
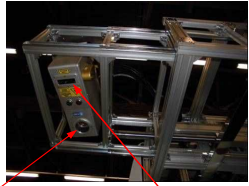
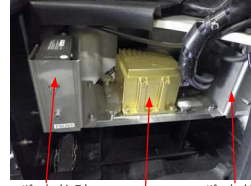



ひび割れ率 わだち掘れ量 IRI	No.	PA020014-V0022	技術名	路面性状測定システム（ポットホール自動検出機能付き）						
	会社名	株式会社NIPPO		担当者	渡邊 真一	連絡先	TEL：048-624-0755 E-mail：watanabe_shinichi@nippo-c.jp			
	技術概要	<p>外業（現場作業）で、ワンボックスカーの計測車に搭載された特殊カメラと各種センサにより、路面の画像を自動で撮影する。内業（机上作業）で、解析ソフトを用いて、ポットホールを自動検出することができます。</p> <p>本技術は、上述のポットホールのほか、当該技術は舗装点検の路面性状測定（ひび割れ率、わだち掘れ量、IRIあるいは平坦性）を同時に行うことができます。</p>								
	概要図 ・ 機器写真	<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div> <p>計測車の外観</p>  </div> <div> <p>LCMS（路面画像と横断形状の計測）</p>  </div> <div> <p>IRIセンサユニット</p>  </div> <div> <p>距離計測装置</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;"> <span>レーザプロファイルカメラ</span>   <span>レーザライン照射部</span>   <span>レーザ変位計</span>   <span>ジャイロスコプ</span>   <span>レーザ変位計</span>   <span>第5輪（距離計）</span> </p>								
関連情報 URL	<a href="https://www.nippo-c.co.jp/tech_info/general/SG03010_g.html">https://www.nippo-c.co.jp/tech_info/general/SG03010_g.html</a>									
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	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 (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	1,564,000円/100km（関東エリア：直轄国道の場合） ・外業：348,000円（計測準備、計測） ・内業：620,000円（解析、帳票作成等） ・機械経費：516,000円（計測車、計測装置、解析装置） ・その他：80,000円（消耗品、材料費、燃料費等） ※協議、打合せ、旅費、報告書作成は含まない。			定額費用一例	-				
実績 2023年度時点	国土交通省	0	件	その他 公共機関	0	件	民間	0	件	
その他	測定可能時間帯	<input checked="" type="checkbox"/> 昼間	計測可能な速度帯	最低	1km/h	データ出力標準日数	1～5km	3日	測定対象幅員	2.5m～4m
		<input checked="" type="checkbox"/> 夜間		最高	50km/h	100km	10日			
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定不可能となる条件：雨天時、降雪時および路面が濡れている（塩カル散布路面も含む）場合。 高さ制限が2.8m以下の区間（計測車の高さ2.73m） 前方の視界不良（濃霧等で視界が30m程度未満）の区間</li> <li>測定機器のリースおよび購入：不可（全て自社機材）</li> <li>トンネル内舗装に計測では、測位座標の計測が不可（路面性状と距離は計測可）</li> <li>路面性状（ひび割れ、わだち掘れ、IRI）の計測の最高速度は90km/h</li> </ul>									

1. 基本事項

技術番号	PA020014-V0022		
技術名	路面性状測定システム(ポットホール自動検出機能付き)		
技術バージョン	2016年2月作成 (2023年8月一部改良)	作成: 2024年3月作成	
開発者	株式会社NIPPO/グリーン・コンサルタント株式会社		
連絡先等	TEL: 048-624-0755	E-mail: watanabe_shinichi@nippo-c.jp	担当部署: 技術研究所
現有台数・基地	1	基地	埼玉県さいたま市西区
技術概要	<p>外業(現場作業)で、ワンボックスカーの計測車に搭載された特殊カメラと各種センサにより、路面の画像を自動で撮影する。                  内業(机上作業)で、解析ソフトを用いて、ポットホールを自動検出する。                  本技術は、上述のポットホールのほか、当該技術は舗装点検の路面性状測定(ひび割れ率、わだち掘れ量、IRIあるいは平坦性)を同時に行うことができる。</p>		
技術区分	対象部位	車道	
	変状の種類	ポットホールの位置と大きさ、ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、平坦性	
	物理原理	レーザプロファイラカメラの路面画像/レーザライン光照射の横断形状/レーザ変位計と慣性計測装置による縦断形状	
	検出項目	ポットホール: 路面画像解析/ひび割れ: 路面画像解析/わだち掘れ量: 横断形状解析/IRI: 縦断形状解析/平坦性: 縦断凹凸解析	

2. 基本諸元

計測機器の構成		本計測機器は、「路面画像と路面上のライン光を取得する特殊カメラ、路面形状を計測するレーザを内蔵した計測装置」と「各機器の制御とデータを保存する記録装置を組み合わせた制御装置」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	一体構造(移動装置+計測装置):最大外形寸法(長さ5650mm、幅2330mm、高さ2730mm)、最大重量(3020kgf)	
	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る電力を用いる。	
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	カメラ	・Pavemetrics製LCMS(Laser Crack Measurement System:レーザラインプロジェクタ/レーザプロファイラカメラ)2基 ・1基のLCMSサイズ(長さ430mm、幅140mm、高さ270mm)、データサンプリング(5,600Hz)、計測間隔(進行方向4mm、幅員方向1mm)、分解能(4,160ポイント/プロファイル)
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構機能	-
		測位機構	GNSS(IMU付き)
	計測原理	計測原理	[ポットホール] ポットホールの計測の原理は光切断法である。計測車を走行させながら、計測車の上方左右に設置したLCMSがレーザライン光を路面に連続照射し、レーザプロファイラカメラが、路面に投影されたレーザライン光を走行方向に4mm間隔で連続撮影して路面画像を取得する。 [ひび割れ、わだち掘れ] ひび割れおよびわだち掘れの計測の原理は光切断法である。計測車を走行させながら、計測車の上方左右に設置したLCMSがレーザライン光を路面に連続照射し、レーザプロファイラカメラが、路面に投影されたレーザライン光を走行方向に4mm間隔で連続撮影して路面画像と路面の横断形状を取得する。 [IRI] 計測車を走行させながら、左車輪間に距離250mmに設置した2基のレーザ変位計で路面高さの偏差と、ジャイロスコープで計測車の傾斜角を走行方向50mm間隔で計測し、路面の縦断形状を取得する。 [平坦性] 計測車を走行させながら、計測車の左車輪側に距離3,000mmに設置した2基のレーザ変位計とこれらの中央に設置した1基レーザ変位計による路面高さ偏差を走行方向に25mm間隔で計測し、路面の縦断凹凸を取得する。
		センシングデバイス	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件) ・舗装された路面 ・乾いた路面 ・幅員が2.5m以上あるいは4.1m未満の車線
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	特になし	
	計測プロセス	計測プロセス	[ポットホール] 計測地点の路線名等の情報を手入力後、計測開始から終了のデータ記録まで自動で計測する。 ①LCMSのレーザラインプロジェクタから路面にレーザライン光を路面に連続照射する。 ②LCMSのレーザプロファイラカメラが路面に投影されたレーザライン光を走行方向4mm間隔で連続撮影する。 ③撮影した路面画像をハードディスクに記録する。 [ひび割れ、わだち掘れ] ポットホールの計測と同時に自動で測定する。 ①LCMSのレーザラインプロジェクタから路面にレーザライン光を路面に連続照射する。 ②LCMSのレーザプロファイラカメラが路面に投影されたレーザライン光を走行方向4mm間隔で連続撮影する。 ③撮影した路面画像と路面の横断形状のデータをハードディスクに記録する。 [IRI] LCMSと同時に自動で計測する。 ①ジャイロスコープを初期化する。 ②測位機構のGNSSの信号が入力され、2基のレーザ変位計とジャイロスコープのデータを同期する。 ③レーザ変位計、ジャイロスコープおよび速度のデータが走行方向50mm間隔でサンプリングされ、データロガーに記録する。 [平坦性] LCMSと同時に自動で計測する。 ①3基のレーザ変位計により路面の高さを同時に計測する。 ②路面の高さデータを走行方向25mm間隔でサンプリングされ、ハードディスクに記録する。
		アウトプット	・ポットホールの位置と大きさ ・ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI、平坦性、舗装点検要領の健全性の診断区分 ・データ出力はエクセル形式
計測頻度	最小計測回数1回		
耐久性	防水性能は3気圧防水相当。(雨天時の移動に問題なし)		
動力	移動装置の内燃機関によって発電される電力を用いる。		
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(ハードディスク)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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>幅員が2.5m以上あるいは4.1m未満の車線</li> <li>IRIの計測に用いるレーザ変位計: ±250mm</li> <li>平坦性の計測の用いるレーザ変位計: ±160mm</li> </ul>	
	感度	校正方法	-
		検出性能	-
		検出感度	-
	撮影速度	1km/h以上、50km/h以下(ひび割れ、わだち掘れ: 90km/h以下)	
	計測精度	最小ひび割れ幅: 1mm	
	位置精度	-	
	色識別性能	-	
	S/N比	-	
	分解能	<ul style="list-style-type: none"> <li>横断形状の深さ方向: 0.5mm</li> <li>縦断形状: 高さ方向0.1mm</li> </ul>	
	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以上のひび割れが認識可能な精度である。</li> <li>わだち掘れ量: 横断プロファイルメーターによるわだち掘れ深さの測定値に対し、±3.0mm以内の精度である。</li> <li>平坦性: 縦断プロファイルメーター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)	1km/h以上、90km/h以下		
位置精度 (移動しながら計測する場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>距離制度: ±0.3%以内</li> <li>測位座標精度: 3m~5m以下</li> </ul>		

4. 画像処理・調書作成支援

<p>変状検出手順</p>	<p>[ポットホール]                  ①LCMS2基(左右)の路面画像を合成する。(自動)                  ②合成した路面画像の起終点の位置を設定する。(手動)                  ③進行方向4mごとの路面画像を切り出す。(自動)                  ④起点から終点までの解析区間内のポットホールの位置と大きさを検出する。(自動)                  [ひび割れ率]                  ①LCMS2基(左右)の路面画像を合成する。(自動)                  ②合成した路面画像の起終点の位置を設定し、白線を認識させる。(手動)                  ③進行方向4mごとの路面画像を切り出す。(自動)                  ④ひび割れを判定する。(自動)                  ⑤自動判定したひび割れと50cmメッシュの内のひび割れ面積(舗装調査試験法便覧に準拠)を算出する。(自動)                  ⑥指定区間長内のひび割れ率の平均を算出する。(自動)                  [わだち掘れ量]                  ①起終点の位置を設定し、白線を認識させる。(手動、ひび割れ率と同時作業)                  ②50cm毎の横断形状を切り出す。(自動)                  ③指定区間長内の横断形状出力間隔を設定する。(手動)                  ④指定区間長内のわだち掘れ量の最大値と平均値を算出する。(自動)                  [IRI・平坦性]                  ①起終点の位置を設定する。(手動、ひび割れ率と同時作業)                  ②指定区間長内の縦断形状(平坦性:縦断凹凸)を切り出す。(自動)                  ③指定区間長内のIRI(平坦性)を算出する。(自動)</p>	
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>RoadManage(自社ソフト),Ver2</p>
	<p>検出可能な変状</p>	<p>ポットホールの位置と大きさ、ひび割れ率(%),わだち掘れ量(mm),IRI(mm/m),平坦性(mm)</p>
	<p>変状検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>[ポットホール]                  ・AI(機械学習:アルゴリズムは開発会社が未公開)による自動検出。                  ・AI教師データは、ひび割れ画像等を500枚程度学習。                  [ひび割れ率]                  ・AI(機械学習:アルゴリズムは開発会社が未公開)による自動検出。                  ・AI教師データは、ひび割れ画像等を10,000枚程度学習。</p>
	<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>・路面画像データの出力                  ①ファイル形式:JPEG形式                  ②ファイル容量:1ファイルあたり約10MB。                  ③カラー/白黒画像:白黒画像。                  ④画素分解能:2045万画素。</p>
<p>出力ファイル形式</p>	<p>EXCEL形式、JPEG形式</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	幅員が2.5m以上あるいは4.1m未満の車線
	周辺条件	高さ制限が2.8m以下の場合不可
	作業範囲	—
	安全面への配慮	・計測中は黄色回転灯を灯火する。 ・計測車後部に「作業中」の電光掲示板を設置して、後方の一般車両に注意喚起する。
	無線等使用における混線等対策	—
	交通規制の要否	—
	交通規制の範囲	—
	現地への運搬方法運搬方法	自走(車両に装置を常時搭載)
	気温条件	特になし
	車線数の制約	1回の計測は一車線のみ。
	その他	起点と終点の路肩部等にマーキング

5. 留意事項(その2)

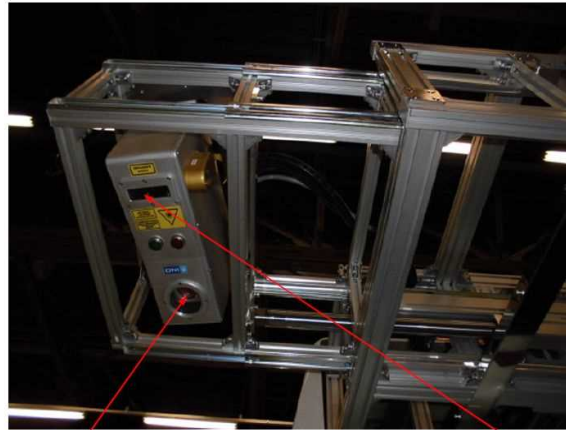
項目		適用可否/適用条件
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	計測車の運転:普通免許
	必要構成人員数	計測装置オペレータ(現場責任者)1人、計測車運転1人 合計2人
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	特になし
	作業ヤード・操作場所	計測制御を計測車後部座席で操作
	点検・診断に関する費用	[概略費用(調査費用、機械経費、その他費用)100km当たり] 1,564,000円/100km(関東エリア:直轄国道の場合) ・外業:348,000円(計測準備、計測) ・内業:620,000円(解析、帳票作成等) ・機械経費:516,000円(計測車、計測装置、解析装置) ・その他:80,000円(消耗品、材料費、燃料費等) ※協議、打合せ、旅費、報告書作成は含まない。
	保険の有無、保障範囲、費用	加入済み ・対人対物 任意保険 保証金額:無制限 ・計測装置 動産保険 保証金額:計測装置購入費用と同等額
	時間帯(夜間作業の可否)	昼夜間の計測可
	計測時の走行速度条件	1km/h以上、90km/h以下
	渋滞時の計測可否	特になし(計測可能)
	可搬性(寸法・重量)	特になし
	自動制御の有無	無し
	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	・解析ソフト:自社開発(トノックス社製の基本ソフトに自動解析ソフトを組み込み) ・必要作業:担当者による解析作業 費用:620,000円
	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年ごとの定期点検(計測装置1式)の定期点検と距離計とレーザ変位計等のキャリブレーションを行う。
その他	①特許情報:無し。 ②気象条件:雨天時と降雪時および路面が濡れている場合、計測不可。 ③作業条件:特に制約なし。 ④適用できない条件:車線の幅員が2.5m未満および4m超える車線(計測範囲外)、水膜がある路面(レーザ変位計の計測不可)	



6. 図面等



計測車：前面



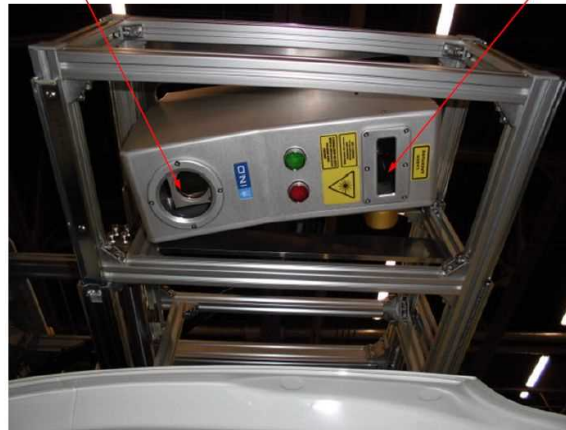
L CMS (路面画像の撮影)

レーザプロファイラカメラ

レーザライン照射装置



計測車：後面



L CMS (路面画像の撮影)

第5輪 (距離計)



距離計測装置

技術番号	PA020014-V0022										
技術名	路面性状測定システム（ポットホール自動検出機能付き）					会社名	株式会社NIPPO				
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	20 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

試験方法（手順）	技術番号 PA020014-V0022
<p>【①点検】 制御PCおよび計測機器の動作確認後、試験箇所の測定条件等をPCに入力して、点検箇所の曲率半径（遠心力）を考慮して計測車の速度を20km/h前後で走行する。</p>	
<p>【②データ取り込み】 レーザプロファイラカメラによる路面画像と距離および緯度経度の計測データをハードディスクに記録する。</p>	
<p>【③解析前処理】 レーザプロファイラカメラ2基の路面画像を合成し、その画像での起終点の位置の設定する。</p>	
<p>【④データ解析】 路面画像上のポットホールをAIのプログラムによって自動検出する。ひび割れ率は、路面画像上のひび割れをAIのプログラムで判定し、50cmメッシュのひび割れ面積から舗装調査試験法便覧に準拠して自動算出する。わだち掘れ量は、計測した横断形状から舗装調査試験法便覧に準拠してわだち掘れ量を自動算出する。IRIは、計測した縦断形状から舗装調査試験法便覧に準拠して自動算出する。平坦性は計測した縦断凹凸量から舗装調査試験法便覧に準拠して凹凸量の標準偏差を自動算出する。</p>	

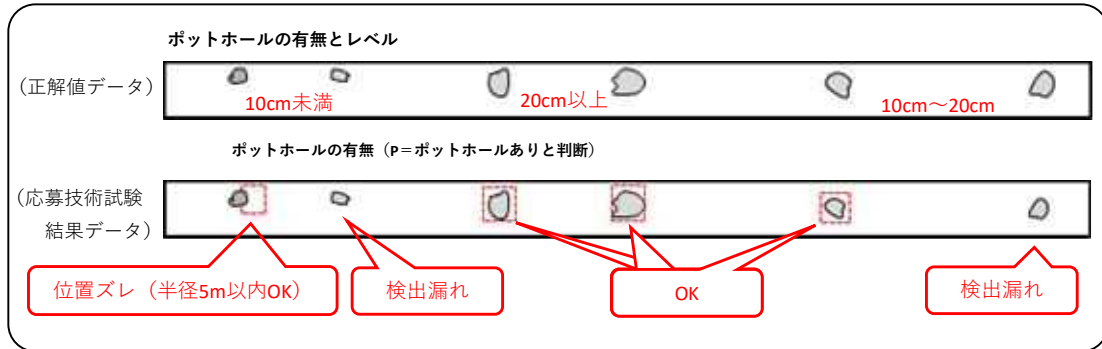
車両・機器諸元、機器設置状況、測定状況	
<p>【車両の諸元】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 専用計測車両（ハイエース）</li> <li>・ 車両サイズ</li> <li>長さ：5.65m</li> <li>幅：2.33m</li> <li>高さ：2.73m</li> </ul>	 <p>LCMSの外観（1基）</p>
<p>【機器諸元】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ LCMS（レーザライン光照射部/レーザプロファイラカメラ）2基</li> <li>計測項目：路面画像（ポットホール、ひび割れ）、横断形状（わだち掘れ）</li> <li>計測間隔：進行方向4mm、幅員方向1mm</li> <li>寸法：長さ43cm、幅14cm、高さ27cm</li> <li>・ レーザ変位計2基とジャイロスコープ1基（IRI）</li> <li>計測間隔：進行方向50mm</li> <li>・ 第5輪 タイヤ接触方式（距離計測）</li> <li>計測間隔：1mm（1パルス/mm）</li> </ul>	 <p>IRI計測ユニット</p> <p>距離計測：第5輪</p>

## 【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
--	---	---	---