

No.	PA010005-V0022	技術名	移動体計測による路面性状調査																	
会社名	アジア航測株式会社		担当者	松井 晋	連絡先	TEL : 044-969-7381 E-mail : sin.matsu@ajiko.co.jp														
技術概要	本システムは、交通規制を実施することなく、精密にひび割れ、わだち掘れ、平坦性およびIRIを測定し路面を評価するシステムである。加えて、レーザスキャナから取得したレーザ点群データにより道路3次元データも生成され、道路維持管理への活用にも有効である。																			
概要図 ・ 機器写真																				
関連情報 URL	https://www.k-mil.net/construction_methods/detail/2204																			
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	IRI、3次元点群データおよび全周囲画像の取得																			
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 (舗装)	ひび割れ率（R5年度）				わだち掘れ量（R5年度）															
	<table border="1"> <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> <tr> <td>90~100%</td> <td>80~90%</td> <td>90~100%</td> <td>70~80%</td> </tr> </table>		II以上 検出率	II以上 的中率	III検出率	III的中率	90~100%	80~90%	90~100%	70~80%	<table border="1"> <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> <tr> <td>80~90%</td> <td>90~100%</td> <td>80~90%</td> <td>90~100%</td> </tr> </table>		II以上 検出率	II以上 的中率	III検出率	III的中率	80~90%	90~100%	80~90%	90~100%
	II以上 検出率	II以上 的中率	III検出率	III的中率																
90~100%	80~90%	90~100%	70~80%																	
II以上 検出率	II以上 的中率	III検出率	III的中率																	
80~90%	90~100%	80~90%	90~100%																	
IRI				アウトプット（出力）形式																
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：1,500,000円(MMS計測) 内業：300,000円(計画準備) 2,700,000円(路面性状解析) 機械経費：1,000,000円 合計：5,500,000円			定額費用 一例	—														
実績 2023年度時点	国土交通省	4 件		その他 公共機関	5 件		民間	2 件												
その他	測定可能 時間帯	<input checked="" type="checkbox"/> 昼間 <input checked="" type="checkbox"/> 夜間	計測可能な 速度帯	最低 15km/h 最高 80km/h	データ出力 標準日数	1~5km 100km	5日 40-50日	測定対象 幅員	4.0m											
	実道試験に使用した車両タイプ		ワンボックス		実道試験に使用した車両名		TOYOTA アルファード													
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> 測定不可能となる条件： <ul style="list-style-type: none"> 未舗装 雨天（路面に水が浮いている状態を含む） 幅員3m以上、高さ2.9m以上であること（本車両が通行可能な道路） 測定機器のリースおよび購入：不可 																			

1. 基本事項

技術番号	PA010005-V0022		
技術名	移動体計測による路面性状調査		
技術バージョン	2019年11月1日 Ver.1.2.5.1	作成: 2023年3月作成 (2024年3月更新)	
開発者	アジア航測株式会社/三菱電機		
連絡先等	TEL: 044-969-7381	E-mail: sin.matsu@ajiko.co.jp	担当部署 事業戦略部 道路プロジェクト
現有台数・基地	1台	基地	神奈川県川崎市
技術概要	本システムは、交通規制を実施することなく、精密にひび割れ、わだち掘れ、平坦性およびIRIを測定し路面を評価するシステムである。加えて、レーザスキャナから取得した点群データにより道路3次元データも生成され、道路維持管理への活用にも有効である。		
技術区分	対象部位	歩道/車道/路肩部/飛行場/	
	変状の種類	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、平坦性	
	物理原理	画像/赤外線レーザ/加速度/GNSS・IMU測位	
	検出項目	カメラによる画像解析/赤外線レーザによる画像解析/赤外線レーザによる距離の算出/3次元座標データ/加速度センサー/光ジャイロセンサー/座標位置/	

2. 基本諸元

計測機器の構成		一体構造	
移動装置	移動原理	車両型	
	運動制御機構	通信	有線
		測位	・GNSS:RTK-GNSS ・GNSS/IMU Tightly Coupled方式
		自律機能	自律機能なし
	外形寸法・重量	一体構造(移動装置+計測装置):最大外形寸法(長さ5520mm、幅1900mm、高さ2732mm)、最大重量(2840kgf)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
	動力	ハイブリッド車両(ガソリンエンジン/モータエンジン)	
	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	高解像度ラインカメラ 2台で合成 ・ラインレート 最高34khz ・計測範囲(合成後):約4m ・解像度(合成後): 総ピクセル数(縦4000pixel × 横4000pixel)
		パン・チルト機構	下方固定
		角度記録・制御機構機能	-
		測位機構	・GNSS/IMU、時間情報を用いて運動制御機構と併用
		計測原理	測定装置の移動量と赤外線ラインカメラにて画像の取り込みタイミングを同期させて画像を連続的に取得 小パワーレーザー照明5本(カメラ1台あたり)を重畳照射して照度を確保。 夜間の撮像が可能。また、昼間でも影の中で黒潰れ無しに撮像が可能。 レーザー測距については、位相差による相対位置とGNSS/IMUによる自己位置による3次元点群への展開により出力。
		計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	舗装された路面が特殊素材(反射素材)ではないこと。舗装上の路面標識やカラー舗装に特殊な舗装素材が使われていないこと。降雨や降雪により路面が湿潤し、赤外線をつよく吸収しないことが条件。
		精度と信頼性に影響を及ぼす要因	GNSS/IMU測位の受信電波が極端に劣化した状況。
	計測プロセス	①GNSS/IMU測位のための開始イニシャライズ走行 ②計測対象となる位置での計測・撮影を開始 ③計測対象となる位置での計測・撮影を終了 ④GNSS/IMU測位のための終了イニシャライズ走行	
	アウトプット	・ラインカメラによる路面カメラ画像、位置情報付き ・レーザー測距とGNSS/IMU測位による3次元点群データ ・変位計を用いた路面の変位量データ ・全周囲画像データ	
	計測頻度	・レーザー測距 約100万点/s ・ラインカメラ 4m毎	
耐久性	積雪・降雨時での走行は可能。		
動力	バッテリー ハイブリッド車両(ガソリンエンジン/モータエンジン)による電力供給		
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	機材内のHDD(SSD)
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・通信方法:有線 ・通信規格:USB3.0 ・通信速度:200Mbps~300Mbps ・通信距離:計測車両内
	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. 計測性能

項目		性能	
計測装置	計測レンジ(測定範囲)	路面カメラ:幅4m レーザ測距:測距装置より発射先117m	
	感度	校正方法	メーカーにて校正
		検出性能	90%
		検出感度	-
	撮影速度	ラインレート最大34khz	
	計測精度	ひび割れ幅 1mm	
	位置精度	相対誤差であれば1~2mm程度であるが、絶対精度の場合にはGNSS/IMUの位置精度に準じる。	
	色識別性能	グレースケール識別可能	
	S/N比	-	
	分解能	-	
	計測精度	<ul style="list-style-type: none"> ・距離測定精度: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。 ・ひび割れ率:幅1mm以上のひび割れが識別可能な精度である。 ・わだち掘れ量: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、±3mm以内の精度である。 ・平坦性: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。 	
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	計測可能範囲であれば0~80km/h であるが、推奨計測速度は40~80km/h(GNSS/IMU測位が安定するため)	
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	相対誤差であれば1~2mm程度であるが、絶対精度の場合にはGNSS/IMU測位の位置精度に準じる。	

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ラインカメラ画像を4m毎の画像を出力する。(自動) ②切り出した画像とGNSS/IMUによる即位情報を基に、位置情報を持つ路面カメラ画像に展開する。(自動) ③位置情報をもとに展開したデータに解析対象路線の始終点と対象となる車道の側線を指定する。(目視) ④指定した解析範囲にて50cm四方のメッシュ枠を発生し、ひび割れ自動判読を行う。(自動) ⑤自動判読結果の誤検知の点検(目視) ⑥指定された評価区間単位(本試験では10m毎)に集計しひび割れ率を算出する。(自動)</p> <p>【わだち掘れ量】 ①わだち掘れ量を算出するための点群に対する横断面の取得単位(本試験では、2.5m)を指定。(手動) ②ひび割れ率の③の指定された解析範囲を指定。(自動) ③点群データから横断面を解析し、わだち掘れ量を算出する。(自動) ④わだち掘れの解析結果の誤検知の点検(目視) ⑤指定された評価区間単位(本試験では10m毎)に集計しわだち掘れ量を算出する。(自動)</p> <p>【平坦性・IRI】 ①平坦性・IRIを算出するための変位計データの取得単位(本試験では、0.5m)を指定。(手動) ②ひび割れ率の③の指定された解析範囲を指定。(自動) ③車両底部に1.5m間隔で変位計を3式実装して計測した結果をもとに平坦性σを算出する。 ④変位計による変位量をもとにQCシミュレーションを行い、IRIを算出する。 ⑤平坦性σ・IRIの解析結果の誤検知の点検(目視) ⑥指定された評価区間単位(本試験では10m毎)に集計し平坦性σ・IRIを算出する。(自動)</p>
<p>ソフトウェア名</p>	<p>路面性状データ解析ソフトウェア最新版_Rev1.2.5.1</p>
<p>検出可能な変状</p>	<p>ひび割れ率(%), わだち掘れ量(mm), 平坦性(mm/m), IRI</p>
<p>ソフトウェア情報</p> <p>変状検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>【ひび割れ率】 ・画像解析によるひびわれ箇所の自動検出 ・ひびの検出は、試験法便覧に準拠 ・撮影条件・仕様等 1) 路面カメラ画像: 路面解析用に搭載されたラインカメラ 2) 撮影設定: 夜間でも小パワーレーザー照明5本(カメラ1台あたり)を重量照射して照度を確保</p> <p>【わだち掘れ】 ・3次元点群データを用いた解析による自動検出 ・わだち掘れ量の算出は、試験法便覧に準拠 ・計測条件・仕様等 1) 点群データ: 搭載された位相差レーザー測距により取得 2) 計測設定: class1の赤外線レーザーのため、街中でも使用可能。</p> <p>【平坦性・IRI】 ・レーザー変位計3台を使用した変位量とともに解析を行う。 ・平坦性σの算出は、試験法便覧に準拠 ・IRIの算出は、換算式もしくはQCシミュレーションを活用して算出。 ・計測条件・仕様等 1) 変位量: 搭載された3体の変位計レーザーの測位結果をもとに算出。 2) 計測設定: class1の赤外線レーザーのため、街中でも使用可能。</p>
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>取り扱い可能な画像データについて、以下の項目を記載する。 ①ファイル形式: BMP画像 ②ファイル容量: とくに制限なし。 ③カラー/白黒画像: 白黒画像(グレースケール) ④画素分解能: 1mm ⑤その他留意事項:</p>
<p>出力ファイル形式</p>	<p>汎用ファイル形式: BMP/テキストデータ等</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	4m(路面カメラの計測範囲)4mを超える場合は複数回計測を行うため、対応可能。
	周辺条件	・高さ制限3.0m以下の場合不可
	作業範囲	・路面より高さ1mまで
	安全面への配慮	道路交通法の順守、「計測中」の警告による後方や周辺への注意喚起
	無線等使用における混線等対策	有線で構成されているため、混線対策は不要
	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	・車載型のため、車両に搭載して運搬
	気温条件	・特になし
	車線数の制約	対象となる計測を1車線毎に計測を行う。
	その他	夜間での計測も可能。降雨や降雪中は、計測しない。

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	ドライバ担当については専用車両のため、社内規定ライセンスの取得が必要。
	必要構成人員数	計測車両内に計2名 ドライバ:1名、オペレータ:1名
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	専用車両のため、社内規定によるドライバライセンスの取得が必要。社内規定による研修とテストあり
	作業ヤード・操作場所	・作業ヤード範囲:後部座席 ・操作場所:後部座席
	点検・診断に関する費用	
	保険の有無、保障範囲、費用	・加入済み、保証範囲:対人+対物、保証金額:無制限
	時間帯(夜間作業の可否)	・昼夜計測可能。
	計測時の走行速度条件	・30km/h以上 80km/h以下 等 道路交通法上の制限による。
	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	・自動制御なし
	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	・公道であれば必要なし。
	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(LaserMapView)及び三菱路面性状システムを使用 ・必要作業:担当者による解析作業 ・費用:30000円/km (ただし、解析内容の条件より追加作業が発生する場合には変更あり) 等
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・あり(条件:機材の故障や不具合について機材メーカー保守)
センシングデバイスの点検	・メーカーによる定期点検と検定あり(年1回)ほか、修理や調整があった際には必要に応じて点検を行う。	
その他	夜間での計測も可能。降雨や降雪中は、計測しない。	

6. 図面

MMS路面性状調査車両の外観



ラインカメラ内蔵(ひび割れ)
高精度レーザ(わだち掘れ)

ラインカメラ



レーザ照明



変位計 (IRI)



Ladybug5 搭載
LadyBug3と比較し、約
2.5倍の解像度



オドメトリ
移動量の把握



レーザ照明が写真に写っていますが、
近赤外線のため人の目には殆ど見えません

技術番号	PA010005-V0022											
技術名	移動体計測による路面性状調査					開発者名	アジア航測株式会社					
試験日	令和5年11月28日	天候	晴れ	昼夜	昼間	気温	11.6°C	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	ひび割れ率、わだち掘れ量					計測時 平均速度	40 km/h			

試験で確認する カタログ項目	ひび割れ率、わだち掘れ量
-------------------	--------------

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）

試験方法（手順）	技術番号	PA010005-V0022
<p>【①点検】</p> <p>①GNSS/IMU測位のための開始イニシャライズ走行 ②計測対象となる位置での計測・撮影を開始 ③計測対象となる位置での計測・撮影を終了 ④GNSS/IMU測位のための終了イニシャライズ走行</p>		
<p>【②データ取り込み】</p> <p>①計測後、各センサや計測用PCよりデータを複写 ②データの複写時の欠損を防ぐためコピーツールを使用。 ③ファイルサイズの比較やチェックシートにて点検</p>		
<p>【③解析前処理】</p> <p>①自己位置解析：計測データと電子基準点を用いたGNSS/IMU解析により自己位置座標を解析し走行軌跡データを構築する。 ②点群データ作成：レーザ測距による相対位置データと①の走行軌跡データをもとに3次元点群データを構築 ③路面カメラ画像の生成：走行軌跡とラインカメラの内部標定データをもとに位置座標を持った路面カメラ画像を構築。</p>		
<p>【④データ解析】</p> <p>【ひび割れ率】</p> <p>①ラインカメラ画像を4m毎の画像を出力する。（自動） ②切り出した画像とGNSS/IMUによる測位情報を基に、位置情報を持つ路面カメラ画像に展開する。（自動） ③位置情報をもとに展開した路面画像データに解析対象路線の始終点と対象となる車道の側線を指定する。（目視） ④指定した解析範囲にて50 c m四方のメッシュ枠を発生し、ひび割れの自動判読を行う。（自動） ⑤自動判読結果の誤検知の点検（目視） ⑥指定された評価区間単位（本試験では10m毎）に集計しひび割れ率を算出する。（自動）</p> <p>【わだち掘れ量】</p> <p>①わだち掘れ量を算出するための点群に対する横断面の取得単位（本試験では、2.5m）を指定。（手動） ②ひび割れ率の③で指定された解析範囲を指定。（自動） ③点群データから横断面を解析し、わだち掘れ量を算出する。（自動） ④わだち掘れの解析結果の誤検知の点検（目視） ⑤指定された評価区間単位（本試験では10m毎）に集計しわだち掘れ量を算出する。（自動）</p> <p>【平坦性・IRI】</p> <p>①平坦性・IRIを算出するための変位計データの取得単位（本試験では、0.5m）を指定。（手動） ②ひび割れ率の③で指定された解析範囲を指定。（自動） ③車両底部に1.5m間隔で変位計を3式実装して計測した結果をもとに平坦性σを算出する。 ④変位計による変位量をもとに換算式もしくはQCシミュレーションを行い、IRIを算出する。 ⑤平坦性σ・IRIの解析結果の誤検知の点検（目視） ⑥指定された評価区間単位（本試験では10m毎）に集計し平坦性σ・IRIを算出する。（自動）</p>		

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（アルファード ハイブリッド）
- ・車両サイズ
 - └長さ:538cm
 - └幅 :190cm
 - └高さ:248cm

【機器諸元】

①レーザ測距装置：Z+F（ZOLLER + FRÖHLICH）社製 PROFILER 9012 【1台】

レーザ発射レート（最大）：1016KHz（約100万発/秒）

※通常は、1016KHzで計測

スキャンレート：200回転/秒

取得点群密度：2000～3000点/m²（40km/h走行時、車両から5m）

レーザ計測距離（実効）：118m

レーザ測距精度（1σ）：±1mm（静止状態）

レーザ反射強度：取得可能

取り付け角度：進行方向に対して90°（固定）

路面に対して 90° または60°（可変）

②路面撮影カメラ：ラインカメラ（三菱電機）【2台】

路面撮影幅：4m(1台当たりの幅2m)

路面撮影解像度：

標準モード 1.0mm/画素 対応最高速度 80km/h

繊細モード 0.5mm/画素 対応最高速度 60km/h

高精度モード 0.25mm/画素 対応最高速度 30km/h

夜間計測：可能

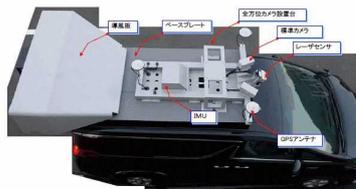
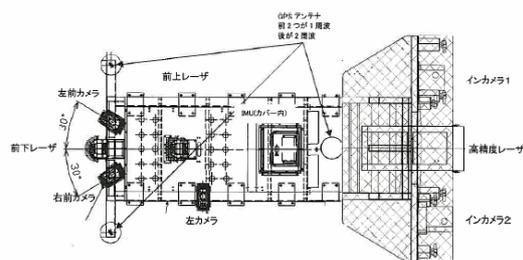
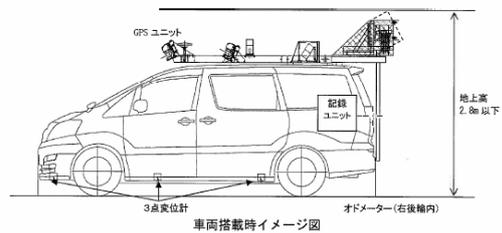
出力画像サイズ：4m×4m(1台当たり2m幅の取得画像を合成)

出力形式：ビットマップ形式（8bitグレースケール）

照明方式：レーザ照明

レーザクラス：クラス1

アイリス制御方式 リモート



- ①GPSアンテナ(1周波)
- ②GPSアンテナ(2周波)
- ③レーザスキャナ(前:下向き 後:上向き)
- ④カメラユニット(前右/前左/左方向)
- ⑤IMU(防水ケース内に収納)
- ⑥全方位カメラ(LADYBUGS)
- ⑦高精度レーザスキャナ(S-2100)[導風板背面に取付]

【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。

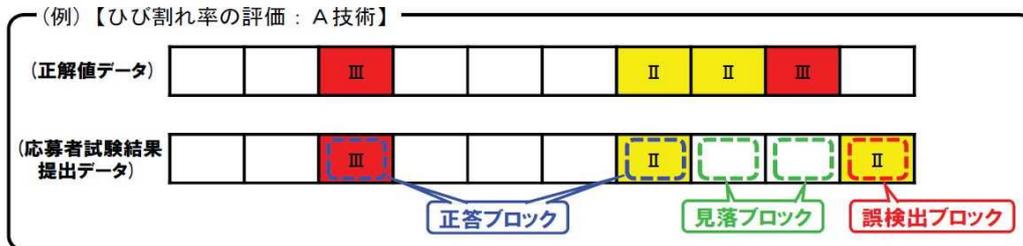
【幅値の考え方】

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）

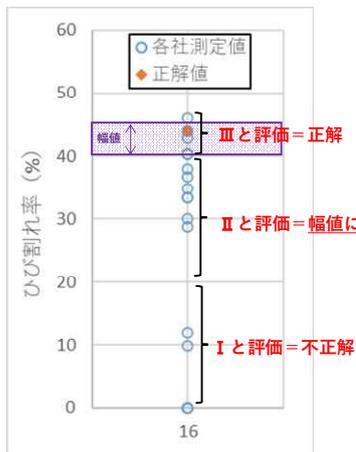
■わだち掘れ量：『正解値』が診断区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの基準値となる20mm・40mmの±5mm以内（例：正解値が38mm（診断区分Ⅱ）であった場合、各技術が「Ⅲ」と判断していても正解とする）

■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]



正解値が
40～45以内なので、
IIと判定した技術も
”正答”となる
⇒

技術No.	測定値	診断区分	通常	幅値の適用後
			判定	判定
正解値	44.0	Ⅲ		
No.17	46.0	Ⅲ	○	○
No.3	43.9	Ⅲ	○	○
No.2	12.0	Ⅰ	×	×
No.9	9.9	Ⅰ	×	×
No.13	33.3	Ⅱ	×	○
No.12	28.8	Ⅱ	×	○
No.7	33.7	Ⅱ	×	○
No.15	34.7	Ⅱ	×	○
No.20	30.1	Ⅱ	×	○
No.18	36.6	Ⅱ	×	○
No.19	38.0	Ⅱ	×	○
No.24	40.3	Ⅲ	○	○
No.24	40.4	Ⅲ	○	○
No.8	42.8	Ⅲ	○	○
正答数			5	12

【計測技術の精度確認結果（令和5年度）】

ひび割れ率

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

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
80~90%	90~100%	80~90%	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】

