく、移動装置に対しての見通しが利く場合
	500m		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	遮蔽物がなく、D-GNSSの測位が正常に行われている場合
	XY座標ともに0.5～1.0m程度		

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 無 1. 1MHz 0.7～35m 1. 8MHz 0.7～15m	映像取得対象までの斜距離が左記レンジ内であること
	校正方法	特になし	—
	感度	検証の有無の記載 無 検出性能 3～15frames/sec	—
	検出感度	検証の有無の記載 無 —	—
	S/N比	検証の有無の記載 無 —	—
	分解能	検証の有無の記載 無 レンジ分解能：3mm～10cm	—
	計測精度	検証の有無の記載 無 ・水中音響ビデオカメラの映像より変状箇所を抽出 ・寸法計測は計測装置付属のアプリケーションソフト内でcm単位で可能	—
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 無 0.5～1.0m/sec (1.0～2.0knot)	波動等による過度なロール、ピッチの揺れおよび急旋回がないこと
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 無 0.5～1.0m程度	遮蔽物が無いこと
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 無 性能なし	—

5. 留意事項（その1）

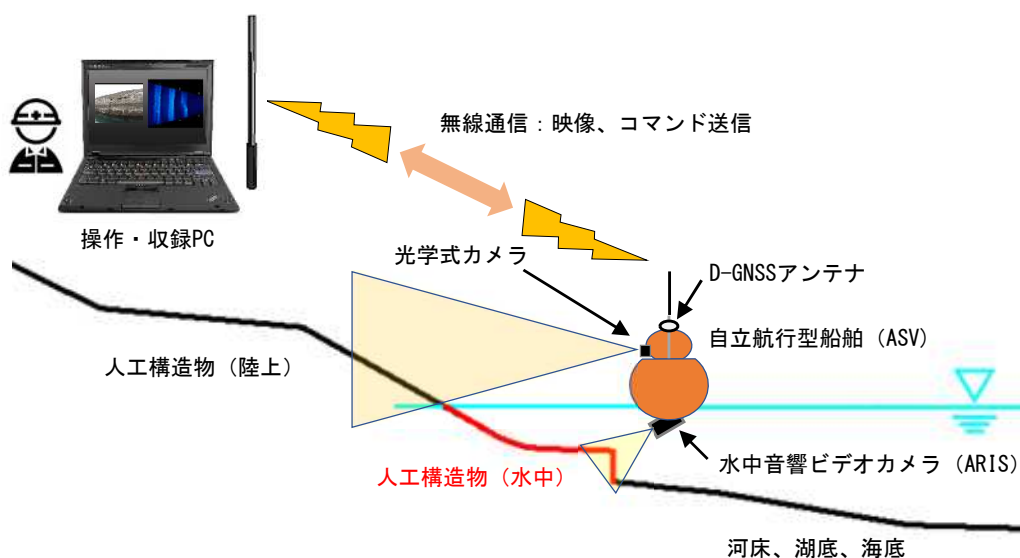
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	自律航行型船舶（ASV）の進水・揚陸が可能な場所があること （※進水・揚陸可能場所付近まで車両進入ができること）	—
	安全面への配慮	・計測作業中はASVが停止した際の回収船を用意 ・計測装置の水底面の接触防止のためフレームを設置	—
	無線等使用における混線等対策	特になし	—
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ） （独自に設定した項目）	気泡発生箇所の映像取得は不可	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	流速3.0knot以下 視界1,000m以上 風速10m/sec以下 川波0.5m以下	—
	その他	大雨、大雪の場合は作業不可	—

5. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特になし	—
	必要構成人員数	ASV操作1名、計測装置操作1名、警戒員1名、補助作業員1名 合計4名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	特になし	—
	操作場所	・移動装置への見通しが利く場所 ・移動装置搭載の通信装置から映像データが転送可能な距離（500m以内）にある場所	—
	点検費用	河川平張り護岸 3,000m（水深1.0～4.0m程度）点検 現地作業日数5日 2,800,000円	・護岸異常有無の確認 ・作業計画・機材準備、現地作業、報告資料作成 ・移動に係る経費は別途計上
	保険の有無、保障範囲、費用	保険加入なし	—
	自動制御の有無	移動装置の自動制御有 ※計測装置の自動制御は無	—
	利用形態：リース等の入手性	購入品のみ	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポート体制有	・計測装置：水中音響ビデオカメラの損傷、動作不具合発生時はメーカー対応 ・代替装置無
	センシングデバイスの点検	・年1回社内における検査を実施。機能上問題がなく、メーカーの定める性能通り動作することを確認 ・機材準備時に簡易動作確認（導通テスト）を実施	—
	その他	—	—

6. 図面

「みずすまし」システム概要とワークフロー



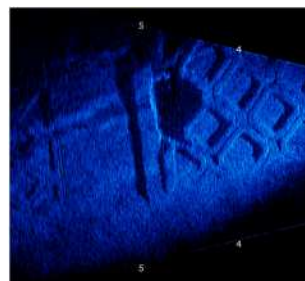
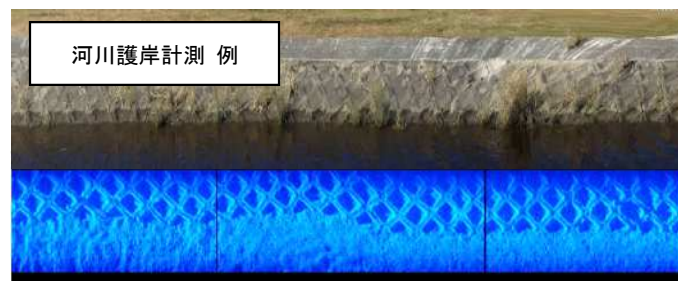
「みずすまし」外観と仕様



「みずすまし」仕様

全長（最大）	4,500mm
全幅（最大）	2,000mm
重量（最大）	180kg
船速（最大）	5knot
搭載機材	・ 水中音響ビデオカメラ ・ 光学式カメラ ・ D-GNSS

「みずすまし」計測・撮影成果 例



図：護岸損傷箇所
（ブロック欠損）

1. 基本事項

技術番号		計測-6		
技術名		3次元面変位計測システム　ダムシスハイブリッド		
	技術バージョン	1.0.0		NETIS：KT-230013-A
開発者		計測ネットサービス株式会社		
連絡先等		TEL：03-6807-6466	E-mail：kikaku@keisokunet.co.jp	
現有台数・基地			基地	東京都北区東田端2-1-3　天宮ビル
技術概要		プリズム計測と3次元レーザースキャンでの計測機能を組み合わせ、監視エリアをマルチステーションを使用してスキャンし、3次元面変位を自動的に計測しリアルタイムにヒートマップ化して表示するシステム		
技術区分	対象部位	堤体・堤防法面・橋面・橋脚側面		
	検出原理	レーザー点群同士の比較		
	検出項目	変位量		

2. 基本諸元

計測機器の構成		ライカジオシステムズ Leica Nova MS60 Panasonic CF-20 アクセスポイント	
移動装置	移動原理		移動不可
	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）		—

2. 基本諸元

移動装置	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	架台への常設設置、又は三脚による設置
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	重量：7.7kg（メーカースペック表による）
	センシングデバイス	光波測距儀
	計測原理	測距儀より計測対象物へレーザーを照射し、その反射を検出して時間差を計測、光の速度を利用して対象物までの距離を算出する。また、そのレーザーを発射した角度と計算された距離から測距儀と計測対象物間の正確な相対位置を取得する。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	計測対象への視程が保てている事 計測対象に計測の阻害となる植生がない事 光波測距儀を設置する場所が動かない平坦な安定している場所である事 測距距離は2m～100m程度
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	光波測距儀、計測対象物間の視程を遮る環境（霧、もや、陽炎等） 光波測距儀を設置した場所が傾く、振動する等の設置環境 植生もレーザー計測対象となるため、植生の影響が大きな環境下

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①事前作業 ・計測データの管理値を明確にして、弊社技術者が初期設定の登録をする。 ・マルチステーションの位置、プリズムの位置及び設置方法を検討する。 ・マルチステーションにおいて「スキャン」により計測する範囲を明確にして初期設定をする。 ②準備工 ・既設構造物等にプリズムを設置する。 ・マルチステーション及び架台を設置する。この際、プリズムならびにスキャンで計測しやすい所であつ安定した場所に設置する。 ③施工 ・計測を開始し、計測端末で確認する。 ・24時間自動制御にて計測を行い、クラウド上にプリズムの変位情報とスキャンの分析結果画像を転送する。
	アウトプット	3D画像によるヒートマップ表示・点群表示・ワイヤーフレーム表示
	計測頻度	計測範囲と点群密度によるが、概ね30分～
	耐久性	測距儀：IP65、-20～50℃ P C：IP65、-10～50℃
	動力	バッテリー もしくは 100V/AC電源
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	5時間

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	架台による常設設置、又はハンドヘルド
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	重量：約1.76kg（メーカースペック表による）
	データ収集・記録機能	あり（PC内部のストレージに保存）
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	Wi-Fi
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	WPA2
	動力	バッテリー又は常時電源
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	3D点群データのサイズと比較元となる点群データに依存

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	
運動位置精度	検証の有無の記載	無	

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 有	測距儀設置位置と同一の標高、且つ平坦な場合
	校正方法	メーカー規定の校正実施	
	感度	検証の有無の記載 無	
		検出性能	—
	検出感度	検証の有無の記載 無	
		—	
	S/N比	検証の有無の記載 無	—
	分解能	検証の有無の記載 無	—
	計測精度	検証の有無の記載 有	三脚による設置、同じ高さの平坦なコンクリート打設された対象を計測した場合
		30m付近で3～5mm	

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	

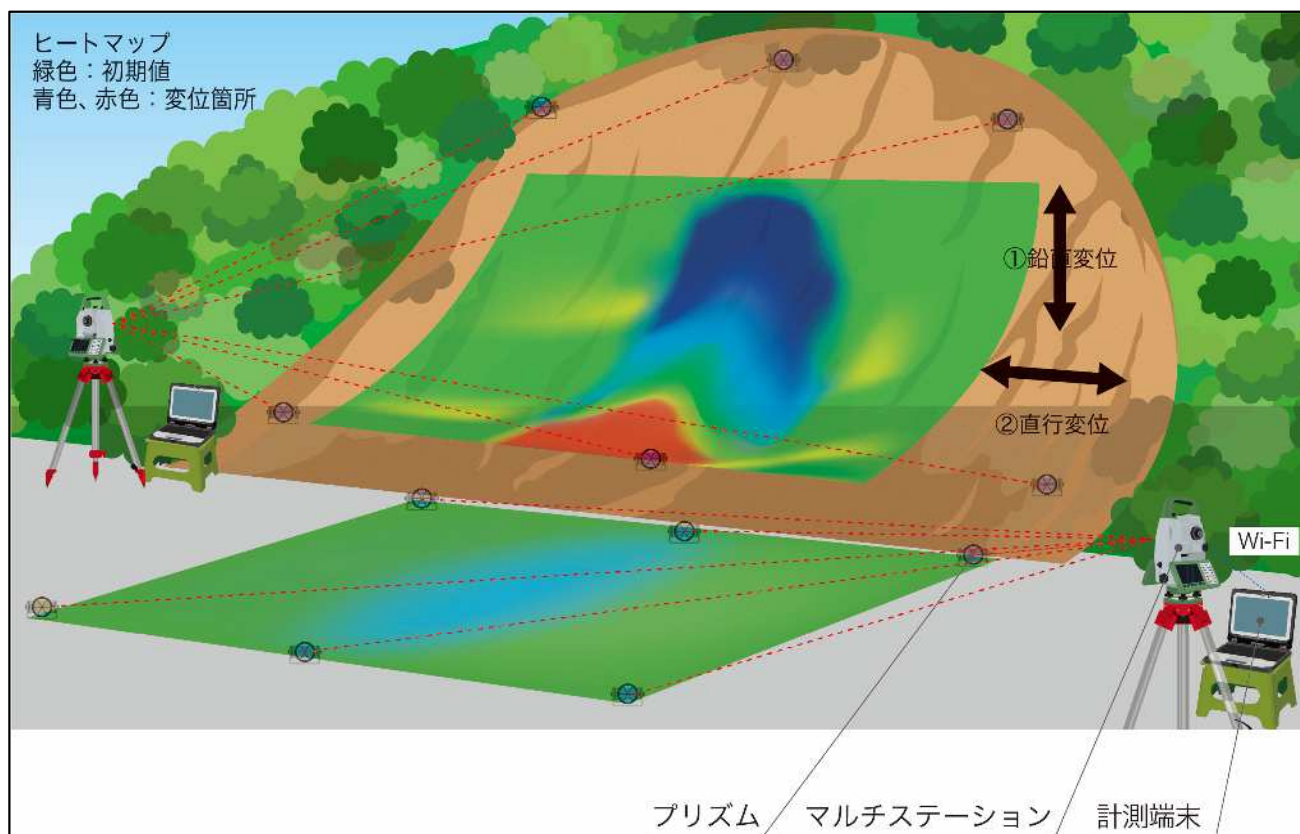
5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	特になし	
	安全面への配慮	—	
	無線等使用における混線等対策	—	
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	—	
	気象条件 （独自に設定した項目）	特になし	
	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（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特になし	
	必要構成人員数	1人（環境により2人）	
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	不要	
	操作場所	測量機設置場所	
	点検費用	—	
	保険の有無、保障範囲、費用	動産保険加入必須	
	自動制御の有無	スケジュールによる自動制御あり	
	利用形態：リース等の入手性	リースのみ	
	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（平日：9時～17時）	
	センシングデバイスの点検	12ヶ月に1回	
	その他		

6. 図面



1. 基本事項

技術番号		計測-7		
技術名		RC床版劣化・損傷検出システム(鉄筋コンクリート内部ひび割れ検出システム)		
	技術バージョン	なし		
開発者		技建開発株式会社 国立大学法人東海国立大学機構		
連絡先等		TEL : 0265-52-0511	E-mail : eigyobu@gkc. co. jp	長野県飯田市北方1313-2
現有台数・基地		1	基地	長野県伊那市下新田3040-1
技術概要		本技術は、橋梁床版を電磁波レーダにより測定したデータを用いて、機械学習分析手法を用いたコンクリート床版内部のひびわれ、土砂化の損傷推定範囲を検出する技術である。		
技術区分	対象部位	上部構造（床版）		
	検出原理	データ形式として、1走査の計測内での整列された位置情報（x, y, zの3次元位置に対応する情報）および位置情報にリンクした電磁波計測情報が含まれた、csv形式にて保存および出力されたデータ。		
	検出項目	コンクリート床版内部のひびわれ、土砂化		

2. 基本諸元

計測機器の構成			計測機器は持たない。
移動装置	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）		—

2. 基本諸元

移動装置	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	—
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	—
	センシングデバイス	-電磁波レーダの推奨される条件 ・使用周波数帯域として、800MHz～3GHzを包括するステップ周波数方式のレーダ機器、または、中心周波数が1.5～2.0GHz程度のインパルス方式のレーダ機器。 ・チャンネルピッチが10cm、または、それ以下のマルチチャンネルのレーダアンテナ。 ・分解能が0.50ns以下の値で取得可能なレーダ機器。
	計測原理	—
	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	—

2. 基本諸元

計測プロセス

計測装置

1. 準備工程

- (1) PCに技術活用に必要なアプリをインストールする。
- (2) 埋設物がない健全なコンクリート試験体を作成し、十分に自然乾燥させた試験体に対して、調査に使用する電磁波レーダ機器で計測しデータの取得を行う。また計測は機器設定を調査使用時と同条件で行う。なお、取得したデータは探査車（電磁波レーダ機器）の基礎データとして、機械学習用入力データを作成する際に活用する。
- (3) 試験体の条件については、幅500mm×長さ800mm×高さ（厚み）200mm以上を推奨とする面的広さと厚みをもつ大きさで、表1に示す配合と同等のコンクリートを使用して作成する。乾燥条件としては、十分に内部まで乾燥した状態の試験体を計測対象とするため、養生期間終了後、屋内で3週間以上の自然乾燥（RH70程度）を行う。

表1 コンクリート配合例

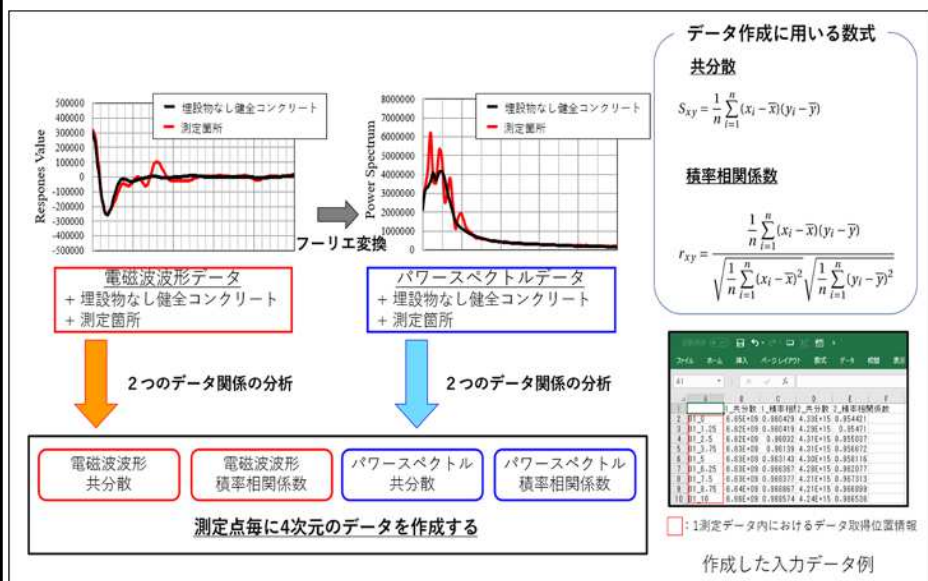
W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
		W	C	S	G	AE (liter/m ³)
57	44.2	161	283	793	1022	2.83

2. データの移行

- (1) 電磁波レーダにより取得した計測データをCSV形式で出力する。
- (2) USB接続可能な電子記憶媒体を用いてレーダ機器からデータを取り出し、解析を行うPCへデータを取り込む。

3. 解析データの作成

- (1) 計測データの内容を確認しデータ内部の配列を変更する（マクロ処理）。データのサイズに応じて多行列データ編集アプリを活用した後マクロ処理を行う。
- (2) 配列を変更したデータを用いて、機械学習ソフト用の入力データを作成する（マクロ処理）。また、入力データについては、探査対象の領域（深さ方向）を指定して作成する。
- (3) マクロ処理による入力データの作成手順については、はじめに埋設物がない健全なコンクリート試験体の電磁波波形データ、測定対象の測定点の電磁波波形データをそれぞれフーリエ変換し、パワースペクトルデータを作成する。次に、電磁波波形データ、パワースペクトルデータそれぞれで、埋設物がない健全なコンクリートのデータと測定対象の測定点のデータの二つのデータを用いて共分散と積率相関係数を算出する。その後、得られた四つのデータを4次元の入力データとして作成する（機械学習の入力データ作成）（図1参照）。
- (4) 計測対象を複数の測線（走査）で計測した場合は、各測線ごとの入力データに名前付けを行い、1つのデータに統合する。



計測装置	計測プロセス	4. 解析・解析結果作成 (1) 機械学習ソフトに作成した入力データを読み込ませ、規定の作業により機械学習ソフトによる分類処理を行う（SOM処理）。この方法により、データ処理方法に基づく一定の分類カテゴリーによるマッピングを次点以降の手順で行い、一定の類似性のあるカテゴリーであるクラスターを自動算出する。また、自動算出による分類結果は、分類データ群ごとにデータをExcelのワークブックとして出力・保存する。 (2) 複数の測線がある場合は、分類結果内のデータをさらに測線ごとに振り分けを行う（マクロ処理）。 (3) 分類結果のデータを用いて、描画アプリに合わせた形式の描画用データを作成する（マクロ処理）。 (4) 描画アプリに描画用データを読み込ませ、解析結果（対象領域の平面分布のコンター）を表示させ、結果を視覚的に確認可能な状態にする（マッピング処理）。 (5) 複数の測線がある場合は、測線ごとの描画結果を結合する。 5. 異常箇所の判定 (1) コンターの分布に規則性がない特定の色の集合の領域を解析結果より選定する。 (2) 楕円（円形）に近い形状の色の集合の領域を解析結果より選定する。 (3) 選定した領域について全体像から分布・分布形状の再確認を行い、異常箇所と判断し報告対象とする。 技術の適用方法（フロー） <pre> graph TD subgraph Stage1 [準備工程／データの移行] A[PC 作業環境構築] --> B{電磁波基礎データ有無} B -- なし --> C[基礎データの取得] C --> D[調査対象のデータ取得 ※対象外] D --> E[計測データ csv形式出力] E --> F[データの移行 電子記録媒体等使用] F --> G[データ配列の調整] end subgraph Stage2 [解析データの作成] G --> H[機械学習入力データ作成] H --> I{調査測線の数} I -- 1本 --> J[入力データの結合] J --> K[機械学習処理の実行 処理結果の保存] end subgraph Stage3 [解析・解析結果作成] K --> L{調査測線の数} L -- 1本 --> M[結果を測線ごと振り分け] M --> N[解析結果出力 コンターの描画] N --> O{調査測線の数} O -- 1本 --> P[解析結果の結合] end subgraph Stage4 [異常箇所の判定] P --> Q[解析結果の分布確認 分布の形状] P --> R[解析結果の分布確認 分布の規則性] Q --> S[異常領域の選定] R --> T[異常領域の選定] S --> U[異常領域の判断・報告] T --> U end </pre>	
		アウトプット	—
		計測頻度	—
		耐久性	—
		動力	—
		連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	—

2. 基本諸元

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	有／無	
	—		
最大可能範囲	検証の有無の記載	有／無	
	—		
運動位置精度	検証の有無の記載	有／無	
	—		

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	計測レンジ (測定範囲)		検証の有無の記載	有／無		
			—			
	感 度	校正方法	—			
		検出性能	検証の有無の記載	有／無		
			—			
		検出感度	検証の有無の記載	有／無		
	—					
	S/N比		検証の有無の記載	有／無		
			—			
	分解能		検証の有無の記載	有／無		
—						
計測精度		検証の有無の記載	有／無	・ 2022年当社での試験結果 ※アスファルトあり ※設計上の模擬試験体でのメッシュ判定と当技術の分析結果でのメッシュ判定の重複したメッシュ数 / メッシュ総数 (7.5cmピッチのため12×13) × 100 (%)		
		模擬ひび割れ試験体における正誤率				
		深度方向	正誤率		摘要	
		境界部周辺	99.4%		アスファルトあり	
		鉄筋周辺	96.2%		アスファルトあり	
		模擬土砂化試験体における正誤率				
		深度方向	正誤率		摘要	
	境界部周辺	94.2%	アスファルトあり			
	鉄筋周辺	96.2%	アスファルトあり			

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	有／無	
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	有／無	
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	有／無	

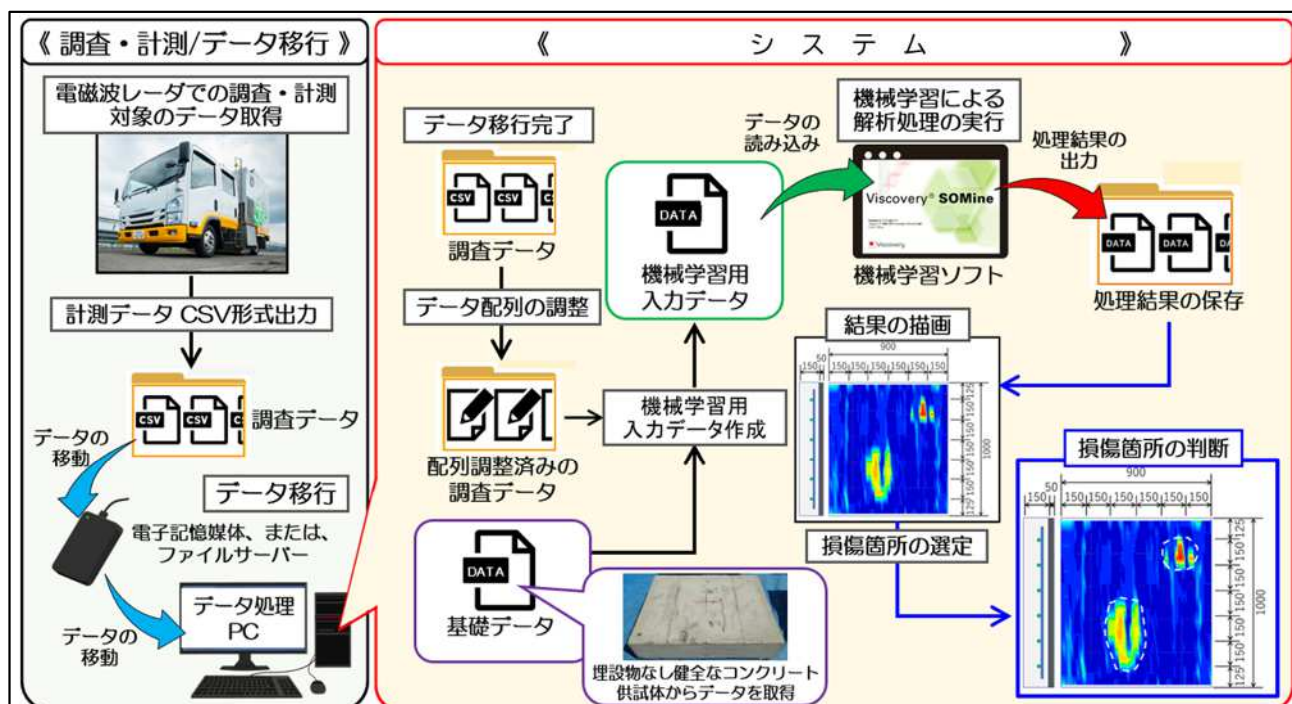
5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	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	—	
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	—	
	気象条件 （独自に設定した項目）	—	
	その他	・ 過去、補修が行われた際に、電磁波を阻害する鋼繊維、炭素繊維を含む補修材が使用されている計測データは、適当な解析結果を得ることが困難である。 ・ 探査車（電磁波 レーダー 機器）が安定した状態で計測を行っていないデータを使用した場合は、適当な解析結果を得ることが困難である。 ・ 路面に流水、滞水、凍結水が見られる状態の計測データは、適当な解析結果を得ること困難である。	

5. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特に必要なし	
	必要構成人員数	解析技術者：1名	
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	
	操作場所	オフィス等	
	点検費用	アスファルト舗装（橋長45.8m、幅員5.3m、舗装厚60mm、面積243㎡） 合計費用135,768円 内訳：解析費、技師C3人 106,800円（R5技術者単価） 機械経費 9,000円 システム使用料 19,968円	現場条件により変動する。年度により技術者単価は変動する。
	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	
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポートあり	
	センシングデバイスの点検	—	
	その他	—	

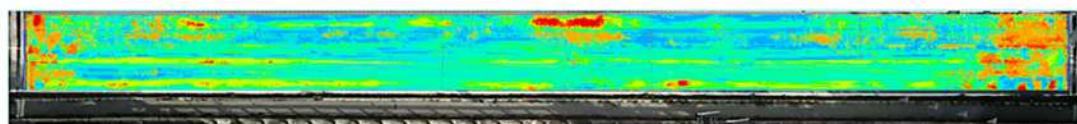
6. 図面



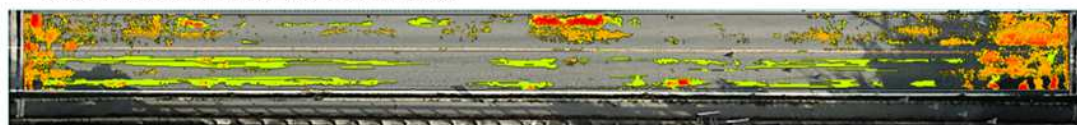
調査対象橋梁の上空視点(オルソ)画像



機械学習処理後の分布画像



損傷予想箇所の分布画像(選定判断後)



1. 基本事項

技術番号		計測-8		
技術名		簡易路面モニタリングシステム		
	技術バージョン	-		2024/3/13
開発者		株式会社リコー		
連絡先等		TEL : 080-3512-8067	E-mail : rims@jp.ricoh.com	担当部署: 社会インフラ事業センター
現有台数・基地		5台	基地	神奈川県海老名市
技術概要		小型のステレオカメラを搭載し、走行しながらの撮影、計測により、路面のひび割れ、路面横断形状(わだち掘れ)、路面縦断形状(平たん性、IRI)を測定することが可能なシステム。従来の測定専用車両を活用した方式に対し、計測装置を小型化し、可搬性を高めたことで、より簡便に一般車両へ搭載できる。また、データ処理において、画像処理AIや3次元復元の自動処理アルゴリズムの活用により、低コストな処理を可能としている。		
技術区分	対象部位	堤防天端		
	検出原理	ステレオカメラ画像、加速度・角加速度、位置座標		
	検出項目	堤防天端のひび割れ、路面縦断形状・横断形状 (舗装点検指標に基づく出力：ひび割れ率、わだち掘れ量、平たん性、IRI※ ※IRI…International Roughness Index)		

2. 基本諸元

計測機器の構成			小型のステレオカメラ、慣性計測センサ、衛星測位センサ、前方撮影カメラを車両に搭載し、走行しながらの撮影、計測を行う。
移動装置	移動原理		四輪自動車（小型自動車・軽自動車）
	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）		－

2. 基本諸元

移動装置	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	車両搭載機器型 ルーフレールを用いて固定する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	機材筐体寸法： W 81cm D 44cm H 33cm
	センシングデバイス	ステレオカメラ、慣性計測センサ、GNSS(デッドレコニング対応)
	計測原理	自然光により照明された被写体をステレオカメラで撮影する。 慣性計測センサにより加速度/各加速度を計測する。 GNSSにより位置計測する。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	濡れている路面、暗所、落ち葉等により被覆された路面は計測適用外
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	自然光不足や暗色被写体による、カメラ画像の輝度不足

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	■計測 ・車両走行中の各ステレオカメラによる路面画像撮影（走行中連続撮影） ・慣性センサによる車両挙動計測（3軸並進加速度、3軸回転角加速度） ・並行して、衛星測位を実施 ■計測後のソフトウェア解析 (1) ひび割れ計測： ・ステレオカメラ撮影画像の結合による路面1車線全幅(4m)・進行方向に連続した輝度画像生成 ・路面画像の0.5mメッシュ分割と、AI処理による各メッシュのひび割れ本数カウント ・本数カウント値の基づくひび割れ率算出 (2) 路面横断形状、わだち掘れ量計測： ・ステレオカメラ撮影画像の視差演算処理による路面点群データ生成 ・1車線全幅方向の点群データ結合・3次元復元処理による路面横断形状データ出力 ・路面横断形状データを用いたわだち掘れ量出力 (3) 路面縦断形状、IRI・平坦性計測： ・ステレオカメラ撮影画像の視差演算処理による路面点群データ生成 ・路面点群データおよび慣性センサデータを用いた、路面縦断形状データ出力 ・路面縦断形状データを用いた、IRI・平坦性出力
	アウトプット	■計測 ・専用撮影計測ソフトウェアによる画像、慣性センサ計測値、測位値の出力(独自フォーマット) ■計測後のソフトウェア解析 ・舗装点検指標に基づく出力：ひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性、IRIの結果一覧表 ・路面画像データ(延長100m単位) ・AIを用いた画像解析によるひび割れ本数カウントデータ ・ステレオカメラ視差演算処理、3次元復元処理による路面横断・縦断形状データ
	計測頻度	1回
	耐久性	－
	動力	汎用バッテリーにより駆動
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	約8時間

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	ラックを用いたマウント
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	－
	データ収集・記録機能	記録メディア(ソリッドステートドライブ)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	汎用バッテリーにより駆動
	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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	有／無	－
	－		
最大可能範囲	検証の有無の記載	有／無	－
	－		
運動位置精度	検証の有無の記載	有／無	－
	－		

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 有／無	-
		幅4.0m	
	感 度	校正方法	-
		検出性能	-
		検出感度	-
	S/N比	検証の有無の記載 有／無	-
	分解能	検証の有無の記載 有／無	-
	計測精度	検証の有無の記載 有／無 ・ 走行距離測定精度：光学測量機による距離の測定値に対し、±0.3%以内の精度である。 ・ ひび割れ：幅1mm以上のひび割れが識別可能な精度である。 ・ わだち掘れ量：横断プロフィルメータによるわだち掘れ深さの測定値に対し、±3mm以内の精度である。 ・ 平坦性：縦断プロフィルメータによる標準偏差の測定値に対し、±30%以内の精度である。	濡れている路面、暗所、落ち葉等により被覆された路面は計測適用外

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	有／無	-
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	有／無	-
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	有／無	-

5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	舗装路等の車両走行可能な環境 但し、高さ制限2.2m以下の場合は進入不可	-
	安全面への配慮	車両運転について、法遵守し安全に行うこと	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	-	-
	気象条件 （独自に設定した項目）	降雨および路面濡れなきこと	-
	その他	昼間のみ計測可能、夜間不可 走行速度60km/h以下にて計測可能	-

5. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特に無し	
	必要構成人員数	自動車運転者 1 名、機器操作者1名	
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	自動車運転者について、自動車運転免許を保有すること	
	操作場所	車両走行可能な箇所	
	点検費用	都度ご相談	
	保険の有無、保障範囲、費用	加入済（動産保険 補償範囲：計測機器）	
	自動制御の有無	無	
	利用形態：リース等の入手性	業務委託もしくは機器レンタル	
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	有り	
	センシングデバイスの点検	自社拠点におけるメンテナンス実施	
	その他	昼間のみ、夜間不可	

6. 図面



車両・機材含む外形寸法： 長さ372cm 幅148cm 高さ222cm

1. 基本事項

技術番号		計測-9			
技術名		車載簡易装置による道路点検システム「GLOCAL-EYEZ」			
		技術バージョン		Ver3. 18	作成：2024年3月
開発者		ニチレキ株式会社 道路エンジニアリング部／株式会社スマートシティ技術研究所／東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻			
連絡先等		TEL：048-961-6321	E-mail：naka.m@nichireki.jp		道路エンジニアリング部 那珂通大
現有台数・基地		10台	基地	〒343-0824 埼玉県越谷市流通団地3-3-1	
技術概要		本技術は、一般車両に車載簡易装置（スマートフォン）を取り付けて、走行しながら車両前方画像と加速度を取得し、舗装点検（ひび割れ、わだち掘れ、IRI）と道路巡視（ポットホール、段差、区画線の摩耗、道路施設の異常）の点検項目を一度に把握する技術である。計測データはクラウドサーバ上でAIにて解析され、インターネット上で解析結果を確認できる。			
技術区分	対象部位	堤防天端部の道路（一般車両が通行可能な道路）			
	検出原理	画像（静止画／動画）、加速度、角速度、位置情報（GPS）			
	検出項目	ひび割れ・わだち掘れ・ポットホール・路面標示のかすれ・道路付属施設：画像解析 IRI・平坦性・段差：加速度、角速度による振動解析			

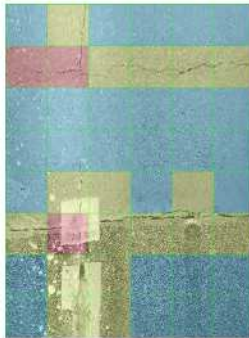
2. 基本諸元

計測機器の構成			車載簡易装置として、スマートフォン（推奨機種：iPhone13以上のiOS端末）と車両搭載用ステーを使用する。
移動装置	移動原理		車載簡易装置（スマートフォン）を車両搭載用ステーを用いて、車両のフロントガラス上部に設置して車両走行しながら計測する
	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）		－

2. 基本諸元

移動装置	動力	動力源：一般車両の動力を使用
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	－
計測装置	設置方法	車両内部のフロントガラスないしリアガラスに、車両搭載用のステーを用いてスマートフォンを取り付ける 
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	・ iPhone15 (幅71.6mm、高さ147.6mm、厚さ7.80mm、重さ171g) ※使用するスマートフォンにより、サイズは異なる ・ 車両搭載用ステー (幅43mm、高さ97mm、厚さ50mm、重さ70g)
	センシングデバイス	内臓カメラ、内臓GPS、内臓加速度センサ
	計測原理	専用アプリケーションをインストールしたスマートフォンで取得した画像（静止画／動画）・加速度・角速度・位置情報（GPS）を、クラウドサーバへアップロードして、サーバ内ソフトウェア（AI）により画像解析、振動解析を行う。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	以下の場合には適応不可 ・ 夜間（画像が鮮明に記録出来ない） ・ 大雨・大雪などの悪天候時（画像が鮮明に記録出来ない） ・ GPS測位が不可能（位置測位が出来ない） ・ 4輪車（2軸車）以外の車両（加速度を使用したIRI計算モデルの適応が不可能） ・ 一般車両が通行できない幅員（走行不可能）
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・ 気象条件（鮮明な画像を得るための周囲の明るさや天候） ・ 衛星測位状況（健全な衛星数5個以上） ・ 計測速度（画像解析：0km/h～60km/h、振動解析：30km/h～60km/h）

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①スマートフォンで専用アプリ（GLOCAL-EYEZ）を起動 ②スマートフォンを車両フロントガラス上部に設置 ③アプリ内で計測開始ボタンを押して計測（走行）し、計測終了ボタン通して計測終了 ④アプリ内で動画から画像を抽出し、自動解析クラウドサーバに画像・加速度等の計測データをアップロード  画像データアップロード AI解析(約1時間) <table border="1"><tr><td>ひび割れ診断区分Ⅰ(損傷レベル小)</td></tr><tr><td>ひび割れ診断区分Ⅱ(損傷レベル中)</td></tr><tr><td>ひび割れ診断区分Ⅲ(損傷レベル大)</td></tr><tr><td>ポットホール発生箇所</td></tr><tr><td>段差発生箇所</td></tr></table>	ひび割れ診断区分Ⅰ(損傷レベル小)	ひび割れ診断区分Ⅱ(損傷レベル中)	ひび割れ診断区分Ⅲ(損傷レベル大)	ポットホール発生箇所	段差発生箇所
	ひび割れ診断区分Ⅰ(損傷レベル小)						
	ひび割れ診断区分Ⅱ(損傷レベル中)						
	ひび割れ診断区分Ⅲ(損傷レベル大)						
ポットホール発生箇所							
段差発生箇所							
アウトプット	クラウドサーバ上でAIが解析した結果を、インターネット上で確認する。  鳥瞰図化による解析 ひび割れ解析  鳥瞰図 変換 						
計測頻度	最小計測回数：1回						
耐久性	—						
動力	内臓バッテリーと外部電源からの給電						
連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	内臓バッテリーのみの場合 3～6時間程度						

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	スマートフォン本体に内蔵
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	－
	データ収集・記録機能	計測時：スマートフォン内部のメモリーに保存 計測後：スマートフォンの通信方法によりクラウドサーバにアップロード
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	スマートフォン通信方式（5G/4G回線、Wi-Fi）
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	パスワードによるログイン機能
	動力	内臓バッテリー
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	スマートフォン機種、データ通信量、通信環境による

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	-
	-		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	-
	-		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	-
	-		

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	計測レンジ (測定範囲)		検証の有無の記載	無		-	
			-				
	感 度	校正方法		-			-
		検出性能	検証の有無の記載	無		-	
			-				
		検出感度	検証の有無の記載	無		-	
	-						
	S/N比		検証の有無の記載	無		-	
			-				
	分解能		検証の有無の記載	無		-	
-							
計測精度		検証の有無の記載	無		-		
		点検支援技術性能カタログ参照 (R5. 03)					

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	画像が鮮明記録出来る天候
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	—
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	—

5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	一般車両が進入可能な道路のみ可能	幅員2.5m以上
	安全面への配慮	－	－
	無線等使用における混線等対策	－	－
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	－	－
	気象条件 （独自に設定した項目）	大雨・大雪など悪天候以外の日中	－
	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（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	自動車運転免許	-
	必要構成人員数	1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	操作場所	車両内	-
	点検費用	①1～5kmあたり：963千円 ②100kmあたり：2,907千円 ③一定期間毎（1ヶ月、1年等）のシステム利用費用（定額プラン） ・1ヶ月：60万円 ・3ヶ月：140万円 ・1年：360万円	①②について 調査費用（内業、外業）、機械経費、諸経費を含む ③について システム利用料のみのため、機器代、計測、報告書作成などの費用は含まれない
	保険の有無、保障範囲、費用	自動車保険（自賠責、任意）	-
	自動制御の有無	なし	-
	利用形態：リース等の入手性	自社機材（調査者所有のスマートフォンも可）	-
	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



1. 基本事項

技術番号		計測-10	
技術名		カメラ内蔵型GNSS測量機を用いた画像処理による座標抽出システム	
	技術バージョン	-	-
開発者		株式会社CSS技術開発 Shanghai Huace Navigation Technology Ltd.	
連絡先等		TEL : 042-373-2100	E-mail : css@css24.jp
現有台数・基地		-	基地 東京都多摩市勾田1251サークビル3F 577 Songying Road, 201706, Shanghai, China
技術概要		カメラが内蔵されたGNSS測量機「i93」を使用し、複数方向から動画を撮影することで自動的に位置情報付きの写真を生成、それらを使用して座標値を抽出することでトータルステーション等を使用せずに測量を行うことができます。 基準点の設置や、プリズム設置を不要とし、加えて作業者1人で作業を行うことが可能となります。 また、対象物から10m以内に接近することができれば測定が可能のため高所や河川内の帯水部など危険個所に接近せず安全な測量作業を行うことができます。	
技術区分	対象部位	堤防（土堤、護岸、鋼矢板護岸、根固工、水制工、高潮堤防、特殊堤、陸閘）、河川構造物（樋門、水門、堰、床止め）、河道などGNSS測量機が使用可能かつ十分な光量が確保でき、対象物から10m以内に接近可能な場所	
	検出原理	GNSS測量と内蔵カメラによる画像解析の組み合わせによる座標値の抽出	
	検出項目	座標データ（X, Y, Z座標値）	

2. 基本諸元

計測機器の構成		GNSS測量機 i93 本体、制御端末 (HCE600)、GNSSポール	
移動装置	移動原理		【人力】本計測機器は、使用者が手に持ち移動しながら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)		－

2. 基本諸元

移動装置	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	5/8インチ型GNSS用ポールの上部に固定する
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	最大外径寸法（GNSSポール設置時）高さ：最大2400mm 直径：Φ152mm 重さ（本体のみ）1.15kg
	センシングデバイス	GNSS、カメラ
	計測原理	GNSSで計測した自己位置に対して、対象物をカメラで撮影し、取得した画像から対象物位置を特定し、座標データを記録する
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	以下の場合は適応不可 ・夜間（対象物が画像に映らないため） ・GNSS測量機が使用不可の場所
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	座標データ：GNSS受信環境（必ずFIX状態であること） 画像：対象物との距離（10m以内であること）、周囲の明るさ、特徴点の有無（土のみの場所や壁一面は不可）

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①GNSS測量機の電源を起動 ②FIXさせる（基準点がある場合は、座標較差を確認することを推奨。必要に応じてローカライゼーションを行う。） ④「ビジュアル測量」を起動 「測量モード」に変更 ⑤撮影開始→終了 ⑥写真から座標付けたい場所を選択 ⑦⑥の作業を複数枚行う ⑧座標に名前を付けて保存
		  
		  
	アウトプット	対象物の座標データ（SIMA、TXTなど）
	計測頻度	1回
	耐久性	2mポールからの落下に耐える耐衝撃性能
	動力	バッテリー
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	最大24時間

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	専用アタッチメントでGNSSポールに設置
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	寸法：224mm×80mm×15.4mm 重さ：345g
	データ収集・記録機能	計測時：内蔵フラッシュメモリ（32GB）に記憶 計測後：制御端末からMicroSDHCまたはUSB-TypeCケーブルにて各種媒体に保存
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	通信方法：有線 通信規格：USB-TypeCケーブル
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	－
	動力	内蔵バッテリー
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	－

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	-
	-		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	-
	-		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	-
	-		

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	計測レンジ (測定範囲)		検証の有無の記載	有	対象物との距離が測定範囲を超えないこと
			対象物より10m以内		
	感 度	校正方法	－		－
		検出性能	検証の有無の記載	無	－
			－		
		検出感度	検証の有無の記載	無	－
	－				
	S/N比		検証の有無の記載	無	－
			－		
	分解能		検証の有無の記載	無	－
－					
計測精度		検証の有無の記載	無	FIX状態で対象物を様々な角度から撮影できる場合に限る	
		計測精度：水平±20mm、垂直±30mm			

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	-
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	-
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無 フルカラー識別可能	-

5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	適用できない範囲 ・ GNSS測量機が使用不可な場所 ・ カメラ性能により対象との距離が10mを超える場合 ・ 特徴点がない場所（土のみや壁一面など）	-
	安全面への配慮	道路上で測定する場合は、第三者や周辺車両との接触事故に注意する必要あり	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	-	-
	気象条件 （独自に設定した項目）	-	-
	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（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	-	-
	必要構成人員数	測定者：1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	操作場所	-	-
	点検費用	<購入の場合> GNSS測量機 i93 180万円/1台 GNSS補正データ使用量 2万円/月 <レンタルの場合> GNSSレンタル料 14万円/月 GNSS補正データ使用料 2万円/月	-
	保険の有無、保障範囲、費用	レンタル品のみ動産保険加入済み（免責保証あり）	
	自動制御の有無	-	-
	利用形態：リース等の入手性	購入もしくはレンタル	
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	不具合内容により国内又はメーカー（国外）修理可能	
	センシングデバイスの点検	GNSS測量機性能確認JSIMA113:2022に基づく点検可能	
	その他	-	-

6. 図面



GNSS測量機「i93」外観（GNSSボールを外した状態）



写真から座標抽出の様子



計測時の様子

実験日時：2024 年 1 月 15 日

実験場所：東京都昭島市宮沢町 3 丁目地先

実験目的：カメラと対象間の精度が保たれる最大距離を確認する

実験方法：基準に対し 90 度の弧を描くように観測し、座標較差を求める。

座標は標定点の中心を抽出する。

点間距離は 5,10,15,20m とし、垂直及び水平に設置した標定点で行う。

実験条件：①基準となる座標はトータルステーションを用いて計測。

②精度の判断基準は GNSS 測量機の RTK 測位の精度と同様の ± 3 cm とする。

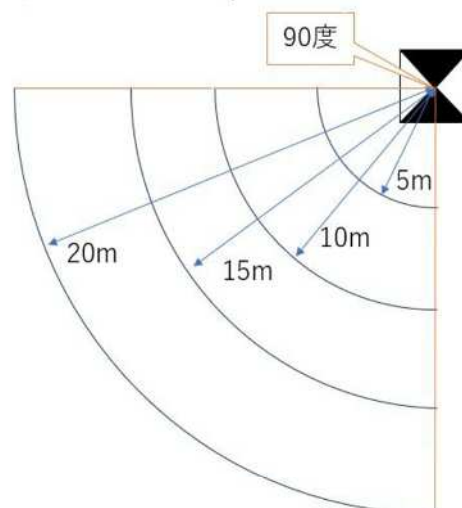


図 1 実験の観測方法概要



図 2 垂直に設置した標定点



図 3 水平に設置した標定点

実験結果

基準値				新技術					
	X	Y	Z	X	Y	Z	水平方向較差	垂直方向較差	3D較差
5m	-42454.278	-33597.508	84.726	-42454.266	-33597.518	84.745	0.016	-0.019	0.025
10m	-42454.278	-33597.508	84.726	-42454.272	-33597.512	84.739	0.007	-0.013	0.015
15m	-42454.278	-33597.508	84.726	-42454.315	-33597.457	84.744	0.063	-0.018	0.066
20m	-42454.278	-33597.508	84.726	-42454.298	-33597.479	84.743	0.035	-0.017	0.039

図4 垂直に設置した標定点の座標較差

基準値				新技術					
	X	Y	Z	X	Y	Z	水平方向較差	垂直方向較差	3D較差
5m	-42454.713	-33598.033	83.272	-42454.705	-33598.039	83.294	0.010	-0.022	0.024
10m	-42454.713	-33598.033	83.272	-42454.710	-33598.033	83.288	0.003	-0.016	0.016
15m	-42454.713	-33598.033	83.272	-42454.757	-33597.984	83.284	0.066	-0.012	0.067
20m	-42454.713	-33598.033	83.272	-	-	-			-

図5 水平に設置した標定点の座標較差

図4、図5は垂直及び水平に設置した標定点の座標較差をまとめたものである。結果としてどちらも最大10mまでは基準内に収まったが、15m以上になると精度にばらつきが出た。また、水平面においては20m離れると写真で標定点の判別が困難となり、座標を抽出することができなかった。

考察

点間距離が長くなるにつれ、写真の画素も荒くなってしまう。よって座標を抽出する作業時に判別が難しくなり、座標にばらつきが生じてしまったと考えられる。

1. 基本事項

技術番号		計測-11		
技術名		RoadManager路面評価		
	技術バージョン	-		作成： 2023年3月
開発者		株式会社アーバンエックステクノロジーズ／バンプレコーダー株式会社		
連絡先等		TEL：080-1619-5594	E-mail：customer-support@urbanx-tech.com	担当部署：プロダクト部
現有台数・基地		-	基地	-
技術概要		RoadManager 路面評価は、「低コストで路面性状調査と同等の評価を実施したい道路管理者」向けの「路面性状の評価を行うサービス」です。測定専用車両を使わずに、スマートフォン等で取得した動画と加速度データから国が指定している指標（ひび割れ率、IRI、MCI）で簡易的な評価を行います。		
技術区分	対象部位	堤防天端部道路（一般車両が通行可能な道路）		
	検出原理	動画像/加速度		
	検出項目	カメラによる画像解析/加速度センサー/座標位置		

2. 基本諸元

計測機器の構成			「専用アプリをインストールしたデバイス（スマートフォン）」を任意の車両に取り付け使用する。
移動装置	移動原理		【車両型】 /スマートフォンを車両のフロントガラス上部等に設置して車両走行しながら計測する。
	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）		約 W76.6×H162.9×D8.9mm、重量 約212g（Google Pixel7Pro の場合。使用スマートフォンによる）

2. 基本諸元

移動装置	動力	スマートフォンの内蔵バッテリー、または車両シガーソケットからの給電を使用する。
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	4時間程度（推奨スマートフォン機種を使用した場合）
計測装置	設置方法	スマートフォンを任意の車両のフロントガラス上部等に固定設置する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	約 W76.6×H162.9×D8.9mm、重量 約212g (Google Pixel7Pro の場合。使用スマートフォンによる)
	センシングデバイス	スマートフォン
	計測原理	ひび割れ率：動画像から3次元再構成を行い、カメラ姿勢推定・路面の鳥瞰図を生成する。路面上のひび割れをAIで検出して、路面の区間内のひび割れ率を算出する。 IRI：加速度データから車両特性を推定し、推定した特性に基づいて加速度データからIRIの算出を行う。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	下記以外の条件。 ・雨天など路面が濡れた状態 ・夜間など周囲の環境が暗すぎる、もしくは明るすぎる場合。 ・山間部などGPS精度が低い場合。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	下記以外の条件。 ・雨天など路面が濡れた状態 ・夜間など周囲の環境が暗すぎる、もしくは明るすぎる場合。 ・山間部などGPS精度が低い場合。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①車両のフロントガラス上部等にスマートフォンを設置する。 ②スマートフォンにインストールした専用アプリを起動する。 ③専用アプリで撮影・計測を開始する。 ④専用アプリでの撮影・計測を停止する。
	アウトプット	・各路線 指定区間長ごとのひび割れ率・IRI・MCIのデータ一覧（ExcelまたはCSV形式） ・ひび割れ率・MCIの段階評価の色分けによる路線図（jpegまたはPDF形式）※オプションサービス ・ひび割れ率・IRI・MCIのデータのGIS可視化用データ（shapeファイル形式）※オプションサービス ・路面評価報告書（各路線のひび割れ率・IRI・MCIの割合のグラフなど、従来の報告書に近いものを作成）※オプションサービス
	計測頻度	最小計測回数：1回
	耐久性	－
	動力	スマートフォンの内蔵バッテリーまたはシガーソケットからの給電を使用する。
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	4時間程度（推奨スマートフォン機種を使用した場合）

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	車両のフロントガラス上部にスマートフォンを設置する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	約 W76.6×H162.9×D8.9mm、重量 約212g (Google Pixel7Pro の場合。使用スマートフォンによる)
	データ収集・記録機能	スマートフォンの内部ストレージ等に保存する。
	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	スマートフォンの内蔵バッテリーまたはシガーソケットからの給電を使用する。
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	4時間程度（推奨スマートフォン機種を使用した場合）

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	-
	-		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	-
	-		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	-
	-		

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 無	-
		使用するAndroidスマートフォンに依存する。	
	感 度	校正方法	-
		検出性能	-
		検出感度	-
	S/N比	検証の有無の記載 無	-
		-	
	分解能	検証の有無の記載 無	-
		-	
	計測精度	検証の有無の記載 無	-
		・ ひび割れ率：幅1mm以上のひび割れが識別可能な精度である。 ・ IRI：±15%（最大 最小）（GPS測位精度による区間ずれによる変動分を含む）	

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	-
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	-
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載	無	-

5. 留意事項（その1）

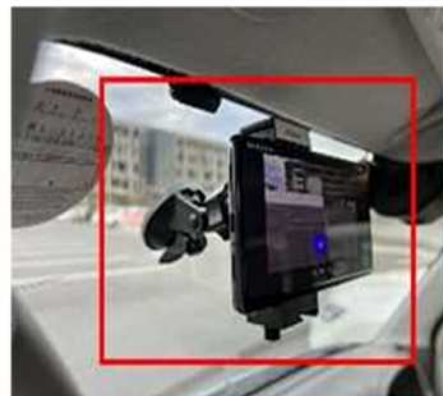
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	－	－
	安全面への配慮	－	－
	無線等使用における混線等対策	－	
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	－	－
	気象条件 （独自に設定した項目）	0° C～35° C車内の設置箇所付近が高温の場合、スマートフォンが正常に動作しない可能性がある。	－
	その他	日中に計測する必要がある。	－

5. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特になし	-
	必要構成人員数	操作1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	特になし	-
	操作場所	特になし	-
	点検費用	基本解析料金 700,000円 〜/100km （但し、オプションサービス、サポート費用については別途料金発生） ※解析距離等により価格は変動	-
	保険の有無、保障範囲、費用	無償のスマートフォン保証サービス有り	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態：リース等の入手性	自社機材	-
	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	-	-
	その他	①特許状況：特開2024-013788 プログラム、方法、システム、道路マップ、および道路マップの作成方法 株式会社アーバンエックステクノロジーズ ②気象条件：：夜間・雨天時は使用を避ける。車内の設置箇所付近が高温になる場合は使用を避ける ③作業条件：なし ④適用できない条件：雨天など路面が濡れた状態。夜間など周囲の環境が暗すぎる、もしくは明るすぎる場合。山間部などGPS精度が低い場合。	-

6. 図面

専用アプリがインストールされたスマートフォンを、フロントガラス上部の運転席側もしくは助手席側 車両側面付近に設置する。



1. 基本事項

技術番号		計測-12		
技術名		巡視業務の高度化を実現する技術（インフラパトロール）		
	技術バージョン			作成：2025年2月
開発者		首都高技術株式会社		
連絡先等		TEL：03-3578-5757	E-mail：info@shutoko-eng.jp	
現有台数・基地		100台	基地	東京都港区虎ノ門3-10-11 虎ノ門PFビル
技術概要		本技術は、時刻等を有する画像（動画）を取得し、リアルタイムストリーミング映像の配信や、保存した画像（動画）を活用するシステムであり、本技術の活用により従来は車上などからデジタルカメラで画像（静止画）を撮影していた巡視業務を高度化、効率化することができる。		
技術区分	対象部位	堤防（土提、護岸）、道路（管理用通路）		
	検出原理	画像（静止画／動画）、加速度、位置情報（GPS）、赤外線温度、画像AI		
	検出項目	・堤防（土提）：沈下、隆起、はらみ、陥没、不陸、法崩れ、裸地、小動物の穴 ・堤防（護岸）：沈下、隆起、はらみ、損傷、ブロック脱落、摩耗 ・道路（管理用通路）：ひびわれ、ポットホール、段差、落下物、附属施設の損傷、路面温度		

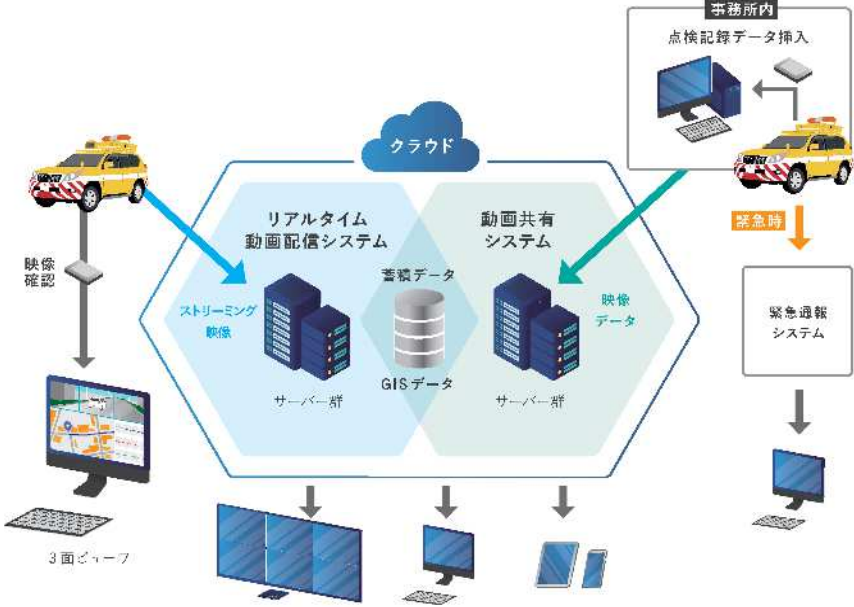
2. 基本諸元

計測機器の構成			・標準として、車載カメラ、車載器、リモコンスイッチ、GPS。 ・小型カメラ（ウェアラブルカメラ）、スマートフォンとの連携も可能。
移動装置	移動原理		・車載カメラをルーフやフロントガラス上部に設置して車両走行しながら計測。
	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）		－

2. 基本諸元

移動装置	動力	・ 車両の動力を使用。
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	－
計測装置	設置方法	・ 車両のヒューズ電源もしくはシガーソケットより車載器に電源を供給。 ・ 車外カメラはルーフレールに固定、車内カメラはフロントガラスに固定。 ・ 小型カメラ（ウェアラブルカメラ）、スマートフォンの場合は、市販のステーを用いてフロントガラスに固定。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	(車載器) ・ 外形寸法：幅 178 × 高さ 50 × 奥行 198 (mm) ・ 重量：1.2kg
	センシングデバイス	・ カメラ、GPS、車載器内臓加速度センサ、非接触赤外線温度センサ
	計測原理	・ カメラで撮影した画像（動画）の画像フレーム間に、時刻・位置・加速度センサ等の情報を格納し、リアルタイムでインターネットを通じて画面に表示。 ・ GIS情報と格納した画像（動画）情報をもとに、地図上の任意の位置や時刻情報から画像（動画）を検索、比較、再生。 ・ 取得した画像（動画）、加速度、位置情報（GPS）、路面温度を、クラウドサーバへアップロード、サーバ内ソフトウェア（AI）により画像解析を行う。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	①自然条件 ・ 全天候型 ・ 気象条件に応じカメラにワイパーを取付けるなどのカスタマイズが可能。 ②現場条件 ・ 車載カメラを利用する場合は、車両（普通車～大型車・バス等も可）の通行が可能であること。 ・ 必要に応じて、管理路線のGIS情報の整備を行う。 ・ 単眼カメラ撮影範囲は幅10m程度。 ・ 3面カメラの撮影範囲は幅30m程度。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・ 荒天や照度不足により現場の状況が目視できない場合。 ・ 照度が確保されない場合、損傷の自動検知は困難。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①車両のエンジンを始動、エンジンと連動して車載器が起動。 ②カメラで撮影した画像（動画）の画像フレーム間に、時刻・位置・センサ等の情報を自動で格納。 ③クラウドにアップロードされた画像（動画）等は、インターネットを通じて地図情報よりリアルタイムで配信される。 ④異常が発見された際は、リモコンスイッチを発報することで発報より10秒程度遡った画像（動画）がクラウドにアップロードされ報告書が自動で作成される。 ⑤時刻・位置・加速度センサ等を有する画像（動画）や赤外線温度センサが計測した路面温度が車載器の外部媒体に常時記録される。 ⑥クラウドにアップロードされた画像（動画）情報をもとに、地図上の任意の位置や時刻情報から画像（動画）を再生。時刻、位置、センサ情報より画像（動画）検索や比較、解析等を行う。 
	アウトプット	・撮影した画像（動画）、加速度、路面温度をインターネット上で確認する。 ・リモコンスイッチで発報された画像（動画）より自動作成された報告書をインターネット上で確認する。 ・クラウドサーバ上でAIが解析した結果を、インターネット上で確認する。
	計測頻度	・車両のエンジン始動時は常時記録
	耐久性	-
	動力	・車載器：外部電源からの給電 ・小型カメラ（ウェアラブルカメラ）・スマートフォン：内臓バッテリー
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	・小型カメラ（ウェアラブルカメラ）・スマートフォン：3～6時間程度

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	・車載器に有線でカメラ、リモコンスイッチを接続。 ・車載器は車内の安定した場所に固定。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	(車載器) ・外形寸法：幅 178 × 高さ 50 × 奥行 198 (mm) ・重量：1.2kg
	データ収集・記録機能	・計測時：LTE通信によりクラウドにアップロード ・計測後：記録メディア（SSD）に保存されたデータをインターネットを通じてクラウドにアップロード
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	・通信規格：LTE回線 ・認証方式：IMSI認証 ・暗号化方式：ストリーミング暗号方式
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	・パスワードによるログイン機能。
	動力	・車両のヒューズ電源もしくはシガーソケットより車載器の電源を供給。
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	・データの通信・アップロード環境による。

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	-
	-		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	-
	-		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	-
	-		

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	計測レンジ (測定範囲)		検証の有無の記載		無	-	
			-				
	感 度	校正方法		-			-
		検出性能		検証の有無の記載		無	-
				-			
		検出感度		検証の有無の記載		無	-
	-						
	S/N比		検証の有無の記載		無	-	
			-				
	分解能		検証の有無の記載		無	-	
-							
計測精度		検証の有無の記載		有	-		
		・ 点検支援技術性能カタログ参照 No. PA020003-V0022					

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	有	・ 解析用の画像（動画）を取得する場合は画像が鮮明に記録できる天候
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	—
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	—

5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	・点検用車両（普通車～大型車・バス等も可）の通行が可能であること。	
	安全面への配慮	－	
	無線等使用における混線等対策	・無線機のアンテナや無線機より車載器やケーブルを遠ざけて配置する。 ・カメラにシールドを施す。	
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ） （独自に設定した項目）	－	
	気象条件 （独自に設定した項目）	・荒天や照度不足により現場の状況が目視できない場合や照度が確保されない場合、損傷の自動検知は困難。	
	その他	－	

5. 留意事項（その2）

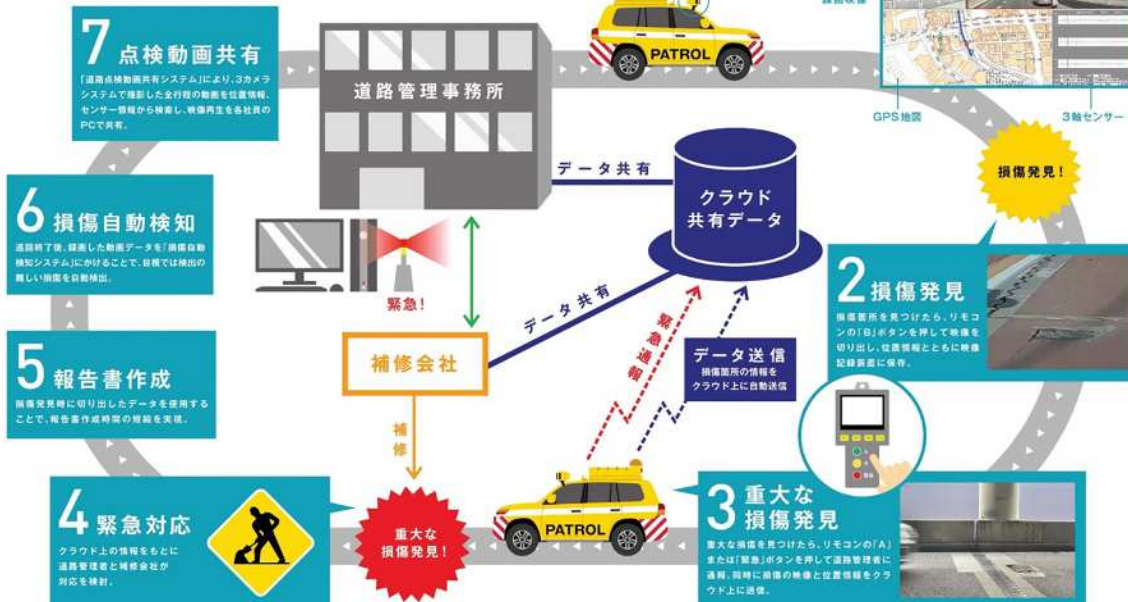
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	自動車運転免許	
	必要構成人員数	1名	
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	無	
	操作場所	車両内	
	点検費用	（システムリース費用） ・映像配信用カメラ1台（車内） ・クラウド2TB、PC一式 ・映像アップロード用の回線は別途 ・270万円/年（税別）※概算	
	保険の有無、保障範囲、費用	自動車保険（自賠責、任意）	
	自動制御の有無	自律制御無	
	利用形態：リース等の入手性	自社機材	
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポート制あり	
	センシングデバイスの点検	常時連続して稼働している場合は、半年に1回程度の点検（稼働状況確認）を推奨	
	その他	-	

6. 図面

InfraPatrol[®] インフラパトロール

もっと安心できる、安全な道路であるために。
これからの道路管理業務を変える、画期的な巡回点検システム。

パトロールカーに搭載した高画質録画システムにより、日々の道路点検業務をより効率的かつ迅速に、さらに、損傷を認識し、自動検知する画期的なシステムが、日夜では検出の難しい損傷を検出。安全・安心な道路づくりに貢献します。

インフラパトロール[®]の概要

車両運行業務を映像の力で支援するシステム

- パトロール車両に搭載したカメラの映像に、位置情報と時刻などを連携させ『映像データ』を作成
- 作成された映像データは、クラウドを介していつでもどこでも閲覧・情報共有することが出来る
(ウェブブラウザを用いるためソフト等のインストールは不要)

インフラパトロール メイン3機能
リアルタイム動画配信

- ・現在の現場映像を情報共有
- ・常時、位置情報の共有
- ・現在の路面温度を情報共有



緊急通報

- ・異常発見時の情報共有
- ・報告書の自動作成
- ・運転日報の自動作成



日々の蓄積映像

- ・エンジン稼働中は常時フルHD映像を記録
- ・蓄積した映像の閲覧・情報共有
- ・注意喚起必要内容を地図上に表示 (付箋機能)



- 車載カメラにより撮影した動画映像をクラウドへアップロードし、位置情報又は計測時刻等を関連付けした動画映像を簡単に検索・抽出し、インターネット経由で閲覧できる機能 (※ウェアラブルカメラも利用可)
- エンジン稼働中は常時フルHD映像を記録
- 映像と位置情報や時刻を連携させることで、膨大なデータから必要な映像を簡単に検索

1. 基本事項

技術番号		計測-13		
技術名		コンパクトで脱着可能な可搬型MMS（簡易MMS N-QUICK）		
	技術バージョン	初版		作成：2020年4月
開発者		中日本航空株式会社 調査測量事業本部		
連絡先等		TEL：0568-28-4851	E-mail：ysenda@nnk.co.jp	
現有台数・基地		5台	基地	愛知県西春日井郡豊山町
技術概要		脱着可能なMMS（モバイルマッピングシステム）を所有する車に取り付けて、堤防道路を走行することで、堤防周辺の三次元データ（およびカメラ動画）を取得する技術。システムをレンタルし、堤防管理者が自らが計測できる簡便性により、三次元データの整備を推進する。また、パトロール車に取り付けることで、定常的にデータを収集することが可能となる。高頻度な計測により、堤防整備の進捗や圧密・変形の把握に役立つ。		
技術区分	対象部位	堤防天端、堤体		
	検出原理	GNSS/IMUとレーザーによる三次元点群		
	検出項目	三次元点群座標による堤防高管理（計画との比較） 2時期の点群の差分による変化（沈下や崩れの把握）		

2. 基本諸元

計測機器の構成			車両に取り付けるMMSは、GNSS/IMU、レーザースキャナ、カメラ、PCで構成される。インターネットに接続し、自己位置に関するGNSS補正情報を受信し、RTK処理によって高精度な位置姿勢情報を取得する。さらにレーザーの三次元座標を即時計算し、堤防周辺の三次元座標をSSDに保存する。
移動装置	移動原理		【接触型】計測装置を自動車に搭載し、走行しながら三次元データを取得する。
	運動制御機構	通信	—
		測位	RTK-GNSSとIMUによる位置姿勢情報、レーザーによる測距データを統合した三次元データ、（その他、カメラ動画）
		自律機能	—
		衝突回避機能 (飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量		車両屋根に搭載するセンサーヘッドは、W200mm×L200mm×H200mm, 3kg 車両内に設置するPCはW200mm×L300mm×H150mm
搭載可能容量 (分離構造の場合)		—	

2. 基本諸元

移動装置	動力	一般的な乗用車（ガソリン、EVなど）
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	－
計測装置	設置方法	車両にルーフキャリアまたはマグネット式アタッチメントを取り付け、センサーヘッドを取り付ける。
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）	車両屋根に搭載するセンサーヘッドは、W200mm×L200mm×H200mm, 3kg
	センシングデバイス	GNSS/IMU、レーザー、カメラ
	計測原理	自己位置に関するGNSS補正情報を受信し、RTK処理によって高精度な位置姿勢情報を取得する。さらにレーザーの三次元座標を即時計算し、堤防周辺の三次元座標をSSDに保存する。
	計測の適用条件 （計測原理に照らした適用条件）	以下の場合は適応不可 ・雨天（レーザーが反射されずに欠測） ・衛星測位ができない高架下など ・車両が走行できない場所（台車などに乗せ換える場合は可）
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	衛星測位状況 携帯電話の通信環境

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①車両にセンサーを設置する。 ②システムを起動し、レーザーやGNSS/IMUが作動する（自動）。 ③補正情報がインターネット経由で取得され、測位計算が行われる（自動）。 ④車両を走行させ周辺の三次元データを面的に計測し、保存する（自動）。 ⑤衛星測位状況が悪い区間は、提供する後処理ソフトで精度を向上させる。 図 
	アウトプット	LAS形式（点群データ）
	計測頻度	—
	耐久性	防滴（降雨に耐えるのでシステムを車両の屋根に搭載したままでよい）
	動力	車両の電源（シガーソケット）もしくはモバイルバッテリーを利用
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	7－8時間程度（オペレータによる操作不要）

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	車両に設置したPCに外付けSSDを取り付ける
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	車両内に設置するPCはW200mm×L300mm×H150mm
	データ収集・記録機能	車両に設置したPCで即時処理された三次元データ及びカメラ動画は外付けSSDに保存される。
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	SSDのフォーマットはNTFS
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	PCをインターネットに接続するための携帯通信はモバイル端末に準じる
	動力	車両の電源（シガーソケット）もしくはモバイルバッテリーを利用
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	システムの通電時間（バッテリーの場合は7,8時間）の連続収集

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	—
	—		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	—
	—		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	—
	—		

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 無 最大到達距離は80m。 精度や取得点密度を鑑みて30-40mに制限 をして運用する。	レーザーの反射が十分で、対象物へ照 射される場合。対象が雨で濡れたり、 障害物で遮蔽されると範囲が狭くなる。
	校正方法	—	—
	感 度	検証の有無の記載 無 検出性能 レーザー一点群の間隔は4cm程度	—
		検証の有無の記載 無 検出感度 —	—
	S/N比	検証の有無の記載 無 —	—
	分解能	検証の有無の記載 無 —	—
	計測精度	検証の有無の記載 無 点群の測量精度 絶対精度10cm 相対位置5cm	GNSS測位が良く、RTKがFIX解の場合

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 無 一般車両の走行速度は10～80km/h。 台車を使用する場合は4km/h程度。	—
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※ 有／無 点群の測量精度 絶対精度10cm 相対位置5cm	GNSS測位が良く、RTKがFIX解の場合
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※ 無 —	—

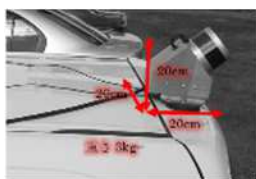
5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	センサーを取り付けた車両が走行する道路があること。	—
	安全面への配慮	—	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	—	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	レーザーが正確に対象物を測定するために、濡れていないこと。	雨天は欠落やノイズが発生するため測量目的の場合は避ける。
	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（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特になし	—
	必要構成人員数	1名（自動車の運転手）	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	なし	自動車を使用する場合は自動車免許
	操作場所	なし（操作不要）	—
	点検費用	・機材購入：保守費60万円/年 ・レンタル：当社が実施。	—
	保険の有無、保障範囲、費用	・機材購入：動産保険を推奨 ・レンタル：当社で動産保険に加入。	事故による故障、盗難など
	自動制御の有無	なし	—
	利用形態：リース等の入手性	購入品またはレンタルを選択可能	—
	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	キャリブレーションサイトで機器・パラメータの点検をお勧めする	—
	その他	—	—

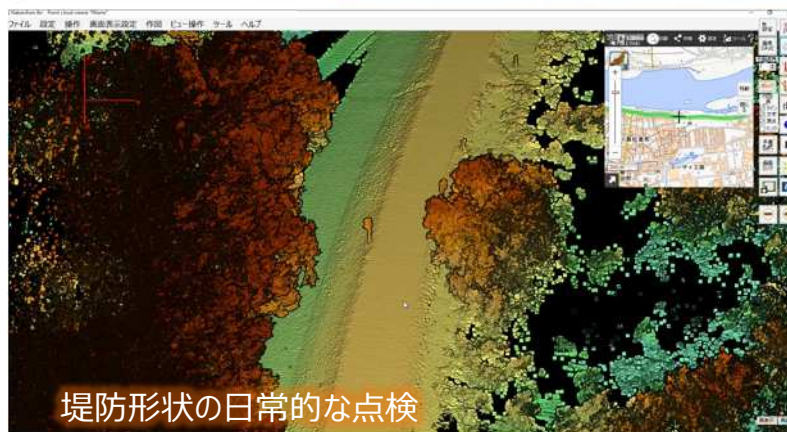
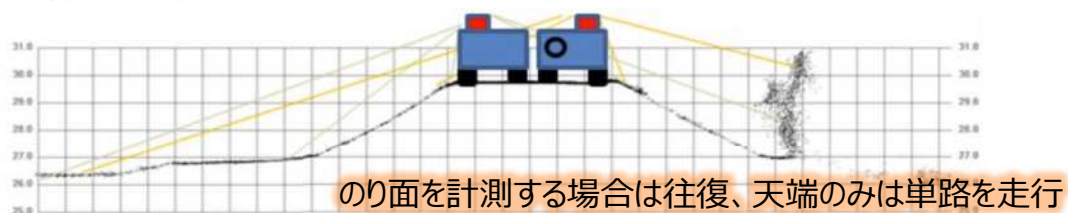
6. 図面



【コンテナサイズ】
53×38×33cm
重さ11kg



コンパクトで脱着可能なシステム



1. 基本事項

技術番号		計測-14		
技術名		地中変位計「ShapeArray CLOUD」（シェイプアレイクラウド）		
	技術バージョン			
開発者		株式会社GRIFY／エコモット株式会社／新川電機株式会社		
連絡先等		TEL：0120-985-368	E-mail：cst-info@griffy.co.jp	株式会社GRIFY 企画部
現有台数・基地		（注文生産）	基地	
技術概要		・当該技術の特徴 当該技術は、一定間隔ごとに3軸重力加速度センサを搭載した、ロープ状の地中変位計（ShapeArray：略称SAA）により、三次元（X,Y,Z）かつmm単位の高精度で変位挙動を自動計測し、計測データをクラウドサーバー上で可視化する技術である。 SAAは鉛直設置／水平設置／曲面設置が可能であり、様々なユースケースに対応する。 ・計測の原理やプロセス ボーリング孔にガイド管を設置しガイド管内に計測区間長に対応したSAAを設置。250mm～1,000mm間隔で計測された変位量をSAAに有線接続した専用のデータ収集・通信装置（LTE回線使用）を介して、クラウドサーバーへ収集（最短で30分間隔でのデータ収集が可能）。計測結果はクラウド上の専用Webサイトで表示し、遠隔地からの閲覧が可能となる。 ・計測結果の活用 河川管理者や現場責任者は、いつでもどこでも当該現場用のWebサイトから可視化された計測データを閲覧することができ、対象部位の変位挙動を把握することが可能であるとともに、予め管理基準値を設定することにより、異常変位を観測した場合にはメール等でアラートを受信することが可能となる。		
技術区分	対象部位	地中に鉛直設置することで、地盤内の連続的な変位量の収集が可能であり、軟弱地盤上の堤防変位のモニタリングなどに適用可能。加えて水平設置による地盤や河川構造物の縦断的な隆起沈下変位、管路構造物でのアーチ状設置による内空変位や沈下のモニタリングにも活用できる。 モニタリング適用例： 土堤の法崩れ、隆起/沈下。護岸（鋼矢板等）の変位。水路内の内空変位。河川区域全体の隆起/沈下。		
	検出原理	3軸重力加速度センサ搭載の地中変位計を鉛直方向／水平方向／アーチ状（曲面）に設置し、重力方向に対する傾斜角を計算し、計測区間長（セグメント長）を乗じて、各関節座標を算出。 各関節座標値の時間変化から変位量を算出する。		
	検出項目	・変位量（3軸方向：鉛直設置、2軸方向：水平設置、曲面設置）		

2. 基本諸元

計測機器の構成		・ 本計測システムは移動装置と計測装置が一体構造であり、計測装置であるSAAを対象箇所に固定し計測を行うものである。また、SAAで計測したデータは有線で接続されたデータ収集・通信装置によって、LTE回線を介してクラウドサーバーに転送される。																													
移動装置	移動原理		【据置型】 ・ 本計測システムは対象箇所に計測装置であるSAAを固定して計測を行うものである。																												
	運動制御機構	通信	対象外																												
		測位	対象外																												
		自律機能	対象外																												
		衝突回避機能（飛行型のみ）	対象外																												
	外形寸法・重量		・ 移動装置と計測装置が一体構造であり、計測装置であるSAAは外径20mm、各モデルの長さは下記の通り。																												
			<table><tr><th>SAA モデル名</th><th>測定間隔 （セグメント長さ）</th><th>最大長さ</th><th>対応する 設置方法</th><th>備考</th></tr><tr><td>SAAV250</td><td>250mm</td><td>50m</td><td>鉛直設置・水平設置・曲面設置</td><td>小径の内空変位計測に最適（※曲面設置は最大長さ30mを推奨、設置可能な最小半径は1m）</td></tr><tr><td>SAAV500</td><td>500mm</td><td>150m</td><td>鉛直設置・水平設置・曲面設置</td><td>3種類の設置方法に対応（※曲面設置は最大長さ30mを推奨、設置可能な最小半径は3m）</td></tr><tr><td>SAAX1000</td><td>1000mm</td><td>200m</td><td>水平設置専用</td><td>広範囲の沈下計測に適している</td></tr><tr><td>SAAV EXTEND</td><td>500mm, 610mm (24インチ)</td><td>150m</td><td>鉛直設置専用</td><td>連結して長さ変更が可能</td></tr></table>				SAA モデル名	測定間隔 （セグメント長さ）	最大長さ	対応する 設置方法	備考	SAAV250	250mm	50m	鉛直設置・水平設置・曲面設置	小径の内空変位計測に最適（※曲面設置は最大長さ30mを推奨、設置可能な最小半径は1m）	SAAV500	500mm	150m	鉛直設置・水平設置・曲面設置	3種類の設置方法に対応（※曲面設置は最大長さ30mを推奨、設置可能な最小半径は3m）	SAAX1000	1000mm	200m	水平設置専用	広範囲の沈下計測に適している	SAAV EXTEND	500mm, 610mm (24インチ)	150m	鉛直設置専用	連結して長さ変更が可能
			SAA モデル名	測定間隔 （セグメント長さ）	最大長さ	対応する 設置方法	備考																								
			SAAV250	250mm	50m	鉛直設置・水平設置・曲面設置	小径の内空変位計測に最適（※曲面設置は最大長さ30mを推奨、設置可能な最小半径は1m）																								
			SAAV500	500mm	150m	鉛直設置・水平設置・曲面設置	3種類の設置方法に対応（※曲面設置は最大長さ30mを推奨、設置可能な最小半径は3m）																								
SAAX1000	1000mm	200m	水平設置専用	広範囲の沈下計測に適している																											
SAAV EXTEND	500mm, 610mm (24インチ)	150m	鉛直設置専用	連結して長さ変更が可能																											
・ 重量は下記の通り。																															
<table><tr><th>SAA モデル名</th><th>長さ</th><th>重量</th></tr><tr><td>SAAV250</td><td>－</td><td>0.2 [kg/セグメント]</td></tr><tr><td rowspan="2">SAAV500</td><td>≦ 全長90m</td><td>0.2 [kg/セグメント]</td></tr><tr><td>全長90m <</td><td>0.3 [kg/セグメント]</td></tr><tr><td rowspan="2">SAAX1000</td><td>≦ 全長144m</td><td>1.0 [kg/セグメント]</td></tr><tr><td>全長144m <</td><td>1.1 [kg/セグメント]</td></tr><tr><td rowspan="2">SAAV EXTEND</td><td>≦ ベースアレイの全長90m</td><td>0.2 [kg/セグメント]</td></tr><tr><td>ベースアレイの全長90m < 及びリフトアレイ全て</td><td>0.3 [kg/セグメント]</td></tr></table>				SAA モデル名	長さ	重量	SAAV250	－	0.2 [kg/セグメント]	SAAV500	≦ 全長90m	0.2 [kg/セグメント]	全長90m <	0.3 [kg/セグメント]	SAAX1000	≦ 全長144m	1.0 [kg/セグメント]	全長144m <	1.1 [kg/セグメント]	SAAV EXTEND	≦ ベースアレイの全長90m	0.2 [kg/セグメント]	ベースアレイの全長90m < 及びリフトアレイ全て	0.3 [kg/セグメント]							
SAA モデル名	長さ	重量																													
SAAV250	－	0.2 [kg/セグメント]																													
SAAV500	≦ 全長90m	0.2 [kg/セグメント]																													
	全長90m <	0.3 [kg/セグメント]																													
SAAX1000	≦ 全長144m	1.0 [kg/セグメント]																													
	全長144m <	1.1 [kg/セグメント]																													
SAAV EXTEND	≦ ベースアレイの全長90m	0.2 [kg/セグメント]																													
	ベースアレイの全長90m < 及びリフトアレイ全て	0.3 [kg/セグメント]																													
搭載可能容量（分離構造の場合）		対象外																													

2. 基本諸元

移動装置	動力	対象外
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	対象外
計測装置	設置方法	・鉛直設置 地中変位計をガイド管の内側に沿ってジグザグに接するように最深部まで挿入し固定する。内径27mmのガイド管を使用する場合、ガイド管の先端付近(地表面側)でイモネジ等をガイド管の外側から差し込むことで地中変位計を固定する。内径47～100mmのガイド管内に設置する場合は、専用のコンプレッションクランプを使用して固定する。 ・水平設置 地中変位計をガイド管に挿入し、ガイド管の先端付近でイモネジ等をガイド管の外側から差し込むことで地中変位計を固定する。メーカー推奨のガイド管内径は49mm。 ・曲面設置 設置にはクランプを使用し、地中変位計のセグメントを壁面に沿って順番に固定していく。クランプは地中変位計の各関節から約5cm離れた場所に設置する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	移動装置の外形寸法・重量を参照
	センシングデバイス	3軸MEMS重力加速度計
	計測原理	・MEMS重力加速度センサにより、重力方向に対する傾斜角を計算する。各セグメントの傾斜角に対して、計測区間長(セグメント長)を乗じ、各関節座標を算出する。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	・地中変位計にトルクをかけるような動作はしてはいけない。 →ガイド管に地中変位計を挿入する時、ねじりながら挿入してはいけない。 →ガイド管に入れた地中変位計に対して、ねじるような力を加えてはいけない。 ・SAAXを設置する時、各セグメントは水平に対して±30度以内で設置しなければならない ・SAAVを垂直設置する時、各セグメントは垂直に対して±60度以内に設置しなければならない。 ・SAAVを曲面設置する時、SAAの全長は同じ垂直平面(10度未満)に設置しなければならない。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・直射日光の様な急激な温度変化は誤差を与える要因になるため、屋外に設置する時は現場の状況に応じて断熱材を使用する必要がある。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①SAAを計測箇所固定後、給電し計測を開始する。 ②各セグメントの傾斜角に対して、計測区間長（セグメント長）を乗じて、各関節座標を算出する。 ③この際、各セグメントに内蔵された温度計により 温度補正値を出力し各関節座標に反映させる。また各セグメント内に内蔵された小型マイクロプロセッサにより、通信制御並びにノイズ低減のための平均処理を行う。 ④SAAで計測したデータを有線で接続されたデータ収集・通信装置によって、LTE回線を介してクラウドサーバーに転送する。 ⑤計測結果はクラウド上の専用Webサイトで表示し、PC・タブレットにより遠隔地からの閲覧が可能。各関節の座標値の時間変化を見ることで、初期設置時からの変位量を算出する。
	アウトプット	・計測された三軸方向の変位量は、計測日時とわせてWeb管理画面上に表形式で表示される。必要に応じてCSVファイルでの出力が可能。あわせて2Dグラフ・3Dグラフにより可視化が可能であり、1～7日前の同時刻データとの重ね合わせ表示を行うことができる。
	計測頻度	・計測頻度は最短で30分に1回
	耐久性	200m耐水压、最大引張強度：225kgf
	動力	（下記のどちらかを選択） ソーラーパネル及びバッテリーより供給。 商用電源を準備できる場合は、ACチャージャー（100VAC → 18VDC）により供給。
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	（例） SAAV500 10m 1本、計測頻度は30分に1回の場合 ・約3日（バッテリー残量80%） ・約8日（バッテリー残量50%） 上記はソーラーパネルが発電していない状態の持続時間。 12V 12Ahのバッテリー、20Wソーラーパネルを使用。 連続稼働時間は地中変位計の長さ、及び本数によって異なる。 なお、連続して稼働させる場合、2～3年ごとにバッテリーの交換が必要

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	・計測装置に有線で接続し、接続金具により単管にデータ収集・通信装置を固定する。 ・有線接続にあたっては専用有線ケーブルを使用。標準は15mだが最大1kmまで延長が可能。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	・データ収集・通信装置：最大外形寸法（40cm×34cm×20cm）、最大重量（約10kg）
	データ収集・記録機能	・計測機器のデータ収集・通信装置から、計測したデータをLTE回線経由でクラウドサーバーへ収集。
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	・通信方法・キャリア：LTE（ドコモ） ・通信距離：制限なし ・計測からデータ収集までの時間：数十秒～数分 (SAAの延長や計測開始からの経過日時、データ収集・通信装置を設置した箇所の通信環境により前後あり)
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	・TLSによる暗号通信をサポートした計測データ収集サーバーとデータ収集・通信装置内のロガーが通信を行う。（LTE通信網を利用）
	動力	(下記のどちらかを選択) ・ソーラー電源装置のバッテリーより供給 ・商用電源100Vにより供給
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	(例) SAAV500 10m 1本、計測頻度は30分に1回の場合 ・約3日(バッテリー残量80%) ・約8日(バッテリー残量50%) 上記はソーラーパネルが発電していない状態の持続時間。 12V 12Ahのバッテリー、20Wソーラーパネルを使用。 連続稼働時間は地中変位計の長さ、及び本数によって異なる。 なお、連続して稼働させる場合、2～3年ごとにバッテリーの交換が必要

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	—
	対象外		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	—
	対象外		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	—
	対象外		

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 無 鉛直設置：垂直に対して±60度以内の変位 水平設置：水平に対して±30度以内の変位	—
	校正方法	—	—
	感 度	検証の有無の記載 無 検出性能	—
		検証の有無の記載 無 検出感度	—
	S/N比	検証の有無の記載 無 未検証	—
	分解能	検証の有無の記載 無 0.01mm	—
	計測精度	検証の有無の記載 有 計測試験用のSAAを安定した岩盤内に固定し、1ヶ月経過後に測定された変位量を4回確認し、測定誤差を検証。 ・初期値からの変位の測定誤差は約±1.5mm(32mのSAAの場合) ・測定誤差はSAAの長さの平方根に比例する	—

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	—
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	—
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	—

5. 留意事項（その1）

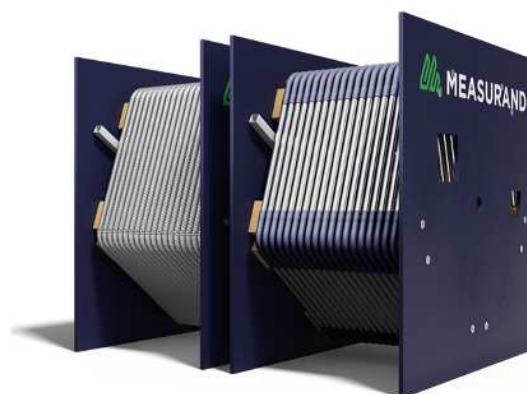
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	通信装置のアンテナは、出来るだけ見通しの良い高い場所に設置しておく必要がある。	携帯通信回線の通信状況について、現地調査を行うこと
	安全面への配慮	データ収集装置の収納箱には、一般人が開けられないよう鍵を掛けること。	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	対象外	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	—	—
	その他	—	—

5. 留意事項（その2）

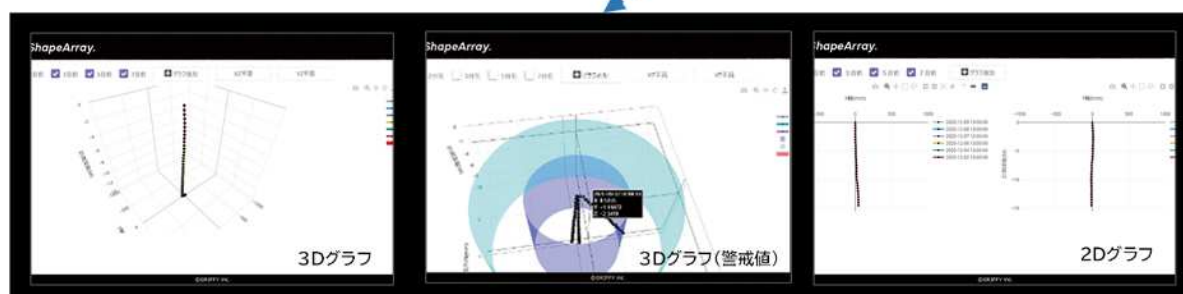
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特に無し	—
	必要構成人員数	設置時：現場責任者1人、作業員2人 合計3名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	特に無し	—
	操作場所	特に無し	—
	点検費用	180日利用時（計測は期間中連続して実施） 約860万円 ※計測対象は地表面から10mまで（鉛直方向） ※計測対象箇所は1箇所 ※計測間隔は50cm	計測箇所数、計測対象区間の延長、計測期間により変動する
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していないため、利用者が任意に保険加入	—
	自動制御の有無	原則自動計測	—
	利用形態：リース等の入手性	購入品のみ	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	原則、有償にてサポート	—
	センシングデバイスの点検	原則メンテナンスフリー	—
	その他	特に無し	—

6. 図面

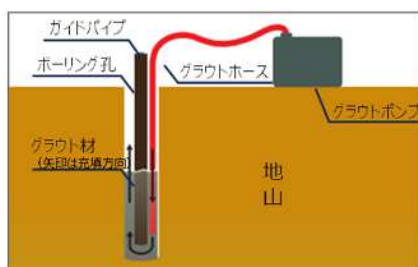
【ShapeArray（シェイプアレイ）外観・収納時】



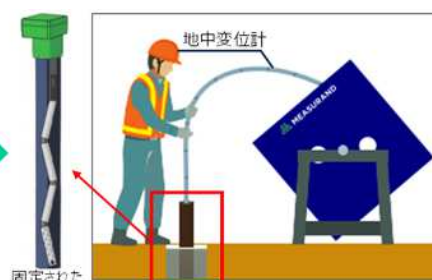
【システム概要】



【設置手順】



- ① 所要の深さまでボーリング削孔
- ② ガイドパイプと地山との隙間を問詰めするため、グラウトホースを最深处まで挿入し、ポンプによりグラウトを充填する
- ③ 地中変位計をガイドパイプの内側に沿ってジグザグに接するよう最深处まで挿入し固定



- ⑤ データ伝送用ロガーに給電(図はソーラー電源利用時)し、PC/タブレットにより計測データを確認



1. 基本事項

技術番号		計測-15		
技術名		コンクリートの塩害状況迅速診断システム		
	技術バージョン	-		-
開発者		国土防災技術株式会社		
連絡先等		TEL : 03-3432-3546	E-mail : to-ozaki@jce.co.jp	事業本部環境事業 部地盤環境事業課
現有台数・基地		2台	基地	〒960-0112福島県福島市南矢野目字清水前34番地12 試験研究所
技術概要		本技術は、自動試料微粉碎装置と蛍光X線分析法を組み合わせたコンクリートの塩害状況診断システムである。従来は、手動粉碎と電位差滴定法で対応していた。本技術の活用により、試料粉碎と塩化物イオン濃度測定時間が短縮できるため、施工性の向上と工程の短縮が図れる。		
技術区分	対象部位	鉄筋コンクリート構造物		
	検出原理	蛍光X線分析装置：エネルギー分散型蛍光X線分析法		
	検出項目	塩化物イオン濃度		

2. 基本諸元

計測機器の構成			自動粉碎装置により試料を微粉碎し、蛍光X線分析装置により塩化物イオン濃度の定量分析を行う。
移動装置	移動原理		自動粉碎装置：据置 蛍光X線分析装置：据置、人力
	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		作業スペース：W2.0m×D2.0m
	搭載可能容量 (分離構造の場合)		－

2. 基本諸元

移動装置	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	水平が保たれた安定面に設置する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	作業スペース：W2.0m×D2.0m
	センシングデバイス	自動粉碎装置、蛍光X線分析装置
	計測原理	蛍光X線分析装置：エネルギー分散型蛍光X線分析法
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	自然条件：温度：5～27℃、湿度：20～80% 現場条件：作業スペースW2.0m×D2.0m（風雨の影響を受けないこと）
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・ JISで規格化された方法とは異なるため、精度確認のため一部検体（全検体数の5%程度）についてはJIS法も併用し、得られる分析値の相互関係を把握する必要がある。 ・ 十分な分析精度を担保するために、検体は75μm以下に粉碎する。汗による試料の汚染（コンタミネーション）を防ぐため、試料を取り扱う際には手袋を着用する。 ・ 使用機器は高温多湿など、金属の腐食が進行する環境下での保管は避ける。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①試料を自動粉碎装置により75μm以下に粉碎 ②試料を専用容器に封入 ③蛍光X線分析法により塩化物イオン濃度を測定
	アウトプット	データ：csv
	計測頻度	測定開始前に1回（蛍光X線エネルギー較正のため）
	耐久性	防水・防塵機能なし
	動力	AC電源
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	－

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	蛍光X線分析装置と操作用PCを有線で接続する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	作業スペース：W2.0m×D2.0m
	データ収集・記録機能	操作用PCの専用ソフトにより、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)	通信方法：有線
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	－
	動力	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)	－

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	-
	-		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	-
	-		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	-
	-		

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	計測レンジ (測定範囲)		検証の有無の記載 無 塩化物イオン濃度0.1kg/m3まで測定が可能。	試料を75 μ m以下に粉砕することで、測定値のばらつきが小さくなり、精度向上が図れる。
	感 度	校正方法	測定開始前に校正用試料を使用し、蛍光X線強度の確認を行う。	—
		検出性能	検証の有無の記載 無 —	—
		検出感度	検証の有無の記載 無 最低検出濃度：0.1kg/m3	試料を75 μ m以下に粉砕することで、測定値のばらつきが小さくなり、精度向上が図れる。
	S/N比		検証の有無の記載 無 —	—
	分解能		検証の有無の記載 無 —	—
	計測精度		検証の有無の記載 有 従来技術である電位差滴定法と比較し、 $R^2=0.90$ 以上であることを確認した。 (NETIS登録番号：KT-230335-Aを参照)	試料を75 μ m以下に粉砕することで、測定値のばらつきが小さくなり、精度向上が図れる。

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	無	－
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	－
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	無	－

5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	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	-	-
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	-	-
	気象条件 （独自に設定した項目）	-	-
	その他	-	-

5. 留意事項（その2）

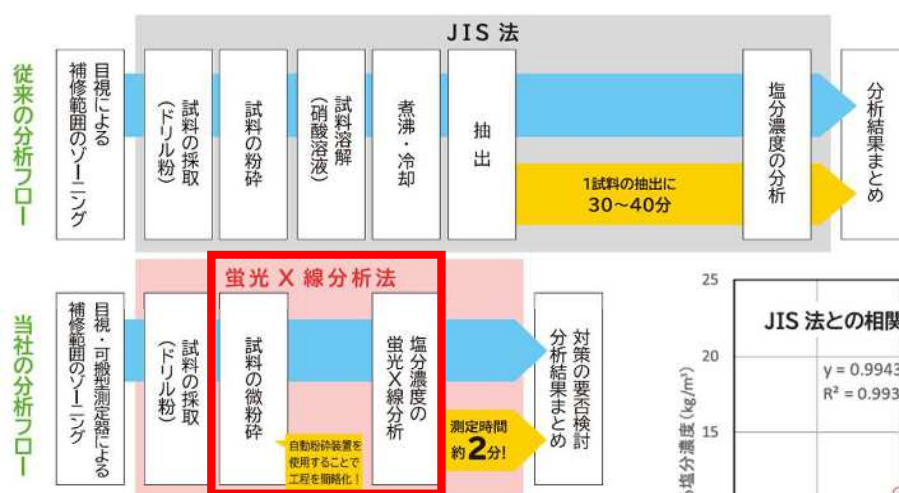
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	－	－
	必要構成人員数	操作：2名	－
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	3か月につき1.3mSvを超える恐れのある区域は、X線作業主任者を選任しなければならない。	－
	操作場所	3か月につき1.3mSvを超える恐れのある区域は、管理区域の設定が必要。	蛍光X線分析装置の導入には、労働基準監督署への届出が必要。
	点検費用	－	－
	保険の有無、保障範囲、費用	－	－
	自動制御の有無	－	－
	利用形態：リース等の入手性	－	－
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	－	－
	センシングデバイスの点検	蛍光X線分析装置は、適切なタイミング（定期検査、移動後）に装置校正を行う。	－
	その他	－	－

6. 図面

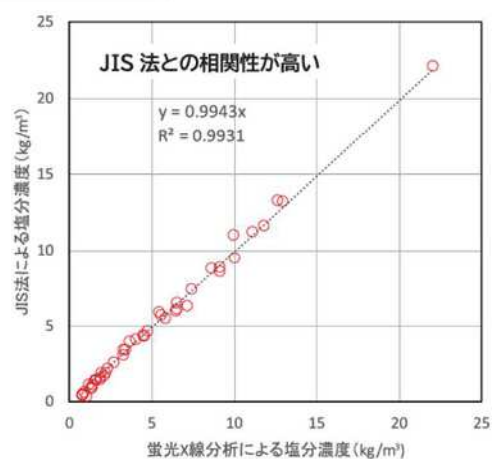
分析フロー



本技術の対象範囲



本技術の対象範囲



JIS法との相関性を示すグラフ

従来技術との精度比較

1. 基本事項

技術番号		計測-16		
技術名		床版劣化状況把握技術（スケルカビューＤＸ）		
	技術バージョン	バージョン1		作成：2025年2月
開発者		ジオ・サーチ株式会社		
連絡先等		TEL：03-5710-0200	E-mail：skeleka-bp@geosearch.co.jp	減災事業本部・松田幸太
現有台数・基地		7台	基地	・東京都大田区（本社）、北海道札幌市（北海道事務所）、宮城県仙台市（東北事務所）、愛知県名古屋市（中部事務所）、大阪府大阪市（大阪事務所）、福岡県福岡市（九州事務所）
技術概要		電磁波レーダを搭載した車両を用いて、一般交通の中で走行しながら路面に電磁波を送信し、反射信号の特徴に基づきコンクリート床版内部の劣化を検出する非破壊検査技術である。		
技術区分	対象部位	橋梁床版		
	検出原理	電磁波		
	検出項目	床版内部の劣化（土砂化・滞水）		

2. 基本諸元

計測機器の構成		本計測機器は探査車に地中レーダ装置を搭載し、床版内部に送信された電磁波の反射応答を捉えてデータ取得を行うものである。また、走行位置確認のためのGPSや路面および周辺状況写真を撮影する装置も搭載している。移動装置と計測装置は一体構造となっており取得したレーダデータ及び位置情報、撮影映像は車載されているPCに記録される。	
移動装置	移動原理		【接触型】 計測装置の地中レーダ装置を車両後方下部に設置し、地中レーダ装置から電磁波を床版に送信し非破壊による調査を行うものである。移動装置と計測装置は一体となっており、電磁波の反射応答値は車載しているPCに記録される。
	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		一体構造（移動装置＋計測装置）： 回送時：最大外形寸法（長さ6590mm×幅2000mm×高さ2660mm）、最大重量（4525kgf） 測定時：最大外形寸法（長さ6590mm×幅2040mm×高さ2660mm）、最大重量（4525kgf）
搭載可能容量 (分離構造の場合)		－	

2. 基本諸元

移動装置	動力	・ 内燃機関式 ・ 燃料の種類：軽油 ・ 総排気量又は定格出力：2.99L
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	－
計測装置	設置方法	・ 移動装置と一体的な構造
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	－
	センシングデバイス	・ 地中レーダ 有効探査幅：200cm
	計測原理	地中に送信された電磁波が、電気的特性（誘電率ϵ_rおよび導電率σなど）の異なる物質（埋設物や空洞）の境界で反射波を生じる性質を利用して、探査を行うものである。 計測原理は下図に示すとおりである。 送信アンテナから地中に向けて電磁波を発信して、地中の反射対象物から反射される電磁波を送信アンテナと並列された受信アンテナにて受信して、地中からの反射波を捉える。送信アンテナから発信されたタイミングと反射波が受信されるタイミングの時間差からアンテナからの距離（深さ）を算出する。 算出式については次式で表される。 $D(m) = V(m/s) \times T(s) / 2$ $V(m/s) = C(m/s) / \sqrt{\epsilon_r}$ $D(m)$：異物の深さ $V(m/s)$：対象物の電波の伝播速度 $T(s)$：入射波と反射波の時間差 $C(m/s)$：真空中における電波の伝播速度（$3 \times 10^8 m/s$） $\sqrt{\epsilon_r}$：地盤の比誘電率（通常、誘電率と称す）
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	・ 電磁波が透過しない状況ではデータ取得ができないため路面に滞水や積雪がない状態での計測が必要である。 ・ 床版上面に鋼板、炭素繊維、鋼繊維コンクリートなどマイクロ波が透過しない材料を使用していないこと。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・ アンテナ部と路面との離隔が大きくなるほど電磁波の反射応答の減衰が生じるので解析が難しくなる場合がある。 ・ 外来電波（違法無線）による干渉ノイズの影響。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①地中レーダ装置から床版に向けて電磁波を送信し、反射応答を捉えたデータを取得する。 ②上記地中レーダと同期してGNSS、路面の映像の撮影および周辺の映像を撮影した画像を収録装置に記録する。
	アウトプット	地中レーダデータ ・ GNSSデータ ・ 路面映像画像 ・ 周辺映像画像
	計測頻度	－
	耐久性	－
	動力	・ バッテリーなどの仮設電源は不要。・ 移動装置に搭載しているバッテリー電源より供給。（移動装置の動力により発生する電力で充電される）
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	移動装置の動力稼働中は連続稼働が可能。

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	移動装置と一体的な構造
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	－
	データ収集・記録機能	車載PC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	・ バッテリーなどの仮設電源は不要 ・ 移動装置に搭載しているバッテリー電源より供給。（移動装置の動力により発生する電力で充電される）
	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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	有／無	-
	-	-	
最大可能範囲	検証の有無の記載	有／無	-
	-	-	
運動位置精度	検証の有無の記載	有／無	-
	-	-	

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 有／無	-
		-	
	感度	校正方法	-
		検出性能	-
		検出感度	-
		S/N比	-
	分解能	検証の有無の記載 有／無	-
		・取得ピッチ： 深さ方向、橋軸方向、幅員方向 (0.8、3.0、10.0) cm	
	計測精度	検証の有無の記載 有／無 ①正解率：81% ②劣化適合率：56% ③劣化再現率：38% ④健全適合率：85% ⑤健全再現率：92% ※指標の説明 ① 正解率：検証面積のうち、正解していた面積の割合 ② 劣化適合率：電磁波レーダの劣化判定面積のうち、実際に劣化していた面積の割合 ③ 劣化再現率：実際の劣化面積のうち、電磁波レーダで劣化と判定した面積の割合 ④ 健全適合率：電磁波レーダの健全判定面積のうち、実際に健全だった面積の割合 ⑤ 健全再現率：実際の健全面積のうち、電磁波レーダで健全と判定した面積の割合	・路面に滞水や積雪がない状態であること。 ・床版上面に鋼板、炭素繊維、鋼繊維コンクリートなど電磁波が透過しない材料を使用していないこと。

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 有／無 ・ 計測速度（最大）：80km/h	-
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※ 有／無 ・ 位置精度： ・ 橋軸方向±0.5m ・ 幅員方向±0.5m	・ 道路線形が直線であること。 ・ 一定幅員の本線であること。 ・ 橋梁一般図等の基礎資料があること。
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※ 有／無 -	-

5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時 現場条件	周辺条件	幅員3m以上必要	端部は、走行時 に機材の接触の危険があるため、50cm程度測定不可。
	安全面への配慮	計測中は回転灯と電光表示板を点灯して周囲への注意喚起を行う	－
	無線等使用における混線等対策	－	－
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	－	－
	気象条件 （独自に設定した項目）	・ 電磁波が透過しない状況ではデータ取得ができないため、路面に滞水や積雪がない状態であること。	－
	その他	・ 鋼繊維コンクリートにより上面増厚した橋梁やサンドイッチ床版 は適用不可。 ・ 小型探査車も保有	－

5. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	-	-
	必要構成人員数	運転手1人、操作1人、補助員1人合計3名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	普通自動車第一種運転	-
	操作場所	操作場所：車両内	-
	点検費用	・床版上部コンクリート300㎡（計測幅3m×延長50m×2車線）の健全性判定 ①打合せ・協議：55,200円/式（直接費用） ②計画準備：56,630円/式（直接費用） ③車両型計測機材によるデータ取得：287,468円/日（直接調査費用） ④データ処理～カルテ作成（直接費用） ⑤報告書作成：89,750円/式（直接費用） ・記載床版上部コンクリート300㎡の健全性判定のために受注からカルテ作成までにかかる最小の直接費用は以下の通り。 529,423円（=①55,200円+②56,630円+③287,468円+④40,375円+⑤89,750円）	・成果品：診断カルテ図 ・左記は参考価格。直接費用のみ。 ・令和5年度技術者単価。
	保険の有無、保障範囲、費用	車両に関わる保険（自賠責保険、任意保険）に加入	-
	自動制御の有無	自動制御無	-
	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	サポート体制あり	-
	センシングデバイスの点検	日常点検 ①頻度：調査前 ②点検方法：動作確認 検定 ①頻度：1年おき ②点検方法：テストフィールド及び専用治具による性能維持の確認	-
	その他		-

6. 図面

寸法



装置



1. 基本事項

技術番号		計測-17		
技術名		RC床版劣化・損傷検出システム(鉄筋コンクリート内部ひび割れ検出システム)		
	技術バージョン	なし		
開発者		技建開発株式会社 国立大学法人東海国立大学機構		
連絡先等		TEL : 0265-52-0511	E-mail : eigyobu@gkc. co. jp	長野県飯田市北方1313-2
現有台数・基地		1	基地	長野県伊那市下新田3040-1
技術概要		本技術は、橋梁床版を電磁波レーダにより測定したデータを用いて、機械学習分析手法を用いたコンクリート床版内部のひびわれ、土砂化の損傷推定範囲を検出する技術である。		
技術区分	対象部位	上部構造（床版）		
	検出原理	データ形式として、1走査の計測内での整列された位置情報（x, y, zの3次元位置に対応する情報）および位置情報にリンクした電磁波計測情報が含まれた、csv形式にて保存および出力されたデータ。		
	検出項目	コンクリート床版内部のひびわれ、土砂化		

2. 基本諸元

計測機器の構成			計測機器は持たない。
移動装置	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)		—

2. 基本諸元

移動装置	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	—
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	—
	センシングデバイス	-電磁波レーダの推奨される条件 ・使用周波数帯域として、800MHz～3GHzを包括するステップ周波数方式のレーダ機器、または、中心周波数が1.5～2.0GHz程度のインパルス方式のレーダ機器。 ・チャンネルピッチが10cm、または、それ以下のマルチチャンネルのレーダアンテナ。 ・分解能が0.50ns以下の値で取得可能なレーダ機器。
	計測原理	—
	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	—

2. 基本諸元

計測プロセス

計測装置

1. 準備工程

- (1) PCに技術活用に必要なアプリをインストールする。
- (2) 埋設物がない健全なコンクリート試験体を作成し、十分に自然乾燥させた試験体に対して、調査に使用する電磁波レーダ機器で計測しデータの取得を行う。また計測は機器設定を調査使用時と同条件で行う。なお、取得したデータは探査車（電磁波レーダ機器）の基礎データとして、機械学習用入力データを作成する際に活用する。
- (3) 試験体の条件については、幅500mm×長さ800mm×高さ（厚み）200mm以上を推奨とする面的広さと厚みをもつ大きさで、表1に示す配合と同等のコンクリートを使用して作成する。乾燥条件としては、十分に内部まで乾燥した状態の試験体を計測対象とするため、養生期間終了後、屋内で3週間以上の自然乾燥（RH70程度）を行う。

表1 コンクリート配合例

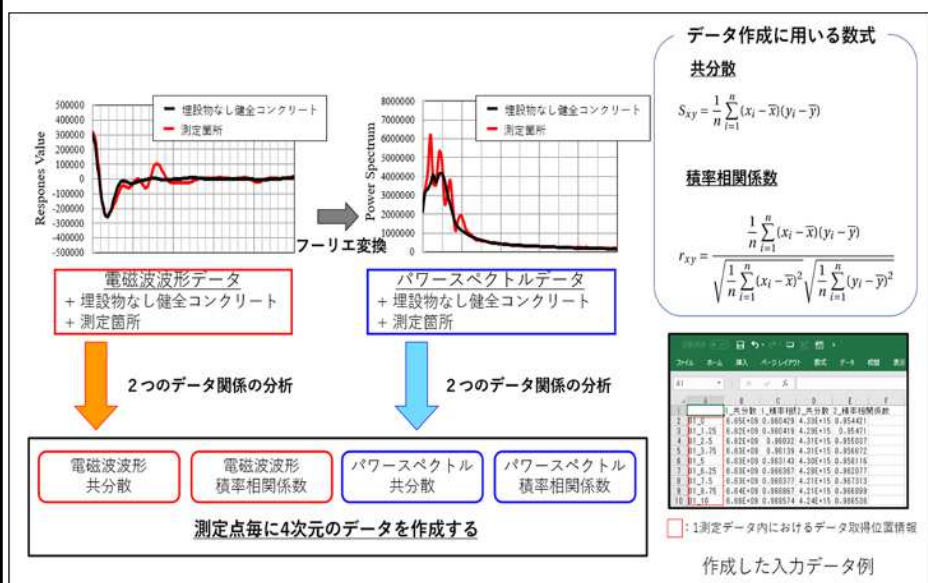
W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
		W	C	S	G	AE (liter/m ³)
57	44.2	161	283	793	1022	2.83

2. データの移行

- (1) 電磁波レーダにより取得した計測データをCSV形式で出力する。
- (2) USB接続可能な電子記憶媒体を用いてレーダ機器からデータを取り出し、解析を行うPCへデータを取り込む。

3. 解析データの作成

- (1) 計測データの内容を確認しデータ内部の配列を変更する（マクロ処理）。データのサイズに応じて多行列データ編集アプリを活用した後マクロ処理を行う。
- (2) 配列を変更したデータを用いて、機械学習ソフト用の入力データを作成する（マクロ処理）。また、入力データについては、探査対象の領域（深さ方向）を指定して作成する。
- (3) マクロ処理による入力データの作成手順については、はじめに埋設物がない健全なコンクリート試験体の電磁波波形データ、測定対象の測定点の電磁波波形データをそれぞれフーリエ変換し、パワースペクトルデータを作成する。次に、電磁波波形データ、パワースペクトルデータそれぞれで、埋設物がない健全なコンクリートのデータと測定対象の測定点のデータの二つのデータを用いて共分散と積率相関係数を算出する。その後、得られた四つのデータを4次元の入力データとして作成する（機械学習の入力データ作成）（図1参照）。
- (4) 計測対象を複数の測線（走査）で計測した場合は、各測線ごとの入力データに名前付けを行い、1つのデータに統合する。



計測装置	計測プロセス	4. 解析・解析結果作成 (1)機械学習ソフトに作成した入力データを読み込ませ、規定の作業により機械学習ソフトによる分類処理を行う（SOM処理）。この方法により、データ処理方法に基づく一定の分類カテゴリーによるマッピングを次点以降の手順で行い、一定の類似性のあるカテゴリーであるクラスターを自動算出する。また、自動算出による分類結果は、分類データ群ごとにデータをExcelのワークブックとして出力・保存する。 (2)複数の測線がある場合は、分類結果内のデータをさらに測線ごとに振り分けを行う（マクロ処理）。 (3)分類結果のデータを用いて、描画アプリに合わせた形式の描画用データを作成する（マクロ処理）。 (4)描画アプリに描画用データを読み込ませ、解析結果（対象領域の平面分布のコンター）を表示させ、結果を視覚的に確認可能な状態にする（マッピング処理）。 (5)複数の測線がある場合は、測線ごとの描画結果を結合する。 5. 異常箇所の判定 (1)コンターの分布に規則性がない特定の色の集合の領域を解析結果より選定する。 (2)楕円（円形）に近い形状の色の集合の領域を解析結果より選定する。 (3)選定した領域について全体像から分布・分布形状の再確認を行い、異常箇所と判断し報告対象とする。 技術の適用方法（フロー） <pre>graph TD subgraph Stage1 [準備工程／データの移行] A[PC 作業環境構築] --> B{電磁波基礎データ有無} B -- なし --> C[基礎データの取得] C --> D[調査対象のデータ取得 ※対象外] D --> E[計測データ csv形式出力] E --> F[データの移行
（電子記録媒体等使用）] F --> G[データ配列の調整] end subgraph Stage2 [解析データの作成] G --> H[機械学習入力データ作成] H --> I{調査測線の数} I -- 1本 --> J[入力データの結合] I -- 複数 --> K[結果を測線ごと振り分け] end subgraph Stage3 [解析・解析結果作成] K --> L[機械学習処理の実行
処理結果の保存] L --> M{調査測線の数} M -- 1本 --> N[結果を測線ごと振り分け] M -- 複数 --> O[解析結果出力
コンターの描画] O --> P{調査測線の数} P -- 1本 --> Q[解析結果の結合] P -- 複数 --> R[解析結果の結合] end subgraph Stage4 [異常箇所の判定] Q --> S[解析結果の分布確認
分布の形状] R --> T[解析結果の分布確認
分布の規則性] S --> U[異常領域の選定] T --> V[異常領域の選定] U --> W[異常領域の判断・報告] V --> W end</pre>				
		アウトプット	—			
		計測頻度	—			
		耐久性	—			
		動力	—			
		連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	—			

2. 基本諸元

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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	有／無	
	—		
最大可能範囲	検証の有無の記載	有／無	
	—		
運動位置精度	検証の有無の記載	有／無	
	—		

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	計測レンジ (測定範囲)		検証の有無の記載	有／無	
			—		
	感 度	校正方法	—		
			検出性能	検証の有無の記載	
		—			
		検出感度	検証の有無の記載		
	—				
	S/N比			検証の有無の記載	有／無
			—		
	分解能		検証の有無の記載	有／無	
—					
計測精度		検証の有無の記載	有／無	・ 2022年当社での試験結果 ※アスファルトあり ※設計上の模擬試験体でのメッシュ判定と当技術の分析結果でのメッシュ判定の重複したメッシュ数 / メッシュ総数 (7.5cmピッチのため12×13) × 100 (%)	
		模擬ひび割れ試験体における正誤率			
		深度方向	正誤率		摘要
		境界部周辺	99.4%		アスファルトあり
		鉄筋周辺	96.2%		アスファルトあり
		模擬土砂化試験体における正誤率			
		深度方向	正誤率		摘要
		境界部周辺	94.2%		アスファルトあり
鉄筋周辺	96.2%	アスファルトあり			

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	有／無	
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	有／無	
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	有／無	

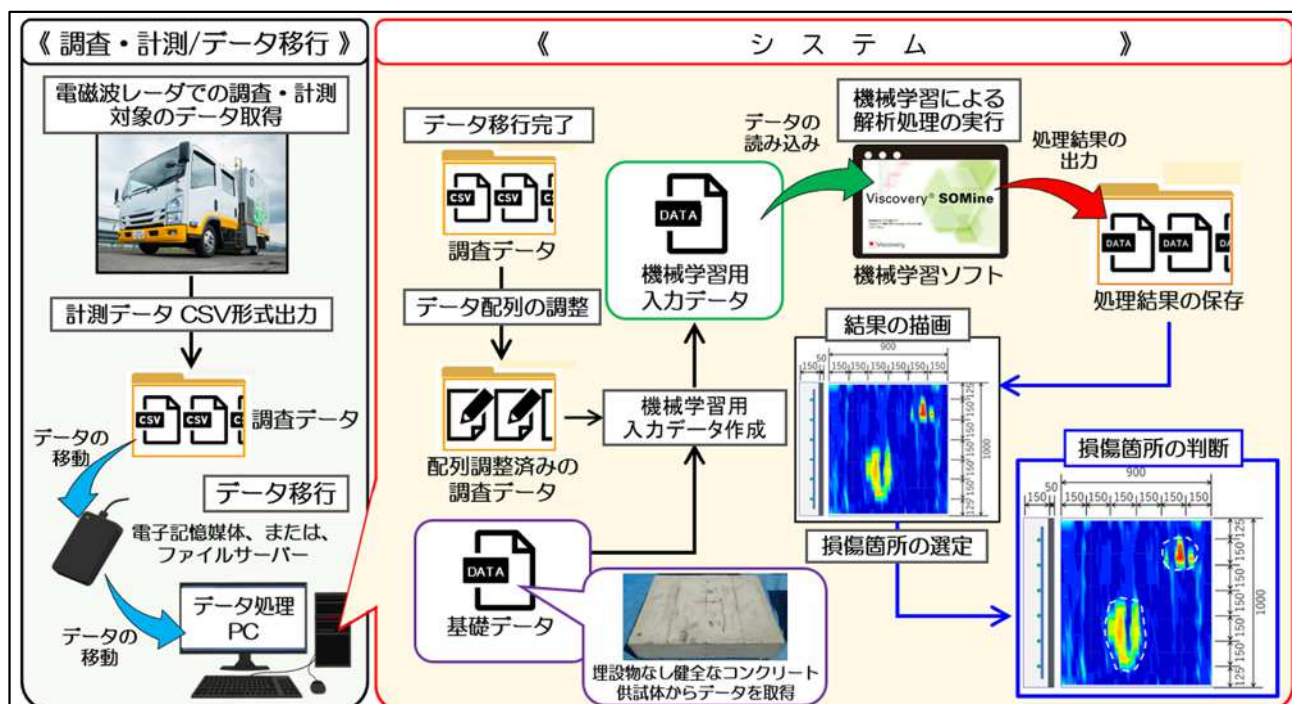
5. 留意事項(その1)

項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	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	—	
	濁度、水流、流木への対策 (水中型のみ) (独自に設定した項目)	—	
	気象条件 (独自に設定した項目)	—	
	その他	・ 過去、補修が行われた際に、電磁波を阻害する鋼繊維、炭素繊維を含む補修材が使用されている計測データは、適当な解析結果を得ることが困難である。 ・ 探査車（電磁波 レーダー 機器）が安定した状態で計測を行っていないデータを使用した場合は、適当な解析結果を得ることが困難である。 ・ 路面に流水、滞水、凍結水が見られる状態の計測データは、適当な解析結果を得ること困難である。	

5. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特に必要なし	
	必要構成人員数	解析技術者：1名	
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	
	操作場所	オフィス等	
	点検費用	アスファルト舗装（橋長45.8m、幅員5.3m、舗装厚60mm、面積243㎡） 合計費用135,768円 内訳：解析費、技師C3人 106,800円（R5技術者単価） 機械経費 9,000円 システム使用料 19,968円	現場条件により変動する。年度により技術者単価は変動する。
	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	
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポートあり	
	センシングデバイスの点検	—	
	その他	—	

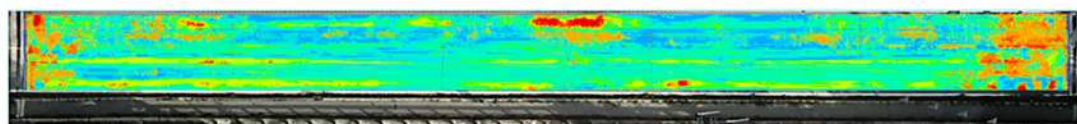
6. 図面



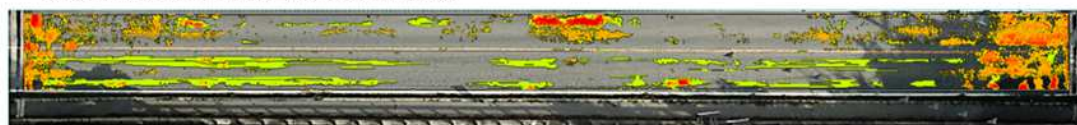
調査対象橋梁の上空視点(オルソ)画像



機械学習処理後の分布画像



損傷予想箇所の分布画像(選定判断後)



1. 基本事項

技術番号		計測-18		
技術名		車載式レーダ探査車による床版劣化調査技術		
	技術バージョン	Ver1.0		2025年3月
開発者		株式会社 土木管理総合試験所		
連絡先等		TEL : 03-5846-8387	E-mail : t-iguchi@dksiken.co.jp	DKCラボ 井口 達也
現有台数・基地		3	基地	大阪府堺市 群馬県館林市 北海道苫小牧市
技術概要		本技術は交通規制を行うことなく、走行しながら橋梁床版を調査することのできる技術である。 車載式電磁波レーダにより舗装～橋梁床版のデータを取得し、技術者の判定ではなくコンピュータによる高速自動解析によって床版の異常箇所を抽出する。		
技術区分	対象部位	上部構造（床版）		
	検出原理	電磁波		
	検出項目	電磁波の反射強度		

2. 基本諸元

計測機器の構成			・移動装置：車両 ・計測装置：電磁波レーダー（移動装置と一体構造） ・データ収集：PC（外付けSSDに記録） ・位置測位装置：RTK-GNSS
移動装置	移動原理		【車両型】 ・本計測機器は計測装置（マルチチャンネル電磁波レーダ）を車両に設置して、計測するものである
	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		①SUVタイプ ・最大外形寸法（全長 6.04m×全幅 2.42m×全高 2.23m），最大重（3.305t） ・車両基地（大阪府堺市） ②路面性状測定車タイプ ・最大外形寸法（全長 7.07m×全幅 2.50m×全高 2.91m），最大重（4.805t） ・車両基地（群馬県館林市） ③トラックタイプ ・最大外形寸法（全長 7.65m×全幅 2.49m×全高 3.02m），最大重（6.090t） ・車両基地（北海道苫小牧市）
搭載可能容量（分離構造の場合）		－	

2. 基本諸元

移動装置	動力	①SUVタイプ ・内燃機関式（ガソリン） ・総排気量：5.66L ②路面性状測定車タイプ ・内燃機関式（軽油） ・総排気量：4.00L ③トラックタイプ ・内燃機関式（軽油） ・総排気量：5.19L
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	－
計測装置	設置方法	・移動装置と一体的な構造。 ・ボルト・ナットによる取り外しが可能なため、移動時には計測装置を格納できる。
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）	－
	センシングデバイス	①SUVタイプ ・電磁波レーダ：Kontur社（ID3D-Radar社）製 エアカップル型DXアンテナ ・周波数帯域：200MHz～3GHz、電磁波レーダ幅240cm、有効探査幅217.5cm ②路面性状測定車タイプ ・電磁波レーダ：Kontur社（ID3D-Radar社）製 エアカップル型DXアンテナ ・周波数帯域：200MHz～3GHz、電磁波レーダ幅210cm、有効探査幅187.5cm ③トラックタイプ ・電磁波レーダ：Kontur社（ID3D-Radar社）製 エアカップル型DXアンテナ ・周波数帯域：200MHz～3GHz、電磁波レーダ幅240cm、有効探査幅217.5cm
	計測原理	【原理】 ・電磁波レーダより路面に向かって電磁波を照射し、その反射信号を受信することにより非破壊で路面下の状態を把握する。 健全部であれば様な反射信号が得られ、損傷部では他とは異なる反射信号が得られる。このことに着目し、健全部波形との相互相関関数の最大値を求めることにより、定量的な損傷判定を行う。 【計測方法】 ・マルチアンテナ型の電磁波レーダを搭載した車両で、一般交通の中で走行しながら計測を行う。 計測時は運転手・ナビゲータ・計測者の3名編成を基本とする（条件によりナビゲータは計測者を兼任することがある）。 【キャリブレーション方法】 ・電磁波レーダ：社有試験ヤードにて検出性能確認を行う。 走行距離補正：年に1度、30mを実測しエンコーダーの距離補正を行う。
	計測の適用条件 （計測原理に照らした適用条件）	・鉄筋コンクリート床版であること ・調査車両により走行可能な幅の橋梁であること（アクセス道路を含め幅3m以上） ・降雨がないこと（測定機材の防水性が確保されていないため） ・路面に滞水がないこと（水があると電磁波が減衰してしまい、路面下に透過しないため） ・気温が0～50℃の範囲であること（計測器作動範囲のため）
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・車両の振動によりアンテナが上下すると、電磁波レーダの入射/反射に影響する可能性がある。対策として、急加速/急減速のないよう、一定速度を保って計測する。 ・位置情報についてGNSSデータを取得しているものの、衛星電波の受信状況によっては適切に取得できない可能性がある。対策として、可能な限り白線に沿って直線的にデータを取得する。 ・レーダアンテナは精密機器であるため、直射日光等により高温となると作動不良を起こすことがある。対策として、日よけを設置するとともに、1時間に1回程度休憩をはさみ、機器のクールダウンを図る。これは運転者の精度確保の観点からも必要な措置である。 ・調査対象橋梁において金属や炭素繊維を含む素材で補修が行われていた場合、電磁波レーダが透過しないため調査が困難となる。対策として、事前の書類調査により適用の可否を検討したうえで作業を行う。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①RSVにより交通の流れに乗って調査対象橋梁を走行し、電磁波レーダ計測を行う。 ②専用ソフトにより、取得した周波数領域データを抽出する。 ③FFTにより時間領域データに変換する。これにより一般的な電磁波レーダ画像が得られる。 ④地点毎の電磁波レーダのAモード波形の走行方向移動分散を計算する。健全箇所はほぼ均一であるのに対して損傷箇所にはランダム性があると想定されるため、移動分散の小さい箇所を選定することで大まかな健全箇所の推定が可能となる。ここを波形のリファレンス（参照）位置とする。 ⑤大まかな健全箇所の波形と他の地点の波形の相互相関関数を計算する。 ⑥相互相関関数の最大値はリファレンス位置との波形の相似性の指標である。これが低い場合には健全部と異なる波形が得られているということであり、損傷の生じている可能性が高い。相互相関関数の最大値が一定以上であった箇所を健全とフィルタリングすることにより、損傷の可能性のある箇所を抽出する。 ⑦損傷の可能性のある箇所を画像データとして出力する。 ⑧画像データをCAD等にまとめ、橋梁の維持管理の基礎情報とする。 <pre> graph LR subgraph Manual1 [手動処理] S1[①RSVによる計測] --> S2[②周波数データ取得] end subgraph Auto [自動処理] S2 --> S3[③FFTにより時間領域に変換] S3 --> S4[④ほぼ確実に健全と思われるリファレンス位置の設定] S4 --> S5[⑤相互相関関数の計算] S5 --> S6[⑥閾値処理] S6 --> S7[⑦損傷範囲の描画] end subgraph Manual2 [手動処理] S7 --> S8[⑧結果とまとめ] end </pre>
	アウトプット	・ 損傷の可能性のある箇所を画像データ（BMPまたはJPG）により示す。 ・ 手動処理で貼り付けることにより、dwgファイルやxlsxファイルとして報告することも可能である。
	計測頻度	
	耐久性	・ 車両外部に装備する電磁波レーダは防塵加工されている。
	動力	・ 移動装置のバッテリーより供給（バッテリーはエンジン始動の間は常に充電される）
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	－

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	・移動装置と一体的な構造。 ・ボルト・ナットによる取り外しが可能なため、移動時には計測装置を格納できる。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	-
	データ収集・記録機能	・測定データは車両のPCに保存される。 ・解析用PCへのデータを移動はSSD等により行う。 ・アウトプットデータは一般的なファイルと同じく、インターネット接続により送受信できる。
	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	・移動装置のバッテリーより供給（バッテリーはエンジン始動の間は常に充電される）
	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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	有／無	—
	—	—	
最大可能範囲	検証の有無の記載	有／無	—
	—	—	
運動位置精度	検証の有無の記載	有／無	—
	—	—	

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	計測レンジ (測定範囲)	検証の有無の記載 有／無 性能値 ・最大深度1.5m	・アンテナ性能に準拠 ・床版への適用時は鉄筋深度に当たる20cm程度
	校正方法	・日常点検及び定期点検による	・日常点検により異常の有無を確認するとともに、定期点検で社内試験ヤードで性能確認を行う。 ・異常時にはメーカーに修理・校正を依頼する
	感度	検出性能 検証の有無の記載 有／無 性能値 ・コンター画像として検出	・埋設物からの反射画像を目視により確認する。 ・コンター画像の色調は任意に変更可能だが、原則としてデフォルト値で確認を行う。
	検出感度	検証の有無の記載 有／無 性能値 ・緒元なし	・明確な基準はなく、相対的な反射の強弱により目視確認を行う。 ・ゲイン調整やノイズ除去により改善されることがある。
	S/N比	検証の有無の記載 有／無 性能値 ・緒元なし	・3D-RADAR社ではSN比（信号とノイズの比）を諸元としていない。ただし、ノイズについてはスカイショットによるシステムノイズ点検をユーザーにて実施している。 【スカイショットによるシステムノイズ検査】アンテナを上空に向けた状態（周囲に障害物や妨害電波の存在しない）で10秒程度照射し、システムノイズの発生を確認する。システムノイズの発生がないこと（正常な振幅波形となっていること）により合格とする。
	分解能	検証の有無の記載 有／無 性能値 ・時間分解能：0.34ns 反射強度取得間隔：橋軸方向7cm，橋軸直角方向7.5cm	・橋軸方向データ取得間隔は任意に変更可能だが、最高80km/hで計測するためには7cmとする必要がある。 ・橋軸直角方向データ取得間隔は送信アンテナ間隔に依存するため固定。
	計測精度	検証の有無の記載 有／無 性能値 ・検出率 56.6% ・的中率 22.6%	・2021年当社試験ヤードでの試験結果 ・出力画像と試験ヤード中の損傷範囲画像をピクセル単位で比較したもの ・不連続な端部付近の誤検知含む

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	計測速度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載	有／無	
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	検証の有無の記載 ※	有／無	・ RTK測量機の性能に準拠
	色識別性能 (画像等から計測する場合)	検証の有無の記載 ※	有／無	

5. 留意事項（その1）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	・ GNSS電波の受信に影響する障害物がないこと	・ 電磁波レーダデータ自体はGNSSとは無関係に取得可能
	安全面への配慮	・ LED表示板による後続車両への注意喚起	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ） （独自に設定した項目）		
	気象条件 （独自に設定した項目）		
	その他	・ 測定機材の防水性が確保されていないため、降雨がないこと水があると電磁波が減衰してしまい、路面下に透過しないため、路面に滞水がないこと	・ 電磁波レーダは比誘電率の大きく異なる物質間で反射するため、表面が乾燥し、損傷部に水の進入のある状態が最も検出しやすい。

5. 留意事項（その2）

項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・機器の操作に習熟したもの（資格等なし）	-
	必要構成人員数	・計測時：ドライバー1名、ナビゲータ1名、オペレータ1名 ・解析時：解析担当者1名	・小規模調査の場合ナビゲータとオペレータは兼任可能 ・解析時は事務作業員が補助を行うことがある
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・自動車運転免許（路面性状測定車タイプ・トラックタイプの場合は準中型免許）	-
	操作場所	・車両内で操作する	-
	点検費用	対象となる橋梁条件を設定し、その点検費用を記載する。 ただし、消費税、一般管理費、間接工事費、旅費交通費、諸経費は含まないものとする。 【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋/鋼橋] 橋長 500m 調査範囲 幅2.1m×延長500m×2車線 部位・部材 [床版] 活用範囲 [2100]m ² 検出項目 [床版上面の土砂化, 床版の水平クラック, 床版上面の滞水, 舗装下面のはく離] <費用> 合計 668,079円	・労務単価は令和2年度設計業務委託等技術者単価による 計画準備及び交通費は別途必要 ・参考価格のため、測定条件・報告様式等によっては変動の可能性あり
	保険の有無、保障範囲、費用	・車両保険及びレーダアンテナに対する動産保険に加入	-
	自動制御の有無	・自律制御なし	-
	利用形態：リース等の入手性	・業務委託	・計測と解析
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・有	・使用可能な車両は全3台（2023年2月現在）
	センシングデバイスの点検	・日常点検：目視により顕著な損傷のないことを確認する ・定期点検：年1回、社内試験ヤードにて埋設物検出性能確認を行う。	-
	その他	・凹凸や傾斜の大きい路線（勾配変化4度（7.5%）以上）では、社外に設置したアンテナが路面に接触してしまい、調査不可能。	-

6. 図面

①SUVタイプ

最大外形寸法（全長 6.04m×全幅 2.42m×全高 2.23m），最大重量（3.305t）
車両基地（大阪府堺市）



②路面性状測定車タイプ

最大外形寸法（全長 7.07m×全幅 2.50m×全高 2.91m），最大重量（4.805t）
車両基地（群馬県館林市）



③トラックタイプ

最大外形寸法（全長 7.65m×全幅 2.49m×全高 3.02m），最大重量（6.090t）
車両基地（北海道苫小牧市）

