
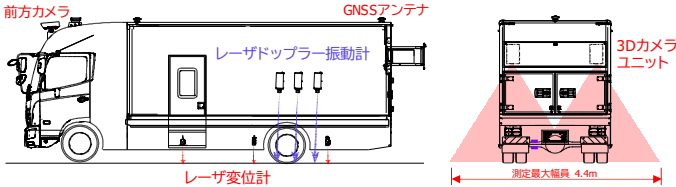
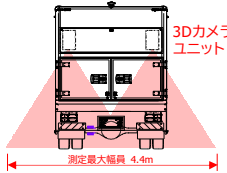


ひび割れ率	No.	PA020010-V0022	技術名	MWD plus																			
	会社名	東亜道路工業株式会社		担当者	塚本真也	連絡先	TEL : 03-3405-1810 E-mail : gjyutu@toadoro.co.jp																
技術概要	<p>各種機器を搭載した測定車両が走行することで道路巡視ができる技術である。測定車両後方に搭載した3Dカメラにより路面の3次元形状と輝度情報の計測を行う。ポットホールが存在する箇所は周囲の路面より局所的に低いことから、路面の仮想平面から離れた点の集合をポットホールとして抽出する。</p> <p>さらに車載したレーザドップラー振動計で舗装路面のたわみ量を計測することができる。</p>																						
概要図 機器写真																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>主要機器</th> <th>測定項目</th> <th>用途</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ドップラー振動計</td> <td>路面たわみ速度</td> <td>たわみ速度からたわみ量算出</td> </tr> <tr> <td>3Dカメラユニット</td> <td>ひび割れ・わだち掘れ</td> <td>舗装点検・道路巡視</td> </tr> <tr> <td>レーザ変位計</td> <td>IRI (平坦性)</td> <td>舗装点検</td> </tr> <tr> <td>GNSS</td> <td>車両位置情報</td> <td>測定結果のマッピング</td> </tr> </tbody> </table>		主要機器	測定項目	用途	ドップラー振動計	路面たわみ速度	たわみ速度からたわみ量算出	3Dカメラユニット	ひび割れ・わだち掘れ	舗装点検・道路巡視	レーザ変位計	IRI (平坦性)	舗装点検	GNSS	車両位置情報	測定結果のマッピング						
主要機器	測定項目	用途																					
ドップラー振動計	路面たわみ速度	たわみ速度からたわみ量算出																					
3Dカメラユニット	ひび割れ・わだち掘れ	舗装点検・道路巡視																					
レーザ変位計	IRI (平坦性)	舗装点検																					
GNSS	車両位置情報	測定結果のマッピング																					
関連情報 URL	https://www.toadoro.co.jp/topic/topics/mwd-plus.html																						
ポットホール	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	わだち掘れ量、IRI、路面たわみ量																						
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 (道路巡視)	ポットホール (R5年度)			区画線																			
		①10cm未満 検出率(参考)	②10cm~20cm 検出率	③20cm以上 検出率																			
		100%	100%	100%	-																		
		建築限界			標識隠れ																		
経済性	100km×1車線あたりの標準的な費用	・測定：763,000円(踏査、測定、損料) ・内業：385,000円(解析、帳票作成) 合計：1,143,000円 ※協議、打合せ、旅費、報告書作成は含まない。舗装点検技術に関する費用は含まない。 ※日当たり測定延長は100km/日と仮定(現場・測定条件により異なる)			定額費用一例	-																	
実績 2023年度時点	国土交通省	-	件	その他 公共機関	-	件	民間	件															
	その他	測定可能 時間帯	☑昼間	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	4.4m												
			☑夜間		最高	100km/h		100km				10日											
	実道試験に使用した車両タイプ		中型トラック		実道試験に使用した車両名		日野レンジャー																
留意事項	・測定不可能となる条件： <ul style="list-style-type: none"> ・高さ制限3.2m以下または幅員2.8m以下の路線 ・降雨、降雪などにより、路面に水たまりがある状態 ・測定機器のリースおよび購入：不可																						

1. 基本事項

技術番号	PA020010-V0022		
技術名	MWD plus		
技術バージョン	-	作成: 2024年3月作成	
開発者	東亜道路工業株式会社		
連絡先等	TEL: 03-3405-1810	E-mail: gijyutu@toadoro.co.jp	担当部署: 技術本部
現有台数・基地	1	基地	茨城県つくば市
技術概要	<p>各種機器を搭載した測定車両が走行することで舗装点検できる技術である。測定車両後方に搭載した3Dカメラにより路面の3次元形状を計測し、任意測線でのわだち掘れ量を算出する。またひび割れ部を自動検出し任意の区間におけるひび割れ率を算出する。車載したレーザ変位計で外側車輪通過部の路面プロファイルを計測しIRIを算出する。さらに車載したレーザドップラー振動計で舗装路面のたわみ量を計測することができる。</p>		
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、路面たわみ量	
	物理原理	画像/レーザ変位計/レーザドップラー振動計	
	検出項目	レーザ光とカメラを使用した光切断法、レーザ変位計による変位量計測、レーザドップラー振動計による路面たわみ速度、GNSSによる位置情報計測	

2. 基本諸元

計測機器の構成		本計測装置は移動車両に3Dカメラユニット2基、レーザー変位計3基、非接触距離計、前方撮影カメラシステム3基、レーザドップラー振動計3基、GNSS測位装置を搭載し、走行しながらデータを測定する。	
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	測定車両寸法:全長7.66m,全高3.06m,全幅2.35m	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	-	
	動力	・移動装置の内燃機関を動力とする。	
	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	・横方向解像度 : 1mm/pix ・高さ方向解像度 : 0.5mm ・カメラスキャンレート : 2000~10200profile/s
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構機能	-
		測位機構	RTK-GNSS
	計測原理	・搭載した非接触距離計により指定の間隔でピッチパルスを生成する。生成されたパルスごとに路面の横断プロファイルを3Dカメラユニットにより取得する。 ・横断プロファイルから地点のわだち掘れ量を算出する。横断プロファイルは車両進行方向に連続撮影されるため、路面状況を3次元的に取得でき、その形状からひび割れ形状およびポットホールを検出する。 ・1.5m間隔で配置した3個の変位計で路面までの距離を測定し、縦断形状を取得し平坦性、IRIを求める	
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	・降雨降雪により路面が濡れている場合、レーザーからの反射が得られないため測定不可となる。	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・降雨降雪後で路面がまだ乾燥しておらず湿潤状態の場合。	
	計測プロセス	・搭載した距離計より指定の間隔でピッチパルスを生成する。3Dカメラユニットはレーザー照射部とカメラ受光部に分かれており、レーザーは常時照射される。生成されたパルスごとに路面の横断プロファイルをカメラ受光部により取得する。 ・横断プロファイルから地点のわだち掘れ量を算出する。横断プロファイルは車両進行方向に連続撮影されるため、路面状況を3次元的に取得できる。3次元の面的な形状により、高さが低い箇所が連続的にある部分を「ひび割れ」として自動抽出を行う。局所的に高さが低い部分を「ポットホール」として自動検知する。 ・1.5m間隔で配置した3個の変位計で路面までの距離を測定し、縦断形状を取得し平坦性、IRIを求める。	
	アウトプット	・わだち掘れ量、ひび割れ率、平坦性(またはIRI)を指定された区間ごとにまとめ、帳票(舗装点検要領に記載の舗装点検記録様式A-1など)として出力する。 ・横断形状図はDXFとして出力可能である。 ・ポットホール位置は、緯度経度情報とともに寸法、情景写真を出力する。	
計測頻度	-		
耐久性	不明(風雨などの屋外環境での使用には問題なし)		
動力	・移動装置に搭載した発電機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)	-		

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	-
	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)	停止時の路面位置を0mmとした場合、 ・3Dカメラユニット：±104mm ・レーザ変位計：±100mm	
	感度	校正方法	・構成用の専用治具を3Dカメラユニットで計測し校正する。
		検出性能	-
		検出感度	-
	撮影速度	100km/h以下	
	計測精度	最小ひび割れ幅:1mm	
	位置精度	・縦断方向:4mm ・進行方向:1mm 条件:直線区間(カーブ区間は曲率半径が小さいほど誤差が大きくなる)	
	色識別性能	・グレースケール識別可能	
	S/N比	-	
	分解能	プロファイル深度精度: 0.5mm プロファイル分解能: 1.0mm	
	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:横断プロファイ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:縦断プロファイ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。 ・ポットホール:幅5cm以上のポットホール	
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	100km/h以下	
位置精度 (移動しながら計測する場合)	・縦断方向:4mm ・進行方向:1mm 条件:直線区間(カーブ区間は曲率半径が小さいほど誤差が大きくなる)		

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起点終点を設定する。(手動) ②全区間のひび割れ箇所を自動検出する。(自動) ③工区内に対し50cmのメッシュを作成し、メッシュ内のひび割れ面積(舗装調査・試験法便覧記載のスケッチによる方法)を算出する(自動) ④指定延長区間内のひび割れ率を平均し算出する。(自動) 【わだち掘れ量】 ①起点終点を設定する(手動) ②工区内を1mごとの測点でわだち掘れ量を算出する。(自動) ③指定延長区間内のわだち掘れ量を平均し算出する。(自動) 【平坦性、IRI】 ①起点終点を設定する(手動) ②測定されたプロファイルデータをもとに工区内の平坦性、IRIを算出する(自動) 【ポットホール】 ①起点終点を設定する(手動) ②全区間のポットホール位置およびサイズを自動検知する。(自動)</p>	
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>・クラボウ社製 Ccrack Detector ・NEXCO西日本インベーションズ社製 IRI Viewer ・路面たわみ量計算ソフト (自社開発ソフト)</p>
	<p>検出可能な変状</p>	<p>ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、平坦性、ポットホールの大きさや位置、路面たわみ量</p>
	<p>変状検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>・レーザー光と3Dエリアカメラを使用した光切断法によりひび割れ、わだち掘れ、ポットホールを検出 ・3台のレーザー変位計により3測点法を用いて路面縦断プロファイルを計算し、QCモデルを用いてIRI値を算出する</p>
	<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>・画像の読み込みに関して 専用ファイル形式(.rt3 フォーマット)のみ取り扱い可能。また、各測定デバイスは測定時に同期信号により同期した情報を保存しているため、読み込みは各データを単体でなく、全て一括で読み込む必要がある。 ・路面画像の出力として ①ファイル形式: JPEG、PNG ②ファイル容量: 1ファイル(5m)あたり 5~10MB ③カラー/白黒画像: 白黒画像 ④画素分解能: 1mm/ピクセル</p>
<p>出力ファイル形式</p>	<p>・わだち掘れ、ひび割れ率、平坦性(またはIRI)を指定された区間ごとにまとめ、帳票(舗装点検要領に記載の舗装点検記録様式A-1など)として出力する。 ・横断形状図はDXFとして出力可能である。 ・ポットホールは大きさや位置をcsvなどの形式で出力可能である。</p>	

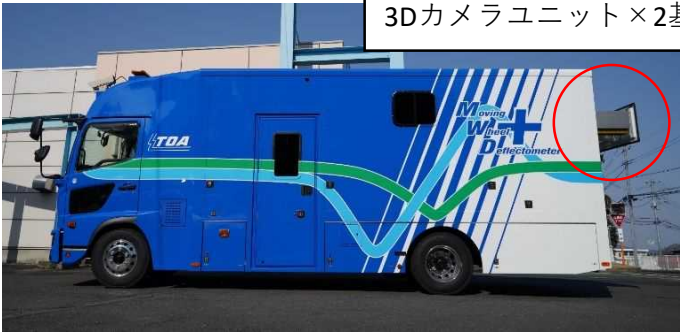
5. 留意事項(その1)

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:2.8m以上(最低車両通行可能幅)
	周辺条件	・高さ制限3.0m以下の場合不可
	作業範囲	-
	安全面への配慮	測定中は黄色回転灯を灯火する。
	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	不要(車両に常時搭載)
	気温条件	・特になし
	車線数の制約	・特になし
	その他	-

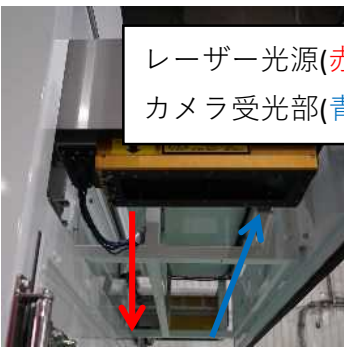
5. 留意事項(その2)

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	-
	必要構成人員数	・運転手1名、ソフト操作者1名
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-
	作業ヤード・操作場所	-
	点検・診断に関する費用	1,143,000(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。 ※舗装点検(ひび割れ、わだち掘れ、IRI)、たわみ量測定に関する費用は含まない。 日当たり測定延長は100km/日と仮定(現場条件により異なる)
	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)	・夜間作業可能
	計測時の走行速度条件	100km/h以下
	渋滞時の計測可否	・特になし
	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	・必要なし
	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	・クラブウ社製 Ccrack Detector ・NEXCO西日本インペーションズ社製 IRI Viewer ・路面たわみ量計算ソフト(自社開発ソフト) ・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	1年毎に、車速距離計、3Dカメラユニット、レーザー変位計のキャリブレーションを行う
その他	①特許状況:なし ②気象条件:雨天、積雪時などで路面が濡れている場合は測定不可 ③作業条件:なし	


6. 図面等



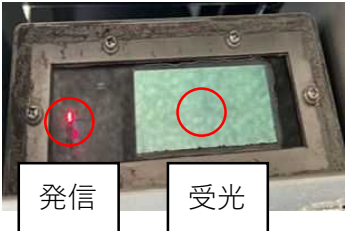
3Dカメラユニット×2基



レーザー光源(赤)
カメラ受光部(青)



レーザー変位計 × 3基
レーザー変位計間の距離は1.5m間隔で配置



発信 受光

技術番号	PA020010-V0022										
技術名	MWD plus					会社名	東亜道路工業株式会社				
試験日	令和5年11月29日	天候	晴れ	昼夜	昼間	気温	9.8°C	風速	2.0m/s	路面状況	乾燥
試験場所	茨城県つくば市										
カタログ分類	舗装	検出項目	ポットホール					計測時 平均速度	50 km/h		

試験で確認する カタログ項目	ポットホール
-------------------	--------

対象箇所の概要

【試験場所】

- ・ 場所：国立研究開発法人 土木研究所内 舗装走行実験場
- ・ 舗装種（表層）：密粒度アスファルト舗装
- ・ 試験区間：870m（対象外のコンクリート舗装区間含む）
- ・ 測定時は、位置情報の補正のための基準点を2点設け、試験前に自由に補正等を行えるように配慮した。



※各試験者はカラーコーン内を車線に見立てて走行



※人為的にポットホールを作成

- 【①点検】**
 測定前に現地踏査を実施し、現場状況を把握する。起終点のマーキングまたは位置座標（緯度経度）を確認する。
 測定用PCに点検箇所名等の測定条件を入力したのち、点検箇所を測定車両により走行する。
- 【②データ取り込み】** 走行中に計測した計測データを記憶媒体へ抜き出し、解析用PCへ取り込む。
- 【③解析前処理】**
 ソフトウェアの路面画像から解析範囲の起終点を設定する。
 解析範囲の幅(左右白線)を抽出する。
- 【④データ解析】**
 路面の3次元情報から局所的に沈下している箇所をポットホールとして専用ソフトウェアにより自動抽出する。検出されたポットホールには、ポットホールの大きさ、起点からの距離計およびGNSS座標情報が紐づく。

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
 - ・車両サイズ
 - └長さ:7.66m
 - └幅 :2.35m
 - └高さ:3.06m



- 【機器諸元】**
- ・3Dカメラユニット×2基
 - ・レーザ変位計×3台
 - ・前方カメラ×3台
 - ・測定用PC

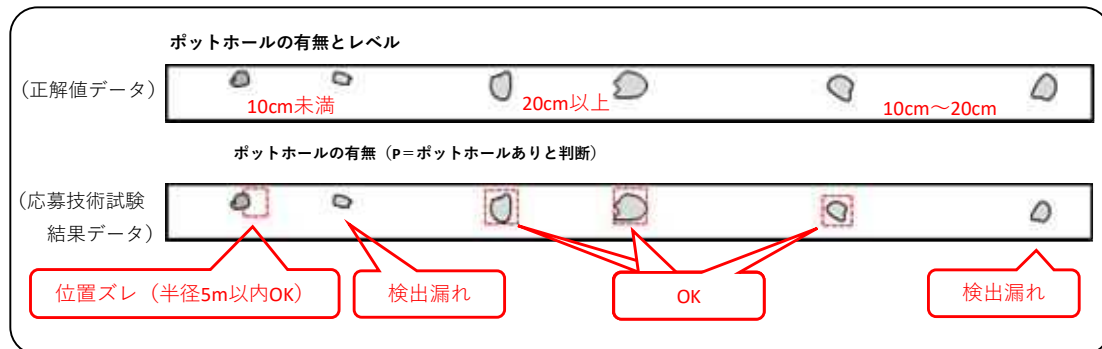


【計測技術の精度の算出方法】

- ・事務局は実道試験区間（延長870m）において、人為的にポットホール（①10cm未満、②10～20cm、③20cm以上）をそれぞれ複数個作成した。
- ・各技術は、試験区間において測定を行い、ポットホールの位置情報及び写真を提出した。
- ・事務局は、各技術の位置情報及び写真から、ポットホールの検出率を算定し、評価した。

【幅値の設定】

- ・GNSSにより得た正解値の位置情報（緯度経度）と各技術により測定したポットホールの写真及び位置情報（緯度経度）を比較し、半径5m以内の位置情報を示していれば、正解とした。



【ポットホールの評価例】

※参考

①10cm未満

$$\text{検出率} = \frac{1}{2} = 50\%$$

評価
対象

②10cm～20cm

$$\text{検出率} = \frac{1}{2} = 50\%$$

③20cm以上

$$\text{検出率} = \frac{2}{2} = 100\%$$

【計測技術の精度確認結果（令和5年度）】

ポットホール

①10cm未満 検出率(参考)	②10cm～20cm 検出率	③20cm以上 検出率
100%	100%	100%

※検出率：確実に損傷を発見できるか

【ポットホール 凡例】

 : 100%	 : 80%	 : 60%	 : 60%未満 精度未確認
--	---	---	---