

平成30年12月28日

四国地方整備局 企画部 施工企画課  
道路部 道路管理課

## 『路面性状を簡易に把握可能な技術』の試験結果等を公表します ～新技術の活用に向けて～

国土交通省では、新技術活用システムの活用方式「テーマ設定型（技術公募）」により、『路面性状を簡易に把握可能な技術』について一般道路での試験等を実施しました。今回、その試験結果等を取りまとめましたので、公表します。

- 舗装管理に必要となる路面性状を把握する技術は様々なものが開発されていますが、それらの技術の性能を比較するための評価項目や試験方法が整理されておらず、現場条件にあった技術を簡易に比較検討することが困難な状況にあります。
- そこで、新技術活用システムの活用方式「テーマ設定型（技術公募）」※により、『路面性状を簡易に把握可能な技術』について、同一の評価項目や試験方法の下で比較可能な一覧表を作成することを目的に技術公募を行い（平成29年8月7日～平成29年9月7日）、一般道路での試験等を実施しました（平成29年11月15日、21日）。
- この度、「テーマ設定型（技術公募）」による試験結果等を取りまとめましたので、公表します。今後、技術の活用にあたっては、試験結果（別紙－2）と点検技術（別紙－3）を参考に、精度・コスト・制約条件等を踏まえ、適材適所での活用を検討してまいります。

※「テーマ設定型（技術公募）」：現場ニーズに基づき募集する技術テーマを設定し、民間等の優れた新技術を公募して実現場で活用・評価する方式

### 〈一般道路での試験結果について〉

1. 選定技術一覧表 : 別紙－1
2. 試験結果等比較表 : 別紙－2
3. 点検技術の諸元 : 別紙－3

### 《参考》

1. 実道路試験の実施箇所 : 参考－1
2. 舗装点検技術の評価方法 : 参考－2

○公募にかかる情報は下記HPを参照

<http://www.skr.mlit.go.jp/kikaku/hosoutenken.html>

○試験結果等の掲載場所（NETIS維持管理サイト）

<http://www.m-netis.mlit.go.jp/>

問い合わせ先 ◎: 主な問い合わせ先

国土交通省 四国地方整備局 TEL: 087-851-8061(代表) 087-811-8312(直通)

FAX: 087-811-8412

◎企画部 施工企画課 課長 二川 義人 (ふたがわ よしひと)(内3451)  
道路部 道路管理課 課長 大西 良明 (おおにし よしあき)(内4411)

## 選定技術一覧表

公募技術名:路面性状を簡易に把握可能な技術

四国地方整備局

番号	技術名称	申請技術事務所	NETIS番号	応募者名 [共同開発者名]
1	多機能路面測定評価システム	四国	SK-170013-A	鹿島道路(株)
2	簡易IRI測定装置 STAMPER	関東	KT-170109-A	(株)共和電業
3	可搬型計測システムによる路面性状計測	関東→四国 2018.1.12より	SK-170015-A	国際航業(株)
4	スマートフォンによる簡易路面性状評価システム「DRIMS®」	関東	KT-170085-A	JIPテクノサイエンス(株) [国立大学法人東京大学]
5	生活道路健康診断サービス	関東	KT-170106-A	(株)ゼンリンデータコム
6	プロファイラーと路面撮影装置を用いた道路維持管理システム	関東	KT-170073-A	大成ロテック(株)
7	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	関東	KT-170103-A	東亜道路工業(株)
8	道路舗装ひび割れ解析サービス(市販ビデオカメラ版)	関東	KT-170057-A	東芝インフラシステムズ(株)
9	簡易路面調査システム スマートイーグル	四国	SK-170007-A	西日本高速道路 エンジニアリング四国(株)
10	道路管理画像を用いた路面評価システム	中国	CG-170010-A	西日本高速道路 エンジニアリング中国(株)
11	小型車両による簡易な路面性状調査(ロメンキャッチャーVPW)	四国	SK-170008-A	ニチレキ(株)
12	多機能路面性状測定システム	関東	KT-170063-A	(株)NIPPO グリーン・コンサルタント(株)
13	次世代道路計測システム(Real-mini)	関東	KT-110060-A	(株)パスコ
14	スマホで路面性状計測(バンプレコーダー)	関東	KT-170105-A	バンプレコーダ(株)
15	マルチファインアイ	北陸	HR-170003-A	福田道路(株) [日本電気(株)]
16	道路パトロール支援サービス	九州	QS-170023-A	(株)富士交通・道路データサービス

試験結果等比較表

別紙-2

技術名称		多機能路面測定評価システム	可搬型計測システムによる路面性状計測	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	簡易路面調査システム スマートイーグル	道路管理画像を用いた路面評価システム	小型車両による簡易路面性状調査システム	多機能路面性状測定システム	次世代道路計測システム(Real-mini)
NETIS登録番号		SK-170013-A	SK-170015-A	KT-170103-A	SK-170007-A	CG-170010-A	SK-170008-A	KT-170063-A	KT-110060-A
応募者名		鹿島道路(株)	国際航業(株)	東亜道路工業(株)	西日本高速道路エンジニアリング四国(株)	西日本高速道路エンジニアリング中国(株)	ニチレキ(株)	(株)NIIPPO、グリーン・コンサルタント(株)	(株)バスコ
検出率	ひび割れ率	Ⅱ以上	A	A	A	C	A	A	A
		Ⅲのみ	A	A	A	D	A	A	A
	わだち掘れ量	Ⅱ以上	A	B	A	A	C	B	A
		Ⅲのみ	現場の状況から、わだち掘れ(診断判定Ⅲ)における検出率、的中率の適切な評価は困難						
IRI	Ⅱ以上	A	A	A	B	B	C	A	A
	Ⅲのみ	A	A	A	E	D	D	B	E
的中率	ひび割れ率	Ⅱ以上	A	B	A	A	B	A	A
		Ⅲのみ	B	A	A	A	A	A	A
	わだち掘れ量	Ⅱ以上	A	A	A	A	B	A	A
		Ⅲのみ	現場の状況から、わだち掘れ(診断判定Ⅲ)における検出率、的中率の適切な評価は困難						
IRI	Ⅱ以上	A	A	A	A	A	A	A	B
	Ⅲのみ	B	B	B	E	A	A	C	E
試行計測時の 走行状況	昼夜の別	昼間	昼間	昼間	夜間	昼間	昼間	昼間	昼間
	晴天・雨天の別	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天
	計測時の速度【最高】	50.8 (km/h)	50.0 (km/h)	50.0 (km/h)	45.0 (km/h)	50.0 (km/h)	47.1 (km/h)	47.0 (km/h)	50.0 (km/h)
	計測時の速度【最低】	33.4 (km/h)	50.0 (km/h)	30.0 (km/h)	30.0 (km/h)	30.0 (km/h)	27.3 (km/h)	37.0 (km/h)	50.0 (km/h)
	計測時の速度【平均】	44.8 (km/h)	50.0 (km/h)	40.0 (km/h)	40.0 (km/h)	40.0 (km/h)	43.5 (km/h)	44.0 (km/h)	50.0 (km/h)
計測回数	1(回)	1(回)	1(回)	1(回)	1(回)	1(回)	1(回)	1(回)	
試験に使用した 車両	専用測定車両、車両搭載型機器の別	専用測定車両	車両搭載型機器	専用測定車両	車両搭載機器	専用測定車両	専用測定車両	専用測定車両	専用測定車両
	車両名	ノア(トヨタ)	カラーフィルダー(トヨタ)	ハイエース(トヨタ)	ハイエース(トヨタ)	ノア(トヨタ)	VOXY(トヨタ)	ハイエース(トヨタ)	ノア(トヨタ)
	車両タイプ	ミニバン	ワゴン	ワンボックス	ワンボックス	ミニバン	ミニバン	ワンボックス	ミニバン
	車両サイズ	長:500cm×幅:169cm×高:250cm	長:440cm×幅:170cm×高:150cm	長:620cm×幅:230cm×高:300cm	長:510cm×幅:170cm×高:230cm	長:459cm×幅:183cm×高:184cm	長:520cm×幅:180cm×高:240cm	長:565cm×幅:233cm×高:273cm	長:486cm×幅:169cm×高:243cm

凡例

A	: 80%以上
B	: 60%以上、80%未満
C	: 40%以上、60%未満
D	: 20%以上、40%未満
E	: 20%未満

試験結果等比較表

別紙-2

技術名称		マルチファインアイ	道路舗装ひび割れ解析サービス（市販ビデオカメラ版）	簡易IRI測定装置「STAMPER」	スマートフォンによる簡易路面性状評価システム「DRIMS」	生活道路健康診断サービス	プロファイラーと路面撮影装置を用いた道路維持管理システム	スマホで路面性状計測（パンプレコーダー）	道路パトロール支援サービス
NETIS登録番号		HR-170003-A	KT-170057-A	KT-170109-A	KT-170085-A	KT-170106-A	KT-170073-A	KT-170105-A	QS-170023-A
応募者名		福田道路(株) 【日本電気(株)】	東芝インフラシステムズ(株)	(株)共和電業	JIPテクノサイエンス(株) 【国立大学法人東京大学】	(株)ゼンリンデータコム	大成ロテック(株)	パンプレコーダー(株)	(株)富士交通・道路データサービス
検出率	ひび割れ率	Ⅱ以上	B	C	-	-	-	-	-
		Ⅲのみ	C	C	-	-	-	-	-
	わだち掘れ量	Ⅱ以上	D	-	-	-	-	-	-
		Ⅲのみ	現場の状況から、わだち掘れ(診断判定Ⅲ)における検出率、的中率の適切な評価は困難						
IRI	Ⅱ以上	-	-	B	A	A	A	A	B
	Ⅲのみ	-	-	C	A	D	A	A	E
的中率	ひび割れ率	Ⅱ以上	A	B	-	-	-	-	-
		Ⅲのみ	B	A	-	-	-	-	-
	わだち掘れ量	Ⅱ以上	A	-	-	-	-	-	-
		Ⅲのみ	現場の状況から、わだち掘れ(診断判定Ⅲ)における検出率、的中率の適切な評価は困難						
IRI	Ⅱ以上	-	-	A	A	B	B	A	A
	Ⅲのみ	-	-	A	B	D	D	C	E
試行計測時の 走行状況	昼夜の別	昼間	昼間	昼間	昼間	昼間	昼間	昼間	昼間
	晴天・雨天の別	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天
	計測時の速度【最高】	42.0 (km/h)	36.2 (km/h)	60.0 (km/h)	48.0 (km/h)	50.0 (km/h)	48.0 (km/h)	46.0 (km/h)	50.0 (km/h)
	計測時の速度【最低】	38.0 (km/h)	19.4 (km/h)	52.0 (km/h)	34.0 (km/h)	30.0 (km/h)	38.0 (km/h)	38.0 (km/h)	40.0 (km/h)
	計測時の速度【平均】	40.0 (km/h)	28.0 (km/h)	57.0 (km/h)	43.0 (km/h)	45.0 (km/h)	40.0 (km/h)	44.0 (km/h)	45.0 (km/h)
計測回数	1 (回)	1 (回)	1 (回)	1 (回)	5 (回)	3 (回)	1 (回)	5 (回)	
試験に使用した 車両	専用測定車両、車両搭載型機器の別	車両搭載型機器	車両搭載型機器	車両搭載型機器	車両搭載型機器	車両搭載型機器	専用測定車両	車両搭載型機器	車両搭載型機器
	車両名	ハイゼットカーゴ (ダイハツ)	プリウスα (トヨタ)	A Dバン (ニッサン)	ランドクルーザープラド (トヨタ)	ヴィッツ (トヨタ)	ハイエース (トヨタ)	プリウス (トヨタ)	カローラアクシオ (トヨタ)
	車両タイプ	バン (軽自動車)	ステーションワゴン	ライトバン	普通乗用車	小型	ワンボックス	普通乗用車	普通乗用車
	車両サイズ	長:340cm×幅:150cm×高:190cm	長:463cm×幅:177cm×高:157cm	長:439cm×幅:169cm×高:150cm	長:482.5cm×幅:188.5cm×高:185cm	長:388cm×幅:169cm×高:150cm	長:469cm×幅:169cm×高:198cm	長:448cm×幅:174cm×高:149cm	長:440cm×幅:169cm×高:146cm

凡例

A	: 80%以上
B	: 60%以上、80%未満
C	: 40%以上、60%未満
D	: 20%以上、40%未満
E	: 20%未満

点検技術の諸元

技術名称		多機能路面測定評価システム	可搬型計測システムによる路面性状計測	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	簡易路面調査システム スマートイーグル	道路管理画像を用いた路面評価システム	小型車両による簡易路面性状調査システム	多機能路面性状測定システム	次世代道路計測システム(Real-mini)
NETIS登録番号		SK-170013-A	SK-170015-A	KT-170103-A	SK-170007-A	CG-170010-A	SK-170008-A	KT-170063-A	KT-110060-A
応募者名		鹿島道路(株)	国際航業(株)	東亜道路工業(株)	西日本高速道路エンジニアリング四国(株)	西日本高速道路エンジニアリング中国(株)	ニチレキ(株)	(株)NIPPO、グリーン・コンサルタント(株)	(株)パスコ
応募技術が対象とする指標		指標【ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI】	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI	ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI
点検・診断に要する費用 <sup>※1</sup>	外注の場合 <sup>※2</sup>	2,088,000 (円/100km)	高速道路・直轄国道・補助国道・県道 3,700,000 (円/100km) 市町村道 5,250,000 (円/100km)	2,435,080 (円/100km)	1,783,517 (円/100km)	2,048,400 (円/100km)	1,401,613 (円/100km)	2,522,000 (円/100km)	1,517,080 (円/100km)
	直営の場合 <sup>※2</sup>								
初期導入費用									
点検に要する期間	外注の場合	1.0 (日/100km)	高速道路・国道・県道 3.0 (日/100km) 市町村道 8.0 (日/100km)	3.3 (日/100km)	2.0 (日/100km)	3.0 (日/100km)	2.0 (日/100km)	1.0 (日/100km)	1.0 (日/100km)
	直営の場合								
診断結果の報告までの期間	外注の場合	16.0 (日/100km)	高速道路・国道・県道 14.0 (日/100km) 市町村道 16.0 (日/100km)	10.0 (日/100km)	4.7 (日/100km)	5.0 (日/100km)	5.0 (日/100km)	20.0 (日/100km)	5.0 (日/100km)
	直営の場合								
測定費用の分類		①技術保有者の自己保有の機器による調査・測定、分析							
点検時の制約条件	昼夜の別	昼間	昼間	昼間	制約なし	昼間	昼間	制約なし	昼間
	晴天・雨天の別	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天
	計測可能な速度帯	0~70 (km/h)	0~50 (km/h)	20~80 (km/h)	10~100 (km/h)	0~80 (km/h)	1~60 (km/h)	0~100 (km/h)	1~80 (km/h)
その他の制約条件				道路幅員3m未満、高さ制限3m未満となる箇所は測定不可 ・路面が湿潤状態の場合は、測定不可	路面湿潤状態は点検不可	・赤信号等による完全停止を伴う場合でも計測可能 ・トンネル内や湿潤路面は不可 ・道路幅員2.75m未満、高さ2.5m未満は不可		道路幅員2.5m未満、道路空間の高さ3m未満の箇所は計測不可	車両の進入が不可能な箇所の測定は不可。路面が湿潤状態の場合(雨天・積雪等)の測定は不可
技術の詳細	測定機器の諸元	・ビデオカメラ:1台(800万画素) ・ラインスキャンカメラ:1台(水平/垂直解像度:1×4096ピクセル) ・レーザースキャナ:1台(縦断方向の測定間隔:10mm、横断方向の測定間隔:1mm) ・レーザ変位計:3個(縦断方向の測定間隔:10mm) ・非接触距離計:1台(測定間隔:10mm/パルス)	・GNSS:2台 ・IMU:1台 ・DMI(距離計):1台 ・カメラ:8台(400万画素) ・レーザ:1台(Z+F社製、360°計測、スキャンレイト:200Hz)	・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次元レーザースensa(LCMS)×2台(計測密度:縦断方向5mm、横断方向1mm) ・レーザ変位計×3個(測定精度:±0.5mm)	・共通:PC1台、GPS測位装置 ・画像・横断測定用機器:高出力レーザー、3Dカメラ ・縦断測定用機器:3D形状検査装置、ジャイロ	画像データ:ハイビジョンビデオカメラ1台(解像度1920×1080pixel) IRI測定:IRIプロファイラ 位置計測:距離計	・距離:車軸距離計(車速信号取得方式) ・ひび割れ:前方面像用カメラ(路面画像) 画像解像度:140万画素 ・わだち掘れ:レーザースキャナ(高さデータ)進行方向5m間隔で取得 ・IRI:鉛直方向加速度の標準偏差から換算式を用いてIRIに変換する。	・ひび割れ、わだち掘れ:レーザライン光を路面に照射し、レーザプロファイラカメラにて路面の凹凸やひび割れを撮影する(縦断方向4mm間隔、横断方向1mm間隔)。 ・IRI:レーザ変位計と加速度センサにより縦断方向の路面凹凸(外わだち部)を計測する(縦断方向25mm間隔)。	・画像データ(CCDカメラ:1台(解像度1920×1080ピクセル)) ・レーザースキャナ:1台(計測間隔10cm、測定幅員3.8m)、非接触変位計:1台
	分析・診断方法	・ひび割れ率:ラインスキャンカメラで取得した路面画像データからひび割れを検出し、0.5mのます目に区切する。その後、メッシュ法にてひび割れ率を算出する。 ・わだち掘れ:レーザースキャナで計測した横断形状からわだち掘れ量を算出する。 ・IRI:レーザ変位計を用いて路面の縦断凹凸を取得し、専用ソフトでIRIを算出する	・ひび割れ率:カメラで取得した舗装面画像よりメッシュ法にてひび割れ率を検出し、わだち掘れ量、平坦性:取得したレーザデータより舗装面の横断プロファイル及び縦断プロファイルから算出。	・ひび割れ率:3次元レーザースensaにより取得した道路表面の連続画像から自動でひび割れを検出し、0.5mのます目に区切り、メッシュ法にてひび割れ率を算出。 ・わだち掘れ量:3次元レーザースensaにより取得した横断プロファイルからわだち掘れ量を算出。 ・平坦性:レーザ変位計とジャイロセンサの測定データを組み合わせることにより縦断プロファイルを生成し、IRIおよびσ3mを算出	・ひび割れ率:専用ソフトを使用して、連続する横断方向の高さ情報から路面形状画像を自動作成し、路面形状画像を基にひび割れを自動抽出後、ひび割れ率を自動算出する。 ・わだち掘れ量、IRI:専用ソフトを使用して、縦断方向の高さ情報から専用ソフトで自動算出する。	・ひび割れ率:10m毎の路面静止画像から、AIを活用した自動判読によりひび割れ率を推定し、“技術者の目”で確認・修正する。 ・わだち掘れ量:10m毎の連続静止画像から、熟練技術者が舗装点検要領(付録4)の画像イメージ等を参考に、3段階の診断区分を判定する。 ・IRI:縦断プロファイラによる測定を行い、専用プログラムで10mのIRI値を算出する。	・ひび割れ:専用解析ソフトを用いて延長方向5m毎にひび割れ率をランク評価する。 ・わだち掘れ:専用解析ソフトを用いて延長方向5m間隔の横断形状から算出する。 ・IRI:鉛直方向加速度の標準偏差から換算式を用いてIRIに変換する。	・ひび割れ率:撮影した路面画像データからひび割れを自動検出し、0.5mのメッシュ法にてひび割れ率を算出する。 ・わだち掘れ量:横断方向1mm、高さ方向0.5mm分解能でデータをサンプリングし、フィルタ処理を行って、路面の横断形状からわだち掘れ量を算出する。 ・IRI:縦断方向25mm、高さ方向0.05mm分解能でサンプリングしたデータと加速度データによる縦断方向の凹凸データから専用ソフトによりIRIを算出する。	・ひび割れ率:5m間隔で撮影した前方映像を専用解析ソフトに読み込み、AIを用いた自動ランク判定を行い、ひび割れ率を算出。 ・わだち掘れ量:レーザースキャナからレーザ光を照射し、路面までの距離を計測。解析範囲は、計測車両から両端1.0mを自動設定し、ストレートエッジ法にてわだち掘れ量を算出。 ・IRI:非接触変位計で計測した縦断プロファイルから、QCシミュレーションにより算出する。
測定実施者		測定実施者 分析実施者	鹿島道路 国際航業	東亜道路工業	西日本高速道路エンジニアリング四国	西日本高速道路エンジニアリング中国	ニチレキ	NIPPO 及び グリーン・コンサルタント	パスコ
異常値への対応		原因調査の実施 対応内容	有り 業務受注者が異常値の原因調査を行い、正常な値を道路管理者へ報告	有り 機械誤差による異常値の場合、業務受注者より正常な値を道路管理者へ報告	有り 業務受注者が異常値の原因調査を行い、正常な値を道路管理者へ報告	有り 業務受注者が異常値の原因調査を行い、正常な値を道路管理者へ報告	有り 業務受注者が異常値の原因調査を行い、正常な値を道路管理者へ報告	有り 業務受注者が異常値の原因調査を行い、正常な値を道路管理者へ報告	有り 業務受注者が異常値の原因調査を行い、正常な値を道路管理者へ報告
AIの活用		活用の有無 概要	無し -	無し -	無し -	有り ランダムフォレスト【機械学習】	無し -	無し -	有り ディープラーニング【機械学習】
使用車両における制約(改造、チューニング等)		-	-	-	制約なし(小型乗用車、普通乗用車、軽バンが対象) ※小型で車高の低い軽自動車は対象外	-	-	-	-

※1:協議、打合せ、旅費、報告書作成は含まない。  
 ※2:評価区間長20m

点検技術の諸元

技術名称		マルチファイナアイ	道路舗装ひび割れ解析サービス（市販ビデオカメラ版）	簡易IRI測定装置「STAMPER」	スマートフォンによる簡易路面性状評価システム「DRIMS」	生活道路健康診断サービス	プロファイラーと路面撮影装置を用いた道路維持管理システム	スマホで路面性状計測（パンプレコーダー）	道路パトロール支援サービス	
NETIS登録番号		HR-170003-A	KT-170057-A	KT-170109-A	KT-170085-A	KT-170106-A	KT-170073-A	KT-170105-A	QS-170023-A	
応募者名		福田道路(株) [日本電気(株)]	東芝インフラシステムズ(株)	(株)共和電業	JIPテクノサイエンス(株) [国立大学法人東京大学]	(株)ゼンリンデータコム	大成ロテック(株)	パンプレコーダー(株)	(株)富士交通・道路データサービス	
応募技術が対象とする指標		指標【ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI】	ひび割れ率、わだち掘れ量	IRI	IRI	IRI	IRI	IRI	IRI	
点検・診断に要する費用 <sup>※1</sup>	外注の場合 <sup>※2</sup>	900,000 (円/100km)	1,075,369 (円/100km)			128,000 (円/100km)	1,270,450 (円/100km)	300,000 (円/100km)		
	直営の場合 <sup>※2</sup>		1,000,000 (円/100km)		685,976 (円/100km)			250,000 (円/100km)	100,880 (円/月)	
初期導入費用				4,500,000 (円/式)					302,800 (円/式)	
点検に要する期間	外注の場合	1.0 (日/100km)	1.0 (日/100km)			3.0 (日/100km)	2.5 (日/100km)	1.0 (日/100km)		
	直営の場合		1.0 (日/100km)	0.5 (日/100km)	0.5 (日/100km)			1.0 (日/100km)	2.0 (日/100km)	
診断結果の報告までの期間	外注の場合	8.0 (日/100km)	8.3 (日/100km)			5.0 (日/100km)	3.0 (日/100km)	1.0 (日/100km)		
	直営の場合		8.3 (日/100km)	1.0 (日/100km)	11.0 (日/100km)			2.0 (日/100km)	1.0 (日/100km)	
測定費用の分類	①技術保有者の自己保有の機器による調査・測定、分析 ②技術保有者が技術(機器、分析ソフト等)を貸出、第三者が調査・測定、技術保有者が分析 ③技術保有者が技術(測定ソフト等)を販売(貸出)、第三者が保有する端末(スマートフォン等)で調査・測定、技術保有者が分析 ④技術保有者が技術(機器等)を販売、購入者が調査・測定、分析 ⑤技術保有者が技術(機器、分析ソフト等)を貸出、第三者が調査・測定、技術保有者が分析 道路調査実施者が調査・測定(路面動画の取得)、技術保有者が分析		⑤技術保有者が技術(機器、分析ソフト等)を貸出、第三者が調査・測定、技術保有者が分析 道路調査実施者が調査・測定(路面動画の取得)、技術保有者が分析		④技術保有者が技術(機器等)を販売、購入者が調査・測定、分析		②技術保有者が技術(機器、分析ソフト等)を貸出、第三者が調査・測定、技術保有者が分析		③技術保有者が技術(測定ソフト等)を販売(貸出)、道路管理者または業務受注者が保有する端末(スマートフォン等)で調査・測定、技術保有者が分析	
	①技術保有者の自己保有の機器による調査・測定、分析		④技術保有者が技術(機器等)を販売、購入者が調査・測定、分析		※貸し出し ※分析(診断)：JIPテクノサイエンス(Web解析)		※端末貸し出し ※計測費用(月額) ※分析(診断)：ゼンリンデータコム(Web解析) ※契約期間終了後、結果データ提供		①技術保有者の自己保有の機器による調査・測定、分析	
点検時の制約条件	昼夜の別	昼間	昼間	制約なし	制約なし	制約なし	制約なし	制約なし	制約なし	
	晴天・雨天の別	晴天	晴天	制約なし	制約なし	制約なし	制約なし	制約なし	制約なし	
	計測可能な速度帯	0~70 (km/h)	0~40 (km/h)	20~120 (km/h)	30~100 (km/h)	10~80 (km/h)	25~100 (km/h)	20~100 (km/h)	20~60 (km/h)	
	その他の制約条件	・路面が乾いていること。 ・路面の明るさ等の影響で画質が落ちる場合は再度測定する。	路面が湿潤状態の場合(雨天等)、東芝作成の制約事項に基づく	土砂、積雪などの堆積物がある状態での条件は除く。	ただし、計測速度が0-30km/hの走行が間欠的に含まれても可	渾水を伴う降雨や積雪を伴う降雪時は計測不可		推奨速度は30km/h以上、1回の計測に最低2km以上の走行データと、発進、停止、右左折を1回以上含む(計測距離5km以上、発進・停止、右左折2回以上を推奨)	・測定対象箇所がGPS信号を受信できない場合は測定できない(トンネルなど)。	
技術の詳細	測定機器の諸元	動画：ビデオカメラ1台(画素数3840×2160pixel フレームレート30p/25p)	・動画データ、GPSデータ：市販ビデオカメラ(SONYアクションカム)	・加速度計2個 ±200m/s <sup>2</sup> 寸法18×18×24mm @40g程度(ケーブル含まず) ・GPSレシーバ1個 寸法59×47×24mm 50g 精度(ケーブル含まず) ・計測器1台、PC 1台ほか接続ケーブル類1式	・鉛直方向加速度：スマートフォンの加速度センサー ・ピッチング角速度：スマートフォンの角速度センサー	・GPSセンサー(取得間隔：1Hz) ・三軸加速度センサー(取得間隔：100Hz)	・加速度センサー(500Hz) ・GPS ・ビデオカメラ(400万画像)	・使用スマホは、OSがAndroid2.3以上、サブプリング周波数最低50Hz以上(推奨100Hz以上)の加速度センサーとGPSを内蔵 ・スマホは車両にしっかりと固定すること ・計測時の走行速度は20km/h以上、1回の走行距離2km以上 ・使用車両がアクティブサスペンション(コンピュータ制御で硬さが変わるもの)ではない	・3軸加速度：スマートフォンの加速度センサー ・位置情報：スマートフォンのGPS装置	
	分析・診断方法	・ひび割れによる損傷レベル：ビデオカメラで撮影した画像データにより評価 ・わだち掘れによる損傷レベル：ビデオカメラで撮影した画像データにより評価 ・ひび割れとわだち掘れによる損傷レベルの診断はAI(人工知能)を使用	・市販ビデオカメラより、動画データとGPSデータを収集 動画データより、画像処理でひび割れを自動解析 解析データとGPSデータより、ひび割れ率を自動算出 ・ひび割れ率算出方法は、舗装調査・試験法便覧「IS029舗装路面のひび割れ測定方法」に準拠し、0.5mマス目に区切り、メッシュ法にて算出する ただし、解析幅は1.5m/2.5mのいずれかとする(標準は2.5m)	・PCで測定開始・終了を操作。収録中は、リアルタイムIRI値を表示。車速距離計信号とGPSによる距離精度を向上させ、1m以上の評価基準毎のIRIを算出。ただし、評価距離長は集録前に設定。	・IRI：鉛直加速度およびピッチング角と加速度データからGPSデータと加速度データを取得し蓄積する。 ・一定距離毎に一定半径の評価エリアを作成する。 ・評価エリア毎に一定半径内に含まれるデータを用いて路面性状を評価する。	・測定されたIRIより、異常箇所を検出し、路面状況画像にて損傷の原因を特定する。	・BumpRecorderをインストールしたスマホを車両のキャビン内に固定。 ・アプリを起動して計測を開始し、普通に運転して計測区間を走行。ただしオートキヤリレーションのために最低2kmを走行。計測区間が2km未満の場合は前後いずれかあるいは両方に余分に走行。 ・走行後、データアップロード約10分後にWeb上で結果を確認。ダウンロードも可能。	・スマートフォンにより測定された上下加速度および位置情報を基に、対象路線の一定区間ごと(例えば50m等)にIRIを算出する。 ・左右及び前後加速度を基に上下加速度値を補正している。		
測定実施者	測定実施者	福田道路	①第三者による測定も可能 ②道路管理者	道路管理者	道路管理者	第三者による測定も可能	大成ロテック 及び ティール・コンサルタント	①業務受注者(第三者) ②道路管理者	道路管理者	
	分析実施者	福田道路(NEC)	東芝インフラシステムズ	JIPテクノサイエンス	ゼンリンデータコム	(Web解析サービス)	(Web解析サービス)	パンプレコーダー	富士通道路パトロール支援サービス	
異常値への対応	原因調査の実施	有り	有り	有り	有り	無し	有り	有り	有り	
	対応内容	画像の欠測(画質の不良など)については、現場においてPC画面で画像を確認し、異常があれば撮り直しを実施 データの異常値については、動画が撮影できていればデータの欠測は無く、AIの判定値に異常値があれば、対応を検討	①業務受注者からの要請により、異常値発生要因の考察を回答 業務受注者が異常値と思われる部分は、業務受注者にて修正の上道路管理者へ報告 ②道路管理者からの要請により、異常値発生要因の考察を回答 道路管理者が異常値と思われる部分は、道路管理者にて修正	機器異常に関する電話対応、及びデータの確認を行い、状況に応じ現地調査を実施 ※正常値の報告は行わない	JIPテクノサイエンスが異常値の原因調査を行い、調査結果を道路管理者へ報告	業務受注者が異常値の原因調査を行い、正常な値を道路管理者へ報告	業務受注者が異常値の原因調査を行い、正常な値を道路管理者へ報告	パンプレコーダーが異常、又は欠測の理由(原因)を報告 ※対応については業務受注者又は道路管理者が判断 (日常的な繰り返し計測を想定しており、異常値は除外し、正常と思われる値を用いる) 日常的な繰り返し計測を想定しており、異常値は除外し、正常と思われる値を用いる	異常値を測定データの異常とすれば、システムで計測した数値の異常値については、原因の確認、再度測定等の対応 機器故障により発生したシステムが出力した異常値については、原因の確認と異常値に対する対策・対応(機器の交換・修理等)を実施し、再測定等を検討	
AIの活用	活用の有無	有り	有り	無し	無し	無し	無し	無し	無し	
	概要	CNN(畳み込みニューラルネットワーク) 【人工ニューラルネットワーク】	SVM(サポートベクターマシン) 【パターン認識モデル】	-	-	-	-	-	-	
使用車両における制約(改造、チューニング等)		制約なし(車種、メーカー問わず) ※フロントガラス内側にビデオカメラを設置した時に必要職員、路面損傷が撮影可能なこと	制約なし(普通乗用車であれば問題無し) ※屋根上に設置場所(吸盤設置)が必要	制約なし(ニッサン ADバンやトヨタプロボックスなどの商用車が望ましい)	制約なし(普通乗用車、小型乗用車、軽自動車対象) ※車両形状の制約は無し ※大型トラック車両、バス車両などは、車両サイズなどにより別途確認が必要	制約なし(普通乗用車、小型乗用車、軽自動車対象) ※0BD2のインタフェースもしくはシガーソケット(給電に利用)が必要	制約なし(普通乗用車が対象) ※但し、サスペンションの共振周波数(硬さ、車両重量(積載重量含む))が計測中に変化しない車両	普通乗用車(普通車、2tまでのトラック)		

※1：協議、打合せ、旅費、報告書作成は含まない。  
 ※2：評価区間長20m

路線名：一般国道192号（上り）

（自）徳島県吉野川市山川町一里塚 （至）美馬市穴吹町穴吹

交通量：12,762台／日【（小型車）10,277台／日（大型車）2,485台／日】

試験実施日：①平成29年11月15日（水） 天候：晴 路面状況：乾燥

：②平成29年11月21日（火） 天候：晴 路面状況：乾燥

試験時間：（昼間試験：①・②）

第1ブロック 10時 ～12時

第2ブロック 13時30分～16時30分

（夜間試験：①のみ）

第1ブロック 21時～22時

第2ブロック 22時～23時

舗装（表層）：密粒度アスファルト舗装



第1ブロック。



第2ブロック。

## 1. 舗装点検技術の性能評価

### 1-1. 性能評価項目

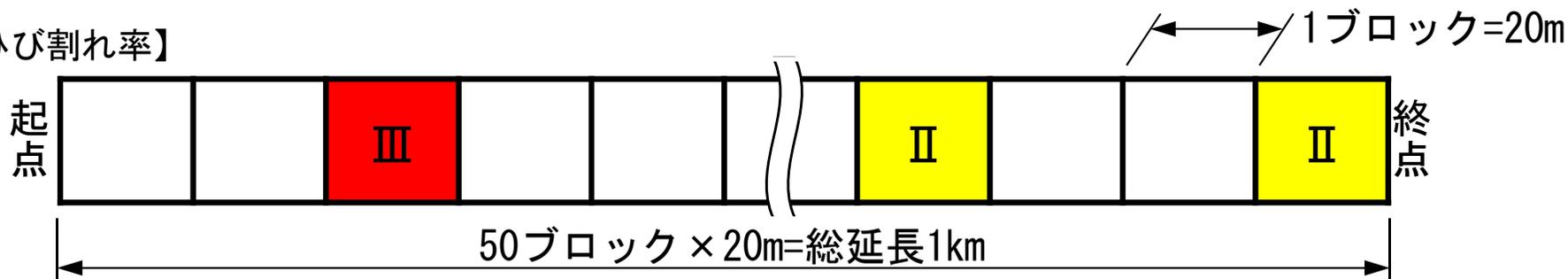
アスファルト舗装における健全性診断の判定指標となる「ひび割れ率」「わだち掘れ量」「IRI」を性能評価項目とし、舗装点検要領に基づく診断区分Ⅱ、Ⅲの区間を抽出する能力・精度を確認する。

区分		ひび割れ率	わだち掘れ量	IRI	状態
I	健全	20%未満	20mm未満	3mm/m未満	損傷レベル小:管理基準に照らし、劣化の程度が小さく、表層表面が健全な状態である。
II	表層機能保持段階	20%以上	20mm以上	3mm/m以上	損傷レベル中:管理基準に照らし、劣化の程度が中程度である。
III	修繕段階	40%以上	40mm以上	8mm/m以上	損傷レベル大:管理基準に照らし、それを超過している又は早期の超過が予見される状態である。

### 1-2. 提出する試験結果

試験区間(一般国道(直轄管理区間)、総延長L=1km、幅員W=3.0~3.15m程度)における測定結果を基に、L=20mに分割されたブロックごとに診断を行う。

(例)【ひび割れ率】



## 1-3. 評価指標

正解値<sup>※1</sup>に対する、応募者の測定試験における診断区分Ⅱ、Ⅲの区間の抽出能力における精度、効率性等を確認するため、「検出率」「的中率」<sup>※2</sup>を評価指標とする。

また、「その他の評価指標」として、コスト(点検に要する費用)、時間効率性(測定時の走行速度、測定回数、報告までに係る期間)等を加える。

※1. ひび割れ率は「スケッチによる方法」、わだち掘れ量は「横断プロフィールメーターによる方法」、IRIは「ディップスティックによる計測方法」による実調査を行い、試験区間における損傷区分の正解値とする。

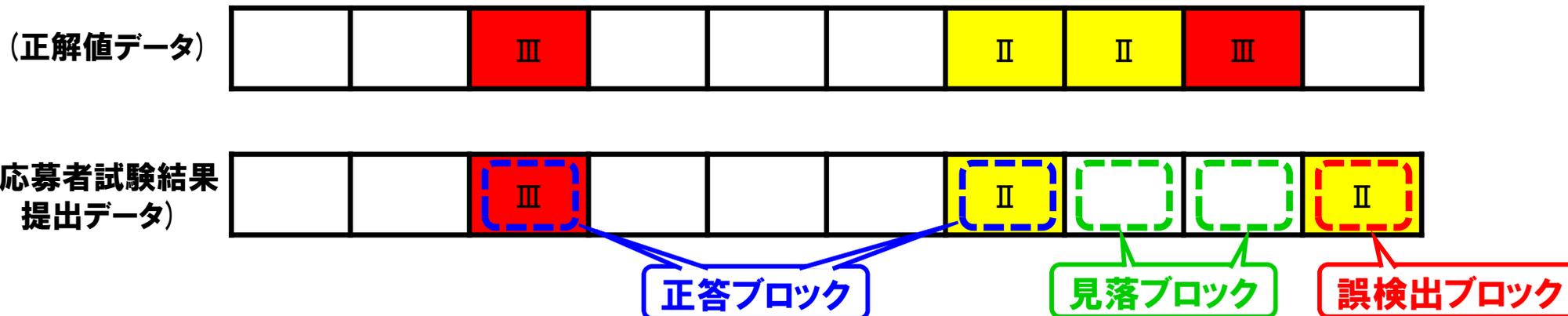
※2. 検出率及び的中率については、「診断区分Ⅱ以上(診断区分Ⅱ及びⅢ)」「診断区分Ⅲ」それぞれにおいて評価を行う。尚、「診断区分Ⅱ以上」については『管理基準に照らし、劣化の程度が中程度以上である区間を検出できるか否か』、「診断区分Ⅲ」については『修繕段階となる損傷を検出できるか否か』を目的とする。

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
その他	コスト = 測定区間(延長L=100km、片側1車線)における舗装診断に係る費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同一路線、連続する区間等の条件は無し</li> <li>・測定路線をL=20mの区間に分割し、区間ごとに路面の健全性の判断指標(ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI)について評価を行った場合における、準備及び測定、分析(診断)、報告までに必要となる費用</li> </ul>
	時間効率性 = 測定時の走行速度、測定回数、及び報告までに係る期間 等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測定時の最高及び平均速度、測定可能な速度帯、現地測定及び報告までに係る期間等</li> </ul>

## 1-4. 評価方法及び評価結果

検出率及び的中率の算出方法及び評価結果の事例を以下に示す。

(例) 【ひび割れ率の評価：A技術】



(例) 検出率について

$$\text{検出率} = \frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{正解値を基にした実損傷ブロック数}} = \frac{\text{正答ブロック数}}{\text{実損傷ブロック数}} \quad \text{より}$$

$$\text{診断区分 II 以上の検出率} = \frac{2\text{ブロック(正答ブロック数)}}{4\text{ブロック(実損傷ブロック数)}} = 50\%$$

$$\text{診断区分 III の検出率} = \frac{1\text{ブロック(正答ブロック数)}}{2\text{ブロック(実損傷ブロック数)}} = 50\%$$

(診断区分 II 以上における正答表)

診断区分		応募者試験結果		
		無	II	III
正解値	I	対象外	誤検出	誤検出
	II	見落	正答	正答
	III	見落	正答	正答

(診断区分 III における正答表)

診断区分		応募者試験結果		
		無	II	III
正解値	I	対象外	対象外	誤検出
	II	対象外	対象外	誤検出
	III	見落	見落	正答

(例) 【ひび割れ率の評価：A技術】

(正解値データ)



(応募者試験結果  
提出データ)



正答ブロック

見落ブロック

誤検出ブロック

(例) 的中率について

$$\text{的中率} = \frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{応募技術により検出されたブロック数}} = \frac{\text{正答ブロック数}}{\text{正答ブロック数} + \text{誤検出ブロック}} \text{より}$$

$$\text{診断区分 II 以上の的中率} = \frac{2\text{ブロック(正答ブロック数)}}{2\text{ブロック(正答ブロック数)} + 1\text{ブロック(誤検出ブロック)}} = \underline{67\%}$$

$$\text{診断区分 III の的中率} = \frac{1\text{ブロック(正答ブロック数)}}{1\text{ブロック(正答ブロック数)} + 0\text{ブロック(誤検出ブロック)}} = \underline{100\%}$$

指標	ひび割れ率	
	II 以上	III のみ
A技術	検出: 50% 的中: 67%	検出: 50% 的中: 100%

# 路面性状を簡易に把握可能な技術

(正解値を算出した各性能評価項目ごとの測定方法等の説明)

# 舗装点検技術 ひび割れ率の測定及び整理方法

1. 舗装路面のひび割れの測定方法 【「舗装調査 試験法便覧」(平成19年6月、日本道路協会発行)、以下便覧という】便覧S029(スケッチによる方法)

20m区間毎に観測者が路面に生じたひび割れを写生し、ひび割れ率を算出する方法

1) 測定方法

路面上のひび割れにチョークでマーキング、路面上に0.5mごとのます枠を設置し、センターライン側レーンマークの内側から路肩側レーンマークの内側まで、各ます目のひび割れ状況を撮影記録する。

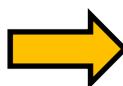
2. 舗装調査・試験法便覧に記載のスケッチによる方法の整理方法

1) 試験法便覧:S029「5.結果の整理」(p[1]-159)

・線状ひび割れ 1本	0.15m <sup>2</sup>	} ひび割れ面積
・線状ひび割れ 2本以上	0.25m <sup>2</sup>	
・パッチング 0%以上25%未 満	0.00m <sup>2</sup>	
・パッチング 25%以上75%未 満	0.125m <sup>2</sup>	
・パッチング 75%以上	0.25m <sup>2</sup>	

・ひび割れとパッチングの両方ある場合は、ひび割れのマス目として数える。

$$\text{ひび割れ率(\%)} = \frac{\text{ひび割れ面積(m}^2\text{)}}{\text{調査対象区画面積(m}^2\text{)}} \times 100$$



**この値が、20or40%を超えるか否かで、1ブロック(20m)毎に診断区分を判定**

2) 試験法便覧:S029 「注意事項」(p[1]-162)

- ・埋設復旧の跡や構造物周りの擦り付けは、パッチングとは考えない。
- ・車線幅いっぱい、または延長方向が数mにわたる小規模補修は打ち換えとみなし パッチングとしては計上しない。

3) 試験法便覧:S029 「解説」(p[1]-164,165)

- ・メッシュ境界に沿った線状ひび割れは2重計上しないように処理。
- ・20cmを下回るような独立した微小なひび割れがメッシュ内に1本生じている場合はひび割れとしてカウントしない。
- ・一部不連続でもほぼ1本とみなせる場合は連続したものとして処理。

## 舗装点検技術 ひび割れ率の測定及び整理方法

3. 便覧のみでは整理方法は大まかなため、詳細な整理方法を舗装業者にヒアリングし、便覧の整理方法に加え、結果を取りまとめた。

### ＜ヒアリングによる補足＞

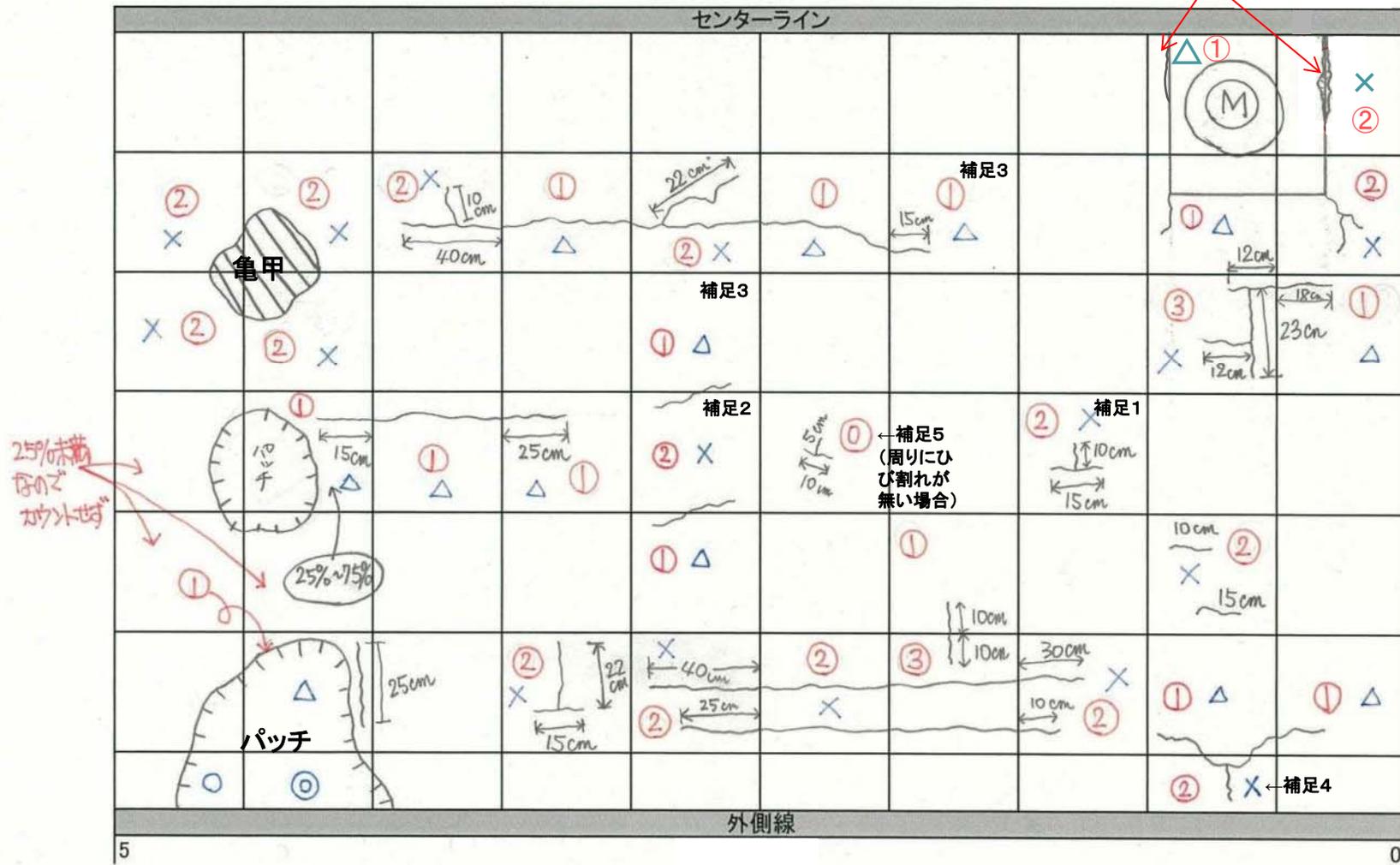
- 1) 途中で枝分かれしているひび割れは2本として計上。
- 2) 20cmを下回る計上しないひび割れとは、単独で発生している1本のみのひび割れを除外できると捉え、同じマス内に20cm以下のひびが2本あった場合は、2本として計上。
- 3) 長い1本のひびが複数マスにまたがり、途中、起終部分が僅かにマスにかかった場合も当該のマスで1本のひび割れとして計上。
- 4) 路肩付近の20cmマスに満たないマスにおいても、マス内を横切るひび割れが、単独で発生している1本のみのひび割れでない限り、通過する全てのマスに1本ひびがあるものとして計上。
- 5) 周辺にひび割れがなく共に10cm未満のy字型のひび割れの場合は、計上しない。

## ＜ヒアリングによる補足 図示＞

ひび割れスケッチ図(国道192号)

マンホール等の補修時のカッター跡に沿ったひび割れ(角割れ等)は計上する。

ひび 1本	△
ひび 2本	X
100% 25%以上 25%未満	○
75% 以上	◎



① = 1本  
② = 2本

スケッチ



メッシュ設置



ひび割れ確認



ひび割れ確認



撮影

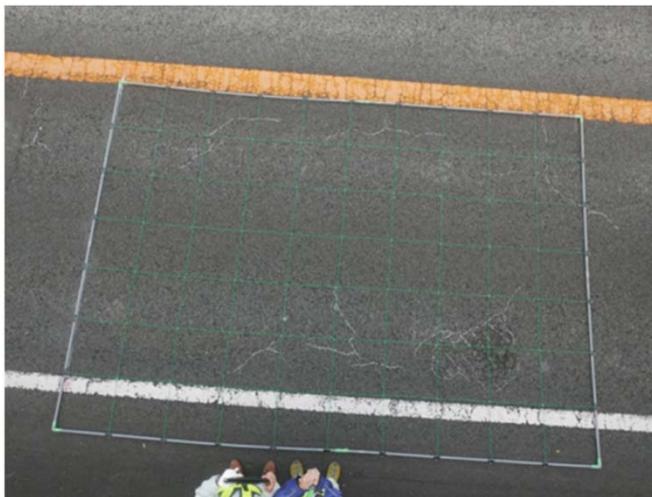


上空からの写真

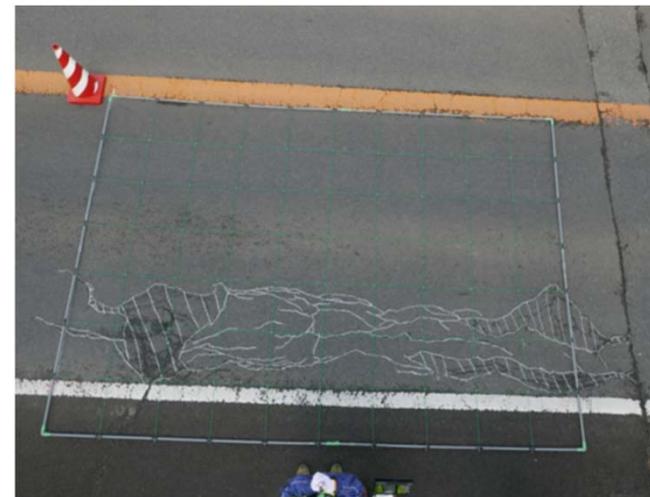


## 診断区分Ⅱ

ひび割れ率 26.5%



ひび割れ率 32.5%



---

## 診断区分Ⅲ

ひび割れ率 59.7%



ひび割れ率 77.6%



# 舗装点検技術 わだち掘れ量の測定及び整理方法

## 1. 舗装路面のわだち掘れ量の測定方法

便覧S030「舗装路面のわだち掘れ量測定方法」(1)横断プロファイルメーターによる方法にて、20m毎に各区内中央位置の横断測線におけるわだち掘れ量を測定した。

## 2. 舗装調査・試験法便覧に記載の横断プロファイルメーターによる方法の整理方法 以下に示す便覧:S030「5.結果の整理」(p[1]-170)に基づき行った。

- 1) 車線中央の凸部が、両側の凸部より高い場合には、**図-S030・5a)**によってわだち掘れ量 $D_1$ 、 $D_2$ をmm単位で読み取る。
- 2) 車線中央の凸部が、両側の凸部より低い場合には、**図-S030・5b)**によってわだち掘れ量 $D_1$ 、 $D_2$ をmm単位で読み取る。
- 3)  $D_1$ 、 $D_2$ のうち、大きい方の値を測定断面のわだち掘れ量とする。



この値が、20or40mmを超えるか否かで、  
1ブロック(20m)毎に診断区分を判定

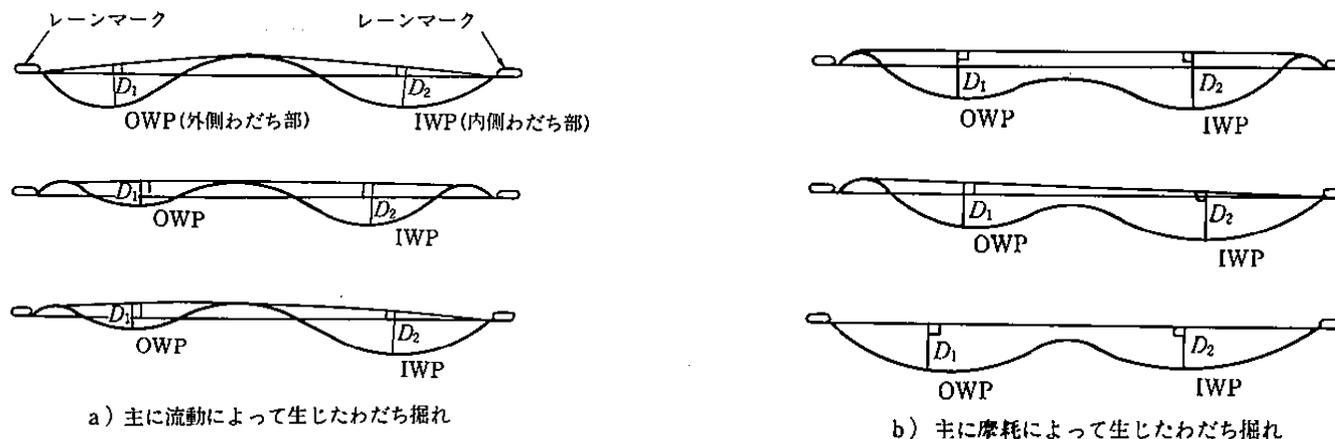
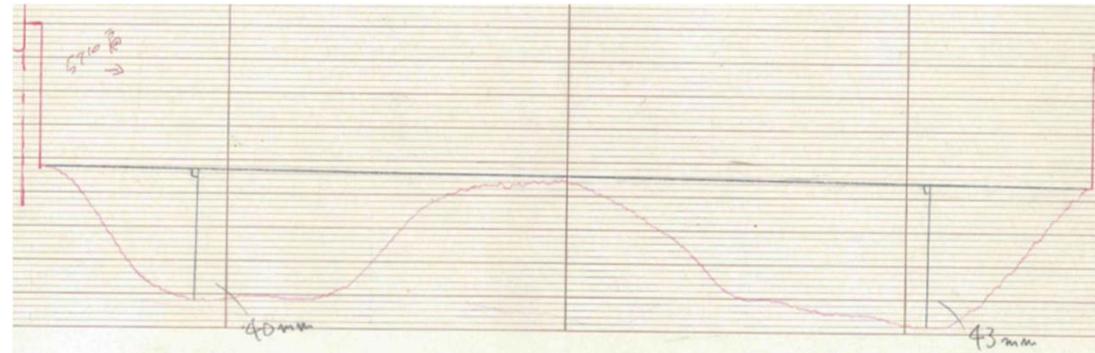


図-S030・5 わだち掘れ量の定義

横断プロフィールメータ



測定結果印字



測線マーキング



測定器セット



測定



診断区分Ⅱ

わだち掘れ量 38mm



わだち掘れ量 30mm



診断区分Ⅲ

わだち掘れ量 43mm



わだち掘れ量 40mm



# 舗装点検技術 IRIの測定及び算出方法

## 1. 舗装路面のIRIの測定方法

便覧S032T「国際ラフネスの調査方法」(3)ディップスティックによる計測方法(クラス1相当)による方法にて実施し、縦断プロフィールデータを得てQCシミュレーションにて20m毎にIRIを算出した。車道上の測定位置は、外側線内側から0.5m。

## 2. 舗装調査・試験法便覧に記載のIRIの算出方法

以下に示す便覧:S032T「5.IRIの算出方法」(p[1]-182)に基づき行った。

クラス1, 2の縦断プロフィールデータを用い、QC(Quarter Car)シミュレーションによりIRIを算出する。QCシミュレーションは、通常用いられている2軸4輪の車両の1輪だけを取り出し抽象化したクォーターカーモデルであり、図-S032・2に示すような力学系で表現される。IRIは、QCシミュレーションを一定の速度で路面上を走行させたときの車が受ける上下方向の運動変位の累積値(mm)と走行距離の比であり、QCシミュレーションの一連の運動方程式である式(S032・1)～式(S032・3)によりIRIを算出する。

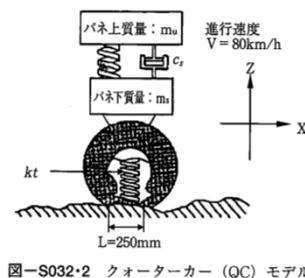


図-S032・2 クォーターカー (QC) モデル

**この値が、3or8mm/mを超えるか否かで、1ブロック(20m)毎に診断区分を判定**

ここに、 $c_t$  : サスペンションのダンピング

$k_t$  : サスペンションのばね係数

$k_s$  : タイヤのばね係数

$m_u$  : ばね上質量 (車輪1個によって支持された車体の質量)

$m_s$  : ばね下質量 (車輪/タイヤの各質量と車体懸架装置/車軸の各1/2質量)

$h_p$  : プロファイル

$L$  : プロファイル長

$h_p$ を入力して、式(S032・1)を解き、式(S032・3)によってIRIを計算する。この時の速度は80km/hを標準とする。

$$IRI = \left| \int_0^{L/V} |z_u - z_s| dt \right| / L \quad \text{.....(S032・3)}$$

$z_s$  : ばね上質量の高さ (縦座標)

$z_u$  : ばね下質量の変位 (縦座標)

また基準化されたパラメータを以下に示す。

$$c = c_t / m_s = 6.0$$

$$k_1 = k_t / m_s = 653$$

$$k_2 = k_s / m_s = 63.3$$

$$\mu = m_u / m_s = 0.15$$

$$\dot{x} = A_x + B h_p \quad \text{.....(S032・1)}$$

$$x = [z_u, z_s, z_w, z_c]^T$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -k_2 & -c & k_2 & c \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ k_2/\mu & c/\mu & -(k_1+k_2)/\mu & -c/\mu \end{pmatrix}$$

$$B = [0, 0, 0, k_1/\mu]^T \quad \text{.....(S032・2)}$$

ここに、 $h_p$  : 平滑化されたプロファイル高

ディップスティック



測線位置出し



測線マーキング



測定



## 診断区分Ⅱ

IRI 7.7mm/m



IRI 4.1mm/m



---

## 診断区分Ⅲ

IRI 11.5mm/m



IRI 10.0mm/m

