

1. 基本事項

技術番号	BR030038-V0425			
技術名	3Dデータを活用した構造物の状態把握(洗掘)			
技術バージョン	バージョン1	作成:	2025年3月	
開発者	アイセイ株式会社			
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	2台	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次元設計データや設計図面を使用し、比較を行うことで変化した箇所や変化量を算出する技術。橋梁下部工の傾斜等構造物の全体的な変化を捉えることが可能。注視する箇所の特定や経時的なモニタリングとしての活用が可能である。			
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,基礎)		
	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	レーザー			
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、その上に計測装置本体を装着 ※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℃)	
計測装置	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(計測装置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、測定装置の内部温度を15℃以上とする必要あり(計測装置本体は標準で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。 対象物に強磁性がある場合は、地球磁場に影響を与え、測定精度が低下する恐れがあり。	
	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。
	計測プロセス	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、不要な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、橋脚の鉛直度を確認し、洗掘の疑いの有無を判定する。	
⑥ヒートマップ作成		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ヒートマップを作成する。ヒートマップを用いて、洗掘箇所を可視化する。	
計測プロセス	【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。		

アウトプット		<ul style="list-style-type: none"> 計測データ(計測対象箇所からの距離や撮影時の位置情報、他)は、計測装置内蔵メディア(SDカード)内にオリジナル形式FLS形式で保存される。保存されたFLSデータを専用の処理ソフトに取り込み3次元座標が生成される。生成した3次元座標の保存形式は、一般的に汎用性の高いLAS形式やascii形式等で保存される。 生成した3次元座標を差分解析ソフトに取り込み解析する事でヒートマップに可視化が可能となる。
計測頻度		<ul style="list-style-type: none"> 洗掘や変化を捉える場合は、業務受託時の1回の計測を実施する。 経時的なモニタリングを行う際は、計測機器を据え置くのではなく、現地に不動点を設置する事で都度計測を行い、基準データや前回計測データとの比較を行うため、特に性能保証期間を定めない。
耐久性		IP54規格に準拠した防塵・防水性能を装備
動力		<ul style="list-style-type: none"> 内蔵バッテリー(14.4V)により動作 外部供給(19V)も可能(AC電源ケーブル接続)
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℃)
データ収集・通信装置	設置方法	-
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-
	データ収集・記録機能	-
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	-
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	-
	動力	-
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	-

3. 運動性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
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 振動特性 洗堀(2020) 実施年 2021年 ・誤差:-0.18°~+0.17°	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 3.48 5.32 -7.92 ② 3.31 5.50 -7.99 ・計測誤差(単位:度) 0.17 -0.18 0.07	
	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	・0.6m - 350m	・90%の反射率を持つ面(白)に対して垂直入射した場合、ランバート反射モデル使用 ※計測機器メーカーであるFARO社製の提供スペックによる	
	感度	校正方法	・国際度量衡委員会(CIPM)相互承認協定の参加国であるNISTまたは別の認定された計量標準総合センターによって国際単位系(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	未検証	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	無	
			性能値	・45040点/0.1㎡	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 2)計測結果を、解析ソフト「Trimble RealWorks」を用いて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、解析ソフトを用いて解析して算出		

※「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、計測機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	-	-
	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)	
作業条件・ 運用条件	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	-
	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
	計測費用	【見積前提条件】 橋種 [河川橋梁] T型橋脚1基 検出項目 [橋脚1基の洗掘] 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 ◆計測対象箇所: 60.0㎡ ◆単価: ¥4,000/㎡ ~	費用は計測環境及び計測構造物の構造(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

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。

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、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Focus³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對して、より高度なレーザースキャンが可能です。

利点

- ▶ 埃や雨、飛沫からスキャナーを保護し、厳しい環境の中でもスキャンが可能
- ▶ オンサイト補正機能により、信頼性の高いデータが取得可能
- ▶ 距離精度と角度精度の向上により、現物により近いスキャンデータを取得可能
- ▶ 内蔵アクセサリにより、将来性を考えた投資や機能拡張が可能
- ▶ 大型で明るいディスプレイにより、簡単にスキャナーの操作が可能

www.faro.com/LaserScanner/jp
FARO Laser Scanner Focus^s 350

FARO

性能仕様

測定ユニット
明確識別距離 122,000 - 488,000高/秒@614m
976,000高・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-50 m
距離ノイズ ¹⁾	@10m	10 mに於けるノイズ圧縮 ²⁾	@25m
@90% 反射率	0.3mm	0.15mm	0.3mm
@10% 反射率	0.4mm	0.2mm	0.5mm
@2% 反射率	1.3mm	0.65mm	2mm

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

距離精度³⁾: 三次元位置精度:
カニエユニット
精度: 最大165メガピクセル
ハイ・ダイナミック・レンジ(HDR): 露出ブラケット、2x、3x、5x
同軸設計により最小化

視野 (垂直/水平): 300° / 360°
垂直解像度: 0.009° (360°あたり40,960画素)
3Dピクセル

水平解像度: 0.009° (360°あたり40,960画素)
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): Laser class 1

波長: 1550nm
ビーム径: 0.3mrad (1/e)
ビーム径 (出口): 2.12mm (1/e)

電源電圧: 19V (外置供給)
消費電力: 14.4V (内蔵バッテリー)
内蔵バッテリー連続使用: 中: 25W 充電中: 80W
4.5時間
周囲温度: 5 ~ 40°C
内部動作温度: -20 ~ 55°C
-10 ~ 60°C
IP規格: IP54
湿度: 結露なし

重量 (バッテリーを含む): 4.2kg
サイズ: 230 x 183 x 103mm
校正: 年1回

データ処理
データ保存: SD, SDHCTM, SDXCTM; 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々
マルチセンサ: スキャンごとのレベル: 精度 0.015° / 測定距離ごと
2軸補正センサ: 測定値に対する高度を抽出し、スキャンに追加可能
GNSS: 高精度を維持 GPS & GLONASS
オンサイト補正機能: 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: アクセサリは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。

ランパワ反射、確認ノイズは、測定距離122,000m/secに於けるベストフィット値に於ける標準偏差として変換。
ノイズ圧縮は、測定距離122,000m/secに於けるベストフィット値に於ける標準偏差として変換。
オンサイト補正は、125m以上の距離の場合、0.15mm/secを精度、7x150° ポジションズが物体に近づくことは保証されません。明確な直線性がある場合、距離精度は標準的な測定精度を劣化する場合があります。精度の向上は、スキャナーは測定距離が125m以上の距離に近づくにつれて向上します。測定中の距離は、測定ソフトウェアが決定し、詳細情報はマニュアルより参照 | フォームアップ版で測定距離範囲内の環境において、精度は必ず変更される可能性があります。出力は必ずしも1:1ではありません。

CLASS 1 LASER PRODUCT

測定器仕様

電源電圧: 19V (外置供給)
消費電力: 14.4V (内蔵バッテリー)
内蔵バッテリー連続使用: 中: 25W 充電中: 80W
4.5時間
周囲温度: 5 ~ 40°C
内部動作温度: -20 ~ 55°C
-10 ~ 60°C
IP規格: IP54
湿度: 結露なし

重量 (バッテリーを含む): 4.2kg
サイズ: 230 x 183 x 103mm
校正: 年1回

ISO 9001
ISO 14001
AMAB
GSA Contract Holder

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

フロッパー株式会社 (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

Revised: 27 October 2016

計測機器間距離は任意で構造物の形状に合わせて適宜決定する



20m



計測距離は点密度の精度に関連する為、原則20mまでとする



: 計測機器



: 対象構造物



: 計測範囲



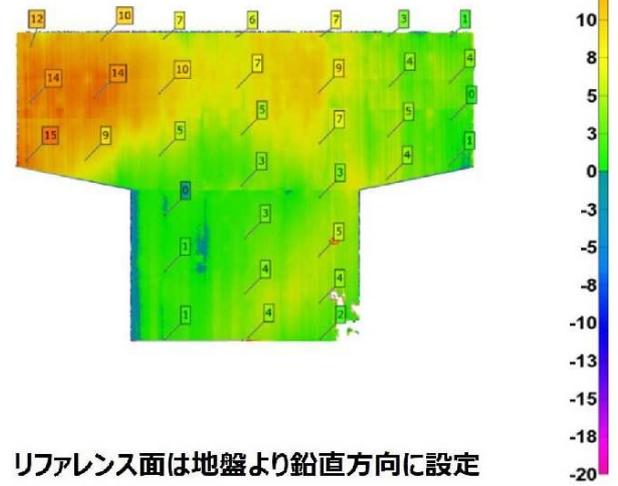
: ラップ

計測装置の設置箇所や計測時の位置関係は上図を参照のこと

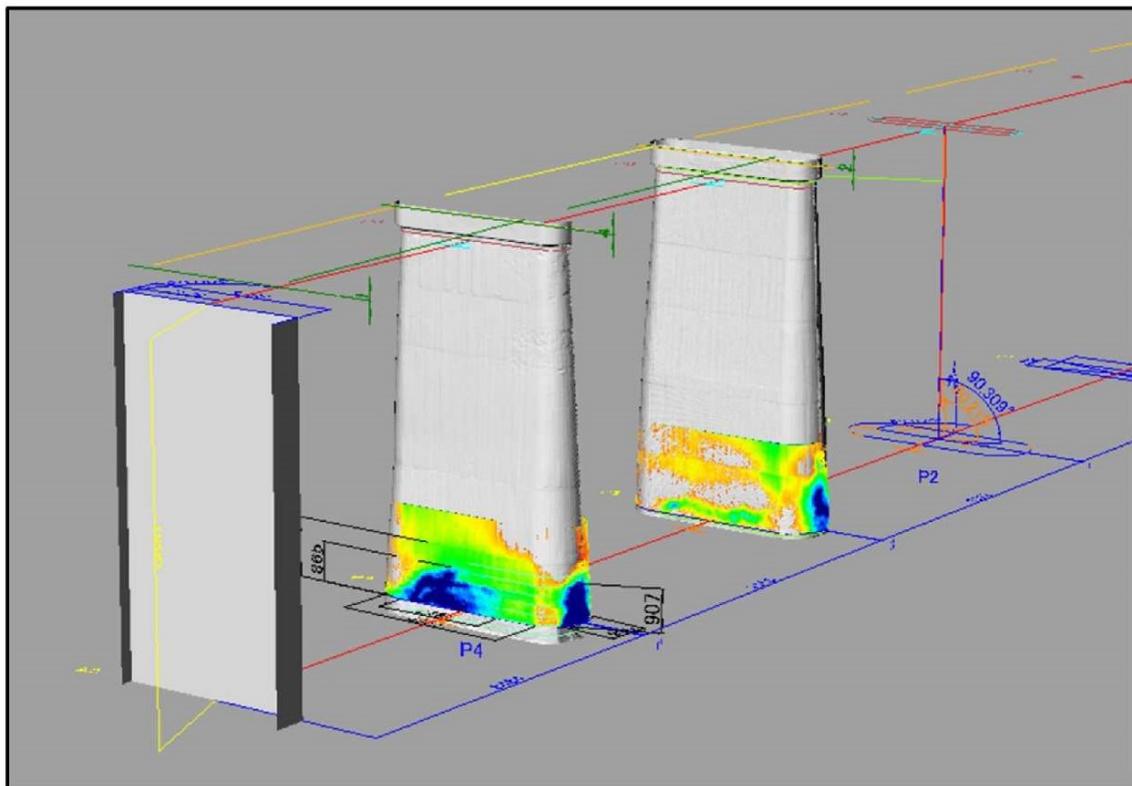
断面位置図



差分解析結果



リファレンス面は地盤より鉛直方向に設定



橋脚のすりへりをヒートマップ化

差分解析と橋脚のすりへりヒートマップ^o表示イメージ図



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

地上型レーザスキャナ計測デモ

Professional Construction & Inspection
EYESAY

色の世界

可視画像だと見えない
カラーマップにすることで
様々な形状の「見える化」

差分解析でカラーマップ表示
肉眼の不具合を「見える化」

差分解析でカラーマップ表示
肉眼の不具合を「見える化」

差分解析でカラーマップ表示
肉眼の不具合を「見える化」

差分解析でカラーマップ表示
肉眼の不具合を「見える化」

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

差分解析 ; 色の世界