

ひび割れ率	No.	PA010026-V0022	技術名	道路管理画像撮影及び路面評価システム																
	会社名	西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社	担当者	高砂 圭司	連絡先	TEL : 082-532-1520 E-mail : k-takasago@w-e-chugoku.co.jp														
わだち掘れ量	技術概要	1度の走行で10m毎の道路管理画像（前方画像）の撮影とひび割れ、わだち掘れ、IRIを測定する技術です。ひび割れ率については、AIを活用した画像の自動判読で推計し、最終的に技術者の目で補完することで算出します。																		
IRI	概要図																			
	機器写真																			
関連情報 URL																				
精度確認項目	<input type="radio"/>	ひび割れ率		<input type="radio"/>	わだち掘れ量															
	<input type="radio"/>	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																		
測定車両タイプ	<input type="radio"/>	専用測定車	<input type="radio"/>	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（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以上の中率</th><th>III検出率</th><th>IIIの中率</th></tr> <tr><td>90~100%</td><td>90~100%</td><td>70~80%</td><td>70~80%</td></tr> </table>		II以上検出率	II以上の中率	III検出率	IIIの中率	90~100%	90~100%	70~80%	70~80%	<table border="1"> <tr><th>II以上検出率</th><th>II以上の中率</th><th>III検出率</th><th>IIIの中率</th></tr> <tr><td>80~90%</td><td>70~80%</td><td>80~90%</td><td>60~70%</td></tr> </table>		II以上検出率	II以上の中率	III検出率	IIIの中率	80~90%	70~80%	80~90%	60~70%
	II以上検出率	II以上の中率	III検出率	IIIの中率																
90~100%	90~100%	70~80%	70~80%																	
II以上検出率	II以上の中率	III検出率	IIIの中率																	
80~90%	70~80%	80~90%	60~70%																	
IRI（R5年度）				アウトプット（出力）形式																
（舗装）	<table border="1"> <tr><th>II以上検出率</th><th>II以上の中率</th><th>III検出率</th><th>IIIの中率</th></tr> <tr><td>80~90%</td><td>80~90%</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の中率	80~90%	80~90%	80~90%	90~100%	10m単位ごとの前方画像(JPEG)と、10m単位ごとのIRI、ひび割れ、わだち掘れをCSVファイルにて出力する。									
II以上検出率	II以上の中率	III検出率	IIIの中率																	
80~90%	80~90%	80~90%	90~100%																	
経済性	100km×1車線あたりの標準的な費用	外業（測定費用）384,000円、内業（計画準備・解析・提出データ作成）1,152,000円、機械損料1,114,000円、 <u>合計金額2,650,000円</u> ※諸経費は含まない、路線数の多い場合や広島（車両基地）からの移動距離が多い場合は別途相談 ※提出データには10mピッチの前方画像と簡易PMSデータを含めて納品		定額費用一例	—															
実績	国土交通省	IRI測定：3件 3要素測定：0件		その他 公共機関	IRI測定：16件 3要素測定：0件		民間	IRI測定：85件 3要素測定：0件												
その他	測定可能時間帯	<input checked="" type="checkbox"/> 昼間 <input type="checkbox"/> 夜間	計測可能な速度帯	最低	0km/h	データ出力標準日数	1~5km	5日	測定対象幅員	3.8m										
		実道試験に使用した車両タイプ		ミニバン		実道試験に使用した車両名		トヨタ ノア												
留意事項	IRI、ひび割れ、わだち掘れとともに、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。																			

1. 基本事項

技術番号	PA010026-V0022		
技術名	道路管理画像撮影及び路面評価システム		
技術バージョン		作成: 2024年3月作成	
開発者	西日本高速道路エンジニアリング中国(株)/西日本高速道路エンジニアリング四国(株)/(株)トノックス		
連絡先等	TEL: 082-532-1520	E-mail: k-takasago@w-e-chugoku.co.jp	担当部署: 道路交通部
現有台数・基地	1台	基地	広島県広島市西区西観音町
技術概要	1度の走行で10m毎の道路管理画像(前方画像)の撮影とひび割れ、わだち掘れ、IRIを測定する技術です。ひび割れ率については、AIを活用した画像の自動判読で推計し、最終的に技術者の目で補完することで算出します。		
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	<p>【距離】ドップラ速度計の照射光と反射光のシフト量から物体の速度を算出し、速度を時間積分することにより距離を算出</p> <p>【IRI】前後2台のレーザ変位計による変位差とIMUの測定値から算出された車体の姿勢角で路面勾配を算出し、その路面勾配を走行距離で積分することにより路面プロファイルを算出</p> <p>【ひび割れ・わだち掘れ】光切断法により路面に照射したスリットレーザーをエリアカメラで斜め方向から撮影することで、路面の横断形状と可視画像を取得する。また横断形状から高さ変換画像作成する。そして解析ソフトを使用してひびわれ率、わだち掘れ量、局所沈下量の値を算出する。</p>	
	検出項目	レーザ変位計による路面までの距離/IMUデータ(各軸(X,Y,Z軸)角速度、各軸方向(X,Y,Z軸方向)加速度)/横断方向のプロファイルデータ/測位座標/ドップラ速度計による照射光と反射光のシフト量	

2. 基本諸元

計測機器の構成		「フロントガラスに取り付けたカメラ」、「横断プロファイルを取得する3Dカメラ、近赤外線レーザーを含む計測装置」、「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PC①」、「縦断プロファイルを取得するレーザーとIMU、ドップラ速度計を含むセンサボックス」、「センサボックスのデータを保存する記録機能と処理機能を持つPC②」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	車両サイズ:幅1.82m ×長さ5.14m ×高さ2.32m/車両総重量:1935kg 測定機器重量:24.3kg	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	-	
	動力	・バッテリーなどの仮設電源が必要 ・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	【前方画像】sony製カメラ、【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	【計測原理】 ・センサBOX内はIMUと2台のレーザー変位計、ドップラ速度計が内蔵されている。 ・ドップラ速度計の照射光と反射光のシフト量から物体の速度を算出し、速度を時間積分することにより距離を算出する。 ・IMU測定値から算出される車体の姿勢角と前後2台のレーザー変位計で測定される変位差から路面の勾配を算出しその勾配を走行距離で積分することにより路面のプロファイルを算出する。性能試験は、本装置を搭載した車両で試験路面を複数回走行し、低速プロファイラ装置との比較を行い、精度および再現性の試験を行う。(距離、IRI) ・対象物(路面)に対して直上からレーザー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わだち掘れを特定する。 【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: 既知の鋼材を計測し確認を行う、縦断プロファイル: 計測で得られたデータの数値を確認する
		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、レーザー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 IRI: センサBOXは左前後輪間に設置するためOWP上の測線の縦断プロファイルが測定される。
		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 ・距離、IRI…レーザーとIMU、ドップラ速度計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、わだち掘れ、横断プロファイルより算出した局所沈下量を出力する。	
計測頻度	測線に対して最低1回		
耐久性	-		
動力	車両のバッテリーとサブバッテリー(12Vあるいは24V)を用いる。		
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	車両のバッテリーとサブバッテリー(12Vあるいは24V)を用いる。
	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	
	感度	校正方法	レーザー変位計およびIMUとも機器メーカーの仕様書に準ずる。
		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
		検出感度	-
	撮影速度	0km/h~80km/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	
	位置精度	-	
	色識別性能	-	
	S/N比	-	
	分解能	レーザー変位計:高さ分解能0.1mm スマートイーグル:空間分解能1.88mm(横)×3.40mm(縦断方向)×0.21mm(深さ)	
	計測精度	<ul style="list-style-type: none"> ・プロファイル:低速プロファイラ装置と比較して一致率90%以上である。(『NEXCO殿路面プロファイラ精度検証ソフト』による) ・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:幅1mm以上のひび割れが識別可能な制度である ・わだち掘れ測定精度:横断プロファイルメータによるわだち掘れ深さ測定値に対し、±3mm以内の精度である。 ・平坦性測定精度:縦断プロファイルメータによる測定値に対し、±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)	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:10~20m以下		

4. 画像処理・調書作成支援

<p>変状検出手順</p>	<p>【IRI】 ①『路面プロファイル&IRI算出ソフト』を起動する。 ②対象計測データファイルを選択する。 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5cm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される。 【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。 ③路面形状解析ソフトウェアを起動する。 ④変換後の実形状を読み込む。 ⑤ひび割れ解析を実行すると、区間ごとのひび割れ率がCSVで算出される。 【わだち掘れ】 ③路面形状解析ソフトウェアを起動する。 ④変換後の実形状を読み込む。 ⑤わだち掘れ解析を実行すると、区間ごとのわだち掘れ量がCSVで算出される。</p>	
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>距離・IRI：『路面プロファイル&IRI算出ソフト』 ひび割れ・わだち掘れ：RSChecer 及び VLRut</p>
	<p>検出可能な変状</p>	<p>IRI、ひび割れ率、わだち掘れ量</p>
	<p>変状検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>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。</p>
	<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>【前方撮影画像】 ファイル形式：JPEG、カラー画像、画像解像度：1920×1080ピクセル 【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。</p>
	<p>出力ファイル形式</p>	<p>CSVファイル、jpgファイル</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	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(IRI)
	車線数の制約	特になし
	その他	昼間計測の必要がある。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 外業(測定費用):384000円、内業(計画準備・解析・提出データ作成):1,152,000円、機械損料:1,114,000円、 <u>合計金額:2,650,000円</u> ※諸経費は含まない、路線数の多い場合や広島(車両基地)からの移動距離が多い場合は別途相談 ※提出データには10mピッチの前方画像と簡易PMSデータを含めて納品
	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)	夜間作業不可
	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	特になし
	関係機関への手続きの必要性	特になし
	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	距離・IRI:『路面プロファイル&IRI算出ソフト』(トノックス製) ひび割れ・わだち掘れ:RSChecer及びVLRut(西日本高速道路エンジニアリング四国製)
	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特許:特許第7210184号「路面のプロファイル測定器」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

前方画像撮影

GPS

ひび割れ、わだち掘れ計測

距離、IRI計測

車内

The diagram shows a silver minivan equipped with various sensors for pavement inspection. A red box labeled '前方画像撮影' (Front image photography) points to a camera on the front left side. A red box labeled 'GPS' points to a GPS receiver on the roof. A red box labeled 'ひび割れ、わだち掘れ計測' (Crack and rut measurement) points to a sensor on the roof. A red box labeled '距離、IRI計測' (Distance and IRI measurement) points to a sensor on the side of the vehicle. The interior view shows a dashboard with a monitor and various electronic equipment.

技術番号	PA010026-V0022											
技術名	道路管理画像撮影及び路面評価システム				会社名	西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社						
試験日	令和5年11月14日	天候	晴れ	昼夜	昼間	気温	10.1℃	風速	2.0m/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、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：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】 待機（駐車）場所で測定車内の測定機器及びビデオカメラを起動→対象区間を測定車で通過→待機（駐車）場所で測定車内の測定機器及びビデオカメラを停止

【②データ取り込み】 各計測器のデータを計測路線ごとにSSDに集約

【③解析前処理】 前方撮影画像や3Dカメラ画像からマーキング位置や対象範囲を確認し、解析範囲を設定

【④データ解析】

IRI：データ取り込み時に10mごとのIRI値に変換、わだち掘れ：社内専用PCで算出
ひび割れ：社内の専用PCでAI解析を実施→ひび割れ率算出

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 TOYOTA ノア

車両サイズ

幅1.82m

長さ5.14m

高さ2.32m

【機器諸元】

"ひび割れ・わだち掘れ"

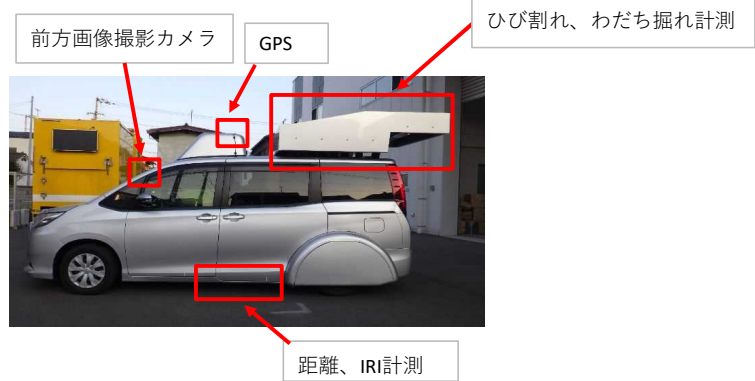
→3Dカメラ×1台、高出力近赤外線スリットレーザ×1台

"IRI・距離"

→レーザ変位計×2台、IMU×1台

"前方画像撮影"

→ビデオカメラ×1~3台



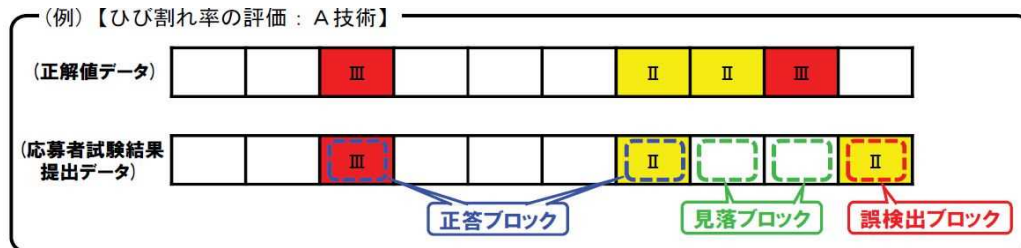
【計測技術の精度の算出方法】

- ・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%	90~100%	70~80%	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%	70~80%	80~90%	60~70%

IRI

Ⅱ以上 検出率	Ⅱ以上 的中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率
80~90%	80~90%	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】

