

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	－	－
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 レーザ一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、 レーザ一点群：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、55g（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、55g（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	衛星測位が良好な箇所（衛星測位数5個 以上）
			点群の位置精度：水平0.06m、高さ0.15m		
	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	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	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	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レーザスキャナー一体型カメラ (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レーザスキャナー一体型カメラ (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)		

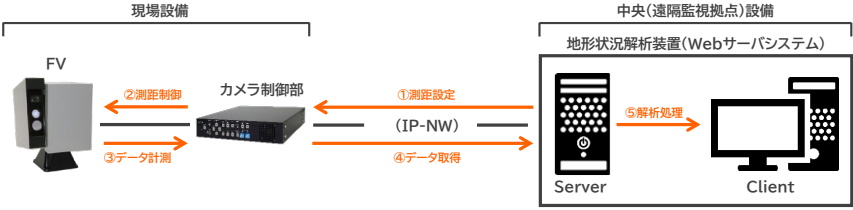
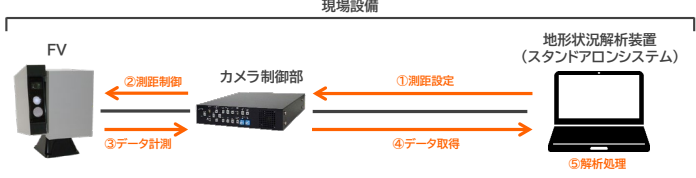
2. 基本諸元

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(CSV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	検証の有無の記載無 —	—
	分解能	検証の有無の記載無 ・ 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9) (注9)：カタログスペック	—

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)

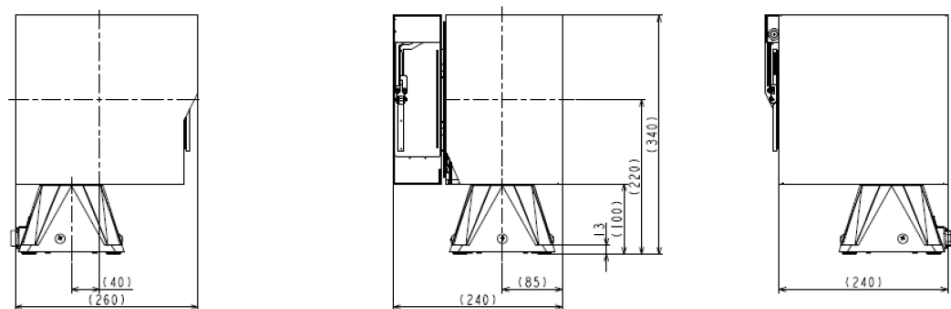
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	周辺条件	・ 特になし	—
	安全面への配慮	【屋外固定式+Webサーバシステムの場合】 ・ 遠隔からの定点自動計測が可能であるため、危険性はない。 【屋外可搬式+スタンドアロンシステムの場合】 ・ 最大300mからのレーザ計測が可能であるため、災害発生時等で現地立ち入りが行えない状況下でも、遠隔から安全に計測が行える。	—
	無線等使用における混線等対策	・ VCCI ClassA 準拠	—
	濁度、水流、流木への対策 (水中型のみ) (独自に設定した項目)	—	—
	気象条件 (独自に設定した項目)	・ FVは以下のとおり。 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)

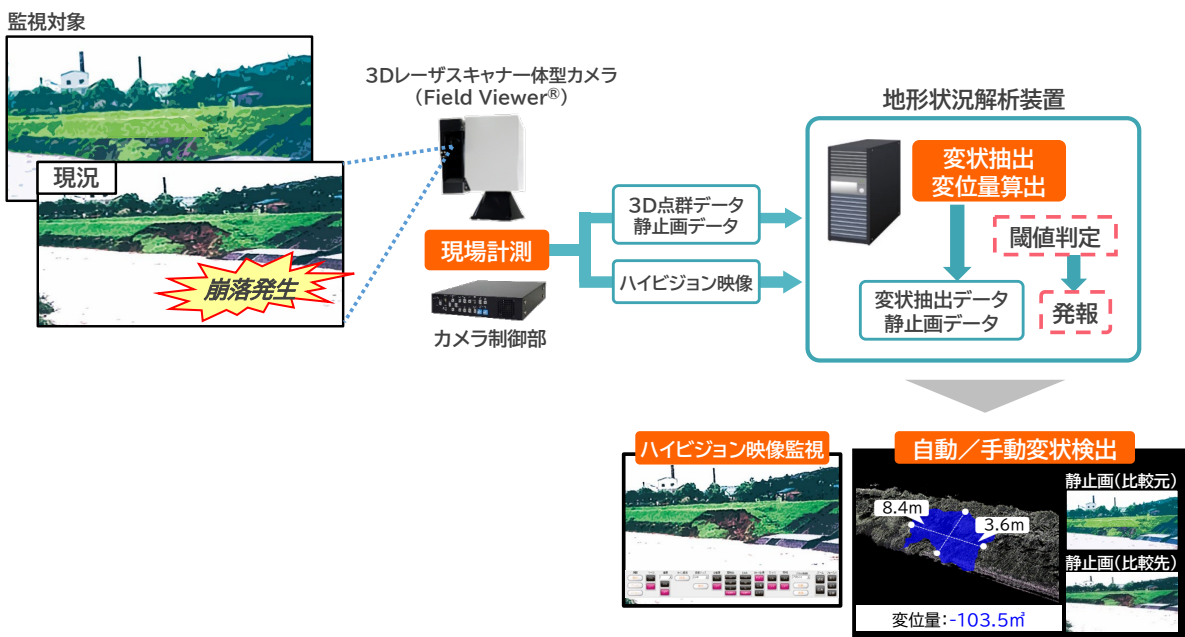
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・ 操作説明の受講を推奨。	—
	必要構成人員数	【屋外固定式+Webサーバシステムの 場合】 ・ 監視必要時は監視員1名(常時監視は不要)。 【屋外可搬式+スタンドアロンシステム の場合】 ・ 操作1名、補助員1名以上の計2名以上を 推奨。	—
	操作に必要な資格等の有無、 フライト時間	・ 不要	—
	操作場所	・ 比較的高い位置から計測エリアを死角 なく望める場所であるとともに、計測装 置を安全に据置可能な場所。	—
	点検費用	【屋外固定式+Webサーバシステムの 場合】 ・ 不要 【屋外可搬式+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：ryuiki@oyonet.oyo.co.jp	流域・砂防事業部 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	東京都千代田区神田美土代町7番地
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気的性質／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LAN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、換振器、ケーブル、収録器を接続し、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 表面波探査：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		—
	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間隔で換振器を複数個設置し、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成分換振器（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換振器により測定する。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) ・原理としてセンサー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(センサー設置部分)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。換振器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を流し受信器により発生した電位を測定し、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：換振器を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換振器で捉え収録器に収録する。これを、換振器および起振箇所を移動しながら繰り返す。
	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：1～100,000Ωm 表面波探査：特になし	
	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 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）

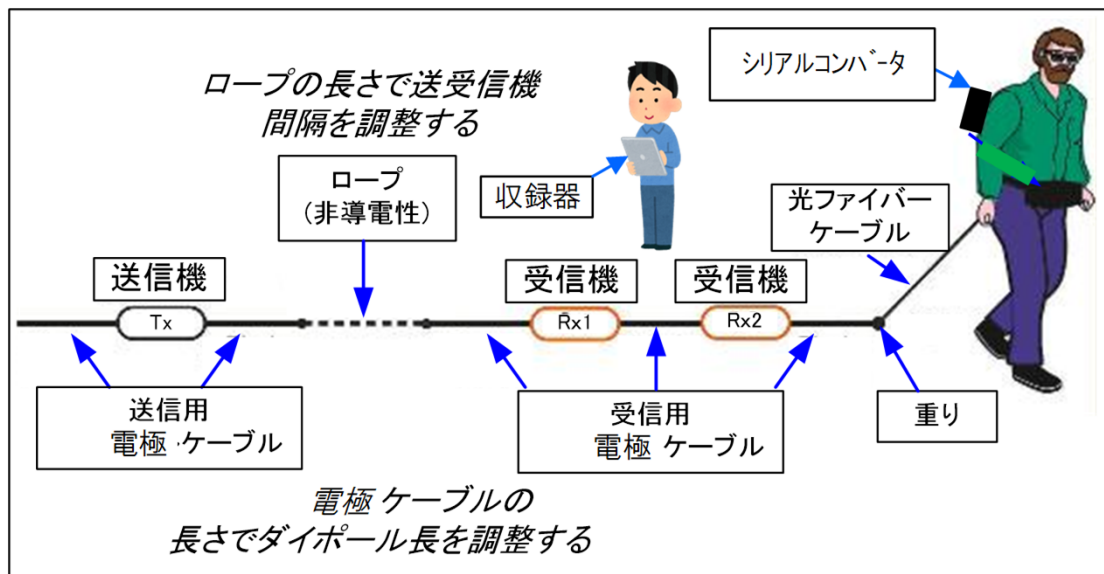
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	原則的に平坦地	—
	安全面への配慮	道路上で測定する場合は、第三者や周辺車両との接触事故に注意する必要がある	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	濁度、水流、流木への対策 （水中型のみ） （独自に設定した項目）	—	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	—	—
	その他	—	—

5. 留意事項（その2）

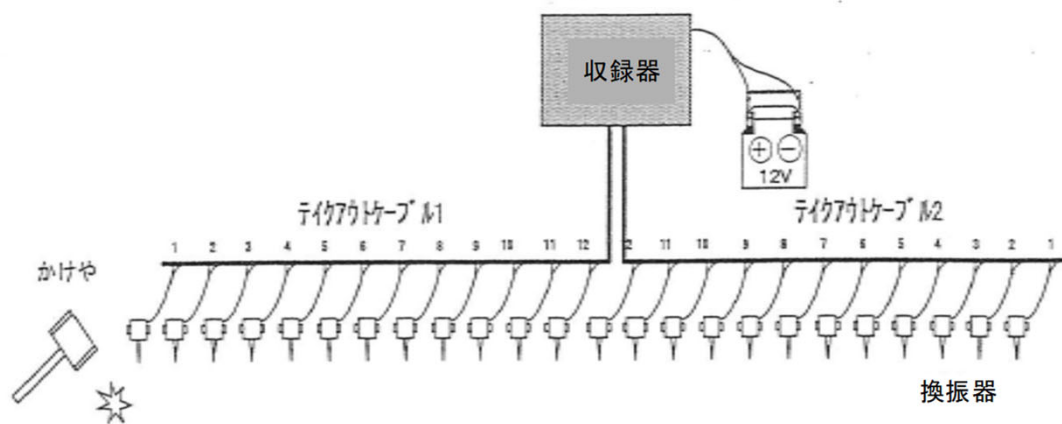
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	測定員：物理探査技術者または物理探査技術者により指導を受けた者 牽引者、介助員、補助作業員：物理探査技術者により指導を受けた者	—
	必要構成人員数	牽引式電気探査：測定員1名、牽引者1名、補助作業員3名 表面波探査：測定員1名、起振者1名、補助作業員1名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	—	—
	操作場所	—	—
	点検費用	牽引式電気探査：400万円/km 表面波探査：500万円/km ※解析費用込みの概算費用（詳細は別途見積）	表面波探査は、測点間隔及び路面状況による補正係数あり
	保険の有無、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		快速深浅測量システム		
	技術バージョン	KT-130026-VE		作成：2022月11月
開発者		株式会社CSS技術開発		
連絡先等		TEL：042-373-2100	E-mail：css@css24.jp	営業部 岡本 仁
現有台数・基地		2台	基地	東京都多摩市乞田1251 サークビル3階 宮城県仙台市太白区向山4-19-10-103 共立愛宕橋ビル1F
技術概要		本技術は、2台のGNSS受信機や自動追尾機能を搭載したトータルステーションと音響測深機を用いた深浅測量システムである。従来は測点毎のトータルステーションの操作が必要であったが、新技術では2台のGNSS受信機又は自動追尾機能を搭載したトータルステーションを用いることにより測点毎のトータルステーションの操作が不要になり、施工性と経済性が向上する。		
技術区分	対象部位	河川及び港湾等の底部の地形測量		
	検出原理	音速度/レーザー		
	検出項目	水底地形3次元座標		

2. 基本諸元

計測機器の構成		音響測深機をボートに搭載し、自動追尾機能を搭載したトータルステーションを堤防等の陸地に設置する。水面から水底までの深さを音響測深機によって測定し、また水深を測定した際のボートの位置及び水面の高さを自動追尾機能を搭載したトータルステーションによって測定する。	
移動装置	移動原理		【人力型】 音響測深機をボートに搭載し深さを計測する。 【据置型】 位置情報は陸地から自動追尾機能を搭載したトータルステーションからボートに設置しているプリズムミラーを観測し情報を得る。
	運動制御機構	通信	通信はWi-Fi及びBluetoothを使用
		測位	自動追尾機能を搭載したトータルステーション・音響測深器
		自律機能	自律機能は無し
		衝突回避機能 (飛行型のみ)	操縦者がいるので特に無し。
	外形寸法・重量		ボートの大きさ:長さ3.3m×幅1.7m×高さ(機器の高さ含む)1.8m 重量:約50kg
	搭載可能容量 (分離構造の場合)		ボート内の搭載可能容量:最大約400kg

2. 基本諸元

移動装置	動力	動力源：ボート船外機（ガソリン）
	連続稼働時間 （バッテリー給電の場合）	連続稼働時間：45分（ガソリンの給油が必要）
計測装置	設置方法	ボートに音響測深器及びプリズムミラーを設置する。音響測深器とプリズムミラーを取り付けるボールは専用の取付金具を用いて、ボートに設置する。
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）	ボート+観測機器：長さ3.3m×幅1.7m×高さ1.8m 重量：約60kg
	センシングデバイス	・音響測深器：千本電気 PDR-1200 (W) ・自動追尾機能を搭載したトータルステーション：Leica TS16
	計測原理	ボートと音響測深器を用いて、水面から水底までの深さを観測する。そのボートの位置及び水面高の計測は陸地より自動追尾機能を搭載したトータルステーションを用いて観測をする。
	計測の適用条件 （計測原理に照らした適用条件）	音響測深器を使用しているため、水深1.0m以上あることが適用条件。 ただ、ボートに設置しているプリズムミラーとトータルステーションの間に構造物等があり、視通ができない箇所は観測不可。 GNSSではなくトータルステーションを用いているため、GNSSの衛星の受信ができない場所でも、深浅測量が観測可能である。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	ボートを浮かべての観測になるため、観測場所の水流や波の高い状況下では精度に影響がでる。 観測時には安定したボート走行をするよう注意する必要がある。

2. 基本諸元

計測装置	計測プロセス	①陸地に設置するトータルステーションを観測する箇所のX, Y, Zの位置情報が取得できるように準備する。 ②ボートに音響測深器及び、プリズムミラーを設置する。 ③音響測深器より、観測場所の水面から水底までの深さを観測する。 ④陸地のトータルステーションからボートに設置したプリズムミラーを自動追尾モードを用いて随時観測し、音響測深器が観測している位置と水面高を計測する。
	アウトプット	①音響測深器から水深の観測値を出力し、トータルステーションから音響測深器が観測した位置と水面高の情報を出力する。 ②音響測深器とトータルステーションそれぞれが観測した時間を合致させて、水底箇所の位置情報(X, Y, Z)のデータを作成する。 ③現地の計測に要する時間は100m×100mの範囲で、計測準備に2時間、計測に30分、データ確認10分、片付けに1時間を要する。
	計測頻度	計測は1秒に1点のデータを取得ができる。
	耐久性	日本小型船舶検査機構(JCI)検査済みボート
	動力	ボート船外機はガソリン、トータルステーションと音響測深器はバッテリーより供給
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	ボート船外機は約45分、トータルステーション・音響測深器は8時間

2. 基本諸元

データ収集・通信装置	設置方法	音響測深器はPCとBluetoothで接続し、トータルステーションは機器内に記録用のSDカードをセット
	外形寸法・重量 （分離構造の場合）	音響測深器の寸法：30cm×40cm×20cm・重量：10kg、TSの寸法：10cm×10cm×20cm・重量：6kg
	データ収集・記録機能	音響測深器はBluetoothを用いてPC上にデータを取得し保存する。またトータルステーションはSDカードに保存する。
	通信規格 （データを伝送し保存する場合）	音響測深器：Bluetoothを使用 トータルステーション：記録メディアを使用
	セキュリティ （データを伝送し保存する場合）	データ記録方式：.sim、.csv
	動力	音響測深器及び、トータルステーションのバッテリーより供給
	データ収集・通信可能時間 （データを伝送し保存する場合）	音響測深器、トータルステーション共に、バッテリーより供給し8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
構造物近傍での安定性能	検証の有無の記載	無	瞬間風速3m/ s の自然風、波の高さ0.5 m未満の状況下。
	構造物に接近した箇所は、瞬間風速3m/ s の自然風、波の高さ0.5m未満の状況下であれば、安定性能で作業可能である。		
最大可能範囲	検証の有無の記載	無	瞬間風速3m/ s の自然風、波の高さ0.5 m未満の状況下。
	水平距離200m		
運動位置精度	検証の有無の記載	無	瞬間風速3m/ s の自然風、波の高さ0.5 m未満の状況下。
	観測精度±10 c m		

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 ☐ 水深1m～130m	瞬間風速3m/sの自然風、波の高さ0.5m未満の状況下。
	感 度	校正方法	ゲインによる測深値の調整
		検出性能	—
		検出感度	瞬間風速3m/sの自然風、波の高さ0.5m未満の状況下。
	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 ☐ 観測精度±10cm	瞬間風速3m/sの自然風、波の高さ0.5m未満の状況下。
	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 ☐ ボートを使用しての計測速度は約3m/sである。	ボートの走行が安定しているほど、精度を高めることができる。
	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 ☐ 観測精度は位置・高さともに、±10cmとする。	ボートの走行が安定しているほど、精度を高めることができる。
	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 ☐ 色識別性能は使用していない。	—

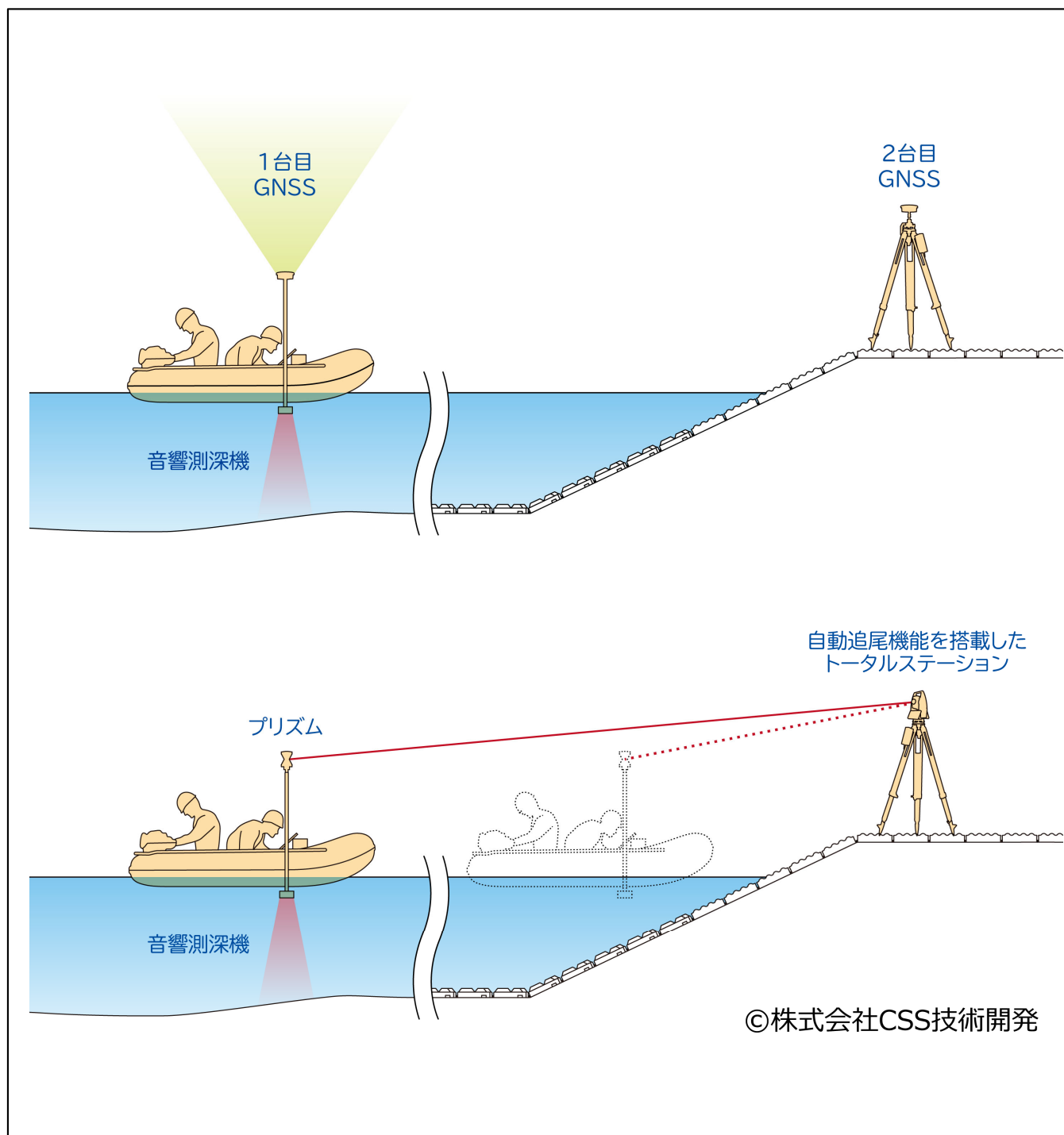
5. 留意事項（その1）

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	音響測深機の測定範囲は1.0m以下の水深のところや、光波とボートに設置のプリズムミラーの間に障害物があり視通ができない場合は観測不可	—
	安全面への配慮	観測条件：瞬間風速3m/sの自然風、波の高さ0.5m未満。 作業員はライフジャケットを着用	—
	無線等使用における混線等対策	無線を使用しないので、混線の心配なし。	—
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ） （独自に設定した項目）	ボートを使用しての観測のため、水流が速い箇所は観測が困難な恐れがある。また多少の濁りでは観測可能だが、ヘドロ並みに濁っている箇所は観測不可の恐れがある。	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	ボートでの観測のため、風速3m/s・波0.5m以上の箇所は観測不可。	—
	その他	大雨及び夜間は観測不可。	—

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	技術担当者には、社内での研修を受け、修了した者で行っている。	—
	必要構成人員数	現場責任者及び操縦者1名。補助員1名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	操作に必要な資格は無し。 社内研修5日間以上受講する	—
	操作場所	音響測深機の測定範囲は1.0m以下の水深は観測不可 GNSSが入りにくい高い建物の近くや橋の下で効果あり	—
	点検費用	年1回校正点検 自動追尾機能を搭載したトータルステーション： 85,250円 音響測深器： 22,000 円	—
	保険の有無、保障範囲、費用	観測機器の破損、故障が生じた場合の保険 自動追尾機能を搭載したトータルステーション： 19,920円 音響測深器： 無し	—
	自動制御の有無	自動制御は無し	—
	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	サポート体制は特に無し。弊社内で対応	—
	センシングデバイスの点検	光波は年1回、日本測量協会により校正点検を実施。 音響測深器は、メーカーにより、年1回の校正点検を実施。	—
	その他	—	—

6. 図面



試験成績書

機器名 PDR-1200 型

No. 1782

試験日時 2022年10月25日

試験場所 静岡県沼津市岡宮1299-3

千本電機株式会社内

試験担当者 高遠美好

検印	総合判定
	良

測定項目

1. 送信周波数 (送受波器を接続状態で測定、送受波器は社内検定用を使用)

判定基準	測定値	判定	備考
200 KHz $\pm$ 5KHz	200 KHz	良	

2. 送信出力 (送受波器を接続状態で測定、送受波器は社内検定用を使用)

判定基準	測定値	判定	備考
300 V _{p-p} 以上	400 V _{p-p}	良	

3. 受信感度

判定基準	測定値	判定	備考
110 db $\pm$ 3db	113 db	良	

仕様

- レンジ (浅) 0~20, 15~35, 30~50, 45~65m
(深) 0~40, 30~70, 60~100, 90~130m
- 縮尺 (浅) 1/100 (深) 1/200
- シフト 自動又は手動切換
- 測深範囲 アナログ送受波器下 0.4m~130m *
デジタル送受波器下 1.0m~130m *
- 感度調整 自動又は手動調整
- 使用周波数 200kHz / 400kHz (W型)
- 送受波器 200kHz、指向角半減全角 6度パイプ径φ34
又は 400kHz、指向角半減全角 2.5度(W型)

1. 基本事項

技術番号		計測-5		
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）、潜水土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。 【船舶艀装計測】 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土で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】：船舶艀装計測 3DSを作業船に艀装し、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） 【船舶艀装計測】 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。 【船舶艀装計測】 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。 【船舶艀装計測】 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) 【船舶艀装計測】 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。 【船舶艀装計測】 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。 【船舶艀装計測】 ・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。 【船舶艀装計測】 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堀・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。 【船舶機装計測】 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、音波をに発信する。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堀・堆積の規模を算出する。船舶機装計測は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。
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。 【船舶機装計測】 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機装・テストに1日、機装解除に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） 【船舶機装計測】 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	—		—
	検出性能	検証の有無の記載	無	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	—
	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	—	—

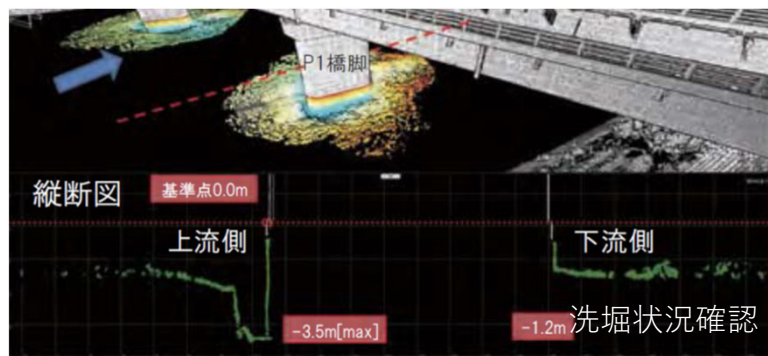
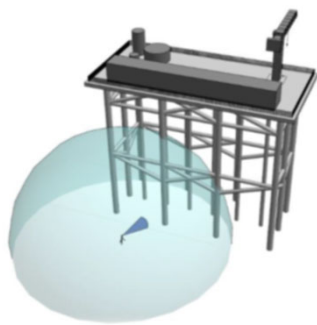
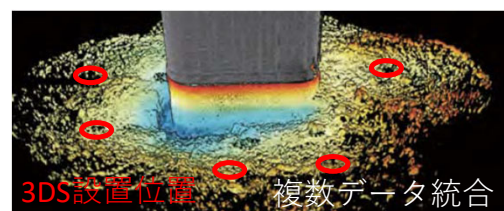
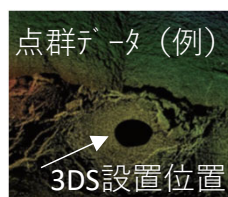
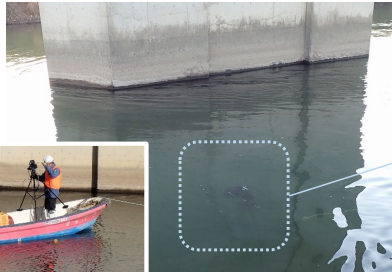
5. 留意事項（その2）

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35万円、内業25万円 【船舶艀装計測】： 艀装・計測・艀装解除で最低3日必要 現場120万円、内業25万円。 （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	—

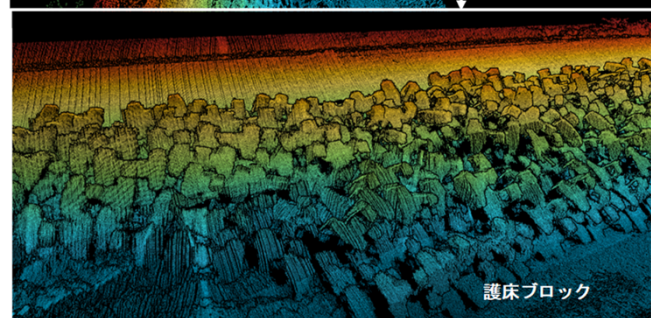
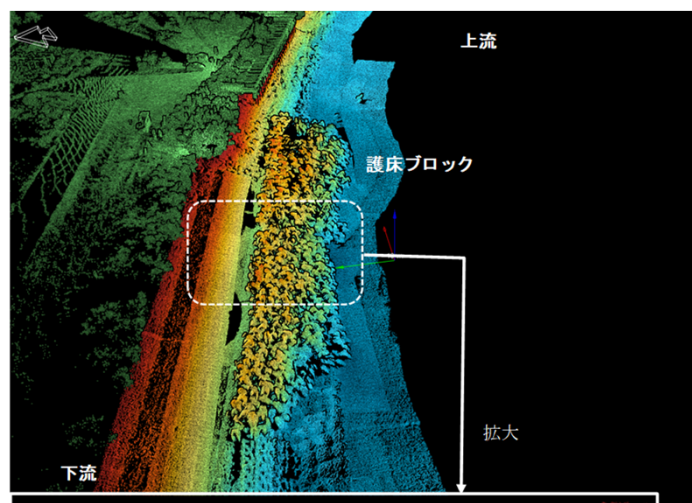
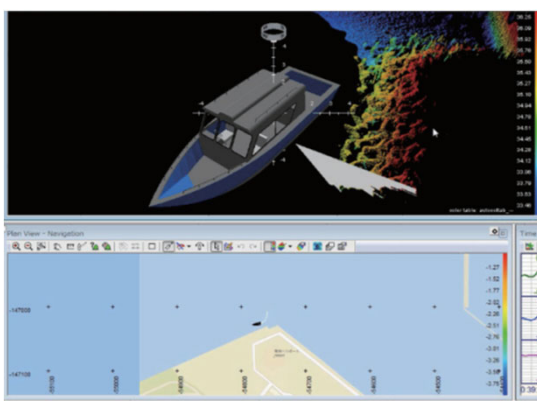
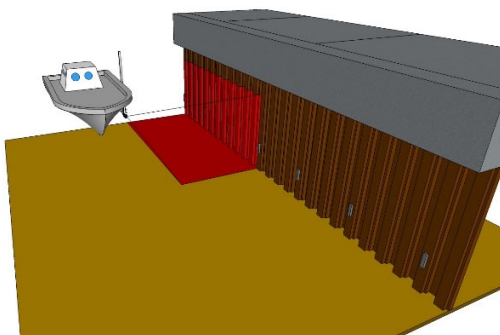
6. 図面

【水底静置計測】

音波発信部



【船舶機装計測（モーションスキャン）】



1. 基本事項

技術番号		計測-6		
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、水中部を探索する音響カメラ、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、樹木群の繁茂、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、後方部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 <pre> graph LR ARIS[計測装置: ARIS] -- 映像データ --> DRPC[データ収録用PC] DRPC -- データ保存 --> DRPC DRPC -- 無線通信 --> ROPC[遠隔操作作用PC] DRPC --> IPC[映像処理PC] subgraph ROPC_tasks [] ROPC --- ROPC_tasks ROPC_tasks --- R1[・ 自立航行計画設定] ROPC_tasks --- R2[・ 各種パラメーター設定] ROPC_tasks --- R3[・ 映像確認] end subgraph IPC_tasks [収録データ処理] IPC --- IPC_tasks IPC_tasks --- I1[・ データフォーマット変換] IPC_tasks --- I2[・ 映像確認] IPC_tasks --- I3[・ 連続画像化処理] end </pre>
	アウトプット	Mp4フォーマット等の動画、ping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
	感 度	校正方法	特になし
		検出性能	検証の有無の記載 無 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)
	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
	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）

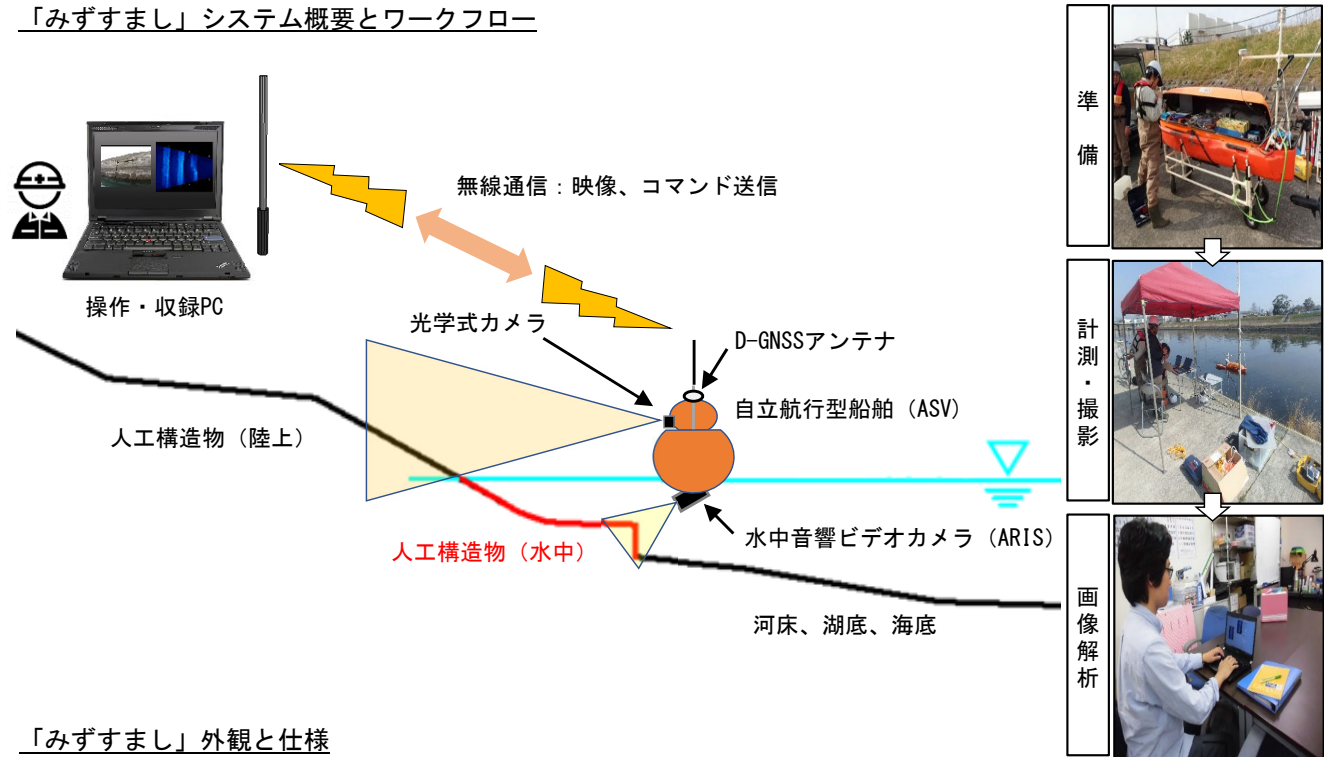
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
点検時現場条件	周辺条件	自律航行型船舶（ASV）の進水・揚陸が可能な場所があること （※進水・揚陸可能場所付近まで車両進入ができること）	—
	安全面への配慮	・計測作業中はASVが停止した際の回収船を用意 ・計測装置の水底面の接触防止のためフレームを設置	—
	無線等使用における混線等対策	特になし	—
	濁度、水流、流木への対策（水中型のみ） （独自に設定した項目）	気泡発生箇所の映像取得は不可	—
	気象条件 （独自に設定した項目）	流速3.0knot以下 視界1,000m以上 風速10m/sec以下 川波0.5m以下	—
	その他	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

5. 留意事項（その2）

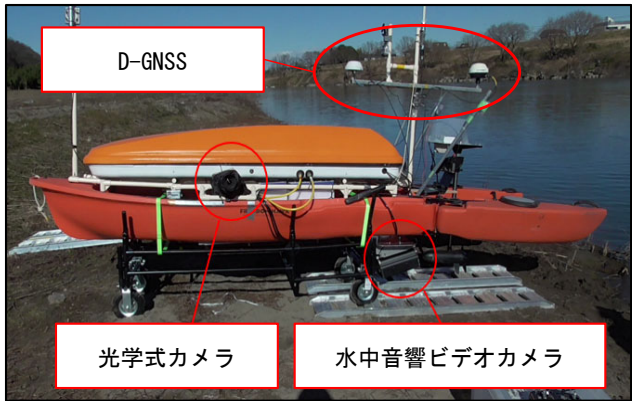
項目		適用可否／適用条件	特記事項（適用条件等）
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	特になし	—
	必要構成人員数	ASV操作1名、計測装置操作1名、警戒員1名、補助作業員1名 合計4名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	特になし	—
	操作場所	・ 移動装置への見通しが利く場所 ・ 移動装置搭載の通信装置から映像データが転送可能な距離（500m以内）にある場所	—
	点検費用	河川平張り護岸 3,000m（水深1.0～4.0m程度）点検 現地作業日数5日 2,800,000円	・ 護岸異常有無の確認 ・ 作業計画・機材準備、現地作業、報告資料作成 ・ 移動に係る経費は別途計上
	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

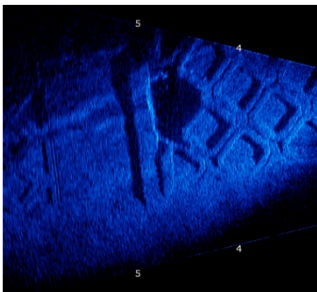
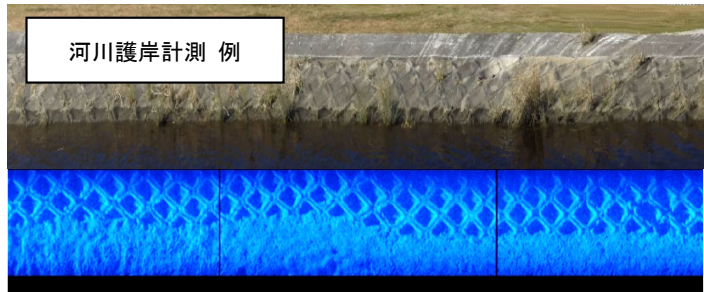


「みずすまし」外観と仕様



「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：護岸損傷個所（ブロック欠損）