

No.	PA010013-V0022	技術名	路面モニタリングシステム																					
会社名	株式会社リコー	担当者	辛嶋 慎太郎	連絡先	TEL : 080-3512-8067 E-mail : rims@jp.ricoh.com																			
技術概要	<p>小型のステレオカメラとレーザプロフィールメータを搭載し、走行しながらの撮影、計測により、路面のひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性、IRIを測定することが可能なシステム。従来の測定専用車両を活用した方式に対し、計測装置を小型化することにより、一般車両への搭載を実現している。また、データ処理において、画像処理AIや3次元復元の自動処理アルゴリズムの活用により、低コストな処理を可能としている。</p>																							
概要図 機器写真																								
関連情報 URL																								
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	平坦性																							
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>90~100%</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%	90~100%	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>90~100%</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	90~100%	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%	90~100%	90~100%	70~80%																				
II 以上 検出率	II 以上 的中率	III 検出率	III 的中率																					
90~100%	90~100%	80~90%	90~100%																					
IRI (R5年度)				アウトプット (出力) 形式																				
<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>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	90~100%	80~90%	90~100%	90~100%			<ul style="list-style-type: none"> <li>データ一覧表 計測値出力 ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、平坦性各数値 Excel形式</li> <li>路面画像出力 png/jpg形式</li> </ul>												
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%	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"> <li>外業：400,000円</li> <li>内業：1,800,000円</li> <li>機械経費：500,000円</li> <li>その他：機械輸送量、軽油代等別途</li> </ul> <small>※地域、条件により変動</small> 合計：2,700,000円			定額費用 一例	—																		
実績 2023年度時点	国土交通省	11	件	その他 公共機関	65	件	民間	-	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	最高 50km/h	データ出力 標準日数	1~5km	16日	測定対象 幅員	4.0m													
	実道試験に使用した車両タイプ		SUV			実道試験に使用した車両名		三菱 パジェロ																
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定不可能となる条件：降雨、濡れている路面、トンネル・アンダーパスなど暗所、車両が侵入可能な箇所</li> <li>高さ 2.2m以上 の道路であること</li> <li>測定機器のリースおよび購入：不可</li> </ul>																							

## 1. 基本事項

技術番号	PA010013-V0022		
技術名	路面モニタリングシステム		
技術バージョン	-	作成: 2023年3月作成(2024年3月更新)	
開発者	株式会社リコー		
連絡先等	TEL: 080-3512-8067	E-mail: <a href="mailto:rims@jp.ricoh.com">rims@jp.ricoh.com</a>	担当部署: 社会インフラ事業センター
現有台数・基地	4台	基地	神奈川県海老名市
技術概要	小型のステレオカメラとレーザプロファイルメータを搭載し、走行しながらの撮影、計測により、路面のひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性、IRIを測定することが可能なシステム。従来の測定専用車両を活用した方式に対し、計測装置を小型化することにより、一般車両への搭載を実現している。また、データ処理において、画像処理AIや3次元復元の自動処理アルゴリズムの活用により、低コストな処理を可能としている。		
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	
	物理原理	画像、加速度・角加速度、距離、位置座標	
	検出項目	ステレオカメラ画像解析、レーザ測距、加速度・角加速度センサ、衛星測位	

2. 基本諸元

計測機器の構成		小型のステレオカメラと路面プロフィールメータ、慣性計測センサ、走行距離計、衛星測位センサ、前方撮影カメラを搭載し、走行しながらの撮影、計測を行う。	
移動装置	移動原理	車両型	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
	外形寸法・重量	-	
	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)	-	
計測装置	設置方法	車両搭載機器型 ルーフレール及び車両後部のボルト穴等固定部を用いて締結する。	
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	ステレオカメラ機材寸法: W155cm D580cm H44cm 路面プロフィールメータ寸法: W160cm D230cm H35cm	
	センシングデバイス	カメラ	ステレオカメラ
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構機能	-
		測位機構	GNSS(デッドレコニング対応)
	計測原理	自然光により照明された被写体をカメラで撮影する。 レーザ発光により計測器から路面までの距離を計測する。 慣性計測センサにより加速度/各加速度を計測する。	
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	濡れている路面、トンネルなど暗所、落ち葉等により被覆された路面	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	自然光不足や暗色被写体による、カメラ画像の輝度不足	
	計測プロセス	・車両走行中の各ステレオカメラによる路面画像撮影 (走行中連続撮影) ・車両走行中の走行レーザ測長機による車両と路面間の距離計測 (走行中連続計測)、併せて慣性センサによる車両挙動計測(3軸並進加速度、3軸回転角加速度) ・並行して、走行距離計測、衛星測位を実施	
	アウトプット	専用撮影計測ソフトウェアによる画像、慣性センサ計測値、走行距離計測値、測位値の出力(独自フォーマット)	
	計測頻度	1回	
	耐久性	-	
	動力	専用バッテリーにより駆動	
連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	約8時間		
データ収集・通信装置	設置方法	ラックを用いたマウント	
	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(ソリッドステートドライブ)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	専用バッテリーにより駆動	
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)	幅4.0m	
	感度	校正方法	-
		検出性能	-
		検出感度	-
	撮影速度	60km/h以下	
	計測精度	-	
	位置精度	-	
	色識別性能	-	
	S/N比	-	
	分解能	-	
	計測精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>	
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	60km/h以下	
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	測位精度2.5m $\sigma$	

4. 画像処理・調書作成支援

<p>変状検出手順</p>	<p>(1)ひび割れ率計測： 主たる利用機器 ステレオカメラ                  ・ステレオカメラ撮影画像の画像結合による路面1車線全幅・進行方向に連続した輝度画像生成                  ・□0.5mメッシュ分割し、各メッシュのひび割れ本数カウント(AI処理)、ひび割れ率算出                  (2)わだち掘れ量計測：                  ・ステレオカメラ撮影画像の視差演算処理による距離画像生成                  ・1車線全幅方向の画像結合・3次元復元処理、わだち断面データ抽出およびわだち掘れ量算出                  (3)IRI・平たん性計測：                  ・路面プロフィールメータおよび慣性センサデータを用い、車両と路面間の距離計測を左記車両挙動計測値にて補正し、路面プロフィール出力                  ・クォーターカーモデルへの路面プロフィール入力と、IRI出力                  ・路面プロフィールメータデータを用いた平たん性出力</p>	
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>自社解析ソフトウェア</p>
	<p>検出可能な変状</p>	<p>ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、平たん性</p>
	<p>変状検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>AIを用いた画像解析によるひび割れ本数カウント                  ステレオカメラ視差演算処理、3次元復元処理による断面形状データ抽出</p>
	<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>専用撮影計測ソフトウェアの出力データ</p>
	<p>出力ファイル形式</p>	<p>データ一覧表(xlsx, csv)、路面画像(png, jpg)</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2.0m以下の場合は不可
	周辺条件	高さ制限2.1m以下の場合は不可
	作業範囲	—
	安全面への配慮	計測中車両において注意喚起の表示
	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	—
	現地への運搬方法運搬方法	車両を機材に搭載した状態での搬送
	気温条件	特になし
	車線数の制約	特になし
	その他	夜間計測不可

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	特になし
	必要構成人員数	運転者1名、機器操作者1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	2,700,000(円/100km) ※地域、条件により変動
	保険の有無、保障範囲、費用	加入済(動産保険 補償範囲:計測機器)
	時間帯(夜間作業の可否)	昼間のみ、夜間不可
	計測時の走行速度条件	60km/h以下
	渋滞時の計測可否	計測可能
	可搬性(寸法・重量)	-
	自動制御の有無	無し
	利用形態:リース等の入手性	業務委託
	関係機関への手続きの必要性	無し
	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	解析ソフト:自社製 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	有り
	センシングデバイスの点検	自社による点検を実施
その他	④適用できない条件:濡れている路面、トンネル等の暗所、落ち葉等により被覆された路面	

6. 図面





技術番号	PA010013-V0022											
技術名	路面モニタリングシステム					開発者名	株式会社リコー					
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	42.5 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）

試験方法（手順）	技術番号	PA010013-V0022
【①点検】ステレオカメラ画像、路面プロフィールメータデータ、走行距離計データ、衛星測位データ、車両前方画像の取得		
【②データ取り込み】上記点検データに、路線始終点位置情報を付与し、解析専用ソフトウェアへ取り込む。		
【③解析前処理】時刻歴整合処理により、上記点検データの相互関連付けを行う。		
【④データ解析】ステレオカメラ画像の結合処理により、路面輝度画像および路面距離画像の生成を行う。路面輝度画像よりひび割れ本数の判別処理を行い、ひび割れ率を算出する。また、路面距離画像より路面横断プロファイルを抽出し、わだち掘れ量を算出する。路面プロフィールメータ及び慣性センサを用い、路面縦断プロファイルとIRIを算出する。		

車両・機器諸元、機器設置状況、測定状況	
<p>【車両諸元】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・車両搭載型機器 車種：三菱パジェロ</li> <li>・車両サイズ（分かれば記載） <ul style="list-style-type: none"> <li>└長さ:540cm</li> <li>└幅:490cm</li> <li>└高さ:210cm</li> </ul> </li> </ul> <p>【機器諸元】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ステレオカメラ：3台</li> <li>・路面プロフィールメータ：1台</li> <li>・GNSS：1台、慣性計測センサ：1台、走行距離計：1台、前方画像カメラ：1台</li> </ul>	

## 【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。

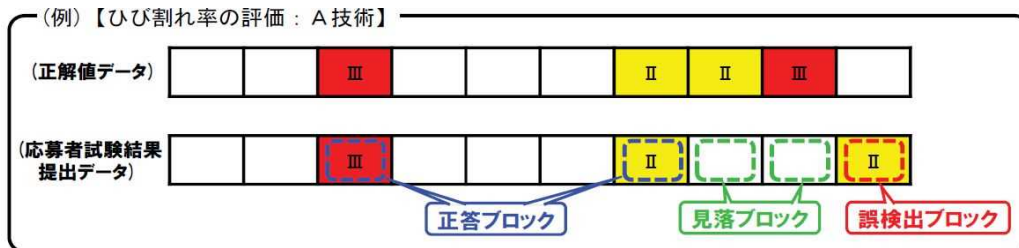
## 【幅値の考え方】

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）

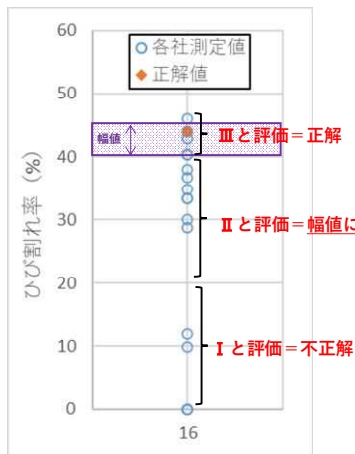
■わだち掘れ量：『正解値』が診断区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの基準値となる20mm・40mmの±5mm以内（例：正解値が38mm（診断区分Ⅱ）であった場合、各技術が「Ⅲ」と判断していても正解とする）

■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%	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
90~100%	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%	80~90%	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

【凡 例】

