

No.	PA010022-V0022		技術名	AI技術を活用した路面性状測定車										
	会社名	世紀東急工業株式会社		担当者	磯部雅紀	連絡先	TEL : 0282-55-2711 E-mail : masanori.isobe@seikitokyu.co.jp							
技術概要	路面性状測定車は、前方状況・路面撮影用カメラ、横断・縦断形状測定用レーザスキャナ、GPS/IMUを搭載し、自車の位置、沿道状況と路面状況を記録可能な路面性状測定車である。舗装点検項目であるひび割れ率、わだち掘れ量、IRIの解析が可能であり、ひび割れ状況についてはAIによる自動判定を用いた評価が可能である。また、本測定車はポットホールの検出や区画線のかすれ具合についてもAIによる自動判定が可能である。													
概要図 ・ 機器写真														
関連情報 URL	https://www.seikitokyu.co.jp/business/products/282/			https://www.nttinf.co.jp/service/michisuma/										
精度 確認 項目		ひび割れ率		○	わだち掘れ量									
	○	IRI			ポットホール									
	○	区画線			建築限界									
		標識隠れ												
その他の 精度未確認項目	ひび割れ率、ポットホール													
測定車両 タイプ	○	専用測定車	○	専用オペレータ	—	可搬式測定機器 の設置	—	繰り返し計測						
実道 試験 結果	ひび割れ率			わだち掘れ量 (R5年度)										
	-			<table border="1"> <thead> <tr> <th>II 以上 検出率</th> <th>II 以上 的中率</th> <th>III 検出率</th> <th>III 的中率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90~100%</td> <td>90~100%</td> <td>90~100%</td> <td>60~70%</td> </tr> </tbody> </table>				II 以上 検出率	II 以上 的中率	III 検出率	III 的中率	90~100%	90~100%	90~100%
II 以上 検出率	II 以上 的中率	III 検出率	III 的中率											
90~100%	90~100%	90~100%	60~70%											
(舗装)	IRI (R5年度)			アウトプット (出力) 形式										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>II 以上 検出率</th> <th>II 以上 的中率</th> <th>III 検出率</th> <th>III 的中率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>70~80%</td> <td>80~90%</td> <td>70~80%</td> <td>90~100%</td> </tr> </tbody> </table>			II 以上 検出率	II 以上 的中率	III 検出率	III 的中率	70~80%	80~90%	70~80%	90~100%	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、ポットホール個数、区画線のかすれ値は、舗装点検要領の様式A、様式B (エクセル) 形式に出力。 ランク分けした評価図 (jpeg、pdf) の出力。 専用のビューワーソフトで、各評価値と路面画像を表示して確認が可能。 		
II 以上 検出率	II 以上 的中率	III 検出率	III 的中率											
70~80%	80~90%	70~80%	90~100%											
経済性	100km×1車線 あたりの 標準的な費用		<ul style="list-style-type: none"> 外業 (現地踏査、舗装点検) : 393,000円 内業 (計画準備、データ整理解析) : 1,881,000円 その他経費 : 1,762,000円 合計 : 4,036,000円		定額費用 一例	-								
実績 2023年度時点	国土交通省	1 件		その他 公共機関	2 件		民間	- 件						
その他	測定可能 時間帯	<input checked="" type="checkbox"/> 昼間	計測可能な 速度帯	最低	10km/h	データ出力 標準日数	1~5km	測定対象 幅員	4m					
		<input type="checkbox"/> 夜間		最高	80km/h		100km			50日				
	実道試験に使用した車両タイプ		ステーションワゴン		実道試験に使用した車両名		カラーフィールドター							
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> 幅員2m以上必要 (ひび割れ率最大幅4mまで。わだち掘れ量最大幅5mまで) 測定不可となる条件 : 降雨、積雪、路面湿潤時。トンネル内は照度不足のため不可 測定機器のリース及び購入 : 不可 													

1. 基本事項

技術番号		PA010022-V0022	
技術名		AI技術を活用した路面性状測定車	
	技術バージョン	作成: 2024年3月作成	
開発者		世紀東急工業株式会社/エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社/エヌ・ティ・ティ・コムウェア株式会社	
連絡先等		TEL: 世紀:0282-55-2711 NTTインフラ:03-6381-6446	E-mail: masanori.isobe@seikitokyu.co.jp yamada-atsushi@nttif.co.jp (世紀東急)技術本部技術研究所 (NTTインフラ)ソリューション事業推進本部
現有台数・基地		2台	基地 栃木県栃木市(世紀東急工業) 東京都中央区(NTTインフラネット)
技術概要		路面性状測定車は、前方状況・路面撮影用カメラ、横断・縦断形状測定用レーザスキャナ、GPS/IMUを搭載し、自車の位置、沿道状況と路面状況を記録可能な路面性状測定車である。舗装点検項目であるひび割れ率、わだち掘れ量、IRI・平坦性の解析が可能であり、ひび割れ状況についてはAIによる自動判定を用いた評価が可能である。また、本測定車はポットホール検出や区画線のかすれ具合についてもAIによる自動判定が可能である。	
技術区分	対象部位	車道	
	変状の種類	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、平坦性、ポットホール、区画線のかすれ	
	物理原理	画像、レーザスキャナ	
	検出項目	ひび割れ率・ポットホール・区画線のかすれ:カメラによる画像解析、 わだち掘れ量・IRI・平坦性:レーザスキャナによる縦横断形状解析	

2. 基本諸元

計測機器の構成		本計測器は、「前方状況撮影用カメラ、路面撮影用後方カメラ、縦横断形状用レーザースキャナ、GPS/IMU」と「各機器のデータを保存するハードディスクと処理装置」を「移動車両」に一体化させたものである。	
移動装置	移動原理	【車両型】内燃機関を搭載した車両にて移動する	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
	外形寸法・重量	一体構造(移動装置+計測装置):最大外径寸法:幅169cm ×長さ440cm ×高さ192cm、最大重量:1525kg	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	移動装置の内燃機関により発電された電力を用いる	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
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	カメラ	-
		パン・チルト機構	固定式
		角度記録・制御機構機能	-
		測位機構	GPS、IMU
	計測原理	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ、ポットホール、区画線のかすれ:車両後方に設置したカメラで路面画像を撮影する。 ・わだち掘れ:横断用レーザースキャナで車両前方部の横断形状を取得する。 ・IRI・平坦性:縦断用レーザースキャナで車両前方部の外側車輪走行位置の縦断形状を取得する。 	
	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	-	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨時、路面湿潤時は測定不可。 ・夜間時は計測不可。 	
	計測プロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ率は、AI技術(Dep Learning)によりひび割れ率を算出する。 ・わだち掘れ量は、レーザースキャナで取得した横断形状から算出する。 ・平坦性は、レーザースキャナで取得した縦断形状から算出する。 ・IRIは、レーザースキャナで取得した縦断形状から算出した平坦性から相関式によりIRIを求める。 ・ポットホールは、AI技術(Dep Learning)により位置と個数を抽出する。 ・区画線のかすれは、AIによりかすれ具合を数値化し、3ランク(濃い:1~1.5、やや薄い:1.5~2.5、薄い:2.5~3)に分類する。 	
	アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、ポットホール個数、区画線のかすれ値は、舗装点検要領の様式A、様式B(エクセル)形式に出力する。 ・ランク分けした評価図(jpeg、pdf)が出力できる。 ・専用のビューワーソフトで、各評価値と路面画像を表示して確認が可能である。 	
計測頻度	最小計測回数:1回		
耐久性	-		
動力	移動装置の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)	-		

データ収集・通信装置	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)	-
	データ収集・記録機能	記録メディア(SSD)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	移動装置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)	-

3. 計測性能

項目		性能	
計測装置	計測レンジ(測定範囲)	ひび割れ画像:幅4m、横断形状:幅5m、縦断形状1:レーザスキャナ前方6m	
	感度	校正方法	-
		検出性能	-
		検出感度	-
	撮影速度	標準速度50km/h (0~最大80km/h、撮影間隔による)	
	計測精度	-	
	位置精度	-	
	色識別性能	-	
	S/N比	-	
	分解能	-	
	計測精度	距離測定:光学測量機による距離の測定値に対し、±0.3%以内の精度である。 ひび割れ:幅1mm以上のひび割れの識別可能な精度である。 わだち掘れ量:レーザ分解能 1mm。横断プロフィルメータによるわだち掘れ深さの測定値に対し、±4~5mm以内の精度である。 平坦性:レーザ分解能 1mm。縦断プロフィルメータによる標準偏差の測定値に対し、±30%以内の精度である。 区画線のかすれ:白線の他に、破線、オレンジ線の解析も可能である。	
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	標準速度50km/h (10~80km/h、撮影間隔による)	
位置精度 (移動しながら計測する場合)	-		

4. 画像処理・調書作成支援

<p>変状検出手順</p>	<p>【ひび割れ率】 ①路面画像にひび割れ解析範囲を設定する。(手動) ②解析範囲内をAI解析してひび割れ範囲を抽出し、50cmメッシュ毎にひび割れ有無をCSV出力する。(自動) ③CSV出力ファイルを評価ソフトに取り込み(手動)、写真1枚毎のひび割れ率を算出する(自動)。 ④評価ソフトで必要な距離毎のひび割れ率の平均値を算出する。(自動) 【わだち掘れ量】 ①評価ソフトで必要な任意の距離毎の横断形状図(幅5m)を表示させる。(手動) ②評価ソフトで横断形状図の両端部の位置を設定し(手動)、最大値となるわだち掘れ量を算出する。(自動) 【IRI・平坦性】 ①評価ソフトで縦断形状図を表示させて平坦性を算出してIRIとの相関式によりIRIを算出する。(自動) ②評価ソフトで必要な距離毎のIRI・平坦性の平均値を算出する。(自動) 【ポットホール】 ①路面画像の解析範囲内をAI解析してポットホール箇所の位置と個数を抽出する。(自動) ②評価ソフト上に位置と個数を表示する。(自動) 【区画線のかすれ】 ①左右両側の区画線をAI解析して、かすれ値を算出する(自動)。 ②路面画像に3ランク分け(濃い(青枠):1~1.5、やや薄い(黄色):1.5~2.5、薄い(赤色):2.5~3)の色枠で表示する(自動) ③評価ソフトで必要な距離毎のかすれ値の平均値を算出する。(自動)</p>										
<p>ソフトウェア情報</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="220 786 472 857">ソフトウェア名</td> <td data-bbox="472 786 1453 857">自社開発ソフト</td> </tr> <tr> <td data-bbox="220 857 472 904">検出可能な変状</td> <td data-bbox="472 857 1453 904">ひび割れ率(%)、わだち掘れ量(mm)、IRI(mm/m)、平坦性(mm)、ポットホール、区画線のかすれ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="220 904 472 1084">変状検出の原理・アルゴリズム</td> <td data-bbox="472 904 1453 1084"> <p>【ひび割れ率・区画線のかすれ】 ・AI(Deep Learning)による自動検出 ・AI教師データは、様々な路面のひび割れ・区画線のかすれ状況を使用して学習。 ・解析画像は、JPEG形式であり、昼間写真でひび割れ、区画線が見えやすいものとする。 (影で暗い区間の写真は、必要に応じて画像処理ソフトで明るさ調整する。トンネル内等の暗い箇所は解析不可。)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="220 1084 472 1193">取り扱い可能な画像データ</td> <td data-bbox="472 1084 1453 1193"> <p>①ファイル形式:JPEG。 ②ファイル容量:特に制限なし ③カラー/白黒画像:基本はカラー写真(白黒も可)</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="220 1193 472 1288">出力ファイル形式</td> <td data-bbox="472 1193 1453 1288"> <p>・各評価値は、評価ソフトで評価区間長ごとにまとめ、様式A,Bにエクセルファイルで出力する。 ・路面写真(前方、後方)は、JPEGでSSDに保存。</p> </td> </tr> </table>	ソフトウェア名	自社開発ソフト	検出可能な変状	ひび割れ率(%)、わだち掘れ量(mm)、IRI(mm/m)、平坦性(mm)、ポットホール、区画線のかすれ	変状検出の原理・アルゴリズム	<p>【ひび割れ率・区画線のかすれ】 ・AI(Deep Learning)による自動検出 ・AI教師データは、様々な路面のひび割れ・区画線のかすれ状況を使用して学習。 ・解析画像は、JPEG形式であり、昼間写真でひび割れ、区画線が見えやすいものとする。 (影で暗い区間の写真は、必要に応じて画像処理ソフトで明るさ調整する。トンネル内等の暗い箇所は解析不可。)</p>	取り扱い可能な画像データ	<p>①ファイル形式:JPEG。 ②ファイル容量:特に制限なし ③カラー/白黒画像:基本はカラー写真(白黒も可)</p>	出力ファイル形式	<p>・各評価値は、評価ソフトで評価区間長ごとにまとめ、様式A,Bにエクセルファイルで出力する。 ・路面写真(前方、後方)は、JPEGでSSDに保存。</p>
ソフトウェア名	自社開発ソフト										
検出可能な変状	ひび割れ率(%)、わだち掘れ量(mm)、IRI(mm/m)、平坦性(mm)、ポットホール、区画線のかすれ										
変状検出の原理・アルゴリズム	<p>【ひび割れ率・区画線のかすれ】 ・AI(Deep Learning)による自動検出 ・AI教師データは、様々な路面のひび割れ・区画線のかすれ状況を使用して学習。 ・解析画像は、JPEG形式であり、昼間写真でひび割れ、区画線が見えやすいものとする。 (影で暗い区間の写真は、必要に応じて画像処理ソフトで明るさ調整する。トンネル内等の暗い箇所は解析不可。)</p>										
取り扱い可能な画像データ	<p>①ファイル形式:JPEG。 ②ファイル容量:特に制限なし ③カラー/白黒画像:基本はカラー写真(白黒も可)</p>										
出力ファイル形式	<p>・各評価値は、評価ソフトで評価区間長ごとにまとめ、様式A,Bにエクセルファイルで出力する。 ・路面写真(前方、後方)は、JPEGでSSDに保存。</p>										

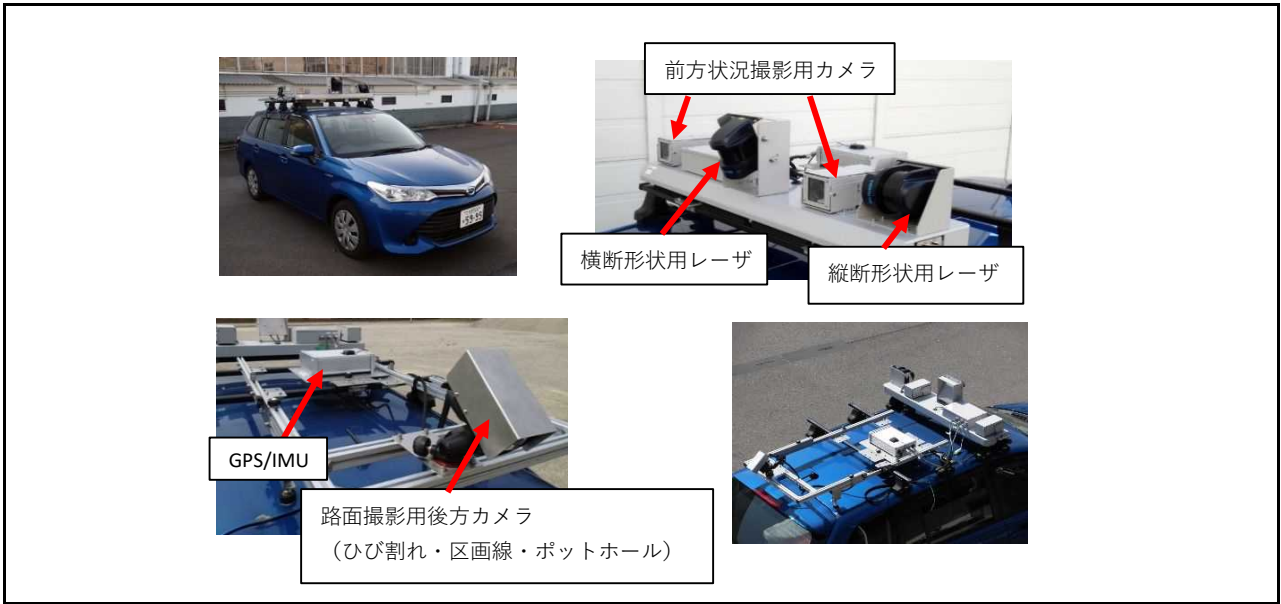
5. 留意事項(その1)

項目		適用可否／適用条件
点 検 時 現 場 条 件	道路幅員条件	幅員2m以上必要（ひび割れ率最大幅4mまで。わだち掘れ量最大幅5mまで）
	周辺条件	高さ1.95m以下の場合不可。
	作業範囲	-
	安全面への配慮	-
	無線等使用における混線等対策	-
	交通規制の要否	不要
	交通規制の範囲	不要
	現地への運搬方法運搬方法	車両に搭載して運搬
	気温条件	特になし
	車線数の制約	特になし
	その他	昼間に計測する必要がある

5. 留意事項(その2)

項目		適用可否/適用条件
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	運転手1人、操作1人 合計2名。
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	特になし
	作業ヤード・操作場所	特になし
	点検・診断に関する費用	・舗装点検(ひび割れ率・わだち掘れ量・IRIの算出) 4,036,000(円/100km) ※直轄国道の場合 ※協議、打合せ、旅費、報告書作成は含まない。道路巡視(区画線のかすれ)に関する費用は含まない。
	保険の有無、保障範囲、費用	加入済み、保証範囲:人+自転車+車、保証金額:無制限
	時間帯(夜間作業の可否)	昼間に計測する必要がある
	計測時の走行速度条件	80km/h以下
	渋滞時の計測可否	特になし(測定可能)
	可搬性(寸法・重量)	特になし
	自動制御の有無	特になし
	利用形態:リース等の入手性	すべて自社機材
	関係機関への手続きの必要性	必要なし
	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	・解析ソフト:自社開発ソフト(RoadChecker)を使用。 ※AI解析は、NTTコムウェアの「SmartMainTech®」の道路不具合検出システムを使用。 ・必要作業:担当者による解析作業
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	なし
センシングデバイスの点検	頻度:1回/年	
その他	①特許状況:AI解析方法(道路不具合検出装置、道路不具合検出方法及び検出プログラム、特許証第6678267号) ②気象条件:晴天(降雨、積雪、路面湿潤時は不可) ③適用できない条件:トンネル内は照度不足のため不可。	

6. 図面等



技術番号	PA010022-V0022										
技術名	AI技術を活用した路面性状測定車				会社名	世紀東急工業株式会社					
試験日	令和5年11月28日	天候	晴れ	昼夜	昼間	気温	11.6℃	風速	2.6m/s	路面状況	乾燥
試験場所	茨城県常総市										
カタログ分類	舗装	検出項目	わだち掘れ量、IRI					計測時 平均速度	50 km/h		

試験で確認する カタログ項目	わだち掘れ量、IRI
-------------------	------------

対象箇所の概要

【試験場所】

- ・舗装種（表層）：密粒度アスファルト舗装
- ・1区間：10m
- ・試験区間：1,350m（135区間）うち任意の50区間
- ・交通量：路線①・・・5,586台/日（〈小型〉4,000台/日、〈大型〉1,289台/日）【R3センサス】
 路線②・・・10,072台/日（〈小型〉6,669台/日、〈大型〉3,403台/日）【R3センサス】



※写真は正解値測定時（交通規制中）



※写真は正解値測定時（交通規制中）

- 【①点検】GPS情報、車速パルス、路面画像、横断形状、縦断形状を取得する。
- 【②データ取り込み】取得した位置情報、路面画像、縦横断形状をPC（SSD）に取り込む。
- 【③解析前処理】専用の解析ソフトで測定区間の起終点を設定する。AI解析する路面画像を抜き出す。
- 【④データ解析】路面画像のひび割れ範囲（面積）をAIを用いて判定し、ひび割れ率を自動算出する。
専用解析ソフトで表示した横断・縦断形状から、わだち掘れ量、IRIを算出する。
任意の評価区間の解析結果の帳票を自動作成する。

車両・機器諸元、機器設置状況、測定状況

- 【車両諸元】
 - ・専用測定車両（カローラ）
 - ・車両サイズ：幅：169cm、長さ440cm、高さ192cm（計測装置含む）
- 【機器諸元】
 - ・前方状況撮影用カメラ（500万画素）
 - ・路面撮影用（ひび割れ、区画線のかすれ、ポットホール）後方カメラ（890万画素）
 - ・縦断、横断形状用レーザースキャナ（分解能1mm、計測ピッチ10mm）
 - ・GPS/IMU（位置精度は1m以内）



【計測技術の精度の算出方法】

- ・実道試験区間（延長1,350m）における任意の50区間(1区間=10m)について、各技術で診断区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲによる評価を行う。
- ・事前に測定した『正解値』と、各技術における診断結果（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ）を比較する。
- ・公募時のリクワイヤメントにおいて「目視と同等以上の評価が可能」としていることから、有識者による技術検討委員会において『幅値』の考え方を整理し、それぞれの検出率と的中率を求めた。

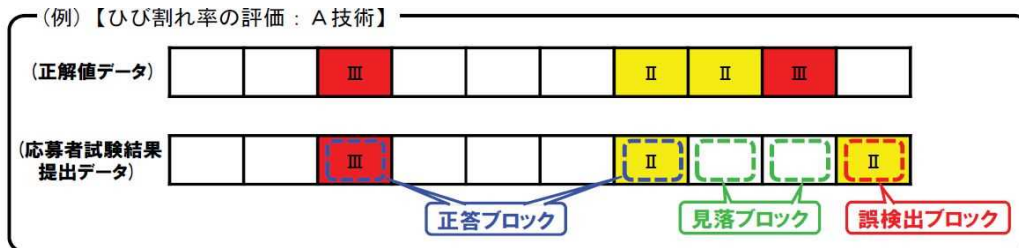
【幅値の考え方】

各測定項目（ひび割れ率・わだち掘れ量・IRI）の『正解値』が以下の幅値の範囲内であった場合、隣合った区分も正解とする

■ひび割れ率：『正解値』が診断区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの基準値となる20%・40%の±5%以内（例：正解値が42.0%（診断区分Ⅲ）であった場合、各技術が「Ⅱ」と判断していても正解とする）

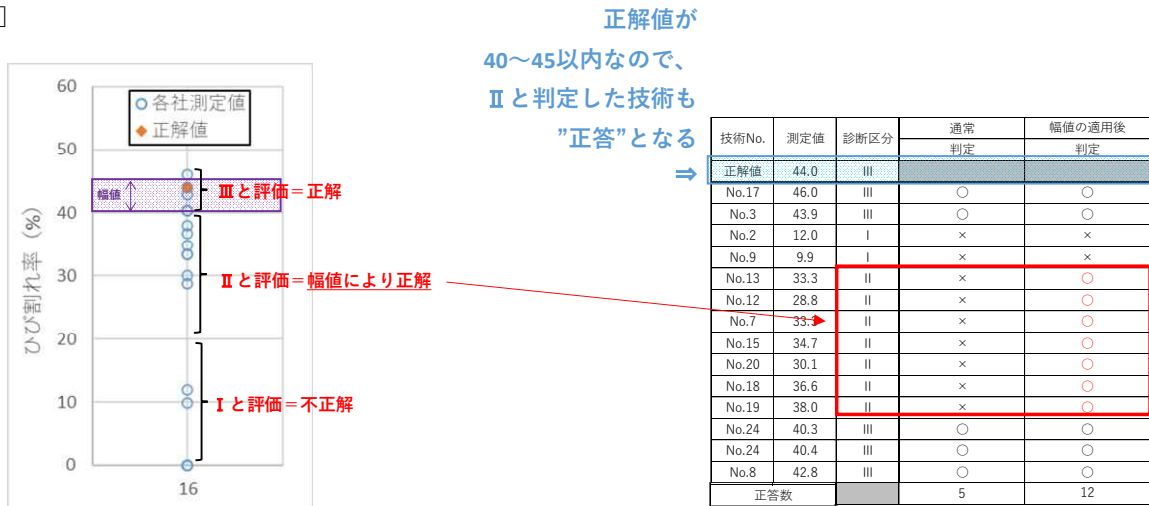
■わだち掘れ量：『正解値』が診断区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの基準値となる20mm・40mmの±5mm以内（例：正解値が38mm（診断区分Ⅱ）であった場合、各技術が「Ⅲ」と判断していても正解とする）

■IRI：『正解値』が診断区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの基準値となる3mm/m・8mm/mの±20%以内（例：正解値が9.4mm/m（診断区分Ⅲ）であった場合、各技術が「Ⅱ」と判断していても正解とする）



指標	算出方法	備考
検出率	検出率 = $\frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{正解値を基にした実損傷ブロック数}}$	確実に損傷を発見できるか確認する
的中率	的中率 = $\frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{応募技術により検出されたブロック数}}$	検出結果の精度を確認する

[例]



【計測技術の精度確認結果（令和5年度）】

わだち掘れ量

Ⅱ以上 検出率	Ⅱ以上 的中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率
90~100%	90~100%	90~100%	60~70%

IRI

Ⅱ以上 検出率	Ⅱ以上 的中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率
70~80%	80~90%	70~80%	90~100%

※検出率：確実に損傷を発見できるか 的中率：発見した損傷の評価の精度

【凡 例】

