

1. 基本事項

技術番号	BR030035-V0021		
技術名	携帯型高精度傾斜測定装置		
技術バージョン	1	作成: 2021年10月	
開発者	株式会社TTES		
連絡先等	TEL: 03-5724-4011	E-mail: info@ttes.co.jp	株式会社TTES 榎 慎吾
現有台数・基地	10台	基地	東京都目黒区
技術概要	<p>本技術は、橋梁基礎の洗掘等によって生じる、橋梁下部構造の微小な傾斜変化を測定することを目的とした技術である。計測装置は、持ち運んで複数の管理対象物を計測することを目的として専用に開発しており、小型軽量である。測定データは、日時、位置情報とともに装置内メモリカードに保存される。さらに、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を用いることにより、GISでデータ管理が可能なクラウドサービスに測定データを伝送・分類し、データ整理の省力化を実現する。</p>		
技術区分	対象部位	下部構造(橋脚、橋台、基礎)	
	検出原理	重力加速度	
	検出項目	傾斜角(被測定平面上の直交する2方向の傾斜角)	

2. 基本諸元

計測機器の構成		<p>本計測機器は、計測装置、ベースプレート、ベースプレート用カバー、キャリブレーション用プレートで構成される。クラウドサービス利用時は、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を、通信装置として利用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計測装置 一体構造(電源、センサー部、データ処理部)で小型軽量であり、単体で計測操作が可能である。マイクロSDカードスロットおよびUSB Type-C端子を備え、マイクロSDカードへ測定データを保存し、USB Type-C端子からの外部給電が可能となっている。 ・ベースプレート 計測部位毎に必要なに応じて設置する。ベースプレートを、計測装置の位置と向きを決定するガイドとすることで、繰り返し測定精度を確保する。 ・ベースプレート用カバー 測定時以外はベースプレート用カバーを設置しておき、ベースプレートの表面を保護する。 ・キャリブレーション用プレート 計測装置のキャリブレーション(校正)に用いる。キャリブレーション用プレートをぐらつかない安定した場所に置き、キャリブレーション用プレート上に装置を置き、画面表示に従って操作することで、簡易にキャリブレーションを実施できる。 ・スマートフォン 専用アプリケーションをインストールしたもので、測定データをクラウドサービスへアップロードする際に用いる。 	
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)	-	
動力	-		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
設置方法	<p>【人力】 小型軽量の計測装置を人力で持ち運び、計測部位に置く。</p>		
外形寸法・重量(分離構造の場合)	<p>計測装置本体:最大外形寸法(長さ95mm×幅95mm×高さ80mm)、最大重量(400gf) ベースプレート:最大外形寸法(長さ90mm×幅90mm×高さ10mm)、最大重量(200gf) キャリブレーション用プレート:最大外形寸法(長さ100mm×幅100mm×高さ15mm)、最大重量(1000gf)</p>		
センシングデバイス	3軸加速度センサ セイコーエプソン製 M-A351AS		
計測原理	<p>計測部位に計測装置を置き、3軸加速度センサで重力加速度を計測する。計測した重力加速度から傾斜角を把握する。</p> <p>測定前には、必要に応じて計測装置のキャリブレーションを行う。キャリブレーションは、高精度に平面加工されたキャリブレーション用プレート上で、計測装置に組み込まれているキャリブレーション機能によって行う。キャリブレーションの所要時間は1分以内である。</p>		
計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	<ul style="list-style-type: none"> ・ベースプレートを使用する場合、計測場所にベースプレートを固定できる必要がある。 ・測定者が計測装置を持って計測部位に近接でき、計測装置を計測部位に置くことができる必要がある。 ・動的振動はフィルタリングにより除去しているため、常時微動下でも使用可能である。 ・GNSSによる位置情報取得のため、屋外でGNSS衛星信号を受信できる必要がある。 ・±45度の傾斜の範囲内で計測可能である。 ・計測装置は非防水である。 		
精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> ・ベースプレートを使用する場合、繰り返し測定精度を確保するため、計測装置本体のガイドをベースプレートに押し当てて設置する必要がある。 ・ベースプレート上に異物があると誤差要因となる。 ・平面精度の低い設置面上では、計測位置が異なると表面の凹凸を計測装置が拾い、誤差要因となる。 ・加速度センサの温度依存性が誤差要因となる(キャリブレーションで補正可能)。 		
計測プロセス	<p>事前準備: 必要に応じ、各計測部位にベースプレートを固定する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①計測装置を持って計測場所に移動する。 ②計測装置の電源を投入し、GNSS測位完了まで待機する。 ③必要に応じ、計測装置のキャリブレーションを行う。 ④計測部位に計測装置を置き、傾斜測定を行う。 ⑤画面上に表示される測定結果を確認する。 ⑥スマートフォンで画面上のQRコードを読み取り、測定データをクラウドサーバにアップロードする。(※クラウドサービス利用時) ⑦次の計測場所へ移動する。 ⑧計測場所毎に上記①～⑦の操作を行う。 <p>【計測フロー】</p>		

計測装置		
	アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> ・傾斜測定値と計測実施日時、位置情報をまとめたデータはCSVファイルにてマイクロSDカードに保存される。また、クラウドサービス利用時は、スマートフォン用アプリを用いることでクラウドサーバにデータが保存され、ブラウザ上で閲覧およびCSV形式で出力することができる。 ・現地計測に要する時間は、計測準備・キャリブレーションに10分、計測に1分、データ確認に1分、機器の撤去に1分程度を要する。
	計測頻度	-
	耐久性	-
動力	<ul style="list-style-type: none"> ・計測装置内に単3乾電池×3本を内蔵 ・USB Type-C端子から外部電源入力可能 	
連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	6時間(外気温:25°Cの場合)	
データ収集・通信装置	設置方法	データ記録機能は計測装置に内蔵されている。 クラウドサービスを利用する場合の通信装置は、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を使用する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	使用するスマートフォンによる。
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> ・計測装置に挿入した記録メディア(マイクロSDカード)に保存。 ・計測実施後、計測装置の画面に表示されるQRコードをスマートフォンの専用アプリケーションで読み取り、計測データをインターネット経由でクラウドサービスに転送・保存。
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	・通信方法 LTE
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	AmazonWebServices準拠
	動力	・電源用仮設備は不要
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	使用するスマートフォンによる。

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
構造物近接での安定性能 (飛行型のみ)	性能確認シートの有無 ※ -	-
狭小進入可能性能	性能確認シートの有無 ※ -	-
最大可動範囲	性能確認シートの有無 ※ -	-
運動位置精度	性能確認シートの有無 ※ -	-

※「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	計測レンジ (計測範囲)	性能確認シートの有無 ※	無	【性能値】 -1G~+1G (加速度計として精度保証範囲) -45度~+45度 (傾斜角測定範囲) 【標準試験値】 未検証	加速度計の性能を確保する温度条件:-25~+85℃	
	校正方法	デジタル出力のため該当仕様なし		-		
	感度	検出性能	性能確認シートの有無 ※	無	【性能値】 -5G~+5G (加速度計としての動作レンジ(精度保証外)) 【標準試験値】 未検証	加速度計の性能を確保する温度条件:-25~+85℃
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	無	【性能値】 -5G~+5G (加速度計としての動作レンジ(精度保証外)) 【標準試験値】 未検証	加速度計の性能を確保する温度条件:-25~+85℃
	S/N比	性能確認シートの有無 ※	無	【性能値】 Max. 2 μ G/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 加速度計ノイズ密度として (25℃, Avg. 0.5Hz to 6Hz, 水平設置) 【標準試験値】 未検証	加速度計の性能を確保する温度条件:-25~+85℃	
	分解能	性能確認シートの有無 ※	無	【性能値】 0.06 μ G (加速度計としての分解能) 0.01度 (傾斜角分解能) 【標準試験値】 未検証	加速度計の性能を確保する温度条件:-25~+85℃	
	計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	【性能値】 サイン台、ブロックゲージによる計測精度試験結果 (2021.8.30 計測実施) ①リファレンスデータ取得装置: サイン台(NG102)、ブロックゲージ(BM3-32-2) ②本装置 計測結果(単位:度) 1回目 2回目 3回目 ① 2.866 5.739 8.627 ② 2.871 5.747 8.637 計測誤差(単位:度) 0.005 0.008 0.010 【標準試験値】 福島ロボットテストフィールドにおける計測精度試験結果 ①リファレンスデータ取得装置: デジタル傾斜計(Pro3600) ②本装置 計測結果(単位:度) 1回目 2回目 3回目 ① 8.99 3.03 -6.00 ② 9.03 3.04 -5.99 計測誤差(単位:度) 0.04 0.01 -0.01	計測前にキャリブレーションを実施し、ベースプレートを使用した場合の計測精度。	
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	性能確認シートの有無 ※		-		
	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 ※		-		
	色識別性能 (画像から計測する場合)	性能確認シートの有無 ※		-		

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点 検 時 現 場 条 件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	-	-
	周辺条件	橋脚、橋台上部等の計測部位に本計測機器を設置できるスペースがあること。 設置物サイズ: 計測装置:最大外形寸法(長さ95mm×幅95mm×高さ80mm)、 ベースプレート:最大外形寸法(長さ90mm×幅90mm×高さ10mm)	-
	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	温度条件:0°C~40°C	-

5. 留意事項(その2)

	項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	計測装置の取扱説明書を事前に確認	-
	必要構成人員数	計測者:1名	-
	作業ヤード・操作場所	計測部位近傍	-
	計測費用	計測装置利用料(レンタル): 5万円/月・台(税抜) スターターキット(販売): 3万円(税抜) (スターターキット内容: キャリブレーション用プレート 1個、 ベースプレート 10個、 ベースプレートカバー 10個)	・計測装置利用料に、スマートフォン用アプリケーション利用料を含む。 ・クラウドサービス利用時は、クラウドサービス利用料が別途発生する。
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	-
	自動制御の有無	自動制御無し	-
	利用形態:リース等の入手性	レンタル	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	不具合時は代替品と交換	-
	センシングデバイスの点検	出荷時に点検を行う	-
その他	-	-	

6. 図面

図1 計測装置概要

計測装置概要



- ・小型軽量傾斜測定専用デバイス
(寸法:長さ90mm×幅90mm×高さ75mm、
重量:350g(単三電池3本含む))
- ・ワンタッチ高精度傾斜測定機能
- ・装置組み込みキャリブレーション機能
- ・高精度加速度センサ搭載
- ・GNSS受信機能搭載
- ・microSDカードスロット搭載
- ・USB type-C端子から外部給電可能
- ・屋外でも視認性の高い画面
- ・測定データを数値とQRコードで表示
- ・スマートフォンでQRコードを読み取り、
クラウドサービスへアップロード可能

図2 計測機器構成

計測機器構成



計測装置



ベースプレート

キャリブレーション
用プレートスマートフォン
(クラウドサービス
連携用)

図3 使用状況(例)



①ベースプレートを
測定部位に固定



②装置をベースプレート上に設置
(装置本体のガイドをベース
プレートの角に合わせて
位置合わせ)



③測定実施



④測定値が数値表示
+QRコード表示される