

ひび割れ率	No.	PA020004-V0022	技術名	ポットホール自動検出システムを備えた路面性状自動測定装置 (ひび割れ自動検出システムを備えた路面性状自動測定装置)						
	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：gijyutu@toadoro.co.jp			
わだち掘れ量	技術概要	本技術は、従来の路面性状測定車と同様に、走行するだけで、ポットホールを検知することができます。ひび割れ率、わだち掘れ量、IRIを計測することもできます。 路面のひび割れやポットホールを自動検出するシステムを備えており、省力化、経済性の向上および測定から報告までの時間短縮が図れます。								
	概要図 機器写真	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>①ポットホール検知 (LCMS)</p>  <p>LCMS本体</p> <p>赤の部分からレーザーを発信し、青の部分で受信する。</p> <p>機器寸法：W500×D260×H300</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>②前景撮影用カメラ×3 ③座標位置情報取得装置 (GNSS)</p>  <p>カメラ寸法：W120×D120×H110 GNSSアンテナ寸法：φ160×H80</p> </div> </div>								
	関連情報 URL	https://www.toadoro.co.jp/business/product/2/								
ポットホール	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		<input type="radio"/>	ポットホール				
		<input type="radio"/>	区画線		<input type="radio"/>	建築限界				
		<input type="radio"/>	標識隠れ		<input type="radio"/>					
	その他の精度未確認項目	平たん性、路面のさめ深さMPD								
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	<input type="radio"/>	可搬式測定機器の設置	<input type="radio"/>	繰り返し計測		
実道試験結果 (道路巡視)	ポットホール (R4年度)			区画線						
		①10cm未満 検出率	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	・外業：693,600円(現場作業) ・内業：320,600円(机上作業) ※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) 合計：1,014,200円			定額費用一例	-				
実績 2023年度時点	国土交通省	-		その他 公共機関	-		民間	-		
	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 5km/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	ワンボックス			実道試験に使用した車両名	ハイエース			
留意事項	・測定不可能となる条件： <ul style="list-style-type: none"> ・高さ制限3.0m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	PA020004-V0022		
技術名	ポットホール自動検出システムを備えた路面性状自動測定装置 (ひび割れ自動検出システムを備えた路面性状自動測定装置)		
技術バージョン	-	作成: 2023年3月作成 (2024年3月更新)	
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	技術部
現有台数・基地	1	基地	茨城県つくば市
技術概要	<p>本技術は各種デバイスを搭載したワンボックスカーにより、走行しながら路面性状を測定する路面性状自動測定装置である。本装置により得られたデータから、ひび割れ率、わだち掘れ量、IRIを自動解析し、「舗装点検要領」に示された区分Ⅰ～Ⅲに分類するとともに、様式A、様式Bを短時間で作成することができる。</p> <p>本装置は、上述の路面性状データのほか、ポットホール位置、平坦性(σ)、きめ深さ(MPD)、位置座標、路面の状況写真も同時に取得可能である。</p> <p>さらに、路面のひび割れ展開図をDWG形式、PDF形式などにも出力することも可能である。</p>		
技術区分	対象部位	車道	
	変状の種類		
	物理原理	3次元レーザーセンサ(LCMS)、NCDT、回転速度センサ、アセットカメラシステム	
	検出項目	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、平坦性、MPD、ポットホール	

2. 基本諸元

計測機器の構成		本計測装置はⅢボックスカーに3次元レーザーセンサ2基、レーザー変位計3基、回転型速度センサ、アセットカメラシステム3基、GNSS測位装置を搭載し、走行しながら路面データを測定する。	
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6.21m,全高2.95m,全幅2.33m	
	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)	-	
	カメラ		・INO LCMS製 3次元レーザーセンサ 展開画像形式: RAW 横断プロファイル取得頻度: 5600プロファイル/秒 (ラインセンサ方式) プロファイル解像度: 4132ポイント/プロファイル プロファイル深度精度: 0.5mm (デバイスを設置する高さにより異なる) プロファイル分解能: 1.0mm (デバイスを設置する高さにより異なる)
			・レーザー変位計3基 測定精度: ±0.5mm 測定可能深度: ±100mm
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構機能	-
	測位機構	GNSS	
	計測原理	・搭載した速度センサより指定の間隔でピッチパルスを生成する。観測されたパルスごとに路面の横断プロファイルを3次元レーザーセンサにより取得する。 ・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、路面状況が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)	・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。 ・低速走行(5km/h程度以下)または車両停止時は、レーザー光の目視被爆を防ぐためのセーフ機能が働くため、レーザーが自動停止するため測定不可となる。	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	-	
	計測プロセス	・搭載した速度センサより指定の間隔でピッチパルスを生成する。LCMS本体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。観測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、路面状況が3次元的に取得される。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、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、Bなど)として出力する。 ・横断形状図、ひび割れ展開図、平坦性グラフは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)	-		

2. 基本諸元

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、 ・LCMS 3次元レーザーセンサ：±125mm ・レーザ変位計：±100mm
	校正方法	・構成用の特殊形状金具をLCMSで計測し、金具形状とプロファイル形状が一致するかを確認する。
	検出性能	-
	検出感度	-
	撮影速度	5km/h以上、100km/h以下
	計測精度	最小ひび割れ幅:1mm
	位置精度	・縦断方向:2.5mm ・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。	
計測速度 (移動しながら計測する場合)	5km/h以上、100km/h以下	
位置精度 (移動しながら計測する場合)	・縦断方向:2.5mm ・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全区間のひび割れ箇所を自動検出する。各ひび割れは座標情報(進行方向、横断方向)を持つ。(自動) ②起点終点を設定する(手動) 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) ③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) 【平たん性、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より工区内の平たん性、IRIを算出する(自動) 【ポットホール】 ①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>・ARRB社製 Hawkeye Processing Toolkit (ver6.6.14) ・帳票出力用ソフト(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、平たん性、MPD、ポットホールの大きさや位置</p>
	<p>変状検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>【ひび割れ率、わだち掘れ】 3次元データを周波数分析により、高周波成分と低周波成分に分類する。 低周波成分の形状よりわだち掘れを、高周波成分の形状よりひび割れ成分やキメ(MPD)を検出する。</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(.lcms 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 ②ファイル容量:取り扱い可能な1ファイルあたりの画像容量を記載する。 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、平たん性(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、B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。 ・ひび割れ展開図はDXFとして出力可能である。 ・平たん性グラフは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>	

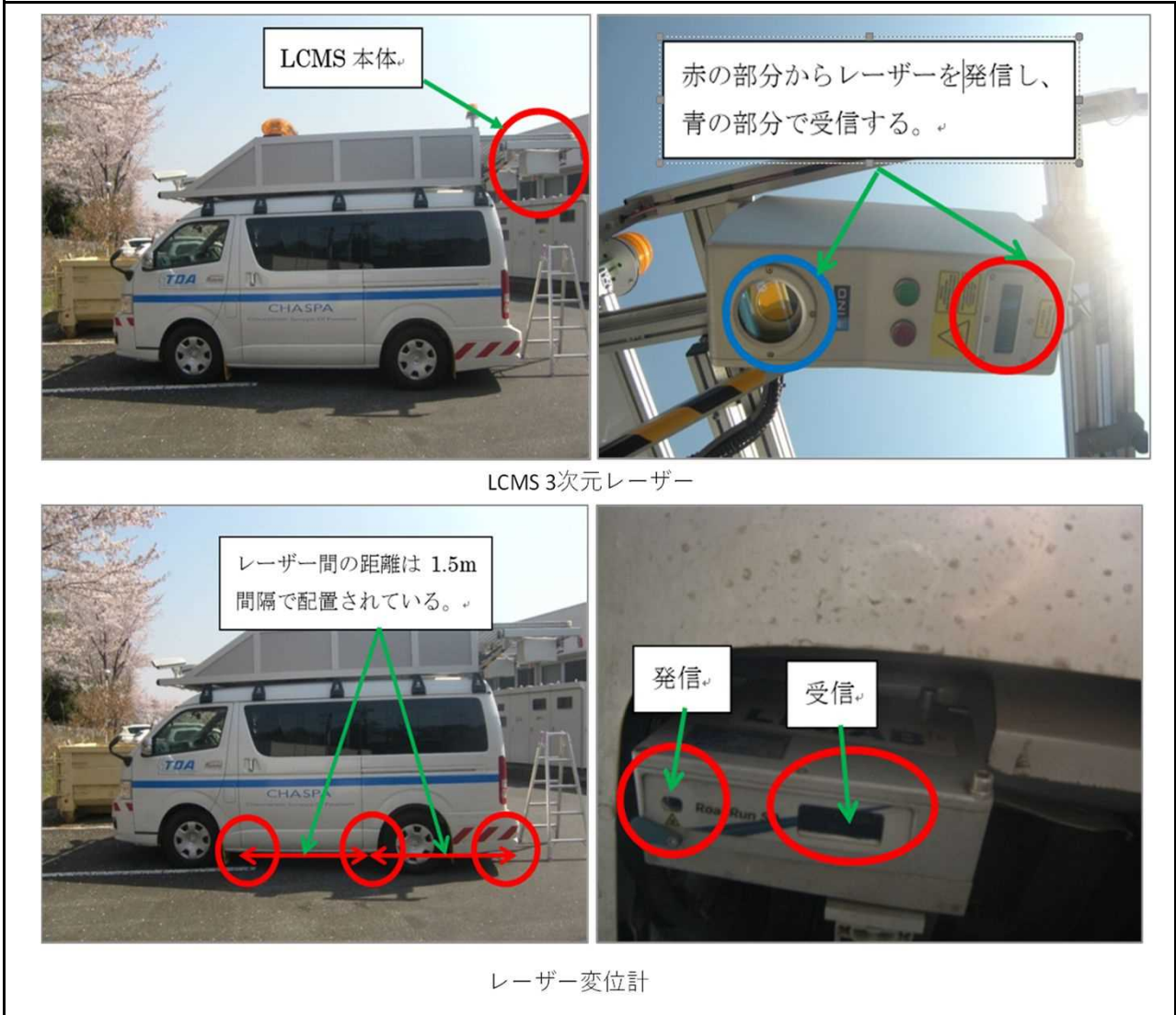
5. 留意事項(その1)

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:2.5m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。 車両後部に電光掲示板を設置し、後部車両への警戒呼び掛けを行う。
	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	1,014,200(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)
	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	5km/h以上、100km/h以下
	渋滞時の計測可否	5km/h未満は測定不可
	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	・ARRB社製 Hawkeye Processing Toolkit (ver6.6.14) ・帳票出力用エクセルソフト(自社開発ソフト) ・必要作業:担当者による解析作業 ・費用:1,014,200(円/100km)
	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、LCMS3次元レーザー、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 ④適用できない条件:5km/h以下で走行する際は取得不可	

6. 図面



技術番号	PA020004-V0022						
技術名	ポットホール自動検出システムを備えた路面性状自動測定装置	開発者名	東亜道路工業株式会社				
試験日	令和5年1月31日	天候	晴れ	昼夜	昼	路面状況	乾燥
試験場所	土木研究所内 走行実験場						
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	40 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、位置情報の補整のための基準点を2点設け、試験前に自由に補整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



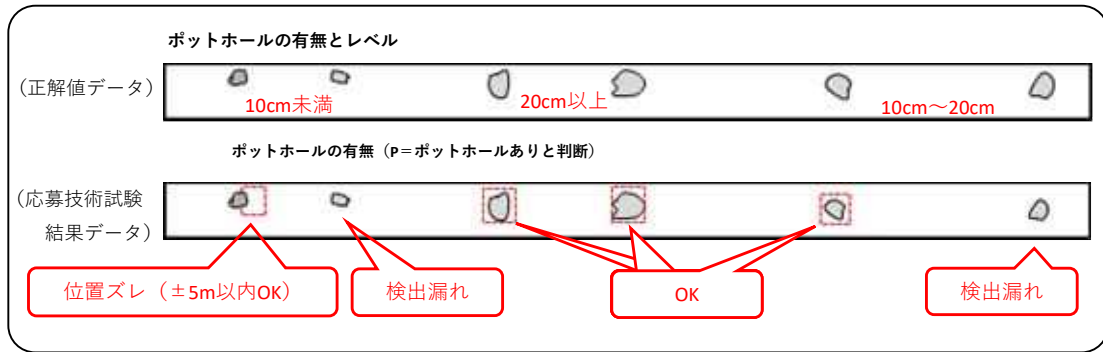
※人為的にポットホールを作成

試験方法（手順）	技術番号	PA020004-V0022
<p>【①測定前準備】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。</p>		
<p>【②点検】測定用PCに点検箇所名等の測定条件を入力する。点検箇所を測定車両により走行する。</p>		
<p>【③解析前処理】走行中に計測したレーザーセンサーの測定データ・レーザー変位計の測定データ・車体の傾斜データを、解析用PCに取り込む。</p>		
<p>【④データ解析】ひび割れ率は、道路表面の連続画像をAutomatic Crack Detection（ACD）によってひび割れや外側線を自動的に抽出する。わだち掘れ量は、横断プロファイルからわだち掘れ量を算出する。IRIは、車両と路面距離及び傾斜データの組み合わせにより縦断プロファイルを算出する。ポットホールについても解析ソフトで自動抽出する。</p>		

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"> ・専用測定車両（ハイエース） ・車両サイズ <ul style="list-style-type: none"> ┆長さ:6.21m ┆幅:2.33m ┆高さ:2.95m <p>【機器諸元】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アセットカメラ（CCD）×3台（画像解像度：1624×1200pixels（2メガピクセル）） ・3次元レーザーセンサ（LCMS）×2台（計測密度：縦断方向5mm、横断方向1mm） ・レーザー変位計×3個（測定精度：±0.5mm） 	  

【計測技術の精度の算出方法】

- ・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、各技術でポットホールの位置情報及び写真を測定する。
- ・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、5m以内の位置情報を示しているかどうかを判定した。



【ポットホールの評価】

※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4年度）】

ポットホール

①10cm未満 検出率	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
--	---	---	---