

1. 基本事項

技術番号		BR020017-V0425		
技術名		3Dデータを活用した構造物の状態把握 (NuBas)		
技術バージョン		バージョン2	作成:	2025年3月
開発者		アイセイ株式会社 技術開発部		
連絡先等		TEL: 03-6806-7281	E-mail: seki-k@eyesay.co.jp fujita-y@eyesay.co.jp	技術開発部 関和彦、藤田吉臣
現有台数・基地		地上型レーザスキャナ: 2台 3次元点群データ解析ソフト: 無制限	基地	東京都荒川区
技術概要		地上型レーザスキャナにより構造物の3次元計測を行い、座標値で形状を復元する。 基準データとして既存の3次元計測データや設計図面や仮想基準面を使用し、ソフトウェア「NuBas」を用いて、差分解析することで経年劣化箇所や変化量を算出する技術。肉眼では確認しにくい鋼材の変形やコンクリートの剥離・鉄筋露出、変形等の局所的な変化を定量的に捉えることが可能。		
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,主桁ゲルバー部,縦桁,床版,対傾構,横構,主構トラス,アーチ,ラーメン) 下部構造(橋脚,橋台) 支承部(支承本体,アンカーボルト,落橋防止システム,沓座モルタル,台座コンクリート) 路上(高欄,防護柵,地覆,中央分離帯,縁石,舗装) 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,支承部(支承本体)) RC床版橋(上部構造(主桁),支承部(支承本体))		
	損傷の種類	鋼	①腐食 ④破断 ⑤防食機能の劣化	
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ ⑫うき	
		その他	⑭路面の凹凸 ⑮舗装の異常 ⑯支承部の機能障害 ⑰その他	
		共通	⑱変色・劣化 ⑲漏水・滞水 ⑳異常なたわみ ㉑変形・欠損	
検出原理	レーザ			
検出項目	3次元座標			

2. 基本諸元

計測機器の構成		計測装置本体を三脚に据え付けることで地上に据え置き、3次元計測を行うものである。また、計測したデータは計測装置本体に内蔵メディア(SDカード)内に保存される。 ・計測装置本体(地上据え置き型レーザスキャナ) ・三脚	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	【人力】 本計測機器は、計測装置本体を三脚を用いて地上に据え置き3次元計測を行うものである。 対象構造物の大きさや計測環境による死角が生じ1箇所からの計測のみでは形状を捉える事が困難な場合は必要に応じて、複数箇所から計測する必要がある。複数箇所から計測する際の移動は、人力により三脚ごと移動して、再度設置する。	
	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	計測装置本体:最大外形寸法(長さ230mm×幅183mm×高さ103mm) 最大重量(4.2kg(バッテリーを含む)) 三脚装着時:三脚高さを1700mmに設定(通常時)し、その上に計測器を装着 ※設置時の三脚の占有平面範囲:1500×1500[mm]程度	
	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)	内蔵バッテリーを使用した場合の計測装置の連続稼働時間: 4.5時間(外気温5~40℃)	
設置方法	本計測機器は、計測装置本体を三脚上部の雲台に装着(直付けネジロック方式)し、三脚取付地上に据え付ける。		
外形寸法・重量(分離構造の場合)	計測装置本体:最大外形寸法(長さ230mm×幅183mm×高さ103mm) 最大重量(4.2kg(バッテリーを含む))		
センシングデバイス	・地上型レーザスキャナ FARO社製 FocusS350 光学式トランスミッター		
計測原理	橋脚近くの地上に地上型レーザスキャナを据え置き、計測対象構造物にレーザを照射し、その反射状況から物体の写像を高精度3次元データとして計測し、3次元座標を取得する。計測する際には、計測機本体に内蔵するGPS、コンパス、ハイトセンサ、2軸補正センサを用いて計測精度を確保している。また、同じく内蔵するHDR(High Dynamic Range)写真オーバーレイ機能を用いて鮮明なカラーデータも同時に取得している。		
計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	計測対象構造物に対して、計測精度を確保可能な距離(後述)にまで近接する必要がある。 また、計測条件(構造物の特徴点を撮影可能であること)に合致し、三脚の置時の最大占有平面範囲と作業員1名の動作範囲を確保可能なスペースを複数箇所(構造物の形状による)確保する必要がある。		
精度と信頼性に影響を及ぼす要因	計測精度に影響するため、雨天・降雪時には計測不可(計測器本体は防水性能を装備)。 スキャナが正常に稼働するためには、測定器内部温度を15℃以上とする必要あり(計測器本体は標準で5~40℃まで動作可能)。また、余りの低温環境下においては、内蔵バッテリーの駆動時間に影響を及ぼす可能性あり。		
計測プロセス	準備:計測距離により取得データの精度が異なる為、計測機器の設置箇所が特に重要となる。 対象構造物から精度が十分担保できる適切な距離と対象構造物が複雑な形状などの場合、データが網羅できるように計測機器の適切な設置位置と設置数を見極める。		
	①計測:対象構造物に対してレーザを放射状に照射して表面形状を計測し、3次元座標データと色情報のRGB、反射強度を取得する。夜間作業でも反射強度を取得する事で実施が可能となる。 ②合成:対象構造物が大きい事や形状が複雑で複数箇所から計測が必要な場合は、3次元座標データを一つの座標系に合成する。1箇所からの計測で対象を網羅できる場合は合成は行わない。 ③フィルタリング:実施内容や用途に応じて、必要箇所のデータを残して、不要箇所データは取り除く処理を行う。また、その他、対象構造物以外の人や物がデータに含まれ後作業の妨げになるデータはノイズとして捉え除去を行う。 ④リファレンスモデル作成:差分解析を行う為、計測データに対してリファレンスとなるデータが必要となる。対象構造物の設計図面や他の時期に計測したデータ等を用いて、リファレンスモデル(参照値)の作成を行う。 ⑤差分解析:リファレンスモデルと計測機器で取得した3次元座標データを重畳し、差分を抽出する事で剥離・鉄筋露出、変形している箇所を特定する。 ⑥カラーマップ作成:差分解析した結果を、可視化する為に諧調ごとに色分けをしてカラーマップを作成する。カラーマップを用いて、剥離・鉄筋露出、変形を可視化する。 【アウトプットを得るまでに要する時間(目安)】 ・現地計測に要する時間は、計測準備に10分(計測装置起動時間込み)、計測に7分@計測箇所(ただし、対象構造物の大きさや形状によって変化)、計測箇所間の移動に5分(計測機器の再設置時間含む)、機器の撤去に5分程度を要する(機器撤去後の機材の車両積込時間等含まず)。 ・総計測時間は、計測対象構造物の大きさや形状によって大きく変動する。 ・計測後の、差分解析に要する時間は、構造対象物一つにつき、およそ2営業日を見込む。ただし、顧客の用途や計測対象構造物の大きさ・形状によって大きく変動する。		

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
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	・誤差:±1.0mm	・約10mおよび25mでの系統的測定誤差 ※計測機器メーカーであるFARO社製の提供スペックによる	
		標準試験値	標準試験方法 剥離、変形 (2020) 実施年 2021年 計測精度:5.66mm	①真値160×50×18mm 測定値160×63×21mm (2021年) 測定値163×62×20mm (2023年)	
			実施年(解析のみ) 2023年 計測精度:5.52mm	②真値160×60×20mm 測定値161×63×20mm (2021年) 測定値159×65×20mm (2023年) ※真値はコンベックスによる寸法計測である。 ・材質:コンクリート ・距離:5m以上 ・風速:4.4m/s~7.0m/s	
	4-3 位置精度(移動しながら計測する場合)	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※	-		
		性能値	-	-	
		標準試験値	-	-	
	計測レンジ(計測範囲)		性能確認シートの有無 ※	有	
			性能値	・0.6m~350m	・計測器メーカーであるFARO社製の提供スペックによる
	感度	校正方法		・国際単位系(SI)に基づき校正を実施	・計測器メーカーであるFARO社のISO認定のFAROサービスセンターにおいて、標準化されたデバイス校正サービスを使用した場合
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	無	
			性能値	・±0.3mm ~ ±0.4mm	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	無	
			性能値	・45040点/0.1㎡	・計測対象構造物から3.0m離れた距離に計測機器を設置し、計測パラメータ:1/1×1の条件で計測 ・計測結果を、3次元点群データ解析ソフト「NuBas(ヌーバス)」を用いて差分解析して感度を算出
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	・点間距離:0.4mm	・計測対象構造物から3.0m離れた距離に計測機器を設置し、計測パラメータ:1/1×1の条件で計測 ・計測結果を、3次元点群データ解析ソフト「NuBas(ヌーバス)」を用いて差分解析して算出	

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 留意事項(その1)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	桁下高1.0m以上 (作業者が進入し、計測器を設置できる箇所)	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	人や車の往来が頻繁であるならば、計測中は注意喚起の看板の設置	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	塗装剤条件	-	-
	躯体条件	コンクリートの表面が湿潤状態でないこと	-
	躯体温度条件	直射日光によって、温度差発生しにくいこと	-
	その他	原則、地上部による計測。 工事足場など不安定で振動が起きやすい場所の計測不可。 気温5℃以下は計測不可(主に内蔵バッテリーの性能が劣化するため)。 降雨・降雪時は、計測不可。 風速が10m/s以上は、計測不可。	-

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)
調査技術者の技量	・特別な資格保有、講習会への参加、研修の履修等の条件なし ・計測装置の操作方法および計測機器(計測装置と三脚)の設置箇所の判定のための知識が必要	-
必要構成人員数	・責任者:1名 ・作業員:1名	-
操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
作業ヤード・操作場所	計測機器設置場所	計測の妨げになる計測機器と対象構造物の間に入らない
作業条件・運用条件 点検費用	【見積前提条件】 橋種 [橋梁] 橋長 15.0m 幅員 10.0 m 桁高 0.8 m 検出項目 [プレテンション方式床版橋 スラブ桁下面の剥離] 設置箇所数 [4カ所] 【概算費用】(外内業含む) [直接人件費]+[安全費]+[一般管理費] = 計: 480,000円 ◆計測対象面積:60.0㎡ ◆単価: ¥4,000/㎡ ~	費用は計測構造物の構造(橋種など)により変わる。 同じく、計測を要する面の数、計測対象面積、計測箇所などにより変わる。 ※業務の内訳は以下の通り 外業:現地調査業務 内業:計画、諸準備、成果品作成(差分解析含む)
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	計測機器メーカーによる保守点検サポートあり	-
センシングデバイスの点検	計測機器メーカーであるFARO社のISO認定のFAROサービスセンターにおいて、標準化されたデバイス校正サービスを受けることが可能	-
その他	-	-

6. 図面

FARO Laser Scanner Focus^s 350

防塵・防水性能 (IP54) を装備した超高精度地上型レーザースキャナー

FARO



精度
Focus^sは、距離計測、2軸補正センサ、角度計測の精度向上により、あらゆる環境でのスキャンが可能。

温度
動作温度範囲の拡大により、過酷な環境においてもスキャン可能。Focus^sを暑い場所でも寒い場所でも、プロジェクトに使用可能。

オンサイト補正機能
オンサイト補正機能により、Focus^sの補正をスキャン現場でも、オフィスでも検証・調整でき、最高品質のスキャンデータを保証。また、総合的な補正ドキュメントも自動作成可能。

IP54の防塵・防水性能
Focus^sはIP54規格に準拠し、外部環境に対して防塵・防水性能を装備。

HDR写真オーバーレイ
HDRカメラは、明暗の差が激しい環境でスキャンしたデータに対して、自然なカラーオーバーレイを生成。詳細な画像を簡単に取得。

アクセサリバイ
将来性を考えたインターフェースにより、他のアクセサリもスキャナーに接続でき、カスタマイズが可能。

- 精度
- 温度
- オンサイト補正機能
- IP54の防塵・防水性能
- HDR写真オーバーレイ
- アクセサリバイ

長距離計測用レーザースキャナー

Focus^sシリーズは、コンパクトで軽量かつ直感的な操作が可能なFAROLレーザースキャナー製品の最新モデルです。このシリーズのスキャナーは、市場の中で最も将来性を考えたレーザースキャナーで、IP54規格に準拠し、スキャン精度の向上と計測距離の向上、内蔵アクセサリバイ、オンサイト補正機能などのユーザーにとって重要な機能が加わりました。

Focus^s 350は、FAROのよく知られたFocus³⁰⁰レーザースキャナーのあらゆるメリットと、現在最も革新的な機能を組み合わせています。屋内、屋外にかかわらずレーザースキャンを実施でき、非常に操作性が高く、高速で、信頼性の高い製品です。

FARO Focus^s 350は、BIM/CIM、公共の安全と科学捜査などの業界においてあらゆる用途に利して、より高度なレーザースキャンが可能です。

www.faro.com/LaserScanner/jp

FARO Laser Scanner Focus^s 350

FARO

性能仕様

測定ユニット
明確検出距離: 122,000 - 488,000点/秒@614m
976,000点・秒@307m

反射率	90% (白)	10% (灰色)	2% (黒)
測定範囲	0.6m-350 m	0.6m-350 m	0.6m-350 m

距離/ノイズ	@10m	10mにおけるノイズ圧縮*	@25m	25mにおけるノイズ圧縮*
@90% 反射率	0.3mm	0.15mm	0.3mm	0.15mm
@10% 反射率	0.4mm	0.2mm	0.5mm	0.25mm
@2% 反射率	1.3mm	0.65mm	2mm	1mm

測定速度 (点/秒): 122,000 / 244,000 / 488,000 / 976,000
±1mm

距離精度*: 垂直/水平に対し19秒角
三次元位置精度*: 10m: 2mm / 25m: 3.5mm

角度精度: 300° / 360°
0.009° (360° あたり40,960画)

垂直解像度: 3Dピクセル
0.009° (360° あたり40,960画)

水平解像度: 3Dピクセル
3Dピクセル

最大垂直スキャン速度: 97Hz
レーザー(ファイバ光ファイバレーザー)
クラス1
波長: 1550nm
ビーム径(1/e): 0.3mrad (1/e)
ビーム径(出口): 2.12mm (1/e)

データ処理
データ保存: SD, SDHC™, SDXC™, 32GBのSDカード
スキャナーコントロール: タッチスクリーンディスプレイ、Wi-Fi、HTML5のモバイル機器による操作

接続
Wi-Fiアクセシビリティ: 802.11n (150Mbps)。アクセシビリティまたは既存ネットワーク毎スキャンごとのレベル。精度0.015" / 測定距離ごと
固定点に対する高度を抽出し、スキャンに追加可能
出力情報を保持
GNSS & GLONASS
最新品質レポートを生成。スキャナーが自動的に校正を実行
アクセサリバイレーザースキャナーの上部に設置し、様々なアクセサリをスキャナーに接続可能。

測定器仕様

電源電圧: 19V (外置供給) 容量(バッテリーを含む): 4.2kg
消費電力: 14.4V (内蔵バッテリー) 待機中: 15W、スキャン中: 25W 充電中: 80W サイズ: 230 x 183 x 103mm
内蔵バッテリー連続使用: 4.5時間 校正: 年1回
周囲温度: 5 ~ 40°C
動作動作温度: -20 ~ 55°C
保存温度: -10 ~ 60°C
IP規格: IP54
湿度: 結露なし

詳しくは www.faro.com/LaserScanner/jp をご覧ください

フロッパー互換: 確認ノイズは、測定速度122,000点/秒におけるベストパフォーマンスに相当する標準値として変更。
*1/eは実測値であり、標準値を若干上回る場合があります。測定速度は、10m以上の距離の検出に10mm/秒の検出速度を確保する速度です。
**オンサイト補正は、15m以上の距離の検出に10mm/秒を確保。7x50° ボンタスベスス物になることは保証できません。明確な直線性がある場合、検出範囲に制限をなく、測定速度を増やす場合があります。検出の精度、スキャナーは測定速度が10m以上の距離に検出されることはありません。測定動作時、測定アクセサリが必要です。詳細情報はご要望により提供 | フォームアップ版で測定範囲内の環境において、検出速度は変化する可能性があります。検出は手動または変更する場合があります。

フロッパー互換株式会社 (FARO Japan, Inc.)
〒480-1144 愛知県長久手市熊田716
Tel: +81.561.631411
Email: japan@faro.com

FARO Singapore Pte Ltd (アジア太平洋本部)
No. 3 Changi South Street 2, #01-01 Xilin Districentre Building B, Singapore 486548
Tel: +65.65111350 Fax: +65.65430111
Email: asia@faro.com

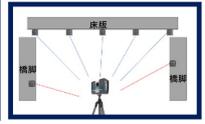
© 2016 FARO | FARO and the FARO Logo are registered trademarks of FARO Technologies Inc. All rights reserved. 048E1101 084.pdf



従来は高所作業車や交通規制、夜間での計測が必要となるケースであっても・・・



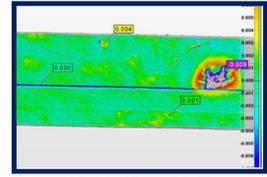
地上型レーザーによる計測 (外業)



差分解析 (内業)



現地状況写真その1

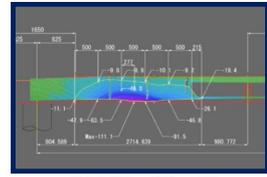
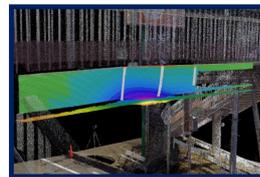


「うき」「剥離」を確認

剥離・鉄筋露出ヒートマップ表示イメージ



現地状況写真その2



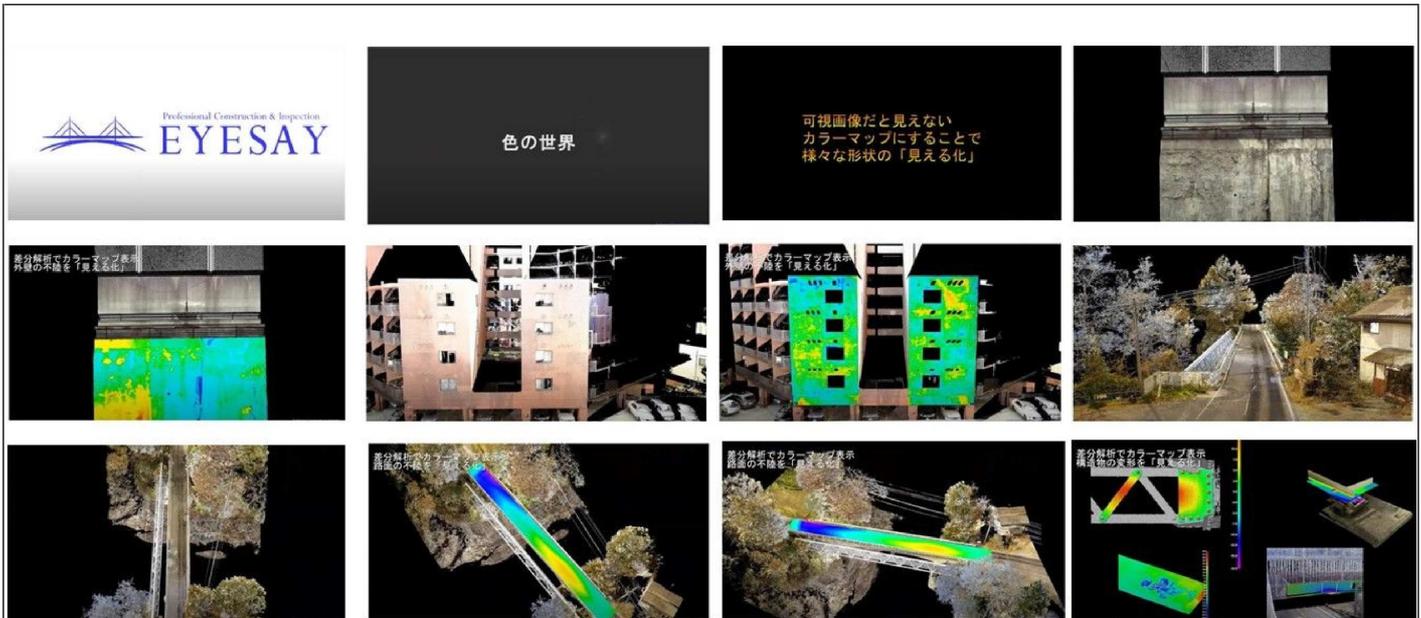
差分結果を一般図に重ね

変形ヒートマップ表示イメージ



https://youtu.be/9k6RUA28P-g?si=VzsO21hA5_Vqj7jc

地上型レーザスキャナ計測デモ



https://youtu.be/cIIRUcch9DI?si=FDDAZ7--w-jn4_MF

差分解析 ; 色の世界