

1. 基本事項

| | | | | |
|---------|---|----------------------------------|--------------|--|
| 技術番号 | BR030069-V0025 | | | |
| 技術名 | ハンディスキャナによる点検支援技術(斜面形状等) | | | |
| 技術バージョン | Ver1.0 | 作成: | 2025年3月 | |
| 開発者 | コンピュータ・システム株式会社 | | | |
| 連絡先等 | TEL: 075-462-5411 | E-mail: yonenaga@comsys-kk.co.jp | 米永 俊一 | |
| 現有台数・基地 | 9台 | 基地 | 京都府京都市左京区笹屋町 | |
| 技術概要 | 本技術は、手持ち型3Dスキャナーで3次元点群による形状データと画像、位置情報を同時取得し、リアルタイムにタブレット上で状態を確認しながら、斜面形状や現況状態を取得する技術である。 | | | |
| 技術区分 | 橋種 | 鋼橋 コンクリート橋 | | |
| | 対象部位 | 袖擁壁 溝橋(ボックスカルバート)(周辺地盤) | | |
| | 損傷の種類 | 鋼 | | |
| | | コンクリート | | |
| | | その他 | | |
| | | 共通 | | |
| | 検出原理 | レーザー | | |
| 検出項目 | 3次元点群座標 | | | |

2. 基本諸元

| | | | |
|------------------------|--|---|------------------------------------|
| 計測機器の構成 | | 移動装置:なし 計測装置:レーザースキャナ走査器(レーザードーム) データ収集・通信装置:計測装置内のSSDに計測データ収集保存、また手持ちタブレットにてリアルタイム観測データを閲覧できる。 | |
| 移動装置 | 機体名称 | ハンディレーザースキャナ RS10 | |
| | 移動原理 | 【人力型】 本計測機器は人間が手持ちで歩行移動しながら、計測を行う。 | |
| | 運動制御機構 | 通信 | - |
| | | 測位 | 常時位置情報を補正情報として用いてGNSSを使用したVRS-GNSS |
| | | 自律機能 | IMU内蔵により傾斜補正を常時行う |
| | | 衝突回避機能(飛行型のみ) | - |
| | 外形寸法・重量 | 縦213.5mm×横160mm×高さ178mm 重量:1.9kg | |
| | 搭載可能容量(分離構造の場合) | - | |
| | 動力 | 人力 | |
| 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | - | | |
| 設置方法 | ①手持ち方式で設置する。(高位置の場合は延長ポール手持ちも可能) ②チェストキットセットにて上半身に固定した状態で設置する。 (高位置の場合は延長ポールをチェストキットセットに装着可能) | | |
| 外形寸法・重量(分離構造の場合) | RS10(本体)縦213.5mm×横160mm×高さ178mm 重量:1.9kg LT800(計測用タブレット) 縦215.5 mm x 横130 mm x 高さ14.5 mm 重量:570g | | |
| センシングデバイス | CHCNAV製 RS10 | | |
| 計測原理 | ○原理 ・レーザーSLAM技術:1.SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)は、ライダーデータと位置・方位情報を組み合わせて3次元点群データを生成します。2.本機搭載のレーザードームよりビーム数16本を出力して、32万点/1秒の点群データを取得します。3. SLAMマップはデバイスの移動に合わせてリアルタイムで更新されるため、GPSが使えない環境でも精度が維持される。4. デバイスはRTKとSLAMを統合し、グローバル座標とローカルSLAMベースのマップを同期させる。 ・センサー・フュージョン:複数のセンサー(GNSS、IMU、ライダー)からのデータを統合し、冗長性と高精度を実現。フュージョンにより、厳しい測定条件下でも5cmの精度を維持することができます。 ・RTK:RS10は、オープンスカイ環境においてセンチメートルレベルの絶対測位精度を実現するRTK技術を採用しています。GNSS衛星は、正確な座標を得るために基地局信号(CORSまたは単一基地局)を使用して補正された生データを提供します。 ○校正方法 ・GNSS受信機の校正:標準的なGNSSセットアップチェックを行い、信号品質を確保します。基地局の座標を既知の基準システム(CGCS2000など)に合わせます。 ライダー、IMU、カメラ間のセンサーアライメントを微調整します。 ・センサー同期:SQCアルゴリズム(Sensor Quality Check)を使用して、すべてのセンサーを同期させ、データが正確に整列していることを確認します。 ・使用中の自己校正:RS10は、SLAMデータとRTK補正を比較することにより、継続的に誤差を調整します。GNSSとSLAMの精度のバランスを取るために、オープンエリアとオクルードエリアが混在する環境を移動することにより、クイックキャリブレーションを実行します。 | | |
| 計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件) | ・高精度位置情報取得は、作業開始時にVRS計測衛星が受信できる環境のみ可能 (レーザーやGNSSの精度に影響を与える可能性のある環境振動や干渉を最小限に抑える) ・雨天時の屋外使用はレーザー反射精度が落ち、抜けが多くなるため非推奨 ・照度100ルクス以下は取得画像が暗くなるため点検画像に利用できなくなる ・水やガラスなどレーザーを反射しない対象物は計測できない | | |
| 精度と信頼性に影響を及ぼす要因 | 1. 速い速度で歩行・移動すると十分な点群が取れず、スキャン中のデータオーバーラップが不十分になり、点群に隙間が生じたり、位置合わせがうまくいかないことがある。また、最適化されていない経路は、重要なエリアを見逃したり、効率を損なったりする可能性がある。 2. 反射、透明、または吸収性の高い表面(ガラス、水、黒い素材など)は、レーザーの測定値を歪める可能性があります。 3. 大雨、雪、霧などの悪天候は、レーザーの性能に影響を与える可能性があります。 | | |
| 計測装置 | ①観測計画・準備を実施する ②対象物の周囲に移動し、作業計画した選点ポイントを歩き、斜面・法面・現況の形状を計測する。既知点座標があれば、コントロールポイントを追加して座標付けを行う。 橋長:50m及び測点10点くらいの現地計測に要する時間は、約計測準備に3分、計測に10分、器械の撤去に2分程度を要する。 ③現場にてPCで計測結果を点群化して点検の結果次第では再観測。 ④点群解析ソフトにて、3次元点群データ化する。 ⑤点群処理ソフトにて、点群データ加工や断面作成、メッシュ土量計算、形状数値算出などを行う。 | | |

| | | |
|------------|------------------------------|--|
| 計測プロセス | <p>⑥必要に応じて各種調書出力する。</p> | |
| | アウトプット | Las, e57データなど点群データ形式にて保存及びアウトプット可能 |
| | 計測頻度 | レーザー:1秒間に320,000点測量 写真撮影:1秒間に2枚撮影(3カメラとも) |
| | 耐久性 | 防水・防塵性能:IP64 |
| | 動力 | バッテリー |
| | 連続稼働時間 (バッテリー給電の場合) | 60分。 60秒間のホットスワップサポート (バッテリーなしで60秒間稼働。その間にバッテリーを交換すれば、継続使用が可能) |
| データ収集・通信装置 | 設置方法 | 本体一体型 |
| | 外形寸法・重量 (分離構造の場合) | - |
| | データ収集・記録機能 | 本体のSSD内に保存 |
| | 通信規格 (データを伝送し保存する場合) | - |
| | セキュリティ (データを伝送し保存する場合) | - |
| | 動力 | - |
| | データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合) | - |

3. 運動性能

| 項目 | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 |
|------------|--------------|---|----------------------|
| 3-1 安定性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-2 進入可能性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-3 可動範囲 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-4 運動位置精度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

| 項目 | | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 | |
|------|------------------------|--------------|----------------------------------|---|---|
| 計測装置 | 4-1 計測速度(撮影速度) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 4-2 計測精度 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | | |
| | | 性能値 | 標定点残差 ΔXY:0.019m ΔH:0.010m | 検証場所:2径間連続鋼板桁橋 材質:鋼板 橋長:52.0m 幅員:4.0m 各点標定点残差 ①T1 ΔXY:0.021m ΔH:0.012m ②T2 ΔXY:0.025m ΔH:0.004m ③T3 ΔXY:0.019m ΔH:0.012m ④T4 ΔXY:0.018m ΔH:0.011m ⑤T5 ΔXY:0.002m ΔH:0.007m | |
| | | 標準試験値 | 未検証 | - | |
| | | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | 4-3 位置精度(移動しながら計測する場合) | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | 4-4 色識別性能 | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | 計測レンジ(計測範囲) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | 感度 | 校正方法 | - | - | |
| | | 検出性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | 検出感度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | S/N比 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| 性能値 | - | | - | | |
| 分解能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | | |
| | 性能値 | - | - | | |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

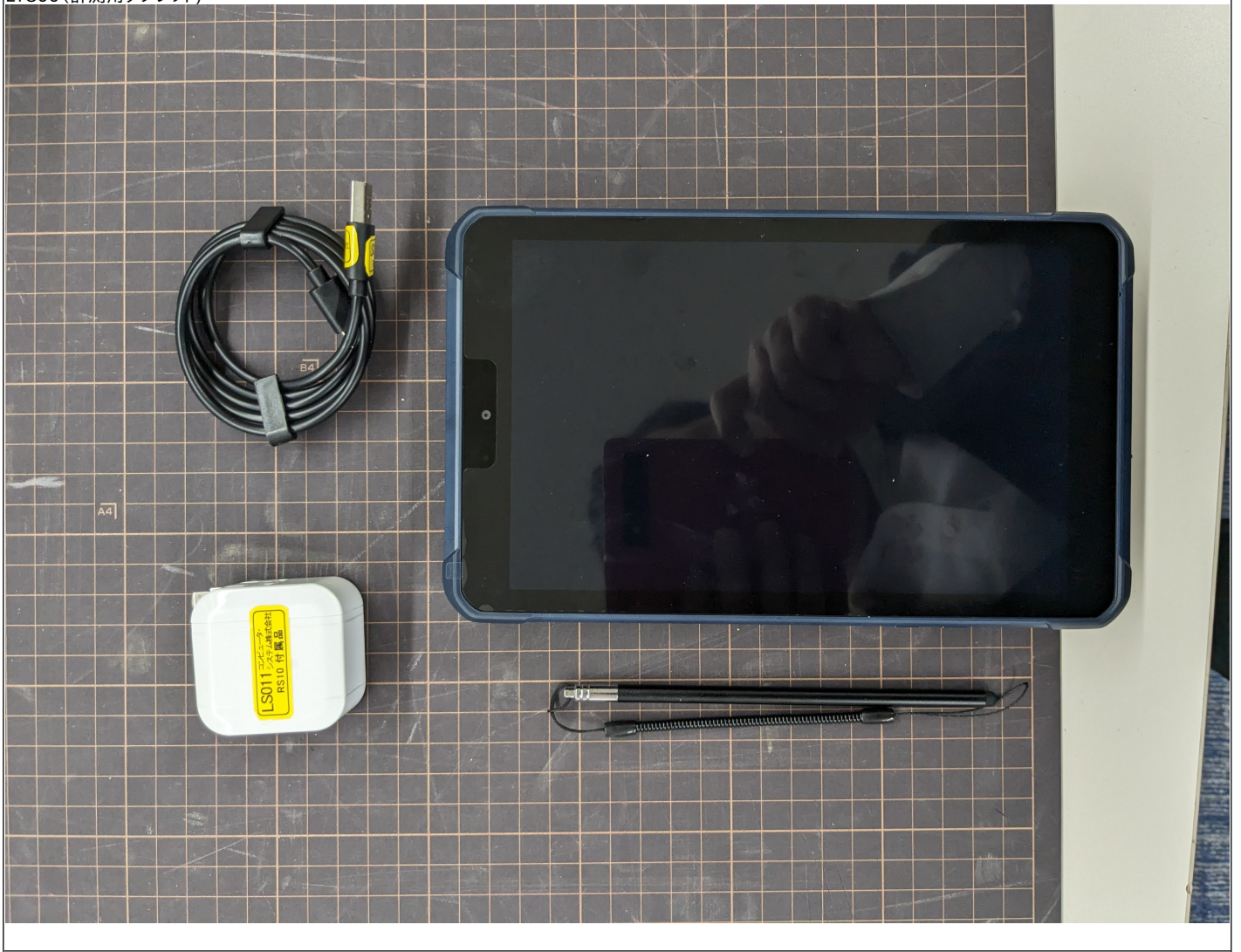
| 項目 | | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) |
|---------|----------------|--|-------------------------------------|
| 点検時現場条件 | 道路幅員条件 | - | - |
| | 桁下条件 | 桁下は人が進入できる箇所。 地上から桁下まで上げるRTKポール長さは5mまでを推奨とする。 | 照度100ルクス以下は取得画像が暗くなるため点検画像に利用できなくなる |
| | 周辺条件 | <ul style="list-style-type: none"> ・高精度位置情報取得は、作業開始時にVRS計測は衛星が受信できる環境のみ可能 ・雨天時の屋外使用はレーザー反射精度が落ち、抜けが多くなるため非推奨 ・照度100ルクス以下は取得画像が暗くなるため点群色付に利用できなくなる ・水やガラスなどレーザーを反射しない対象物は計測できない | 雨天時の使用はレーザー反射精度が落ち、抜けが多くなるため非推奨 |
| | 安全面への配慮 | 手持ちで使用すると長時間の使用では誤って落下させることが想定されるため、チェストキットを使用することを推奨する | - |
| | 無線等使用における混線等対策 | - | - |
| | 道路規制条件 | - | - |
| | その他 | 1回の計測で10分以上計測すると解析時間が多く必要となるため、約10分間計測を推奨する | - |

6. 図面

ハンディスキャナ RS10



LT800(計測用タブレット)



チェストキット



計測風景①



計測風景②



1. 基本事項

| | | | | |
|---------|---|-----------------------------|---|--|
| 技術番号 | BR030070-V0025 | | | |
| 技術名 | 魚群探知機を用いた橋梁基礎の洗掘計測技術「Nソナー」 | | | |
| 技術バージョン | — | 作成: | 2025年3月 | |
| 開発者 | 中央開発株式会社 | | | |
| 連絡先等 | TEL: 03-3208-5252 | E-mail: ckc_dx@ckcnet.co.jp | 中央開発株式会社技術センター DX推進室 岡田直人 | |
| 現有台数・基地 | 1 | 基地 | 〒814-0103 福岡県福岡市城南区鳥飼 6-3-27中央開発(株)九州支社 | |
| 技術概要 | 魚群探知機を用いて、橋脚基礎周辺の鉛直方向の二次元ソナー画像を取得し、洗掘の状況を可視化する技術。 | | | |
| 技術区分 | 橋種 | 鋼橋 コンクリート橋 | | |
| | 対象部位 | 下部構造(橋脚,基礎) | | |
| | 損傷の種類 | 鋼 | | |
| | | コンクリート | | |
| | | その他 | | |
| | | 共通 | ㊟洗掘 | |
| | 検出原理 | 超音波 | | |
| 検出項目 | 洗掘 | | | |

2. 基本諸元

| | | | |
|--------------------|--------------------------|--|--|
| 計測機器の構成 | | 移動装置: 遠隔操作の無人船。魚群探知機の振動子(音波の受発信源)と収録装置とRTK-GNSSとバッテリーを艦装。 計測装置: 魚群探知機の振動子(音波の受発信源) データ収集・通信装置: 無人船の制御は無線。位置データは収録装置に格納され、SDカードに保存。画像データは端末画面をキャプチャして保存。 | |
| 移動装置 | 機体名称 | 無人船:E-1ポート | |
| | 移動原理 | [ボート型]無線下で遠隔操作にて、無人船を操作し水面を浮遊させ、計測する。 | |
| | 運動制御機構 | 通信 | 無線 周波数:2.4GHz帯, 出力:100mW |
| | | 測位 | キャリアRTK-GNSSを利用。毎秒20回のGNSS衛星電波受信。 |
| | | 自律機能 | 自律航行有。無人船本体のRTK-GNSSシステムはRTK-GNSS受信機1つ(船内)、アンテナ2つ(前方、後方)から成る。無人船コントローラCPUがリアルタイムに2つのアンテナ間の方位を算出し、コントロールアプリ上の船の向きを決める。自律航行する際、無人船コントローラCPUが常に船の平面位置情報と方位情報を設定したルートと照合し、ルートを離れないように船体の挙動を制御する。 |
| | | 衝突回避機能(飛行型のみ) | — |
| | 外形寸法・重量 | 外径寸法:1250×650×450(mm)、重量:24(kg) | |
| | 搭載可能容量(分離構造の場合) | — | |
| | 動力 | バッテリー24V 35Ah×2個 | |
| | 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | 2時間 | |
| 計測装置 | 設置方法 | 移動装置と一体的な構造に艦装 | |
| | 外形寸法・重量(分離構造の場合) | 149.8mm x 82.4mm x 58.0mm, 1.21kg (振動子) 219.3mm x 192.1mm x 72.9mm, 1.86kg (モジュール) | |
| | センシングデバイス | 振動子。アクティブターゲットライブソナー(ActiveTarget™ Live Sonar) Lowrance社製。 | |
| | 計測原理 | 135度の扇状に形成された超音波ビームを対象物に照射し、反射波を計測することで、対象物の形状を把握する。 | |
| | 計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件) | 流速毎秒0.8m(時速約3km)程度以下の水域 水深20m以内 | |
| | 精度と信頼性に影響を及ぼす要因 | 強風や波浪による船体の揺動 | |
| | 計測プロセス | <p>ソナーを橋梁基礎の洗掘箇所方向に向けて135度の扇状に発射し、反射波を計測することで、収録装置内にて二次元(深さ×距離)の画像を取得する。 収録装置から無線接続された端末上でリアルタイムで画像を監視し、必要なタイミングでキャプチャを実行する。 記憶媒体から取り出したスケール入りの画像をもとに、洗掘の深さ・距離を測定する。</p> | |
| | アウトプット | 画像(png) | |
| | 計測頻度 | — | |
| | 耐久性 | -15°C to 55°C IP67 | |
| 動力 | リチウムイオン電池(DC12V) 2-5-598 | | |
| 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | 2時間 | | |

| | | |
|------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| データ収集・通信装置 | 設置方法 | センシングデバイス(振動子)と収録装置を通信線で接続し船体に固定する。 |
| | 外形寸法・重量(分離構造の場合) | 幅280mm、高さ167mm、奥行78mm、重さ1.38kg |
| | データ収集・記録機能 | SDカード |
| | 通信規格(データを伝送し保存する場合) | — |
| | セキュリティ(データを伝送し保存する場合) | — |
| | 動力 | リチウムイオン電池(DC12V) |
| | データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合) | — |

3. 運動性能

| 項目 | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 |
|------------|--------------|---|-----------------------|
| 3-1 安定性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-2 進入可能性能 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | |
| | 性能値 | 高さ0.80m 幅0.80m 水深0.4m以下は進入不可 | 航行には0.4m程度の水深が必要。 |
| | 標準試験値 | 標準試験方法 水上部(溝橋以外)(2024) 実施年 2024年 ・W3.0m×H2.3m×L5.0m | ・水深1.86m |
| 3-3 可動範囲 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | |
| | 性能値 | 未検証 | - |
| | 標準試験値 | ・可動範囲5.0m | - |
| 3-4 運動位置精度 | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | |
| | 性能値 | 測位誤差40～50cm程度以内 | RTK-GNSSが受信可能な場所であること |
| | 標準試験値 | - | - |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

| 項目 | | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 | |
|------|------------------------|--------------|--|---|---|
| 計測装置 | 4-1 計測速度(撮影速度) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 4-2 計測精度 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | | |
| | | 性能値 | 測深精度 $\pm(10+h/100)$ cm h:水深(cm) 検証方法:レッドロープ(重錘)による精度比較 | 強風や波浪による船体の揺動が少ない条件下で航行すること | |
| | | 標準試験値 | 標準試験方法 洗掘・形状寸法(2021) 実施年 2024年 リファレンス(高さ、幅、奥行)の平均(0.207m)に対する計測精度【*】 計測1回目:流速0m/s、濁度1.3度 計測精度:0.02m 計測2回目:流速0.14m/s、濁度49.9度 計測精度:0.02m | ・水深1.86mの水槽底部に計測対象(コンクリートブロック)を設置 【*】2024年実施の標準試験では、機器により形状が計測できなかった箇所あり (計測箇所12箇所中、計測できた箇所7箇所、計測できなかった箇所5箇所→計測できた割合:7/12=58.83%) 左記 計測精度は、計測できた箇所のみで算出している。 | |
| | 4-3 位置精度(移動しながら計測する場合) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 4-4 色識別性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 計測レンジ(計測範囲) | | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | |
| | | | 性能値 | 水深20m程度 | - |
| | 感度 | 校正方法 | | - | - |
| | | 検出性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | 検出感度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | S/N比 | | 性能確認シートの有無 ※ | - |
| 性能値 | - | | | - | |
| 分解能 | | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | |
| | | 性能値 | 10cm程度 | - | |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

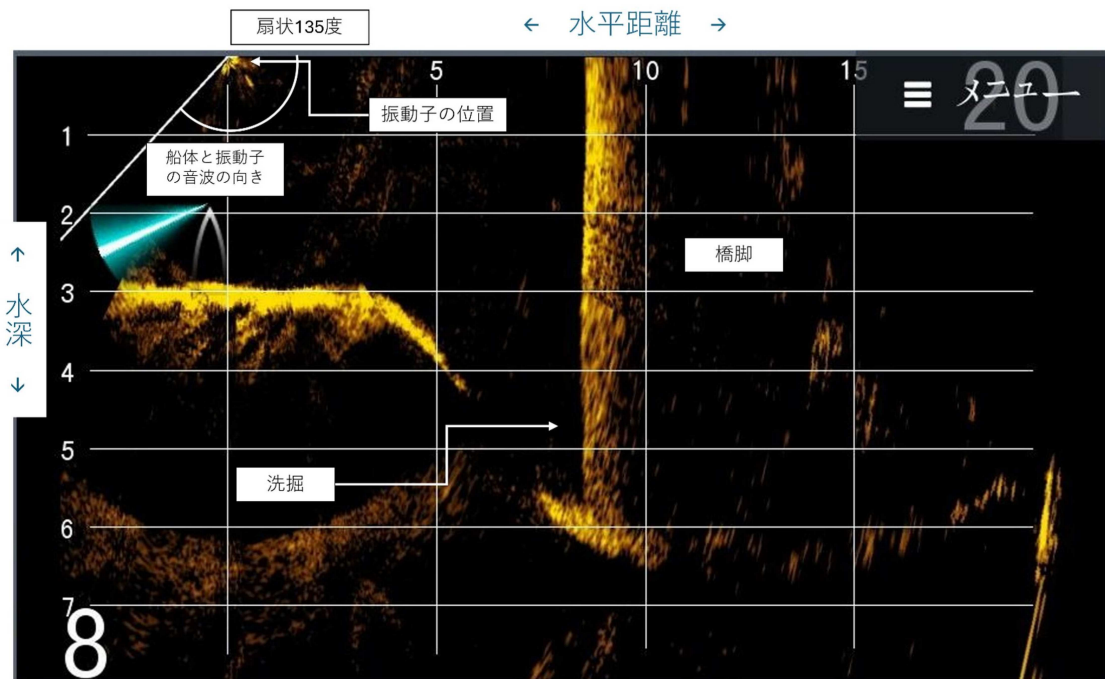
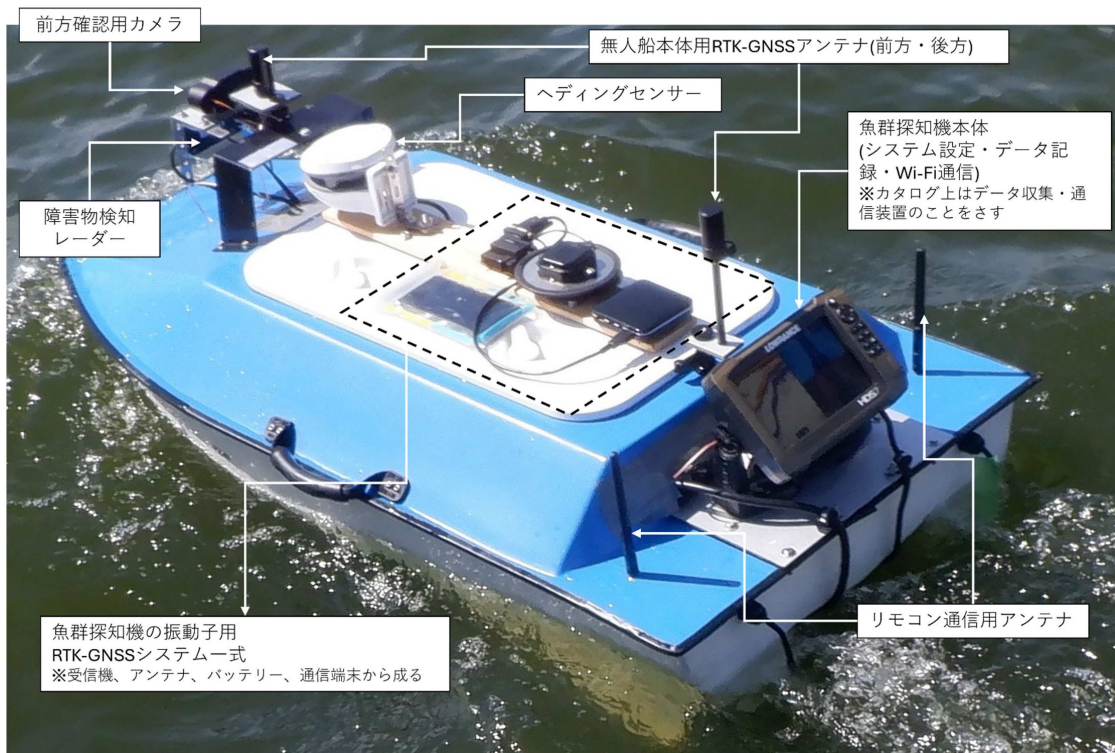
| 項目 | | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) |
|---------|----------------|--|------------|
| 点検時現場条件 | 道路幅員条件 | — | — |
| | 桁下条件 | 0.80m以上 | — |
| | 周辺条件 | — | — |
| | 安全面への配慮 | — | — |
| | 無線等使用における混線等対策 | — | — |
| | 道路規制条件 | — | — |
| | その他 | 流速毎秒0.8m(時速約3km)程度以下の水域 強風や波浪のない水域 水深20m以内 | — |

5. 留意事項(その2)

| 項目 | | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) |
|---------------|--------------------|---|--|
| 作業条件・ 運用条件 | 調査技術者の技量 | 資格必要なし | — |
| | 必要構成人員数 | 3名 監督者1名 操作者1名 作業補助1名 | — |
| | 作業ヤード・操作場所 | 作業ヤード範囲:5m2 自律航行:通信範囲は2km以内を原則。 無線操縦場所:計測機器より20m以内 | 自律航行の場合、コントロールアプリで無人船前方の映像および船の向きを確認しつつ、機体を目視できるように別途監視員を配置する。 自律航行でない場合、無人船を目視できる範囲内で操作する。 |
| | 計測費用 | 【橋梁条件】 橋種[コンクリート橋/鋼橋] 橋長150m 全幅員20m 部位・部材[橋脚/フーチング] 検出項目[洗掘] 橋脚数5脚 計測期間1日 <費用>合計 465,850円 | — |
| | 保険の有無、保障範囲、費用 | 全地連第三者賠償補償制度の基本補償Cタイプに加入 機体による点検・測量業務中の対人事故や財物損壊 身体障害(対人)1億円、財物損壊(対物)6,000万円 | — |
| | 自動制御の有無 | 自動制御有 | RTK-GNSSが受信可能な場所であること |
| | 利用形態:リース等の入手性 | 業務委託 | — |
| | 不具合時のサポート体制の有無及び条件 | — | — |
| | センシングデバイスの点検 | — | — |
| | その他 | — | — |

6. 図面

機器一式・成果図例



1. 基本事項

| | | | | |
|---------|--|------------------------------|------------------|--|
| 技術番号 | BR030071-V0025 | | | |
| 技術名 | ラジコンボートに搭載したマルチビームによる水中部計測技術 | | | |
| 技術バージョン | — | 作成: | 2025年3月 | |
| 開発者 | 国際技術コンサルタント株式会社 | | | |
| 連絡先等 | TEL: 0952-51-3711 | E-mail: shibata@kg-contrs.jp | 測量部 柴田 昌和 | |
| 現有台数・基地 | 1 | 基地 | 佐賀県佐賀市 | |
| 技術概要 | ラジコンボートに搭載したマルチビームソナー(音響測深機)を使用して、水中にある橋脚周囲の洗掘状況を計測、3次元点群で可視化する。 | | | |
| 技術区分 | 橋種 | 鋼橋 コンクリート橋 | | |
| | 対象部位 | 下部構造(橋脚,橋台,基礎) | | |
| | 損傷の種類 | 鋼 | | |
| | | コンクリート | | |
| | | その他 | | |
| | | 共通 | ㊟沈下・移動・傾斜 ㊟洗掘 | |
| | 検出原理 | 超音波 | | |
| 検出項目 | 水中部構造物及び河床地形の3次元形状(座標) | | | |

2. 基本諸元

| | | | |
|--------------------|-----------------------------|---|-----------------------|
| 計測機器の構成 | | <ul style="list-style-type: none"> ・移動装置:ラジコンボート(バッテリー駆動モーター) ・計測装置:マルチビームソナー、IMU、音速度計 ・位置情報:GNSSアンテナ、受信機(桁下での位置情報は後処理解析(PPK)) ・データ収集:搭載パソコンに収録 | |
| 移動装置 | 機体名称 | - | |
| | 移動原理 | ラジコンボート(水面を浮遊・移動し、計測する) | |
| | 運動制御機構 | 通信 | 周波数2.4GHz 出力0.02mW |
| | | 測位 | GNSS測位 |
| | | 自律機能 | GNSS測位・自動航行システム搭載 |
| | | 衝突回避機能(飛行型のみ) | - |
| | 外形寸法・重量 | 1700×1000×950mm、30kg | |
| | 搭載可能容量(分離構造の場合) | - | |
| | 動力 | <ul style="list-style-type: none"> ・動力源:電気式 ・電源供給容量:バッテリー ・定格容量:24V 50Ah(ラジコン駆動用) | |
| 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | 2～5時間(流速により変動) | | |
| 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 | マルチビームソナー:Baywei社製 M5(慣性計測ユニット(IMU:Applanix社製POS/MV)、音速度計(AML社製)一体型) | |
| | 計測原理 | 位置情報はRTK-GNSS、加速度と角速度はIMU、形状はマルチビームソナーの送波器から扇状の音響ビームを底に向けて発信し、受波器で指向性をもつ多数の受波ビームを形成し、河床(海底)からの反射波を受信することで多数の点を計測するもの。 | |
| | 計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件) | 計測可能範囲:水深1m以上、200m以下 流速:2m/s以下(水中に気泡を含む箇所は計測不可(空気が音波を阻害するため)) GNSS受信のための上空視界が必要(移動計測時、桁下の一時的に不良となる場合は除く) | |
| | 精度と信頼性に影響を及ぼす要因 | 水温・塩分濃度により音速度(計測値)が変化するため、近隣の最深部付近まで音速度計を用いて音速度値を記録し、補正を行う。 | |
| | 計測プロセス | ラジコンボートに搭載した、マルチビームソナーの送波器から扇状の音響ビームを底方向に向けて発信し、反射波を受波器で受信して角度ごと(弦方向)の音波の戻り時間を計測し、水深値を得る。 同時にRTK-GNSSの位置情報、IMUの加速度・傾きをSIUシステムで統合し、パソコンで収録を行う。収録データは、後処理解析(PPK)で位置情報を補正した後、ノイズ等のフィルタリング処理を行う。 既存の資料(竣工図、計画河床高)と比較し洗堀状態を算出する。 | |
| | アウトプット | 測深値、傾き、位置、加速度、GNSS時刻をバイナリデータs7kにて収録。保存されたデータを解析用パソコンで後処理解析(位置情報補正、動揺方位補正、潮位補正、音速度補正)をかけてテキスト形式の位置情報(xyz)で出力する。 現地計測(1橋脚当り)に要する時間は、計測準備に1時間、計測に20分、データ確認に30分、現場撤収に1時間、後日、解析・とりまとめ1日。 | |
| | 計測頻度 | 1時間当たり50,000㎡(水深5m、計測幅14m、航行速度2knots) | |
| | 耐久性 | 水圧100m | |
| データ収集・通信装置 | 動力 | <ul style="list-style-type: none"> ・動力源:電気式 ・電源供給容量:バッテリー ・定格容量:12V 50Ah(マルチビームソナー、パソコン) | |
| | 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | 8時間 | |
| | 設置方法 | 防水ケース内のパソコンに収録 | |
| | 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) | - | |
| | データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合) | - | |

3. 運動性能

| 項目 | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 |
|------------|--------------|---|---------------------------------------|
| 3-1 安定性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-2 進入可能性能 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | |
| | 性能値 | 水深1m以上 | - |
| | 標準試験値 | 標準試験方法 水上部(溝橋以外)(2024) 実施年 2024年 ・W3.0m×H2.3m×L5.0m | ・水深1.5m |
| 3-3 可動範囲 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | |
| | 性能値 | 水深1m以上 目視範囲内(100m以内) 流速:2m/s 以下 | 水深1m以上 目視範囲内(100m以内) 流速:2m/s 以下 |
| | 標準試験値 | ・可動範囲5.0m | - |
| 3-4 運動位置精度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

| 項目 | | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 | |
|------|------------------------|--------------|--|---|---|
| 計測装置 | 4-1 計測速度(撮影速度) | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | | |
| | | 性能値 | 5knot(2.5m/s)(流速により変動) | 流速:2m/s以下 | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 4-2 計測精度 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | | |
| | | 性能値 | 0.010m | 計測可能範囲:水深1m以上、200m以下 流速:2m/s以下(水中に気泡を含む箇所は計測不可(空気が音波を阻害するため)) GNSS受信のための上空視界が必要(移動計測時、桁下の一時的に不良となる場合は除く) | |
| | | 標準試験値 | 標準試験方法 洗掘・形状寸法(2021) 実施年 2024年 リファレンス(高さ、幅、奥行)の平均(0.290m) に対する計測精度【*】 計測1回目:流速なし、濁度なし 計測精度:0.01m 計測2回目:流速0.21m/s、濁度48.0度 計測精度:0.01m | ・水深1.5mの水槽底部に計測対象(コンクリートブロック)を設置 【*】2024年実施の標準試験では、機器により形状が計測できなかった箇所あり (計測箇所12箇所中、計測できた箇所2箇所、計測できなかった箇所10箇所⇒計測できた割合:2/12=16.67%) 左記 計測精度は、計測できた箇所のみで算出している。 | |
| | 4-3 位置精度(移動しながら計測する場合) | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | | |
| | | 性能値 | GNSS-RTK:水平位置0.080m、高さ0.015m | 計測可能範囲:水深1m以上、200m以下 流速:2m/s以下(水中に気泡を含む箇所は計測不可(空気が音波を阻害するため)) GNSS受信のための上空視界が必要(移動計測時、桁下の一時的に不良となる場合は除く) | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 4-4 色識別性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 計測レンジ(計測範囲) | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | |
| | | 性能値 | 200m | 水中に気泡を含む箇所は計測不可(空気が音波を阻害するため) | |
| | 感度 | 校正方法 | - | - | |
| | | 検出性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | 検出感度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | S/N比 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| 性能値 | - | | - | | |
| 分解能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | | |
| | 性能値 | 0.010m | - | | |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

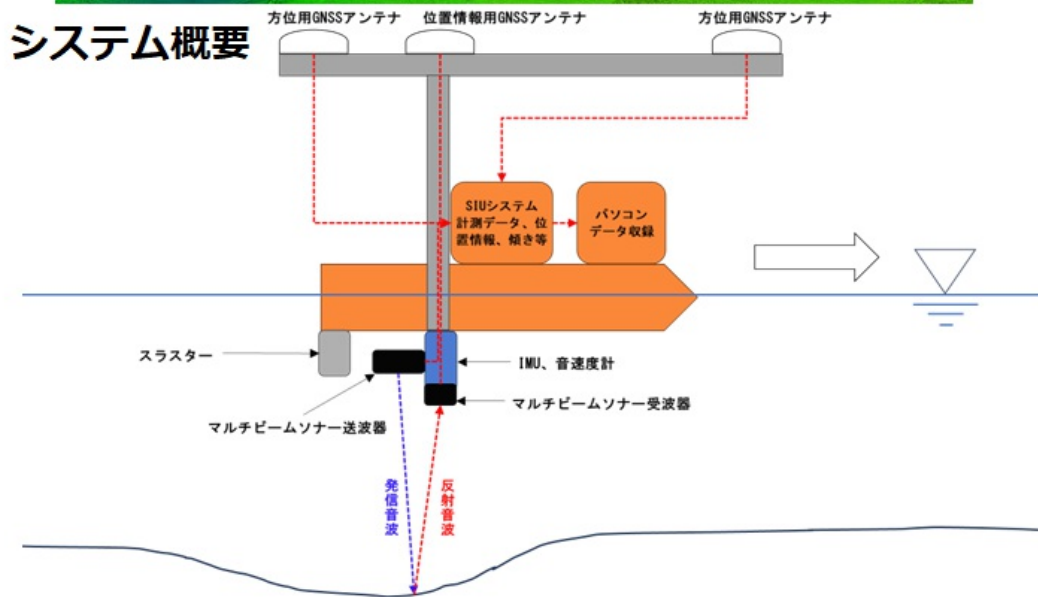
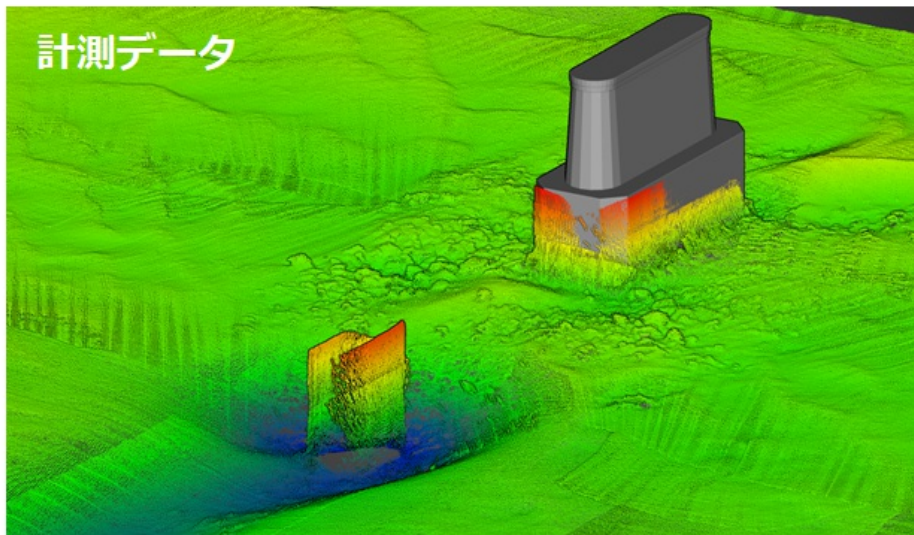
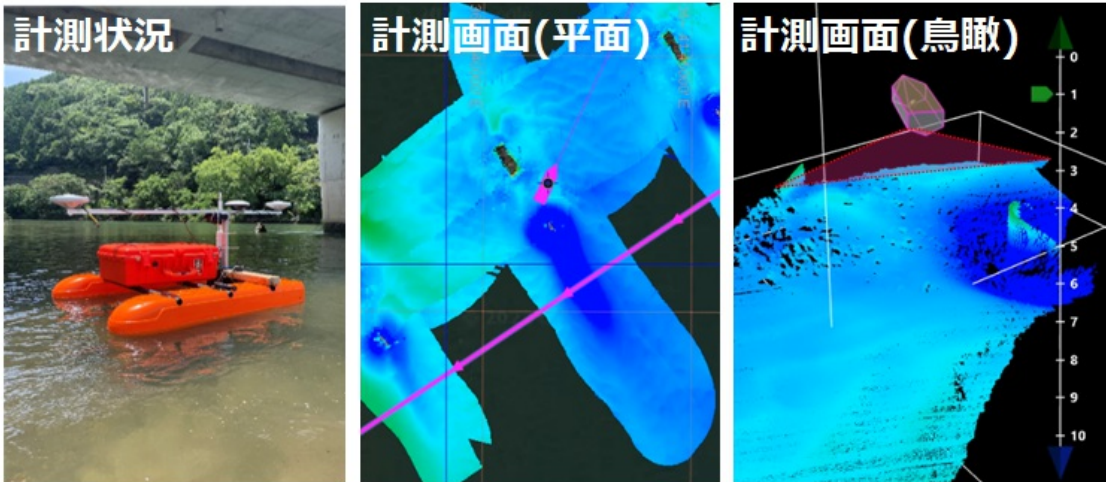
5. 留意事項(その1)

| 項目 | | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) |
|---------|----------------|--|------------|
| 点検時現場条件 | 道路幅員条件 | - | -- |
| | 桁下条件 | GNSS受信のための上空視界が必要(移動計測時、桁下の一時的に不良となる場合は除く) ただし、計測開始時と終了時はGNSS-RTKがFIX解の状態であること(例:河川縦断方向での計測を行う) | - |
| | 周辺条件 | GNSS受信のための上空視界が必要(移動計測時、桁下の一時的に不良となる場合は除く) 都市部河川で高層建物の遮蔽によりGNSS受信ができない箇所は不可 | - |
| | 安全面への配慮 | ラジコンボートの暴走・座礁に備えて救助船(有人:伴走船)を配置する | - |
| | 無線等使用における混線等対策 | 救助船(有人:伴走船)を配置する | - |
| | 道路規制条件 | - | - |
| | その他 | 風速6m/s以上、流速2m/s以上、波高0.5m以上は不可 | - |

5. 留意事項(その2)

| 項目 | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) | |
|---------------|--------------------|---|------------------------|
| 作業条件・ 運用条件 | 調査技術者の技量 | ラジコンボート操縦・計測計画、GNSS-RTK後処理、計測データ後処理の技量が必要 | - |
| | 必要構成人員数 | 操作者1名、補助1名、見張り員1名 | - |
| | 作業ヤード・操作場所 | 伴走船から操作を行う | - |
| | 計測費用 | 1現場1箇所当たり(橋脚~5基)50万~(外業・内業含む) 海上保安庁等の手続、旅費交通費は別途 | 水深、流速、水面までのアプローチで変動します |
| | 保険の有無、保障範囲、費用 | 機器の動産保険、第三者への賠償責任保険に加入 | - |
| | 自動制御の有無 | 自動航行制御 | - |
| | 利用形態:リース等の入手性 | 当社職員による計測・解析での対応(レンタル・リース無) | - |
| | 不具合時のサポート体制の有無及び条件 | 別機種により再計測 | - |
| | センシングデバイスの点検 | 井桁航行による計測の重複部にて計測精度の点検を1日1回以上行う | - |
| | その他 | - | - |

6. 図面



1. 基本事項

| | | | | |
|---------|---|---------------------------|---------------------------------------|--|
| 技術番号 | BR030072-V0025 | | | |
| 技術名 | 全方向水面移動式ボート型ドローンを用いた洗掘調査支援技術 | | | |
| 技術バージョン | — | 作成: | 2025年3月 | |
| 開発者 | 株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク | | | |
| 連絡先等 | TEL: 06-6736-5355 | E-mail: jiw_dbk@jiw.co.jp | 事業推進部 インフラDX推進担当 | |
| 現有台数・基地 | 2台 | 基地 | 〒537-0021大阪府大阪市東成区東中本3-16-23 東成第一ビル3F | |
| 技術概要 | 上面に4つのプロペラを有したボート型のドローンで水面上を全方向へ移動できる。機体中央部にソナーを搭載しており、水面上を移動することで橋脚周り(洗掘)の河床状況を確認し、記録、保存ができる技術である。 | | | |
| 技術区分 | 橋種 | 鋼橋 コンクリート橋 | | |
| | 対象部位 | 下部構造(橋脚,橋台,基礎) | | |
| | 損傷の種類 | 鋼 | | |
| | | コンクリート | | |
| | | その他 | | |
| | | 共通 | ⑳洗掘 | |
| 検出原理 | 超音波(ソナー) | | | |
| 検出項目 | 画像(静止画/動画) | | | |

2. 基本諸元

| | | | |
|--------------------|--------------------------------|--|---------------------------------|
| 計測機器の構成 | | 移動装置:ボート型ドローン(WaymarkBoat) 計測装置:魚探ソナー(LOWRANCE製) データ収集:SDカード、スマホ画面録画 通信装置:2.4Ghz伝送装置(変更可) | |
| 移動装置 | 機体名称 | Waymark-Boat type-S | |
| | 移動原理 | 【水上型ドローン】 上面に複数(4つ)のプロペラを有するボート型ドローン 浮遊型。複数のプロペラを異なった方向に有することにより希望する全方向への移動を可能にする。 | |
| | 運動制御機構 | 通信 | 【無線】 周波数:2.4GHz帯,5GHz帯等(変更可) |
| | | 測位 | GPS(GLONASS) |
| | | 自律機能 | GPSによる位置制御が可能 |
| | | 衝突回避機能(飛行型のみ) | — |
| | 外形寸法・重量 | ・固定構造(移動装置+計測装置+通信装置) ・最大外形寸法(L105cm×W85cm×H38cm) ・最大重量(18kg) | |
| | 搭載可能容量(分離構造の場合) | — | |
| | 動力 | ・バッテリーなどの仮設電源が必要 ・動力源:電気式 ・電源供給容量:バッテリー ・定格容量:14.8V,10Ah | |
| 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | ・30分~60分(外気温:18℃の場合)環境、使用方法による | | |
| 計測装置 | 設置方法 | ・移動装置の中央部に計測装置(ソナー)を積載する。 | |
| | 外形寸法・重量(分離構造の場合) | 重さ:8Kg 高さ:上310cm 下140cm 縦:310cm 横:260cm | |
| | センシングデバイス | LOWRANCE製ソナー HDS-7 LIVE ※変更可 | |
| | 計測原理 | 海中に向けて超音波を放射し、その反射波を捉えることで目的の物体を探す仕組み | |
| | 計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件) | ・GPS(みちびきCLAS対応) | |
| | 精度と信頼性に影響を及ぼす要因 | 障害物など目的物までの間に遮るものがあると計測が難しい | |
| | 計測プロセス | 電源をオンして、計測装置を起動させてソナーで河床が見えてることが確認し、録画を開始する。 | |
| | アウトプット | ソナーデータ sl2 画像データ jpeg,MP4 | |
| | 計測頻度 | 30分~1時間に1回 ソナー動画計測 | |
| | 耐久性 | IP3X0 | |
| | 動力 | ・バッテリーなどの仮設電源が必要 ・計測機器のバッテリーを充電 | |
| 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | 1時間~2時間 | | |
| データ収集・通信装置 | 設置方法 | 一体構造 | |
| | 外形寸法・重量(分離構造の場合) | 高さ147.6mm×幅71.6mm×厚さ7.80mm | |
| | データ収集・記録機能 | ・記録メディア(SDカード)に保存 ・スマホの画面録画データ | |
| | 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 | 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) | 1時間 | |

3. 運動性能

| 項目 | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 |
|------------|--------------|---|-----------------------------|
| 3-1 安定性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-2 進入可能性能 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | |
| | 性能値 | 高さ3m×幅3m 深さ50cm | - |
| | 標準試験値 | 標準試験方法 水上部(溝橋以外)(2024) 実施年 2024年 ・W3.0m×H2.3m×L5.0m | ・水深1.5m |
| 3-3 可動範囲 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | |
| | 性能値 | 通信距離60m~300mの電波が通じる範囲 | 電波を遮るものがない場合及び電波干渉が少ない箇所による |
| | 標準試験値 | ・可動範囲5.0m | - |
| 3-4 運動位置精度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

| 項目 | | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 | |
|------|------------------------|--------------|--|---------------------------------|---|
| 計測装置 | 4-1 計測速度(撮影速度) | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | |
| | | 性能値 | ~0.8m/s | - | |
| | | 標準試験値 | 未検証 | - | |
| | 4-2 計測精度 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | | |
| | | 性能値 | 最大130mm誤差  | | |
| | | 標準試験値 | 標準試験方法 洗掘・形状寸法(2021) 実施年 2024年 リファレンス(高さ、幅、奥行)の平均(0.193m) に対する計測精度 計測1回目: 流速0m/s 濁度55.2度 計測精度: 0.05m 計測2回目: 流速0.16m/s 濁度55.2度 計測精度: 0.05m | 水深1.5mの水槽底部に計測対象(コンクリートブロック)を設置 | |
| | 4-3 位置精度(移動しながら計測する場合) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 4-4 色識別性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 計測レンジ(計測範囲) | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | |
| | | 性能値 | フロント120m ダウン120m | - | |
| | 感度 | 校正方法 | - | | |
| | | 検出性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | 検出感度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | S/N比 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| 性能値 | - | | - | | |
| 分解能 | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | | |
| | 性能値 | 10cm単位 | - | | |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

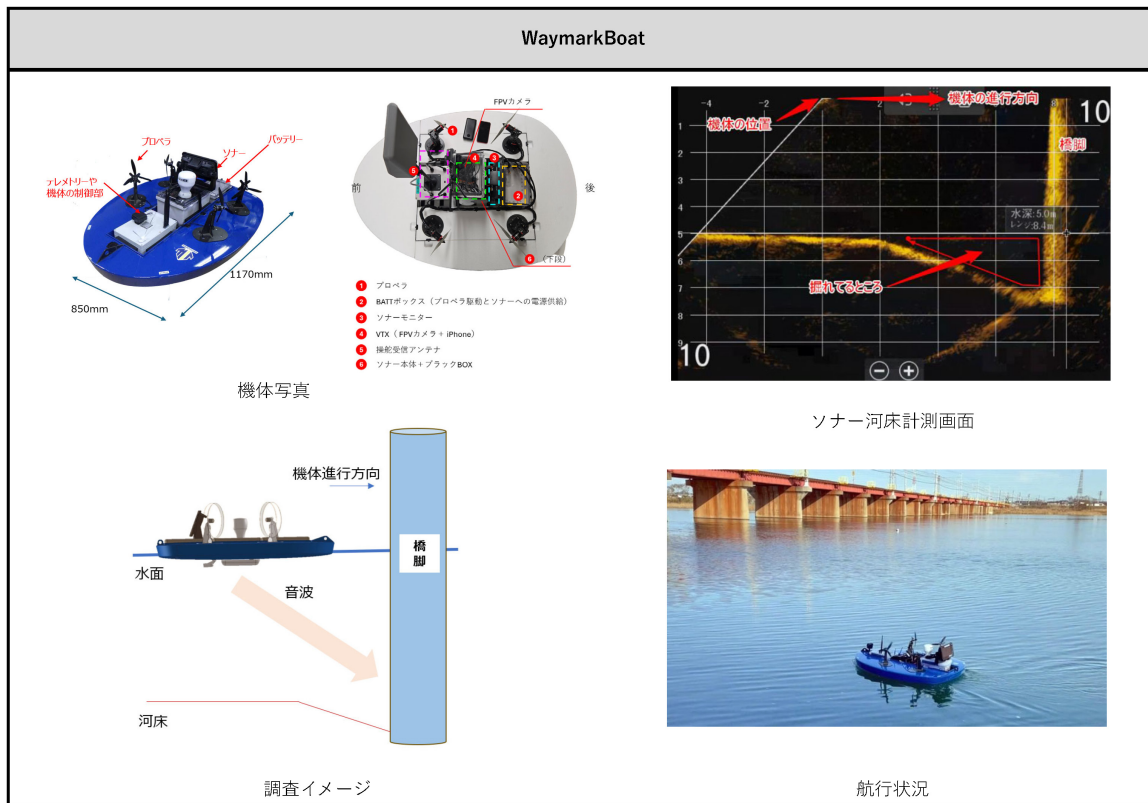
| 項目 | | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) |
|---------|--------------------|---|------------|
| 点検時現場条件 | 道路幅員条件 | なし | なし |
| | 桁下条件 | 桁下高さ1m以上 水面に着水が可能な場所 水深が1m以上の場合適応可能 | — |
| | 周辺条件 | 特になし | 特になし |
| | 安全面への配慮 | 最大約300m程度で、伝送範囲内の作業 流速が0.85m/s以上は中止 | — |
| | 無線等使用における混線 等対策 | — | — |
| | 道路規制条件 | 特になし | 特になし |
| | その他 | ・最浅水深1.0m未満 ・流速が0.85m/s以上の河川 ・ボート着水が困難な箇所 | — |

5. 留意事項(その2)

| 項目 | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) | |
|---------------|--------------------|--|--|
| 作業条件・ 運用条件 | 調査技術者の技量 | 社内の操作研修にて操作方法習得 | 受託での対応を基本とする |
| | 必要構成人員数 | 現場責任者1名、船体操作1名、補助員1名、船体安全確認者1名 合計4名(最低人数3名 現場責任者除く3名) | — |
| | 作業ヤード・操作場所 | 作業ヤード範囲: 2m2 操作場所: 計測機器より300m以内 | — |
| | 計測費用 | 橋種[鋼橋] 橋長 275m 全幅員 11.4m 部位・部材[橋脚] 活用範囲 橋脚2基 1日あたり6基程度点検可能 検出項目[洗掘] <費用>合計700,000円(税込み) ※直接人件費、直接経費(機体損料、旅費・交通費概算)、諸経費 | ・外業: 橋脚周りの河床データを取得 ・内業: ソナーデータ、河床深さを整理 ・使用計画書・点検調書の作成は含みません ・測定手順は、撮影当日の水深、風速、河川の場合の流速状況、電波伝送状況などによって変動します。 |
| | 保険の有無、保障範囲、費用 | 保険加入していない | — |
| | 自動制御の有無 | — | — |
| | 利用形態: リース等の入手性 | 業務委託 | — |
| | 不具合時のサポート体制の有無及び条件 | — | — |
| | センシングデバイスの点検 | 日常点検 | — |
| その他 | — | — | |

6. 図面

機体概要



1. 基本事項

| | | | | |
|---------|---|----------------------------------|--------------------|--|
| 技術番号 | BR030073-V0025 | | | |
| 技術名 | クラウド対応型IoT傾斜計を用いた橋脚監視技術 | | | |
| 技術バージョン | 1 | 作成: | 2025年3月 | |
| 開発者 | 坂田電機株式会社 | | | |
| 連絡先等 | TEL: 042-464-3351 | E-mail: r-tome@sakatadenki.co.jp | 開発部・遠目塚良一 | |
| 現有台数・基地 | 20台 | 基地 | 東京都西東京市柳沢2丁目17番20号 | |
| 技術概要 | IoT傾斜計により橋脚の傾斜角を測定し、クラウドサーバに伝送する。クラウドサーバでは傾斜の量と方向などを確認することができる。 ※IoT傾斜計:直交する2軸に感度を持つ傾斜計と、所定の頻度で傾斜を自動計測・保存し、所定の頻度でクラウドサーバに伝送する測定器ならびに太陽電池で構成される | | | |
| 技術区分 | 橋種 | 鋼橋 コンクリート橋 | | |
| | 対象部位 | 下部構造(橋脚) | | |
| | 損傷の種類 | 鋼 | | |
| | | コンクリート | | |
| | | その他 | | |
| | | 共通 | ㊸沈下・移動・傾斜 ㊹洗掘 | |
| 検出原理 | 差動トランス | | | |
| 検出項目 | 傾斜角 | | | |

2. 基本諸元

| | | | |
|------------------------|---|---|---|
| 計測機器の構成 | | ・計測装置: 傾斜計(固定金具, 保護金具付き) ・データ収集・通信装置: 測定器 ・給電装置: 太陽電池 | |
| 移動装置 | 機体名称 | — | |
| | 移動原理 | — | |
| | 運動制御機構 | 通信 | — |
| | | 測位 | — |
| | | 自律機能 | — |
| | | 衝突回避機能(飛行型のみ) | — |
| | 外形寸法・重量 | — | |
| | 搭載可能容量(分離構造の場合) | — | |
| 動力 | — | | |
| 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | — | | |
| 設置方法 | 傾斜計の感度方向(X, Y)と橋梁の取付方向(橋軸, 橋軸と直交方向)を確認して、橋脚天端上の設置位置を決める。 設置個所中央付近にM8アンカーを1本打ち、固定金具を同アンカーに固定する。 傾斜計を固定金具に取り付けて、水平器で水平を取りながら固定金具のナットで傾斜計を概ね水平にする。 タブレットまたはスマートフォンでモニタリングしながら微調整し、測定範囲の10%以下になるように調整してナットを本締めする。 | | |
| 外形寸法・重量(分離構造の場合) | ・傾斜計: $\phi 85 \times H70$ mm, 約1.5kgf ※橋脚天端に固定して、保護金具まで据え付けた状態の外形寸法はD220×W230×H193mm | | |
| センシングデバイス | 差動トランス 自社製 1つの一次コイルと2つの二次コイルとそれらの中央を通る共通の鉄心とで構成され、鉄心の変位が2つの二次コイルの電圧の差となって出力される。 | | |
| 計測原理 | 鉄心は傾斜計内部の振子に取り付けられており、常に重力方向を向くようになっている。 コイルは傾斜計に固定されており、傾斜計の傾斜に追従する。 傾斜計が傾くと、追従してコイルも傾くが、鉄心は常に下を向くことから鉛直からの傾斜を測定することができる。 キャリブレーションは生産時にメーカ工場で行われ、運用中は不要。 | | |
| 計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件) | ・高低差10mm以内の平面性を持った、230×350mm以上の平面が必要である(保護金具+ケーブル敷設を考慮)。 ・同平面にM8のグリップアンカー(固定金具用)1本とM6オールアンカー(保護金具用)2本が施工できる必要がある。 ・同平面の高さ方向には障害物がない必要がある(調査や交換作業のスペースを確保する)。 | | |
| 精度と信頼性に影響を及ぼす要因 | ・温度による測定値変動があるため保護金具は必須で、直射日光が当たらないような場所が望ましい。 ・車両通過による振動の影響が想定されるため、平均回数(フィルタ処理)を適切に設定する必要がある。 ・想定される傾斜量に応じて、相応の測定範囲を有する傾斜計を選定する必要がある。 | | |
| 計測装置 | ①設定された計測時刻になると、データ収集・通信装置がRTCのアラームで起動する ②橋脚に設置した傾斜計にデータ収集・通信装置から電源を与えることにより、傾斜計内の差動トランスが電圧を出力する。傾斜計の設置場所を「6. 図面」に詳述する ③出力された電圧はデータ収集・通信装置内でA/D変換される ④A/D変換された電圧値に電圧-傾斜の変換係数を乗じて角度 θ を得る ⑤アウトプットが変位量の場合は、橋脚長Lを設定しておくことで④の計算結果を用いた水平変位 $L \cdot \sin \theta$ を算出する ⑥④⑤の結果を保存し、LTE回線でクラウドサーバに送信する ⑦次の計測時刻をRTCのアラームにセットしてデータ収集・通信装置はスリープする | | |
| 計測プロセス | | | |
| アウトプット | ①データ収集・通信装置が自身に設定された電圧-傾斜の変換係数をもとに、差動トランスの電圧出力を傾斜量に変換する ②送信するデータが変位量の場合は、データ収集・通信装置が自身に設定された橋脚長をもとに天端変位を算出する ③データ収集・通信装置は傾斜または変位を保存するとともに、クラウドサーバへLTE回線で送信する 専用アプリがインストールされたスマートフォンなどと現地でbluetoothで接続することで、保存されたデータや内部エラーを収集できる。同アプリによるリアルタイムモニタリングも可能である。 | | |
| 計測頻度 | 1時間間隔(最短2分間隔の運用が可能) 2分-620 | | |
| 耐久性 | IP55 | | |

| | | |
|------------|-----------------------------|--|
| | 動力 | データ収集・通信装置からケーブルで供給 |
| | 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | データ収集・通信装置と同じ(データ収集・通信装置から給電) |
| データ収集・通信装置 | 設置方法 | 計測装置に有線で接続し、LTE電波が良好な場所に設置する。 計測装置とデータ収集・通信装置間のケーブル長は最長100mである。 また、給電装置(太陽電池)を優先で接続し、給電装置は日射の良好な場所に設置する。 給電装置とデータ収集・通信装置間のケーブル長は最長15mである。 |
| | 外形寸法・重量(分離構造の場合) | データ収集・通信装置:W250×H350×D153mm, 9kgf 給電装置:W240×H138×D148mm, 2kgf |
| | データ収集・記録機能 | データ収集・通信装置の内部メモリに保存するとともに、データ送信先のクラウドサーバでも保存する。 |
| | 通信規格(データを伝送し保存する場合) | NTTドコモ LTE回線(NTTドコモ相互接続性試験に適合) LTE Cat.1, LTE Cat1+eDRX |
| | セキュリティ(データを伝送し保存する場合) | 閉域網によるデータ通信 |
| | 動力 | 給電装置から供給 |
| | データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合) | 満充電状態で無日照となってから7日間 |

3. 運動性能

| 項目 | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 |
|------------|--------------|---|----------------------|
| 3-1 安定性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-2 進入可能性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-3 可動範囲 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-4 運動位置精度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

| 項目 | | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 | |
|------|------------------------|--------------|--|--|---|
| 計測装置 | 4-1 計測速度(撮影速度) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 4-2 計測精度 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | | |
| | | 性能値 | 測定範囲に対して最大0.087%の誤差 | 傾斜計は静止状態 | |
| | | 標準試験値 | 標準試験方法 洗掘・傾斜角(2020) 実施年 2024年 ・誤差: -0.06~+0.038° | サンプル数3 ・リファレンス値: 0.28°、0.21°、0.52° ・計測値 : 0.242°、0.272°、0.528° | |
| | 4-3 位置精度(移動しながら計測する場合) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 4-4 色識別性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 計測レンジ(計測範囲) | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | |
| | | 性能値 | ±60分 | 鉛直を0度とする。 ±300分, ±600分, ±1800分計もラインアップあり。 | |
| | 感度 | 校正方法 | - | - | |
| | | 検出性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | 検出感度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | S/N比 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| 性能値 | - | | - | | |
| 分解能 | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | | |
| | 性能値 | 0.004分 | ±60分計の場合 | | |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

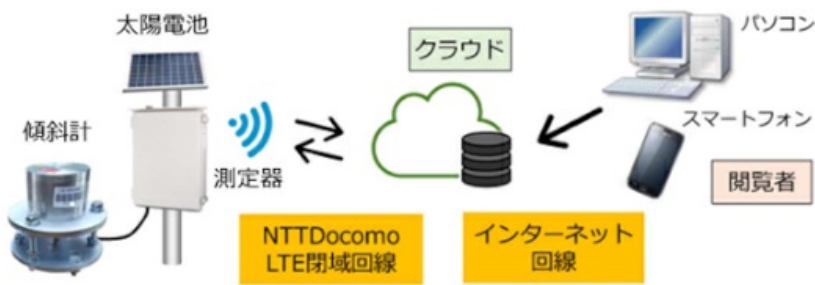
| 項目 | | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) |
|---------|----------------|------------------------------------|------------|
| 点検時現場条件 | 道路幅員条件 | — | — |
| | 桁下条件 | 人が進入できる箇所 | — |
| | 周辺条件 | 日照が確保できる位置に給電装置が設置可能 LTE電波圏内である | — |
| | 安全面への配慮 | 点検足場または昇降設備 | — |
| | 無線等使用における混線等対策 | — | — |
| | 道路規制条件 | — | — |
| | その他 | 環境温度 -20℃~+50℃ | — |

5. 留意事項(その2)

| 項目 | | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) |
|---------------|--------------------|---|------------|
| 作業条件・ 運用条件 | 調査技術者の技量 | 第2種あと施工アンカー施工士(JCAA) | — |
| | 必要構成人員数 | 設置時 3人(現場責任者1名、補助員2名) 点検時 2人(現場責任者1名、補助員1名) | — |
| | 作業ヤード・操作場所 | 作業ヤード:1m2 操作場所:データ収集・通信装置より10m以内 | — |
| | 計測費用 | 橋種[Co/鋼] 橋長[50m]—橋脚数3を想定 部位・部材[橋脚] 活用範囲[橋脚天端] <費用> 設置費 : 340万円 ランニングコスト : 10万円/年(通信費,クラウド利用料) 点検費 : 18万円 | 年1回の現場点検 |
| | 保険の有無、保障範囲、費用 | 非加入 | — |
| | 自動制御の有無 | 自律制御あり | — |
| | 利用形態:リース等の入手性 | 購入品のみ | — |
| | 不具合時のサポート体制の有無及び条件 | サポート体制あり | — |
| センシングデバイスの点検 | 年1回の点検 | — | |
| その他 | なし | — | |

6. 図面

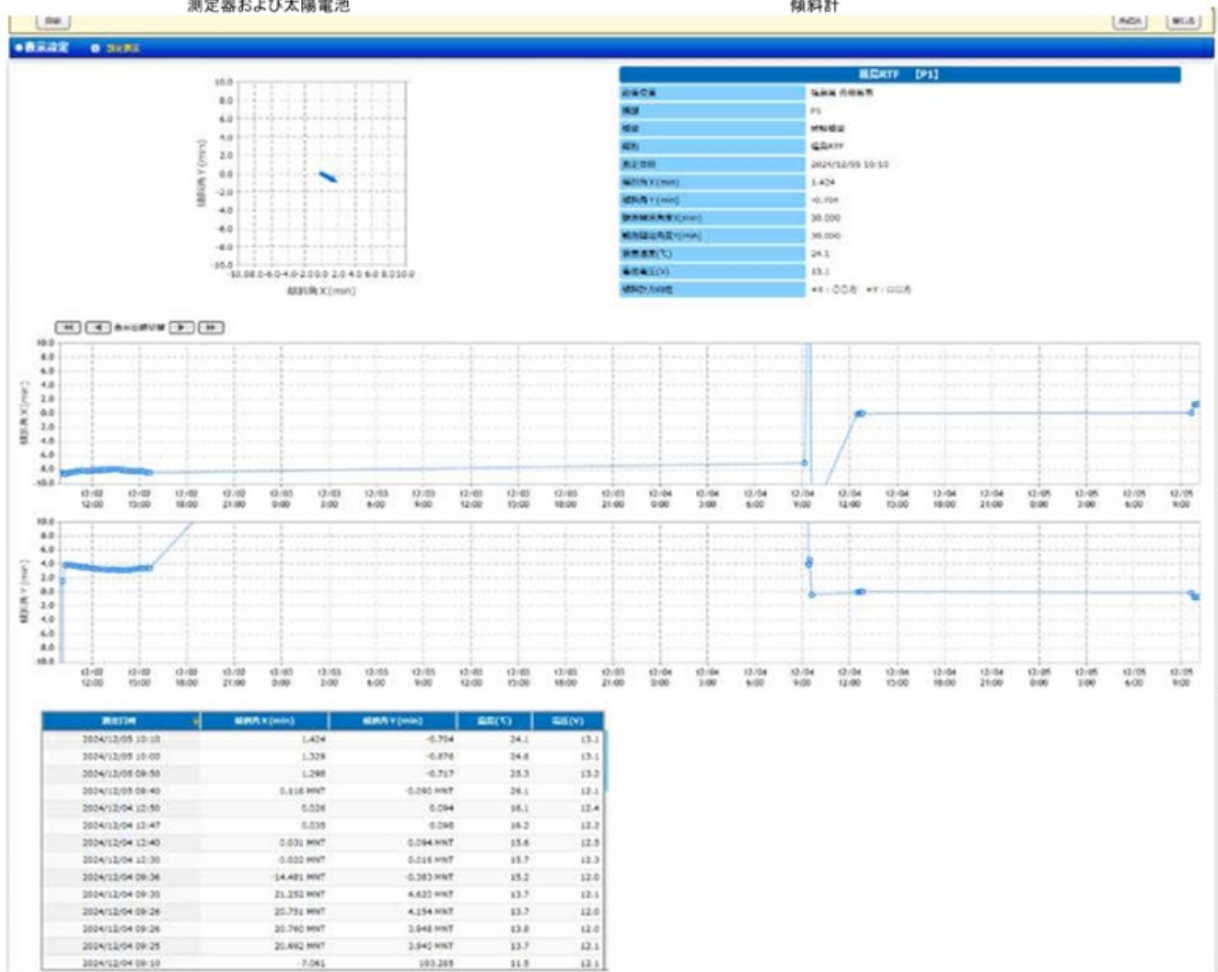
システム構成, 設置写真およびクラウド画面



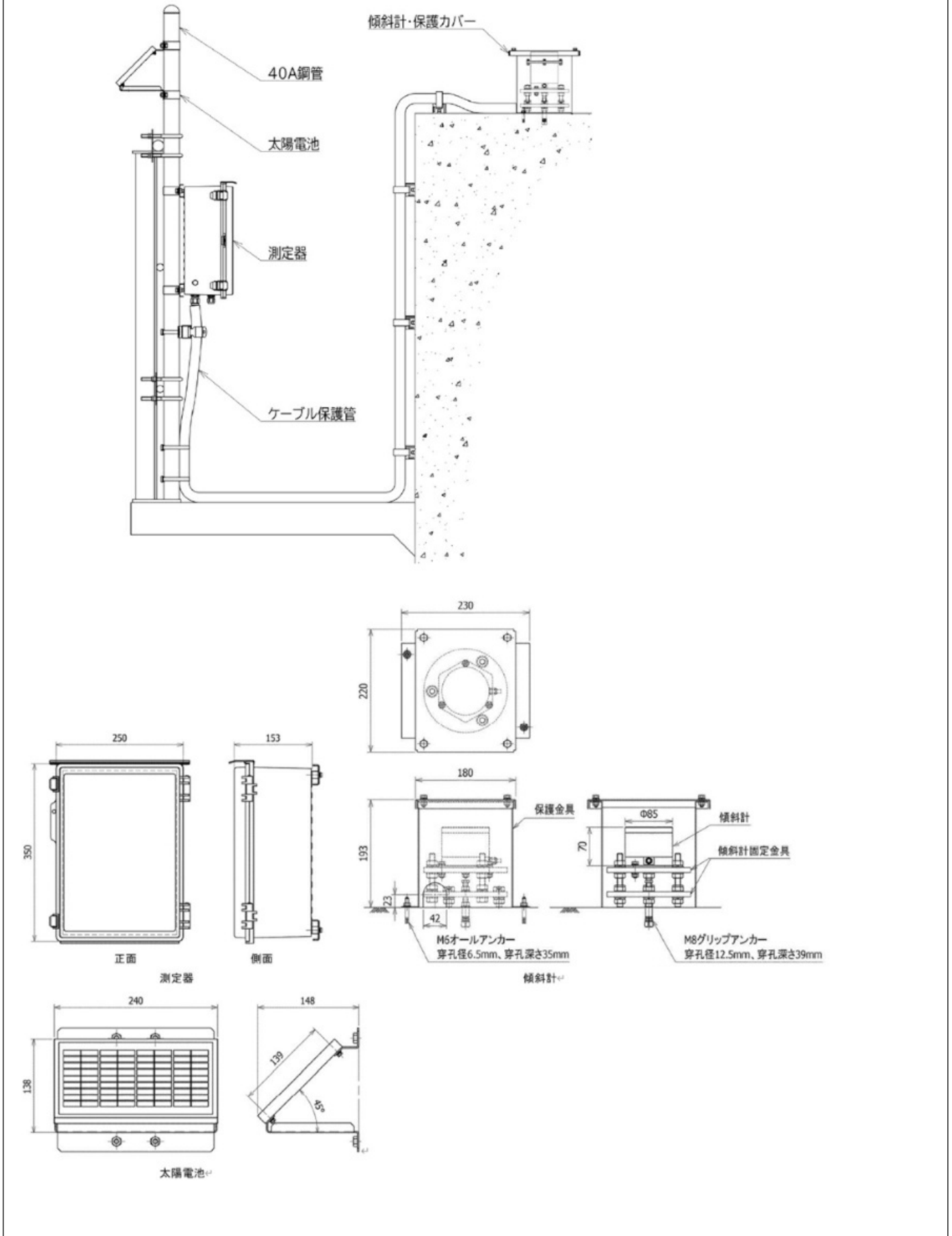
測定器および太陽電池



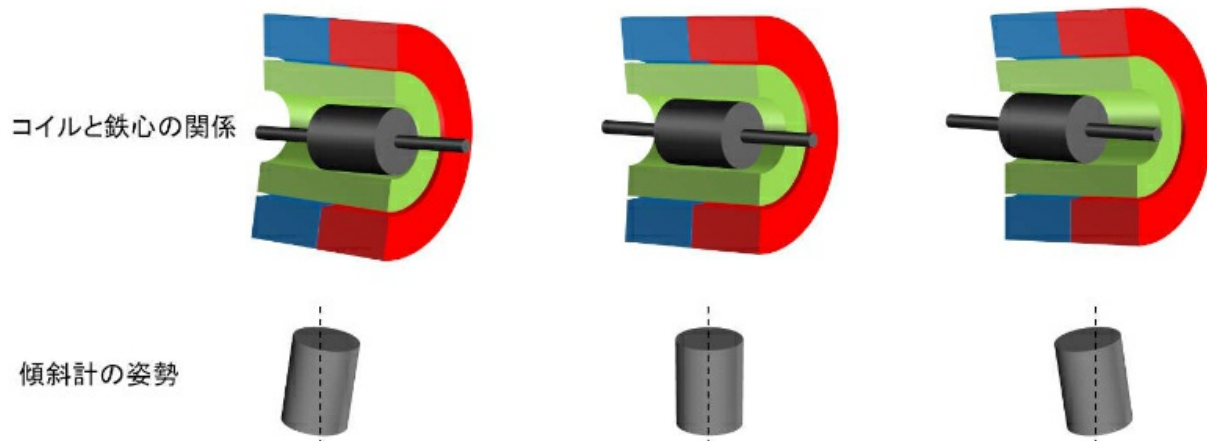
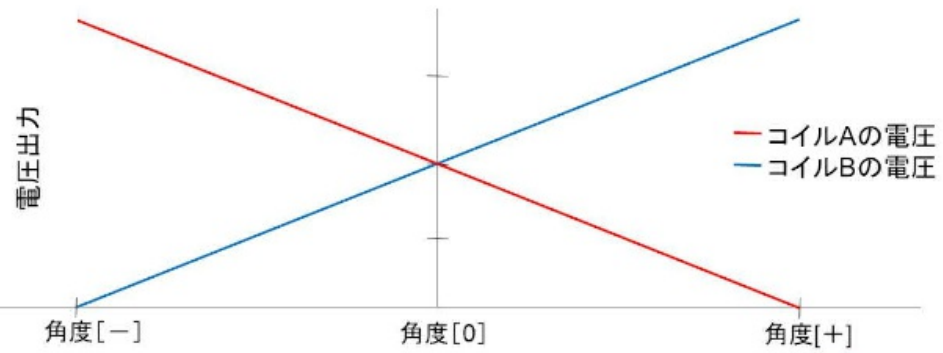
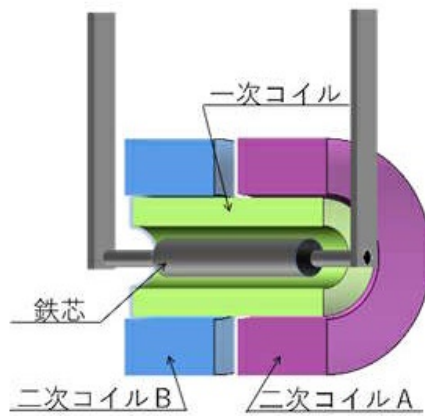
傾斜計



施工概要, 機器寸法



センシングデバイス, 計測原理



1. 基本事項

| | | | | |
|---------|--|---|---|--|
| 技術番号 | BR030074-V0525 | | | |
| 技術名 | コンクリートビュー | | | |
| 技術バージョン | Version 2 | 作成: | 2025年3月 | |
| 開発者 | 株式会社IHI 株式会社IHIインフラシステム | | | |
| 連絡先等 | TEL: 03-6204-7316 045-759-2354 | E-mail: shionaga4803@ihi-g.com saino4794@ihi-g.com | 株式会社IHI 社会基盤事業領域 事業推進部 塩永 亮介 株式会社IHI建材工業 技術本部 開発部 齋野 純 | |
| 現有台数・基地 | 2台 | 基地 | 神奈川県横浜市磯子区 (IHI建材工業 研究試験センター) | |
| 技術概要 | <p>近赤外光をコンクリート表面に照射し、反射光のスペクトルを分析することで、コンクリート表面における塩化物イオン濃度を測定する装置である。測定対象とするコンクリート表面に対して、プローブヘッドをあてて走査することで、各位置の塩化物イオン濃度を測定し、その濃度分布を示すコンターマップを作成できる非破壊検査装置である。</p> <p>なお、コンクリートビューの測定対象は、コンクリート表面の塩分量(コンクリート表層部に固定化されたフリーデル氏塩)や、樹脂塗装されている場合は、塗装面の塩分量(塗装に付着した塩化物イオン)である。</p> | | | |
| 技術区分 | 橋種 | 鋼橋 コンクリート橋 | | |
| | 対象部位 | 上部構造(主桁,横桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台,基礎) 支承部(台座コンクリート) 路上(防護柵,地覆,中央分離帯) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁) H形鋼桁橋(上部構造(主桁),床版) RC床版橋(上部構造(主桁)) | | |
| | 損傷の種類 | 鋼 | | |
| | | コンクリート | | |
| | | その他 | | |
| | | 共通 | | |
| 検出原理 | 近赤外線吸収分光 | | | |
| 検出項目 | 塩化物イオン濃度/近赤外線の反射光スペクトル強度 | | | |

2. 基本諸元

| | | | |
|--------------------|------------------------|--|-------------------|
| 計測機器の構成 | | <ul style="list-style-type: none"> 移動装置: プローブヘッド(内側に計測装置を配置し、手で表面を走査する車輪つき軽量ケース) 計測装置: ハロゲンランプおよび分光器, エンコーダ(移動装置と一体型) データ収集・通信: 制御ユニットおよび計測用PC(プローブヘッドとは専用ケーブルで有線接続) | |
| 移動装置 | 機体名称 | コンクリートビュー | |
| | 移動原理 | <p>【人力】</p> <ul style="list-style-type: none"> 人がプローブヘッドのハンドルを手で持って走査する。 プローブヘッドの中央先端から進行方向にはラインレーザーを発光し、事前に測定面に走査ラインを罫書きしておけば、それを目安にプローブヘッドを走査する。 ハンドル部先端に延長ロッドを取り付ければ、1~2m離れたコンクリート表面でもプローブヘッドの走査は可能となる。 | |
| | 運動制御機構 | 通信 | - |
| | | 測位 | ・エンコーダ(基点からの走査距離) |
| | | 自律機能 | - |
| | | 衝突回避機能(飛行型のみ) | - |
| | 外形寸法・重量 | <p>【プローブヘッド】</p> <p>外形寸法(長さ242mm×幅163mm×高さ103mm) ※ハンドル部は除く</p> <p>最大重量(約1.7kgf)</p> | |
| | 搭載可能容量(分離構造の場合) | - | |
| | 動力 | ・人力 | |
| 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | - | | |
| 計測装置 | 設置方法 | <p>「移動装置と一体的な構造」</p> <ul style="list-style-type: none"> プローブヘッドは計測装置(ハロゲンランプと分光器)と移動装置(車輪、エンコーダ)が一体となった構造である。 プローブヘッド内部にハロゲンランプと分光器が固定されており、測定面との距離を一定に保つ。 プローブヘッドの外装はプラスチックカバーで、内部に外部光(日射など)が入らないようにしている。 | |
| | 外形寸法・重量(分離構造の場合) | - | |
| | センシングデバイス | <ul style="list-style-type: none"> 近赤外線分光器 [浜松ホトニクス社製 型番C9406GC] ハロゲンランプ [ケイエルブイ社製 型番MGG8321-700-MR] エンコーダー [コパル社製 RE12D-100-201-1] | |
| | 計測原理 | <ul style="list-style-type: none"> コンクリート表面に近赤外線をあて、その反射光を分光すると、塩化物イオンに固有の波長が吸収されて受光強度が小さくなる波長帯域がある。これまでは、塩化物イオン(フリーデル氏塩)の吸収ピークは、波長2210nm付近と知られていたが、本技術では新たに1400nm付近に存在する塩化物イオンに敏感な水酸化物イオンのピークを利用していることが特徴である。 コンクリートビューは、波長900~1700nmの近赤外線光を表面にあて、その反射光を分光することで、受光強度スペクトルを得る(図1)。 受光強度スペクトルは、別途、標準板(テフロン板など)の測定で取得した参照スペクトルとの比をとって、吸光度スペクトルに変換する(図2)。 吸光度の大きさと塩化物イオン濃度とは比例関係にある(図3)。既知の塩化物イオン濃度(0~20kg/m³)のコンクリート供試体に対する近赤外分光による測定から、この関係性は事前に構築されており、これを「回帰スペクトル」または「検量線」と呼んでいる。 ただ実際にコンクリート表面では、塩化物イオン以外の物質のピークも多く存在するため、PLS回帰分析を用いて、吸光度スペクトルと検量線との内積から、塩化物イオン濃度を求める。 | |
| 計測装置 | 計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件) | <p>■コンクリート材料条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 水セメント比(W/C)が、40~60%のコンクリート 普通ポルトランドセメントを使ったコンクリート 表面の塩化物イオン濃度が、0.5~20kg/m³までの含有量 <p>■コンクリート表面条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 表面の含水率が3~10%以内であることが望ましい 表面に、水膜や砂・藻などが無いこと。 表面に、極度の凹凸が無いこと。また、鏡面状にもなっていないこと。 | |
| | 精度と信頼性に影響を及ぼす要因 | <ul style="list-style-type: none"> 表面の反射光を測定しているため、コンクリート表面の状態に影響される。 1)水分や砂の有無、藻の繁殖などがあると計測誤差が大きくなる。 2)骨材が多く露出していると、ペースト部分の測定面積が減り、計測誤差が大きくなる。 3)凹凸が大きいと、測定距離が変動する/反射光の受光量が少なくなる、ことで計測誤差が大きくなる。 4)表面が鏡面状だと、コンクリート内部への吸収が少なくなり、計測誤差が大きくなる。 | |
| | 計測プロセス | <ol style="list-style-type: none"> 対象物の測定範囲を決め、チョーク等で走査ラインを罫書く。PCにて計測条件設定、保存フォルダ作成(手動)。 測定者が手でプローブヘッドを走査し、対称面(コンクリート表面)にハロゲンランプを当てる(手動)。 対称面からの反射光は、分光器で波長ごとの受光強度(AD変換で数値化)に分光され(受光強度スペクトル)、USBケーブルでパソコンに送られる。分光器の露光時間は30msec(標準)で、波長分解能は7nm、AD分解能は16bitで、波長900nmから1700nm(512ch)である。 数値化された受光強度スペクトルは、参照スペクトルとの比をとって吸光度スペクトルに変換される(自動)。ここでスペクトル上のノイズは、微分処理して除去される(自動) 回帰スペクトル(制御ソフトに組込み済:検量線)と吸光度スペクトルを掛け合わせて塩化物イオン濃度を計算(自動)。 プローブヘッドをライン上に走査し(人力)、計測間隔(標準50mm)でスペクトルを採取し、②~⑤を繰り返す。 | |

| | | |
|------------|-----------------------------|---|
| | | <p>⑦1ライン測定ごとに同じフォルダにスペクトルを保存する(自動)。計算した濃度の配列を収めたファイルをそのラインのフォルダに保存する(自動)。</p> <p>⑧目的のラインをすべて計測後に、測定範囲の塩化物イオン濃度の濃淡マップを作成する(自動)。</p> <p>⑨濃度補正用に、最低2点測定範囲の中から表面削りをしてサンプルを採取する(手動)。</p> <p>⑩化学法により表面削り範囲の塩化物イオン濃度を求める(手動)。</p> <p>⑪表面削りから得た塩化物イオン濃度をつかって、コンクリートビューの測定値を補正する(自動)。</p> <p>⑫補正後の塩化物イオン濃度の濃淡マップを表示する(自動)。</p> |
| | アウトプット | <p>・1ラインの計測結果は、[横軸]基点からの距離、[縦軸]塩化物イオン濃度の強度(補正前の塩化物イオン濃度)のグラフでタブレットPCに表示される。</p> <p>・個々のスペクトルデータ(csv形式)は、タブレットPC内のHDDに保存される。</p> |
| | 計測頻度 | ・走査距離50mmピッチで計測(デフォルト設定)。計測ピッチは、10~100mmの範囲で変更可能。 |
| | 耐久性 | ・計測機器(センシングデバイス)に防水性能、防塵性能はなし |
| | 動力 | ・ハロゲンランプおよび分光器の電力は、接続ケーブルを通じて制御ユニットから供給される。 |
| | 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | <p>・100V電源を直接供給できる場合は、制限時間なし。</p> <p>・バッテリー駆動の場合は、フル充電でタブレットPCは約4時間、制御ユニットは約10時間稼働。</p> |
| データ収集・通信装置 | 設置方法 | <p>・制御ユニット(タブレットPC含む)は、プローブヘッドと分割型。両者は専用ケーブル(5m長)で接続される。</p> <p>・制御ユニットとタブレットPCは、USBコード接続。</p> |
| | 外形寸法・重量(分離構造の場合) | <p>【制御ユニット(タブレットPC含む)】</p> <p>外形寸法(縦200mm×横300mm×厚さ80mm)、重量(約2.4kg)</p> |
| | データ収集・記録機能 | <p>・計測データは、制御ユニットに接続されるタブレットPC内のハードディスクに保存される。</p> <p>ライン走査中に50mm(標準)ごとに採取したスペクトルが測定ライン名のフォルダに保存される。</p> <p>→計測スペクトル(生データ):csvファイル</p> <p>・ライン終了後に各ポイントで計算した濃度の配列を測定ライン名のフォルダに保存される。</p> <p>→濃度配列(計算結果):csvファイル</p> <p>・全ライン測定終了後に濃度配列から算出した濃度分布マップ(画像)がマップフォルダに保存される。</p> <p>→濃度分布マップ:bmpファイル</p> <p>・濃度補正計算後、補正濃度マップ(画像)がマップフォルダに保存される。</p> <p>→補正後濃度分布マップ:bmpファイル</p> <p>・マップ作成中の作業ファイルが、マップフォルダに保存される</p> <p>→結果保存ファイル:バイナリファイル</p> <p>※他の記録媒体(USBメディア、SDカード等)へのコピーは可能。</p> |
| | 通信規格(データを伝送し保存する場合) | - |
| | セキュリティ(データを伝送し保存する場合) | - |
| | 動力 | <p>・制御ユニット内の内蔵リチウムイオンバッテリー(定格電圧14.8V、容量5000mAh、74WH)</p> <p>・ACアダプターの接続も可能。</p> |
| | データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合) | - |

3. 運動性能

| 項目 | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 |
|------------|--------------|---|----------------------|
| 3-1 安定性能 | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-2 進入可能性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-3 可動範囲 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-4 運動位置精度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

| 項目 | | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 | |
|------|------------------------|--------------|--|--|---|
| 計測装置 | 4-1 計測速度(撮影速度) | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | |
| | | 性能値 | ・計測速度: 1.0m/s | ・目安として人力で走査できる速度(1.0m/s程度) | |
| | | 標準試験値 | 未検証 | - | |
| | 4-2 計測精度 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | 標準試験方法 塩化物イオン濃度(2025年) 測定精度(kg/ m ³) ※カッコ内は塩化物イオン濃度のリファレンス平均値(kg/ m ³) A-① 4.07 (0.20) B-① 1.37 (1.08) C-① 1.93 (2.52) D-① 6.20 (4.22) E-① 6.31 (8.67) F-① 2.83 (16.17) A-② 14.78 (0.19) B-② 8.67 (1.13) C-② 1.99 (2.23) D-② 5.38 (4.50) E-② 7.60 (8.98) F-② 6.57 (16.95) | データ取得手段: 近赤外線照射の反射光(手動) | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | 4-3 位置精度(移動しながら計測する場合) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 4-4 色識別性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | - | |
| | | 標準試験値 | - | - | |
| | 計測レンジ(計測範囲) | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | |
| | | 性能値 | ・塩化物イオン濃度: コンクリート表面 : 0.5~20 kg/ m ³ 樹脂塗装面 : 20~500mg/ m ² | ・W/C=40~50%の普通コンクリート(普通PC使用) ・表面含水率が3~10%の範囲 ・測定面に凹凸, 濡れ(水膜), 汚れ等がないこと ・樹脂塗装は, ウレタン系を対象 | |
| | 感度 | 校正方法 | ・測定エリア内の2箇所以上から試料採取をし, その化学分析によって得た塩化物イオン濃度を用いて, 各計測値のキャリブレーションを行う | | - |
| | | 検出性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | | | 性能値 | - | - |
| | | 検出感度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| 性能値 | | | - | - | |
| S/N比 | | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | 性能値 | - | - | | |
| 分解能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | | |
| | 性能値 | - | - | | |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

| 項目 | | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) |
|---------|----------------|---|--|
| 点検時現場条件 | 道路幅員条件 | - | - |
| | 桁下条件 | 桁下は人が進入できる箇所。 | - |
| | 周辺条件 | 測定対象面に、測定員がアクセスできること(1~2m)。測定員が、計測をできる足場(作業足場、高所作業車、橋梁点検車など)が設置できること。 | - |
| | 安全面への配慮 | 作業エリアの下に交通がある場合は、落下物防止処置が必要。 | - |
| | 無線等使用における混線等対策 | - | - |
| | 道路規制条件 | 橋梁点検車(ハンガータイプ)を使う場合は、橋面上で交通規制が必要。 | - |
| | その他 | ・測定機器の使用環境は、温度0~40℃, 湿度5~95% | ・コンクリート表面が湿潤状態でないこと(表面含水率として3~10%) ・測定面に凹凸, 濡れ(水膜), 汚れ等がないこと。 |

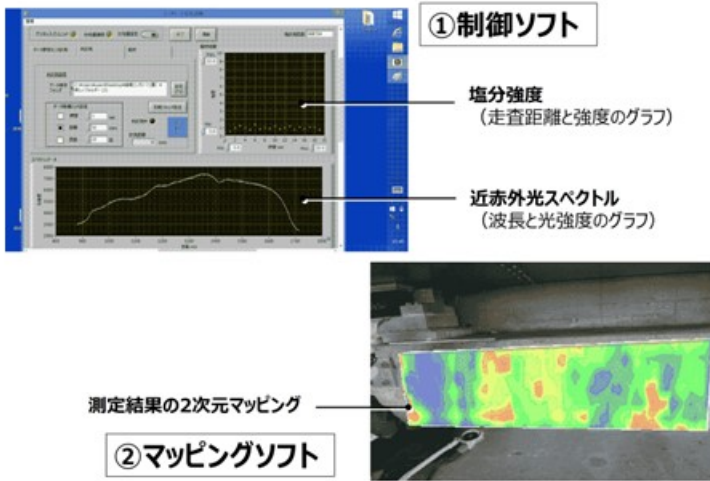
5. 留意事項(その2)

| 項目 | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) | |
|---------------|--------------------|--|--------------------------------------|
| 作業条件・ 運用条件 | 調査技術者の技量 | 特別な技量は必要なし | 機器に付属の「取扱マニュアル」に準じれば、誰でも操作可能 |
| | 必要構成人員数 | 合計2~3名 ・現場責任者1人 ・測定員2名(プローブヘッド走査:1名, 制御ユニット操作:1名) | プローブヘッドの走査と制御ユニットの操作を, 1名で行うことも可能 |
| | 作業ヤード・操作場所 | 測定対象面に手が届く範囲 | 延長ロッドを使用した場合は, 測定対象面までの距離1~2mの範囲 |
| | 計測費用 | [条件]測定範囲200㎡/日を想定した場合 労務費 600千円 解析費 470千円 機器損料 650千円(基本料260千円+日損料130千円/日) 化学分析 50千円 計 1770千円 ※上記に, 足場費, 交通費, 諸経費等は含まない | 但し, 対象橋梁の立地や環境条件に応じて, 別途費用を計上する場合もある |
| | 保険の有無、保障範囲、費用 | なし | - |
| | 自動制御の有無 | なし | - |
| | 利用形態:リース等の入手性 | ・機器リース ・点検サービス(計測+分析+評価・解析) | - |
| | 不具合時のサポート体制の有無及び条件 | 技術サポート窓口あり | - |
| センシングデバイスの点検 | 社内基準による点検項目(1回/年) | - | |
| その他 | - | - | |

6. 図面



コンクリートビューの外観



①制御ソフト

塩分強度
(走査距離と強度のグラフ)

近赤外光スペクトル
(波長と光強度のグラフ)

測定結果の2次元マッピング

②マッピングソフト

コンクリートビューの出力例



コンクリートビューの測定例

コンクリートビューの外観と測定例



プローブヘッドの構成



制御ユニット --- コネクターパネル面 ---



制御ユニット --- タブレット PC ---

- ①電源スイッチ
- ②ヒューズホルダー
- ③DCジャック
- ④プローブコネクター
- ⑤CHGランプ
- ⑥バッテリーモニター
- ⑦タブレットPC
- ⑧コネクターパネル面ゴム足
- ⑨取手
- ⑩タブレット接続用USBコネクター
- ⑪装置保持ベルト



制御ユニットからタブレット PC への USB 接

制御ユニットの構成

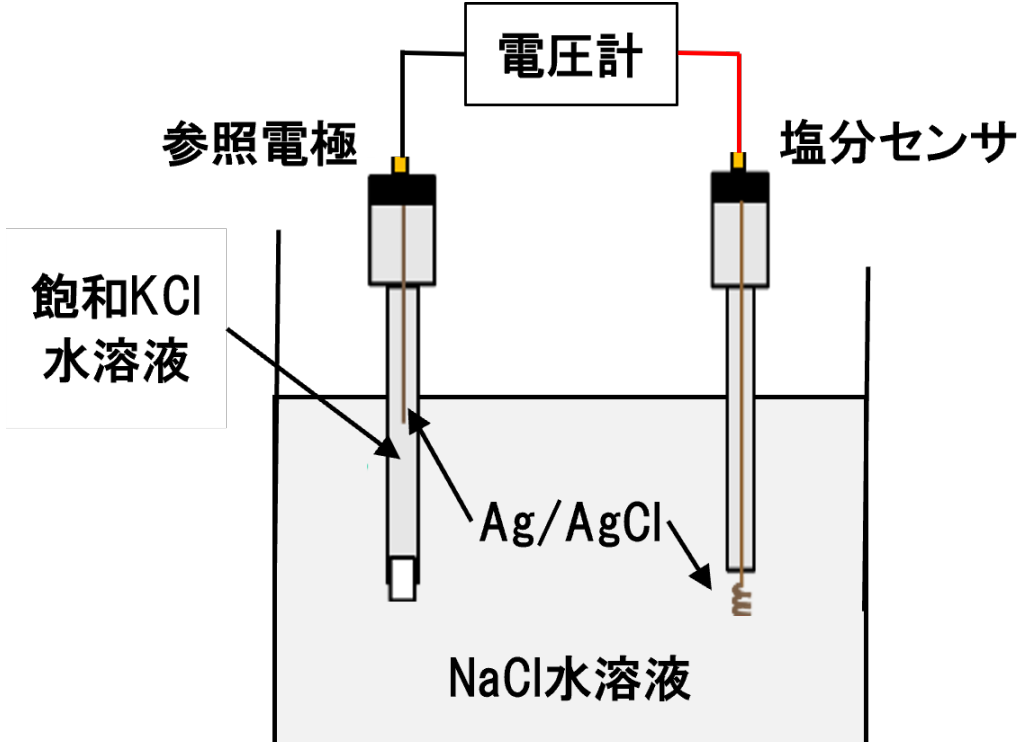
プローブヘッドと制御ユニットの構成

1. 基本事項

| | | | | |
|---------|--|---|------------------------------|--|
| 技術番号 | BR030075-V0125 | | | |
| 技術名 | コンクリート中の塩化物イオン濃度測定機「塩分センサ」 | | | |
| 技術バージョン | ver.1 | 作成: | 2025年3月 | |
| 開発者 | 株式会社ケミカル工事 | | | |
| 連絡先等 | TEL: 052-400-1990 | E-mail: t.kanda@chemical-koji.co.jp | 技術部 神田利之 | |
| 現有台数・基地 | 数台(受注生産を基本とする) | 基地 | 兵庫県神戸市東灘区魚崎浜町5-5 株式会社ケミカル工事 | |
| 技術概要 | <p>塩分センサには、コンクリート中の塩化物イオン濃度を現場で計測する接触法と抽出法がある。接触法は、Ag/AgClから成るセンサ部を有する塩分センサをコンクリート表面に直接当てて、基準電極との電位差から可溶性Cl-量を求める方法であり、コンクリート構造物のはつり面含む表面上に適用できる。抽出法は、ドリル削孔粉を水または有機酸で抽出処理して、塩分センサと基準電極との電位差から可溶性Cl-量または全Cl-量を測定する方法である。</p> | | | |
| 技術区分 | 橋種 | 鋼橋 コンクリート橋 | | |
| | 対象部位 | 上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台,基礎) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁) RC床版橋(上部構造(主桁)) | | |
| | 損傷の種類 | 鋼 | | |
| | | コンクリート | ⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑪床版ひびわれ | |
| | | その他 | | |
| | | 共通 | ⑲変色・劣化 | |
| 検出原理 | <p>塩分センサ接触法 塩分センサの測定電位とNaCl水溶液中(コンクリート液相に相当)のCl-活量の関係および基準電極の測定電位と飽和KCl水溶液中のCl-活量の関係は、いずれもネルンスト式で表される。電位差に関する式変形からコンクリート中のCl-量を算出する。</p> <p>塩分センサ抽出法 コンクリート微粉末から可溶性Cl-または全Cl-を抽出した液に、塩分センサと基準電極を挿入して電位差を測定し、飽和Ca(OH)₂水溶液中のCl-濃度と電位差の検量線からCl-濃度を求め、コンクリートの密度を2,300kg/m³として、コンクリート中のCl-量を算出する。</p> | | | |
| 検出項目 | 直流電圧計による塩分センサと基準電極の電位差(VまたはmV) | | | |

2. 基本諸元

| | | | |
|-------------------|---|--|---|
| 計測機器の構成 | | <ul style="list-style-type: none"> ・塩分センサ (Ag/AgCl電極) ・基準電極 (飽和KCl銀塩化銀参照電極) ・塩分センサ専用測定器 (直流電圧計) | |
| 移動装置 | 機体名称 | - | |
| | 移動原理 | - | |
| | 運動制御機構 | 通信 | - |
| | | 測位 | - |
| | | 自律機能 | - |
| | | 衝突回避機能 (飛行型のみ) | - |
| | 外形寸法・重量 | - | |
| | 搭載可能容量 (分離構造の場合) | - | |
| | 動力 | - | |
| | 連続稼働時間 (バッテリー給電の場合) | - | |
| 設置方法 | <p>接触法は、Ag/AgClから成るセンサ部を有する塩分センサと基準電極をコンクリート表面に直接当てる。</p> <p>抽出法は、ドリル削孔粉を採取して、水または有機酸を用いて抽出処理する。抽出した溶液に塩分センサと基準電極を挿入する。</p> | | |
| 外形寸法・重量 (分離構造の場合) | <p>塩分センサ (長さ10cm、直径0.6cm、重さ2.7g)</p> <p>基準電極 (長さ9cm、直径0.6cm、重さ3.6g)</p> <p>塩分センサ専用測定器 (W85cm×H46cm×D145cm、重さ365g)</p> | | |
| センシングデバイス | <p>塩分センサ (Ag/AgCl電極)</p>  | | |
| | <p>コンクリート中の塩化物イオン濃度を現場で計測するために、接触法は、コンクリート表面やはつり面、およびドリル削孔した所定の位置において、Ag/AgClから成る塩分センサをコンクリート表面に直接当てて、基準電極との電位差から可溶性Cl⁻量を求める方法である。</p> <p>抽出法は、ドリル削孔粉を水または有機酸で抽出処理して、塩分センサと基準電極との電位差から可溶性Cl⁻量または全Cl⁻量を測定する方法である。</p> | | |

| | |
|-------------------------|---|
| 計測原理 |  |
| 計測装置 | |
| 計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件) | <ul style="list-style-type: none"> ・接触法を適用する場合、対象となるコンクリート表面をよく湿潤させて、表乾状態で測定する。 ・抽出法を適用する場合、1測定当たり、5g以上の粉末試料を採取する。 |
| 精度と信頼性に影響を及ぼす要因 | <ul style="list-style-type: none"> ・接触法は、コンクリート表面に直接接触させて電位を読み取るため、接触面が骨材かモルタルかによって塩化物イオン濃度が異なる。また、コンクリートの含水状態に大きく影響することため、表乾状態での測定が求められる。 ・抽出法は、コンクリート粉末を水または有機酸で抽出処理するため、抽出処理後10分間の静置が求められる。 |
| 計測プロセス | <p>接触法</p> <p><コンクリート表面(はつり面含む)の場合></p> <ul style="list-style-type: none"> ・十分湿らせたウエスやスポンジ等を測定箇所押し当て、30分以上静置させる。 ・塩分センサ専用測定器に塩分センサと基準電極を接続し、1箇所につき3回電位を測定する。 <p><ドリル削孔による所定の深さの場合></p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準電極を設置する削孔穴(基準孔)を中心に、塩分センサを接触させる3点の削孔穴(測定孔)を設ける。 ・清掃ブラシ、エアダスター等を用いて、各孔内のドリル削孔粉を除去する。 ・水に浸したスポンジを各孔内に設置し、10分間静置する。 ・基準孔にブロックスポンジを挿入し、飽和塩化カルシウム水溶液を吸水させ、基準電極を設置する。 ・塩分センサ専用測定器に塩分センサと基準電極を接続し、1つの測定孔につき5回電位を測定する。 <p>抽出法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドリル削孔量(試料量)は、1測定点あたり10g程度採取する。 ・600μmふるいを用いて試料の粒度調整を行い、調整した試料を100mlボトルに5.0g計量する。 ・精製水20gに有機酸を加えた溶液をボトルに投入し、1分静置する。 ・その後、10秒攪拌→キャップを開けガス抜きを行う。 ・同様作業を5回繰り返した後に、10分静置する。 ・炭酸カルシウムを加え、1分静置する。 ・その後、10秒攪拌→キャップを開けガス抜きを行う。 ・同様作業を5回繰り返した後に、10分静置する。 ・温度計を用いて溶液温度を測定する。 ・その後、溶液中に塩分センサおよび基準電極を挿入し、塩分センサ専用測定器を用いて電位を測定する。 ・電位差を塩化物イオン量(kg/m³)に換算する。 |
| アウトプット | <ul style="list-style-type: none"> ・塩分センサ専用測定器にて、測定電位と温度から塩化物イオン濃度(kg/m³)に自動変換され、保存される。 ・保存データは、塩分センサ専用測定器で確認でき、塩分センサ専用測定器をPCに接続することで、CSVファイルで出力できる。 |
| 計測頻度 | <p>接触法</p> <p>塩分センサが接触した点が骨材かモルタルかによって塩化物イオン濃度がことなり、はつり面とドリル削孔した面では測定点が目視で確認できない部分があるため、作業性を考慮して、計測頻度は以下のように使い分ける</p> <p><コンクリート表面(はつり面含む)の場合></p> <p>1測定面につき3回</p> <p><ドリル削孔による所定の深さの場合></p> <p>1測定面につき5回</p> <p>抽出法</p> <p>1試料につき1回</p> |
| 耐久性 | <ul style="list-style-type: none"> ・塩分センサ(Ag/AgCl電極)... 耐水性、防塵性 ・基準電極(飽和KCl銀塩化銀参照電極)... 耐水性、防塵性 ・塩分センサ専用測定器(直流電圧計)... 耐衝撃性 |
| 動力 | <ul style="list-style-type: none"> ・塩分センサ専用測定器(直流電圧計)... 単4型電池×4 |
| 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) | 2-5-640 |
| 設置方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・塩分センサ専用測定器に、温度プローブおよびBNC-ワニ口ケーブルを接続する。BNC-ワニ口ケーブルには、塩分センサ |

| | | |
|------------|-----------------------------|--|
| データ収集・通信装置 | 外形寸法・重量(分離構造の場合) | <p>および基準電極を接続する。</p> <p>・ケーブル長は、温度プローブが1.0m、BNC-ワニ口ケーブルが0.9m。</p> |
| | データ収集・記録機能 | <p>・塩分センサ専用測定器で、INDEX No.、測定日時、温度(°C)、電位(mV)、塩分量(kg/m³およびmol/l)等が1つのデータとして保存され、最大999個のデータが保存できる。</p> <p>・保存データは、塩分センサ専用測定器をPCに接続することでCSVファイルで出力される。</p> |
| | 通信規格(データを伝送し保存する場合) | - |
| | セキュリティ(データを伝送し保存する場合) | - |
| | 動力 | - |
| | データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合) | - |

3. 運動性能

| 項目 | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 |
|------------|--------------|---|----------------------|
| 3-1 安定性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-2 進入可能性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-3 可動範囲 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |
| 3-4 運動位置精度 | 性能確認シートの有無 ※ | - | |
| | 性能値 | - | - |
| | 標準試験値 | - | - |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

| 項目 | | 性能 | | 性能(精度・信頼性)を確保するための条件 | |
|------|------------------------|--|--|---|---|
| 計測装置 | 4-1 計測速度(撮影速度) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | | |
| | | 標準試験値 | - | | |
| | 4-2 計測精度 | 性能確認シートの有無 ※ | 有 | | |
| | | 性能値 | ・±0.3kg/m ³ 程度 ※JIS A 1154「電位差滴定法」と比較した場合 | | |
| | | 標準試験値 | 標準試験方法 塩化物イオン濃度(2025年) 測定精度(kg/m ³) ※カッコ内は塩化物イオン濃度のリファレンス平均値(kg/m ³) A-① 0.26 (0.20) B-① 0.37 (1.08) C-① 1.21 (2.52) D-① 0.94 (4.22) E-① 1.94 (8.67) F-① 16.93 (16.17) A-② 0.24 (0.19) B-② 0.78 (1.13) C-② 1.38 (2.23) D-② 3.11 (4.50) E-② 5.16 (8.98) F-② 5.25 (16.95) | | |
| | | | | ・データ取得手段:塩分センサA法(手動) | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | 4-3 位置精度(移動しながら計測する場合) | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | | |
| | | 標準試験値 | - | | |
| | 4-4 色識別性能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | | 性能値 | - | | |
| | | 標準試験値 | - | | |
| | 計測レンジ(計測範囲) | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | |
| | | 性能値 | ・電位:5~320mV ※接触法:0.00~105.91kg/m ³ ※抽出法:0.00~1343.77kg/m ³ ・温度:5.0~40.0℃ | ・接触法 ※塩分センサを接触させるコンクリート面の状態は、表乾状態とする。 ※塩分センサは基準電極から半径50mm以内のコンクリート面に接触させる。 | |
| | 感度 | 校正方法 | ・消耗した塩分センサと未使用の塩分センサを塩分センサ測定専用器に接続し、NaCl標準液を介して性能を確認する。 | | ・測定値が±5mVであること |
| | | 検出性能 | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | |
| | | | 性能値 | 【塩化物イオン量】 ・接触法:0.00~105.91kg/m ³ ・抽出法:0.00~1343.77kg/m ³ ※塩分センサ専用測定器の電位の保存可能範囲(5~320mV)から算出(温度:20℃)。 | ・センサ部のAgClメッキが存在していること。 ・AgClメッキが剥がれている場合、新品の塩分センサに取り換える。 ・接触法:測定するコンクリート面は表乾状態とする。 |
| 検出感度 | | 性能確認シートの有無 ※ | 無 | | |
| | | 性能値 | 【塩化物イオン量】 ・接触法:0.00~105.91kg/m ³ ・抽出法:0.00~1343.77kg/m ³ ※塩分センサ専用測定器の電位の保存可能範囲(5~320mV)から算出(温度:20℃)。 | ・センサ部のAgClメッキが存在していること。 ・AgClメッキが剥がれている場合、新品の塩分センサに取り換える。 ・接触法:測定するコンクリート面は表乾状態とする。 | |
| S/N比 | | 性能確認シートの有無 ※ | - | | |
| | 性能値 | - | | | |
| 分解能 | 性能確認シートの有無 ※ | - | | | |
| | 性能値 | ・5 mV ※塩化物イオン濃度5.00kg/m ³ まで算出可能 | | | |

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

| 項目 | | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) |
|---------|----------------|--------------------|--|
| 点検時現場条件 | 道路幅員条件 | - | - |
| | 桁下条件 | ・桁下は測定者が進入し測定できる箇所 | - |
| | 周辺条件 | - | ・接触法(A法)の測定箇所が直射日光に当たる場合、測定値にバラつきが生じる可能性がある。 |
| | 安全面への配慮 | - | - |
| | 無線等使用における混線等対策 | - | - |
| | 道路規制条件 | - | - |
| | その他 | ・大雨の場合、測定不可 | - |

5. 留意事項(その2)

| 項目 | 適用可否/適用条件 | 特記事項(適用条件) | |
|---------------|--------------------|---|---|
| 作業条件・ 運用条件 | 調査技術者の技量 | ・塩分センサの測定方法について理解している者 | ・(株)ケミカル工事にて塩分センサ測定の技術指導が可能 |
| | 必要構成人員数 | ・測定者1人、補助員1人 合計2名 | ・必要に応じて補助員を追加する。 |
| | 作業ヤード・操作場所 | - | - |
| | 計測費用 | 6箇所/日 調査費用 :200,000円 ・販売費用 :550,000円 ・リース費用:100,000円 | ※調査箇所数に応じて見積もり ・リース 100,000円(最低保証3日、日極10,000円(4日目以降)) 別途送料 |
| | 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 販売 レンタル | 問い合わせ先:(株)ケミカル工事 本社 技術部 (Tell:078-411-9111) |
| | 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 | 使用した塩分センサと未使用の塩分センサを直流電圧計に接続し、NaCl標準液を介した測定値が±2mVであることで塩分センサの性能を確認する。 | - |
| その他 | - | - | |

6. 図面

塩分センサ測定状況



図1 接触法の測定状況

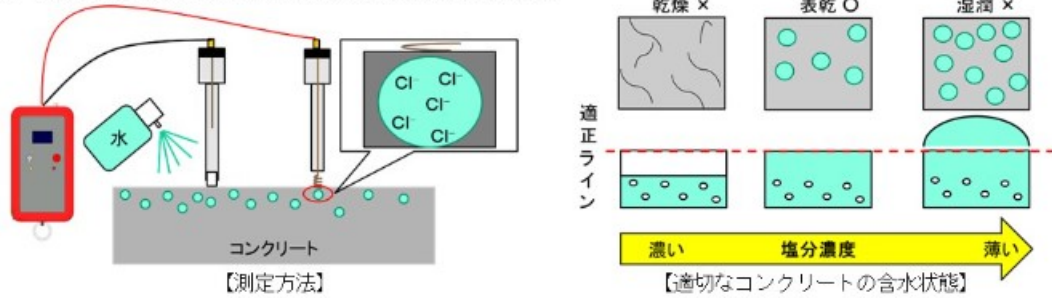


図2 抽出法の測定状況

A法:接触法とB法:抽出法

【A法:接触法】現場で迅速に塩化物イオン量を測定

- コンクリート表面に直接センサを接触させて測定する方法
- ドリル削孔後は清掃し、測定時には表乾状態にして測定する



【B法:抽出法】精度よく塩化物イオン量を測定

- ドリル削孔粉を採取し、試料を調製して塩化物イオン量を測定する方法
- 可溶性塩化物イオン量を抽出する場合には、80°C以上の水で抽出する
- 全塩化物イオン量を抽出する場合には、酒石酸（反応助剤）および炭酸カルシウム（中和剤）を混入し抽出する

