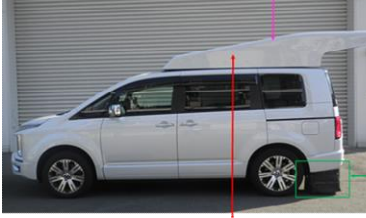
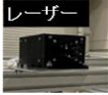
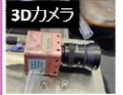


ひび割れ率 わだち掘れ量 IRI	No.	PA010037-V0024		技術名		簡易路面調査システム スマートイーグル																						
	会社名	西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社			担当者	高畑 東志明		連絡先	TEL: 087-834-2386		E-mail: toshiaki.takabatake@w-e-shikoku.co.jp																	
	技術概要	本技術は、路面性状測定を専用ソフトにより自動解析を可能とした簡易システムである。解析の自動化により、解析時間の短縮とコスト削減が可能のため、路面損傷の早期把握や測定頻度を増やすことができる。また、車両搭載型のシステムであることから、測定対象となる道路の制約を受けずに測定が可能である。																										
	概要図・機器写真	 路面形状計測ユニット  																										
関連情報URL	西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社 製品紹介ページ https://www.w-e-shikoku.co.jp/product/product-435/																											
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	局所沈下量、MPD、ポットホール予測																											
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	-	ビッグデータ活用型	-																		
実道試験結果 (舗装)	ひび割れ率(R6年度)					わだち掘れ量(R6年度)																						
	<table><tr><td>Ⅱ以上検出率</td><td>Ⅱ以上の中率</td><td>Ⅲ検出率</td><td>Ⅲ的中率</td></tr><tr><td>90～100%</td><td>90～100%</td><td>90～100%</td><td>90～100%</td></tr></table>				Ⅱ以上検出率	Ⅱ以上の中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率	90～100%	90～100%	90～100%	90～100%	<table><tr><td>Ⅱ以上検出率</td><td>Ⅱ以上の中率</td><td>Ⅲ検出率</td><td>Ⅲ的中率</td></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以上の中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率	80～90%	90～100%	80～90%	90～100%
	Ⅱ以上検出率	Ⅱ以上の中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率																								
	90～100%	90～100%	90～100%	90～100%																								
Ⅱ以上検出率	Ⅱ以上の中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率																									
80～90%	90～100%	80～90%	90～100%																									
IRI(R6年度)					アウトプット(出力)形式																							
<table><tr><td>Ⅱ以上検出率</td><td>Ⅱ以上の中率</td><td>Ⅲ検出率</td><td>Ⅲ的中率</td></tr><tr><td>90～100%</td><td>90～100%</td><td>90～100%</td><td>90～100%</td></tr></table>				Ⅱ以上検出率	Ⅱ以上の中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率	90～100%	90～100%	90～100%	90～100%	csv																
Ⅱ以上検出率	Ⅱ以上の中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率																									
90～100%	90～100%	90～100%	90～100%																									
経済性	100km×1車線あたりの標準的な費用		調査費用: 約2,500,000円			定額費用一例	-																					
実績 2024年度時点	国土交通省	総実績数 - 件	代表事例		その他 公共機関	総実績数 - 件	代表事例		民間	総実績数 3要素測定 4 件	代表事例																	
			実施名称				実施名称																					
			実施年度				実施年度																					
			実施内容				実施内容																					
実施延長		実施延長		実施延長		実施延長																						
その他	測定可能時間帯	☒ 昼間 ☒ 夜間	計測可能な速度帯		最低 最高	0km/h 100km/h	データ出力標準日数	1～5km 100km	8日 5～10日	測定対象幅員	3.8m																	
実道試験に使用した車両タイプ		普通				実道試験に使用した車両名		三菱 デリカ																				
留意事項	・路面湿潤状態(雨天等)は測定不可能 ・昼間と同等の性能で夜間測定可能																											

1. 基本事項

技術番号		PA010037-V0024		
技術名		簡易路面調査システム スマートイーグル		
	技術バージョン		作成: 2025年3月作成	
開発者		西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社		
連絡先等		TEL: 087-834-2386	E-mail: toshiaki.takabatake@w-e-shikoku.co.jp	担当部署:営業部 営業企画課
現有台数・基地		1台	基地	香川県高松市花園町三丁目1番1号
技術概要		本技術は、路面性状測定を専用ソフトにより自動解析を可能とした簡易システムである。解析の自動化により、解析時間の短縮とコスト削減が可能なため、路面損傷の早期把握や測定頻度を増やすことができる。また、車両搭載型のシステムであることから、測定対象となる道路の制約を受けずに測定が可能である。		
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		
	物理原理	【ひび割れ・わだち掘れ】対象物に対して直上からレーザにより線上のマーカを照射する。カメラで斜めからこのマーカを撮影した際、対象物が平面の場合は、直線として映るが、凹凸を有する場合はマーカが歪んで見える。歪んで撮影されたマーカの画素上の座標を、実寸法に反映させることにより、測定した形状データからひび割れ箇所・わだち掘れ量を算出する 【IRI測定】光切断法により、断片的な縦断形状を取得し、ジャイロによって傾きを補正してつなぎ合わせることで路面のプロファイルを取得する		
	検出項目	車速情報、横断方向プロファイルデータ、縦断方向プロファイルデータ、姿勢角度データ、緯度経度データ		

2. 基本諸元

計測機器の構成		本計測機器は、「3Dカメラ」と「近赤外線スリットレーザ」「3D形状検査装置」「GPS受信装置」「上記機器のデータを保存する記録機能と処理機能を持つPC」を「移動車両」に一体化させたものである ※距離は車速パルスより算出。なお距離計の搭載による測定も可能	
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):最大外形寸法(長さ5.16m、幅1.79m、高さ2.38m)、車両総重量:2320kg(測定機器重量60kg)
	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って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	【路面撮影】Photonfocus社製 カメラ
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構機能	-
		測位機構	GPS
		計測原理	【ひび割れ・わだち掘れ】路面横断方向に対して直上からレーザにより線上のマーカを照射する。カメラで斜めからこのマーカを撮影した際、対象物が平面の場合は、直線として映るが、凹凸を有する場合はマーカが歪んで見える。歪んで撮影されたマーカの画素上の座標を、実寸法に反映させることにより、測定した形状データからひび割れ箇所・わだち掘れ量を算出する 【IRI測定】光切断法により、断片的な縦断形状を取得し、ジャイロによって傾きを補正してつなぎ合わせることで路面のプロファイルを取得する。【IRI測定】光切断法により、断片的な縦断形状を取得し、ジャイロによって傾きを補正してつなぎ合わせることで路面のプロファイルを取得する 【キャリブレーション】 距離:既知の距離を走行し確認を行う、光切断:既知の形状を計測し確認を行う、縦断プロファイル:既知路面形状と比較して確認する
		計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	IRI、ひび割れ、わだち掘れともに、レーザ使用のため水溜りや積雪では計測不可。車両が走行できない幅や高さでの測定不可
		精度と信頼性に影響を及ぼす要因	IRI:レーザ変位計の出射窓の汚れがあると正確な変位が検出できず、プロファイルの不正確の要因となる ひび割れ、わだち掘れ:レーザを反射するための鏡が破損、汚れていると正確な横断形状が検出できない場合がある
		計測プロセス	①計測計画立案 ②データ計測実施 ・ひび割れ率・わだち掘れ量…光切断法により路面の横断形状を取得 ・IRI…レーザ・カメラ一体型装置により路面プロファイルを取得 ③後処理にて各指標を算出する
		アウトプット	CSVファイルにて10m単位ごとのIRI、ひび割れ率、わだち掘れ量を出力する
		計測頻度	測線に対して最低1回
	耐久性		-
	動力		車両の発電機DC12VをAC100Vに変圧して用いる
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		連続8時間以上測定可能
データ収集・通信装置	設置方法		移動装置と一体的な構造(車内に設置)
	外形寸法・重量(分離構造の場合)		-
	データ収集・記録機能		車内PC内のHDD及びSSD
	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		車両の発電機DC12VをAC100Vに変圧して用いる
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)		連続8時間以上測定可能

3. 計測性能

項目		性能
計測装置	計測レンジ(測定範囲)	撮影幅3.8m
	校正方法	「3Dカメラ」と「高出力近赤外線スリットレーザ」「空間フィルタ方式非接触型1軸光学式センサ」「3D形状検査装置」とも機器メーカーの仕様書に準ずる
	感度	
	検出性能	1mm以上のひび割れ幅をすべて検出 水準測量に対して±3mmの精度でわだち掘れを測定 【IRI精度】 移植性性能値:0.97、反復性性能値:0.98 NEXCO試験方法第2編 アスファルト舗装関係試験方法(令和5年7月) 付属書1「路面プロファイラの性能確認方法」による
	検出感度	—
	撮影速度	0km/h超過～100km/h
	計測精度	1mm以上のひび割れ幅をすべて検出 水準測量に対して±3mmの精度でわだち掘れを測定 【IRI精度】 移植性性能値:0.97、反復性性能値:0.98 NEXCO試験方法第2編 アスファルト舗装関係試験方法(令和5年7月) 付属書1「路面プロファイラの性能確認方法」による
	位置精度	—
	色識別性能	—
	S/N比	—
	分解能	スマートイーグル:空間分解能1.88mm(横)×3.40mm(100km走行時縦断方向)×0.21mm(深さ)
	計測精度	・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 ・ひび割れ測定精度:1mm以上のひび割れ幅をすべて検出 ・わだち掘れ測定精度:水準測量に対して±3mmの精度でわだち掘れを測定 ・IRI測定精度:移植性性能値:0.97、反復性性能値:0.98 NEXCO試験方法第2編 アスファルト舗装関係試験方法(令和5年7月) 付属書1「路面プロファイラの性能確認方法」による
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	0km/h超過～100km/h ※現場の交通流に合わせて走行
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	距離精度:0.1%程度(距離校正後)、測位座標精度:2m程度以下

4. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		【IRI】 ①『自動路面性状調査システム』を起動する ②取得データを解析ソフトに読み込む ③画面上に諸条件 (IRI算出開始 & 終了距離、IRI評価長) を入力する ④ソフトを実行すると、自動的に距離と測位データに紐づけされた測定毎のプロファイルと評価長ごとのIRIがCSVファイルで自動的に出力 【ひび割れ】 ①路面形状変換ソフトウェアを起動する ②測定データを読み込み、実形状に変換する ④路面形状解析ソフトウェアを起動する ⑤変換後の実形状を読み込む ⑥メッシュ作成後、ひび割れメッシュをAIにより自動判定 (メッシュのサイズは任意に変更可能) ⑦測定毎のひび割れ率をCSVで出力 【わだち掘れ】 ⑥路面形状画像の横断プロファイルから、左車輪部 (OWP) と右車輪部 (IWP) のわだち掘れ量、及び最大わだち掘れ量を自動算出する ⑦測定毎のわだち掘れ量をCSVで出力
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	IRI・ひび割れ・わだち掘れ : RSChecker 及び VLRut (自社開発ソフト)
	検出可能な変状	IRI、ひび割れ率、わだち掘れ量
	変状検出の原理・アルゴリズム	ひび割れは、AIによりメッシュごとに有無を判別し集計して、ひび割れ率を算出 わだち掘れは、断面形状に仮想の水糸を設定して、わだち掘れ量を算出
	取り扱い可能な画像データ	【ひび割れ】 光切断方式の3Dカメラで記録した輝度データ (モノクロ) と、形状データを読み込み可能 データフォーマットは独自形式を使用
	出力ファイル形式	CSVファイル

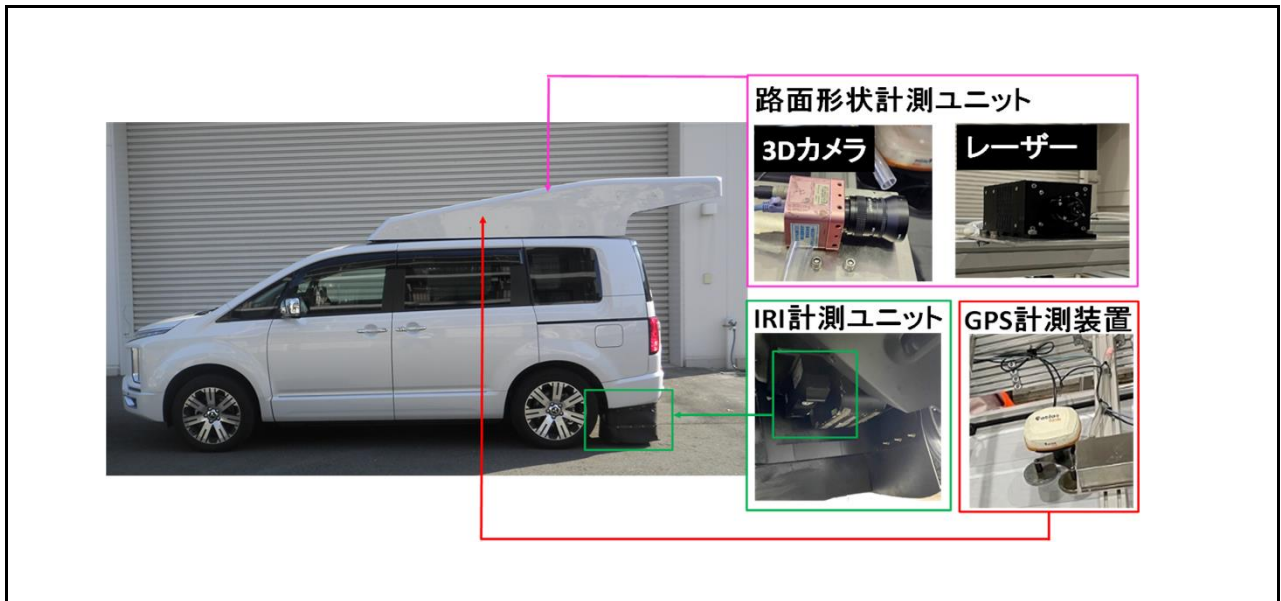
5. 留意事項(その1)

項目		適用可否／適用条件
点 検 時 現 場 条 件	道路幅員条件	本装置を搭載した車両が通過可能な道路幅として2m以上必要
	周辺条件	本装置を搭載した車両が通過可能な高さとして2.4m以上必要
	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	・車載型のため、車両に搭載して運搬
	気温条件	-10℃～+50℃ 結露無いこと
	車線数の制約	特になし
	その他	降雨や積雪時の測定不可

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	社内教育による測定・確認・結果処理方法の研修
	必要構成人員数	運転手1名、機器操作1名
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	普通自動車運転免許証
	作業ヤード・操作場所	特になし
	点検・診断に関する費用	100km×1車線当たりの標準費用 調査費用:約2,500,000円
	保険の有無、保障範囲、費用	・加入済み、補償範囲:対人+対物、保証金額:無制限
	時間帯(夜間作業の可否)	夜間作業可
	計測時の走行速度条件	0km/h超過～100km/h
	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	—
	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	IRI・ひび割れ・わだち掘れ:RSChecker 及び VLRut(自社開発ソフト)
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	無し
	センシングデバイスの点検	1年に1回程度の定期点検を実施
	その他	①公開特許公報:特開2020-27086「車両搭載用路面高さ計測装置」②気象条件:雨天、積雪時など路面が濡れている場合は測定不可

6. 図面等



技術番号	PA010037-V0024										
技術名	簡易路面調査システム スマートイーグル				会社名	西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社					
試験日	令和6年10月31日	天候	晴れ	昼夜	昼間	気温	13.2℃	風速	1.3m/s	路面状況	乾燥
試験場所	茨城県筑西市										
カタログ分類	舗装	検出項目	ひび割れ率、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	ひび割れ率、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：500m（50区間）
- ・交通量（下り）：10,175台／日（〈小型〉7,170台／日、〈大型〉3,005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	PA010037-V0024
【①点検】待機（駐車）場所で測定車内の測定機器の起動→対象区間を測定車で測定→待機（駐車）場所で測定車内の測定機器を停止		
【②データ取り込み】各計測データ（計測距離・路面画像・車速(m/sec)・路面プロファイル・位置情報(GPS)）を計測路線ごとにSSDに集約		
【③解析前処理】解析ソフトで読み込むために、測定データを変換		
【④データ解析】IRI、わだち掘れ量：社内専用PCで算出 ひび割れ率：社内の専用PCでAI解析を実施（ひび割れ率算出）→出力されたデータ（CSV）と判定画像を確認し、判定結果の確認。→一覧表の作成		

車両・機器諸元、機器設置状況、測定状況

設置状況

路面形状計測ユニット

3Dカメラ

レーザー

IRI計測ユニット

GPS計測装置

測定状況

3Dカメラ

レーザー

測定中

【車両諸元】

専用測定車 三菱 デリカ

車両タイプ 普通車

車両サイズ

幅1.79m

長さ5.16m

高さ2.38m

【機器諸元】

・ひび割れ・わだち掘れ計測ユニット

= 2250 × 1450(mm)

・IRI計測ユニット

= 49 × 75 × 197(mm)

・昼夜問わず計測が可能※ただし
天候が雨天の場合と路面が湿潤の
場合は計測不可とする。

【計測技術の精度の算出方法】

- ・実道試験区間（延長500m）における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。

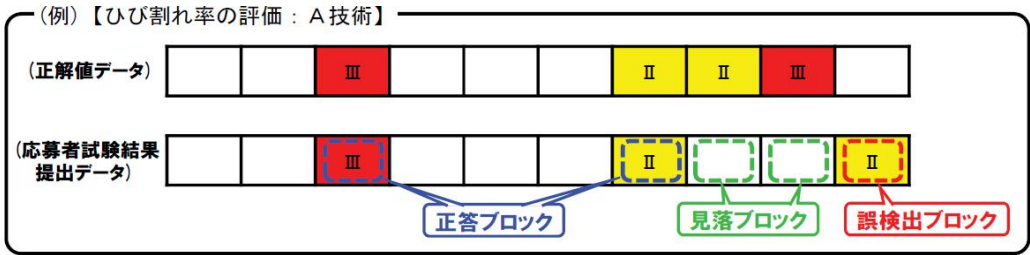
【幅値の考え方】

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）

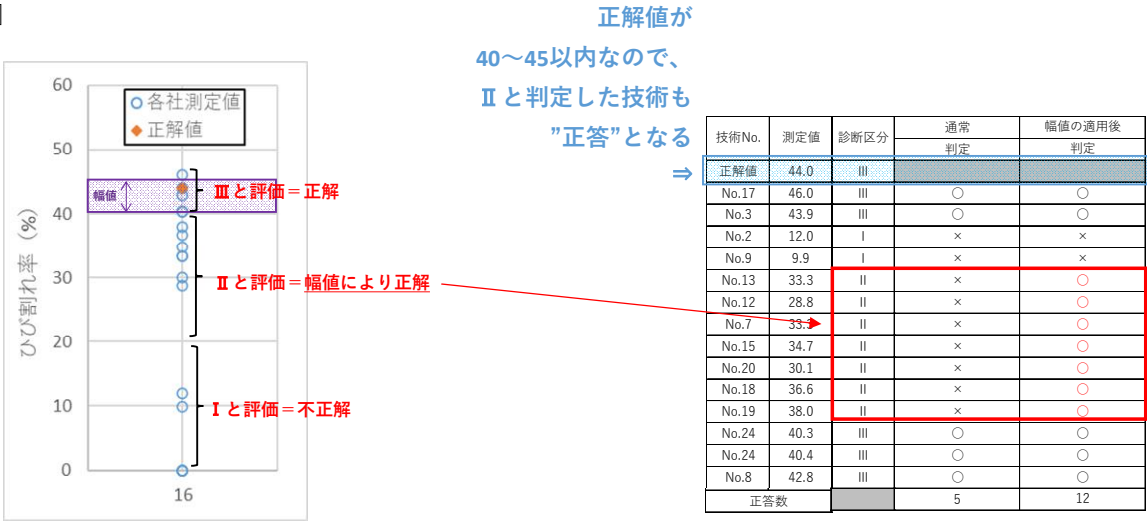
■わだち掘れ量：『正解値』が診断区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの基準値となる20mm・40mmの±5mm以内（例：正解値が38mm（診断区分Ⅱ）であった場合、各技術が「Ⅲ」と判断していても正解とする）

■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	$\text{検出率} = \frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{正解値を基にした実損傷ブロック数}}$	確実に損傷を発見できるか確認する
的中率	$\text{的中率} = \frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{応募技術により検出されたブロック数}}$	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 6 年度）】

西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社

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%	90～100%	90～100%	90～100%

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%

IRI

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%	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

