

No.	PA010011-V0022	技術名	汎用機材を用いたAI舗装損傷診断システム（マルチファインアイ）																	
会社名	福田道路株式会社		担当者	粕谷 一明	連絡先	TEL：025-231-1211 E-mail：kasuya01831@fukudaroad.co.jp														
技術概要	本技術は、ディープラーニングを利用して、ビデオ画像から舗装のひび割れ率(%)相当値、わだち掘れ量損傷レベルをAIで自動診断する技術である。専用車を必要とせず、わずかな測定機材だけ現地へ持ち込めば、簡易に計測が可能となる。従来の熟練者による路面画像の目視診断作業が不要となり、省人化によるコスト縮減と工程短縮が期待できる。																			
概要図・機器写真																				
関連情報 URL	<a href="https://www.fukudaroad.co.jp/technology/multifineeye/">https://www.fukudaroad.co.jp/technology/multifineeye/</a>																			
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																			
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 (R4年度)				わだち掘れ量															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ひび割れ率</th> </tr> <tr> <th>Ⅱ以上検出率</th> <th>Ⅱ以上の中率</th> <th>Ⅲ検出率</th> <th>Ⅲ的中率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90~100%</td> <td>90~100%</td> <td>60~70%</td> <td>90~100%</td> </tr> </tbody> </table>				ひび割れ率				Ⅱ以上検出率	Ⅱ以上の中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率	90~100%	90~100%	60~70%	90~100%	-			
	ひび割れ率																			
Ⅱ以上検出率	Ⅱ以上の中率	Ⅲ検出率	Ⅲ的中率																	
90~100%	90~100%	60~70%	90~100%																	
IRI				アウトプット（出力）形式																
-				・Excelファイルに、位置情報、ひび割れ率診断区分Ⅰ～Ⅲ、ひび割れ率(%)相当値、わだち掘れ量診断区分Ⅰ～Ⅲ、わだち掘れ量レベルを帳票作成システムにより出力。																
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：0円（機器設置は計画準備に含む）</li> <li>・内業：540,400円</li> <li>・機械経費：5,000円</li> <li>・その他：484,600円（諸経費）</li> </ul> 合計：1,030,000円			定額費用一例	-														
実績 2023年度時点	国土交通省	15 件		その他 公共機関	12 件		民間	3 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	0km/h	データ出力標準日数	1~5km	10日	測定対象幅員	2.5~4m程度										
		<input type="checkbox"/> 夜間		最高	70km/h		100km	20日												
	実道試験に使用した車両タイプ		軽ワンボックス		実道試験に使用した車両名		日産 クリッパー													
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最低速度「0km/h」は測定中、停車しても解析に支障がないという意味である</li> <li>・測定不可能となる条件：雨天や降雪時、路面が濡れている、位置情報の取得ができない区間</li> <li>・車線幅員4m以上は分割で計測</li> <li>・測定機器のリースおよび購入：可</li> </ul> ※データ出力標準日数は営業日																			

1. 基本事項

技術番号	PA010011-V0022		
技術名	汎用機材を用いたAI舗装損傷診断システム(マルチファインアイ)		
技術バージョン		作成: 2023年3月作成 (2024年3月更新)	
開発者	福田道路株式会社、日本電気株式会社		
連絡先等	TEL: 025-231-1211	E-mail: <a href="mailto:kasuya01831@fukudaroad.co.jp">kasuya01831@fukudaroad.co.jp</a>	担当部署 事業本部 技術部
現有台数・基地	3	基地	①技術研究所(新潟県新潟市西蒲区) ②東京本店(東京都千代田区) ③関西支店(大阪府大阪市浪速区)
技術概要	本技術は、ディープラーニングを利用して、ビデオ画像から舗装のひび割れ率(%)相当値、わだち掘れ量損傷レベルをAIで自動診断する技術である。専用車を必要とせず、わずかな測定機材だけ現地へ持ち込めば、簡易に計測が可能となる。従来の熟練者による路面画像の目視診断作業が不要となり、省人化によるコスト縮減と工程短縮が期待できる。		
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	
	物理原理	路面の動画と位置情報を計測し、AI判定モデルを用いて舗装損傷を検出し、損傷を数値化する技術	
	検出項目	カメラによる画像のAI解析(ひび割れ率(%)相当値、わだち掘れ量損傷レベル)	

2. 基本諸元

計測機器の構成		本計測機器は、「フルHD画質以上の動画撮影装置」と「準天頂衛星からの位置情報を取得できる測位モジュール」を、現地調達した「移動車両」に装着するものから構成されている	
移動装置	移動原理	【車両型】: 車両にセンシング機器を設置し、交通流にそって走行しながら、撮影対象箇所(車線)への離隔の範囲内でアプローチするもの	
	運動制御機構	通信	—
		測位	—
		自律機能	—
	外形寸法・重量	ニッサン クリップパーの場合(長さ339cm、幅147cm、高さ189cm)、最大重量(1370kgf)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	—	
	動力	内燃機関を搭載した車両	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	—	
計測装置	設置方法	移動装置と計測機器は分離構造。カメラを、移動装置の屋根にアタッチメント(吸盤治具)を用いて前方向きに装着させる。またGNSS受信機も磁石により移動装置の屋根に設置する。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	カメラ : 幅29mm × 高さ47mm × 奥行83mm 質量約89g	
	センシングデバイス	カメラ	ソニー製カメラ 型番:FDR-X3000 センサーサイズ(1/2.5型)、ピクセル数(30p/25p:3840×2160)、焦点距離(2.6mm)
		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	車載カメラにより取得した車両前方画像から、静止画を10fpsごとに切り出してAI解析し、その結果をGPSデータから累積距離に紐づけし、2mごとにひび割れ率とわだち掘れ量レベルを集計する
		計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	路面が濡れていないこと 高架下などの暗い箇所は精度(損傷検出、GPS)が低下する、トンネル内は測定不可 コンクリート舗装は対象としない、夜間計測は不可、移動(計測)速度 70km/h以下
		精度と信頼性に影響を及ぼす要因	晴天時における電線などの影、強い曇りにおける暗さ 高架下やトンネルなどにおけるGPS受信の不備 移動(計測)速度
		計測プロセス	①計測路線の測定計画を立てる ②車両にカメラとGNSS測位モジュールを取り付け、計測路線を走行する(70km/h以下) ③取得画像よりAIを用いて、ひび割れ率、わだち掘れ量レベルを判定する(2m区間で集計) ④AIにより判定された結果から、帳票作成システムにて帳票を作成する(任意の評価区間で集計)
	アウトプット	・結果一覧表(Excel、csv) 起点からの累積距離、緯度経度、ひび割れ率、わだち掘れレベルの一覧表 ・損傷個所の分布図(SHP、KML) ひび割れとわだち掘れごとに、評価区間単位で地図上に損傷レベルを色分けした分布図	
	計測頻度	最小計測回数1回	
耐久性	—		
動力	移動装置の内燃機関によって発電された電力、あるいは、ポータブルバッテリー		
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	カメラを、移動装置の屋根にアタッチメント(吸盤治具)を用いて前向きに設置装着させる。GNSS受信機も磁石により移動装置の屋根に設置する	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	カメラ : 幅29mm × 高さ47mm × 奥行83mm 質量約89g	
	データ収集・記録機能	動画 : SDカード GPS : PC記録	
	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	移動装置の内燃機関によって発電された電力、あるいは、ポータブルバッテリー	
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)	車線幅員2.5m~4m程度	
	感度	校正方法	—
		検出性能	—
		検出感度	—
	撮影速度	移動(計測)速度 70km/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	人が目視車上点検で認識できるひび割れ程度	
	計測速度 (移動しながら計測する場合)	移動(計測)速度 70km/h以下(測定中、停車しても解析には支障がない)	
	位置精度 (移動しながら計測する場合)	移動(計測)速度 70km/h以下	

4. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順	<p>【ひび割れ率、わだち掘れレベルとも同じ検出手順】</p> <p>①起点終点を設定する(手動)</p> <p>②解析対象区間の動画を切り出し、10fpsごとの画像に対してAI判定モデルを用いひび割れとわだち掘れを検出する(自動)</p> <p>③検出した結果を、GPSデータから累積距離に紐付けし、2m区間で集計する(自動)</p> <p>④ひび割れはひび割れ率として集計し、わだち掘れは5段階のわだち掘れレベルとして集計する(自動)</p>	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	—
	検出可能な変状	ひび割れ : ひび割れ率 わだち掘れ : 5段階のわだち掘れ量レベル
	変状検出の原理・アルゴリズム	<p>【ひび割れ率・わだち掘れ量レベル】</p> <p>①機械学習の方法 : ディープラーニング</p> <p>②ディープラーニング学習方法 : 畳み込みニューラルネットワーク</p> <p>③学習に利用した教師データ : ひび割れ(5,000枚程度)、わだち掘れ(20,000枚程度)</p> <p>④AI解析画像の撮影条件・仕様 :</p> <p>カメラ : Sonyアクションカム</p> <p>画角 : 路面が見える程度</p> <p>天候 : 晴れ・曇り</p> <p>速度 : 70km/h以下</p> <p>解析範囲: 車線毎</p>
	取り扱い可能な画像データ	<p>①ファイル形式 : mp4、JPEG</p> <p>②ファイル容量 : 数十GB</p> <p>③カラー/白黒画像 : カラー</p> <p>④画素分解能 : フルHD以上</p> <p>⑤その他留意事項: なし</p>
	出力ファイル形式	・画像 : mp4、JPEG ・帳票類 : Excel、csv ・損傷図 : SHP、KML

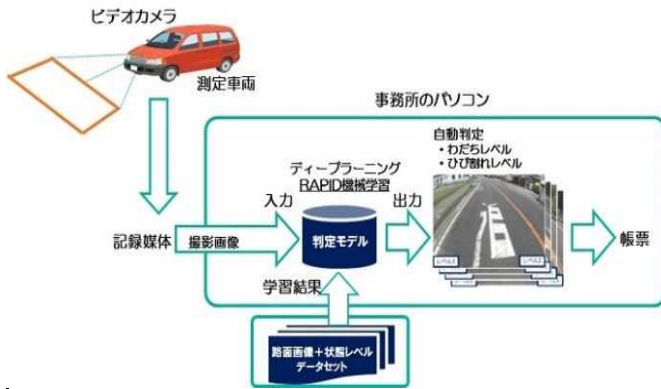
5. 留意事項(その1)

項目		適用可否／適用条件
点 検 時 現 場 条 件	道路幅員条件	・車線幅員:2.5m~4m程度
	周辺条件	・高さ制限は特になし ・高架下、トンネルでは計測が困難
	作業範囲	・特になし
	安全面への配慮	計測中は注意喚起の看板を車両後方に設置
	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	・人による運搬、あるいは車両に搭載しての運搬
	気温条件	・1℃~40℃程度
	車線数の制約	・特になし ・ただし、延長の短い右左折車線の計測は協議が必要
	その他	・夜間の計測は不可

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	操作1人、運転者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	特になし
	点検・診断に関する費用	100km当たり1,030,000円(消費税含まず) ※帳票の結果一覧表作成は含む ※損傷図の作成、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、保証範囲:対人、対物
	時間帯(夜間作業の可否)	夜間計測は不可
	計測時の走行速度条件	0km/h(測定中停車しても支障がない)~70km/h以下
	渋滞時の計測可否	特になし(測定可能)
	可搬性(寸法・重量)	計測機材は、人の運搬可能、宅急便等での送付も可能
	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 ・車両のみ、レンタルで入手(標準は軽バンタイプ)
	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:福田道路-NECで開発したAI舗装損傷検出モデルを使用 ・必要作業:担当者による解析作業 ・100km当たり計測費用 1,03,000円に含む
	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	なし
その他	①特許状況:特許取得済みであるが、条件等はなし ②気象条件:雨天時は計測不可、路面が濡れていても測定不可 ③作業条件:なし ④適用できない条件:トンネル(GPS受信ができない)、高架下(GPSが受信しにくい、暗い)コンクリート舗装(未学習)	

6. 図面





技術番号	PA010011-V0022						
技術名	汎用機材を用いたAI舗装損傷診断システム (マルチファイナアイ)			開発者名	福田道路株式会社/日本電気株式会社		
試験日	令和5年2月14日	天候	晴れ	昼夜	昼	路面状況	乾燥
試験場所	三重県亀山市関町坂下						
カタログ分類	舗装	検出項目	ひび割れ率、わだち掘れ量			計測時 平均速度	40 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
-------------------	--------------

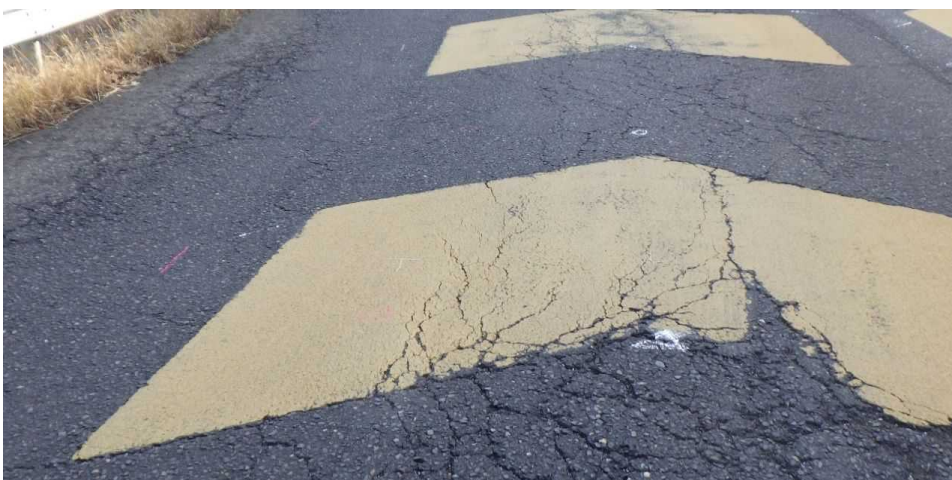
対象箇所の概要

【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 : 997m (100区間)
- ・交通量 : 4,265 台/日 (〈小型〉 2,293 台/日、〈大型〉 1,972 台/日) 【H27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	PA010011-V0022
【①点検】路面画像と位置情報を取得する		
【②データ取り込み】取得した路面画像と位置情報をPCに取り込む		
【③解析前処理】測定区間の起終点を指定する		
【④データ解析】路面画像から路面性状（ひび割れ率相当値、わだち掘れレベル）をAIを用いて、判定する その後、出力データを用いて、帳票を自動作成する		

車両・機器諸元、機器設置状況、測定状況

- 【車両諸元】
- ・測定時の車種 ニッサン クリッパー
  - ・車両サイズ
    - └長さ:339cm
    - └幅:147cm
    - └高さ:189cm



- 【機器諸元】
- ・アクションカム（4K対応） 1台
  - ・GNSS測位モジュール 1台



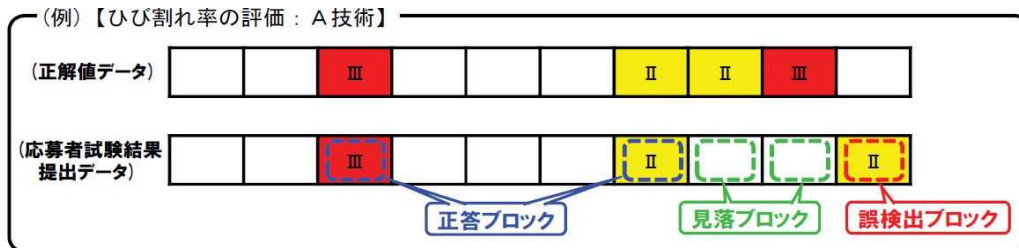
## 【計測技術の精度の算出方法】

- ・実道試験区間（延長997m）における合計100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】

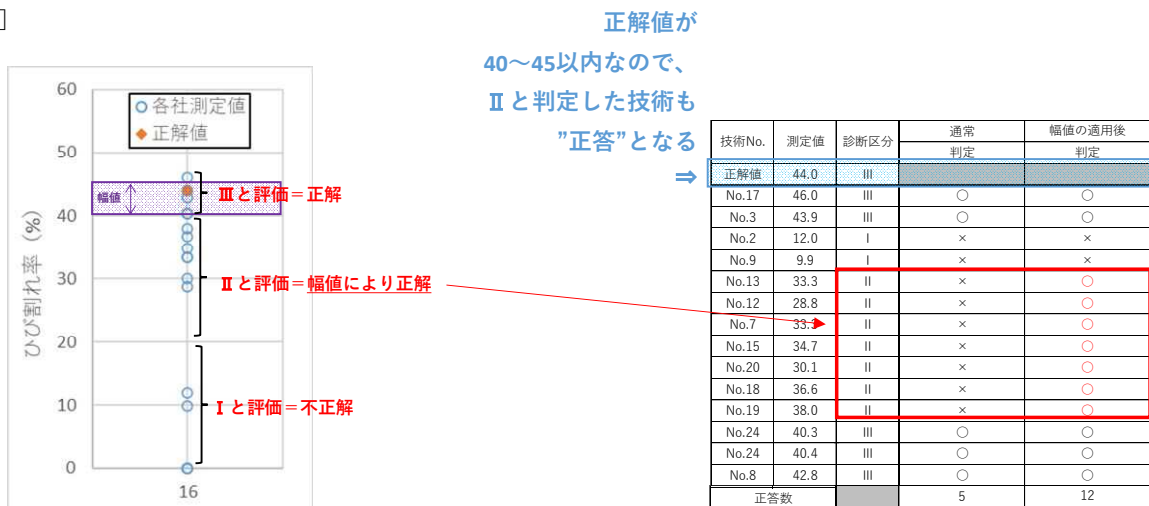
各測定項目（ひび割れ率・わだち掘れ量・IRI）の『正解値』が以下の幅値の範囲内であった場合、隣合った区分も正解とする

- 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]



## 【計測技術の精度確認結果（令和4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%	60～70%	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】

