

# 性能カタログ

## ■画像計測技術（橋梁）

## 画像計測技術(橋梁)

### 1. 基本事項

技術番号	BR010013-V0020		
技術名	高精細画像による橋梁下面や主塔のクラック自動抽出システム		
技術バージョン	R2	作成:2020年 3月	
開発者	(株)アルファ・プロダクト/共同開発:(株)長大		
連絡先等	TEL: 03-6457-2666	E-mail : t.hara@alpha-product.co.jp	技術部;原 徹
現有台数・基地	3 基地	東京都江東区青海2-4-10都立産業技術研究センター開発支援ラボ313	
技術概要	<p>1、特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高精細画像から自動でクラックを抽出するシステム。</li> </ul> <p>2、機器構成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・デスクトップパソコン1台、自動抽出ソフト、画像接合ソフト</li> </ul>		
技術区分	対象部位	上部構造(床版)、下部構造(橋台)、主塔	
	変状の種類	ひびわれ、床版ひびわれ	
	物理原理	画像	

### 2. 基本諸元

計測機器の構成		-	
移動装置	移動原理	-	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	-	
	動力	-	
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	-	

画像計測技術(橋梁)

計測装置	設置方法	-	
	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	-
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構機能	-
		測位機構	-
	耐久性	-	
	動力	-	
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	-	
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	-	
	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)	-	

## 画像計測技術(橋梁)

### 3. 運動性能

「2. 基本諸元」において、移動原理が「据置」または「人力」以外の場合は記載する

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
構造物近傍での安定性能(飛行型のみ)	検証の有無の記載 ※		—
		—	
狭小進入可能性能	検証の有無の記載 ※		—
		—	
最大可動範囲	検証の有無の記載 ※		—
		—	
運動位置精度	検証の有無の記載 ※		—
		—	

※ 性能検証を実施している場合は「有」、実施していない場合は「無」と記載する。「有」の場合は、根拠となる資料を巻末に添付する。

### 4. 計測性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件	
計測装置	撮影速度	検証の有無の記載 ※		—
			—	
	計測精度	検証の有無の記載 ※	有	—
		検出可能な最小ひびわれ幅 0.05mm 照度 223.9lxの時 ひびわれ幅0.05mm 計測精度0.05mm ひびわれ幅0.1mm 計測精度0.04mm ひびわれ幅0.2mm 計測精度0.0mm ひびわれ幅0.3mm 計測精度0.03mm ひびわれ幅1.0mm 計測精度0.06mm		
		長さ計測精度 (長さの相対誤差)	有	
照度 8307lxの時 0.96%(相対誤差)				
位置精度	検証の有無の記載 ※	有	—	
	照度 8307の時 水平方向: 52mm(絶対誤差) 鉛直方向: 5mm(絶対誤差)			
色識別性能	検証の有無の記載 ※	有	・照度の分かっている社内データのコンクリート画像と上記画像を比較して補正値を決める。 ・カラーチャート画像を補正し、RGB値を読み取る。	

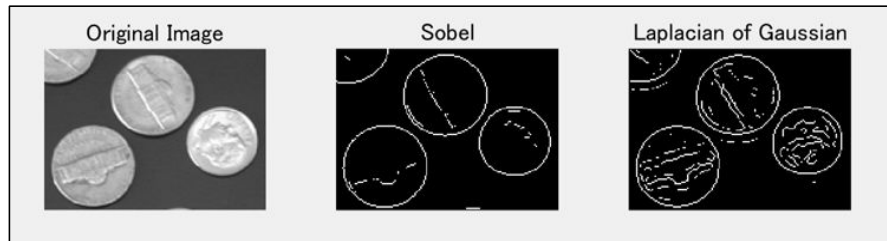
※ 性能検証を実施している場合は「有」、実施していない場合は「無」と記載する。「有」の場合は、根拠となる資料を巻末に添付する。

5. 画像処理・調書作成支援

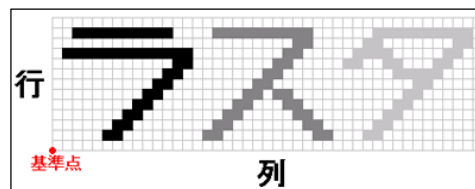
変状検出手順

- ① 設定した精度に合わせ、幅別表示の色を設定する。精度0.2mmであれば、0-0.2mm、0.2-0.4mmというように、0.2mm単位で幅別の表示色を設定する。※
- ② ひびわれの自動抽出ソフトを起動し、画像を認識させる。
- ③ デフォルトのガウス係数で(1.5)ガウス型ラプラシアンフィルタを適用する。※1
- ④ デフォルトの輝度設定で(128)2値化する。※2
- ⑤ ここでクラックがピクセル単位で認識される。
- ⑥ デフォルトの閾値で(孤立点除去半径:5)孤立点を除去する。※3
- ⑦ デフォルトのクラック長さ閾値(3)と走査間隔(1)でクラックを接合する。※4
- ⑧ クラックの長さ幅が計算され、幅別に設定したい $d_r$ 表示される。
- ⑨ ベクターデータに変換する。※5
- ⑩ 画像をさらに扱いやすい大きさに接合しJPEGデータで保存する。  
この時に、画像のみ、あるいはクラックと画像両方での保存のどちらかを選択する。

※1、コンクリートクラックは割れであるから、断面は3角形となり、割れに入射した光は入射方向には反射しない。また、コンクリート表面は微細なスポンジ状であり、人工的な目地等ではその縁は細かいギザギザなので、精細に見れば目地の境界線のコントラストはシャープではない。しかしクラックは割れであるので、境界線のコントラストはシャープである。この2点から、クラックは周囲との明暗差が大きく、エッジがシャープである。この特徴でクラックを選別するが、さらにその差を強調するフィルタがラプラシアンフィルタであるが、ノイズに対する感度が高いため、ある程度の平滑化をガウスフィルタで前処理している。ガウスフィルタ+ラプラシアンフィルタである。



- ※2、ガウス型ラプラシアンフィルタでコントラストを高めてから2値化する。フルカラーでの明度の段階は256階調であり、クラック判別のために中間値128以上をクラック、それ以下はクラックでないとする。つまり階調を捨てて、白と黒だけの2値画像に変換する。クラックは黒となる。
- ※3、上記の工程を経ても、ノイズ等が残る。ノイズとクラックの違いは連続する点であるかどうかなので、半径5ピクセル以内に点がない場合はノイズとして消去する。
- ※4、ある長さのクラックが、白の1ピクセルを間にしてもまた続く場合は、連続するクラックとしてよいので、3ピクセル以上のクラックが1ピクセル開けて連続する場合は接合する。
- ※5、これまでの2値画像データはラスターデータ(座標軸上でのビットマップデータ)で、各ピクセルはxyの座標で表されるが、多数のクラックを扱うとデータ量が大きくなるため、ベクターデータに変換する。ベクターデータでは、ある点からの方向と長さの数式でクラックが記録される。



※幅別色分け表示とは別に、クラック長さとクラック幅の平均値、及びクラック最大幅の位置を数値で表し、1本の黒い線で表示したクラックの横に表示するモードも選択できる。

画像計測技術(橋梁)

ソフトウェア情報	ソフトウェア名	<ul style="list-style-type: none"> <li>クラック自動抽出ソフト FOCUS-<math>\alpha</math> Ver.2.85</li> <li>画像接合ソフト AUTOpano giga 4</li> </ul>		
	検出可能な変状	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひびわれ(幅および長さ)</li> </ul>		
	変状検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	<ul style="list-style-type: none"> <li>上記変状検出手順参照。</li> </ul>	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	ピクセル単位でのカウントによる。設定精度が0.2mmであれば、1ピクセルが0.2mmとして幅と長さについてカウントし、測定値とする。	
		ひびわれ以外	対応しない	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-	
		変状の描画方法	ピクセル単位のビットデータをベクター変換し、DXFもしくはJPGに変換する。	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG	
		ファイル容量	制限なし	
		カラー／白黒画像	どちらも可	
		画素分解能	<ul style="list-style-type: none"> <li>最小分解値の制限はないが、撮影するカメラのセンサー精度とレンズの分解能が精度の限界となる。通常では0.1mm。</li> <li>経験での最小値は0.065mm。ただし撮影距離は1.5m。</li> </ul>	
		その他の留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート表面に張り付いた蜘蛛の巣はひびわれとの見分けが困難。</li> </ul>	
	出力ファイル形式	JPEG／DXF		
	調書作成支援の手順	-		
調書作成支援の適用条件	-			
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	-			

## 画像計測技術(橋梁)

### 6. 留意事項(その1)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件等)
点検時現場条件	道路幅員条件	—	—
	桁下条件	—	—
	周辺条件	—	—
	安全面への配慮	—	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	道路規制条件	—	—
	その他	—	—

### 6. 留意事項(その2)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件等)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影については屋外撮影の経験が必要。(例:日本写真家協会相当の撮影技術保持者)</li> <li>・要請により上記会員で当社の講習を受けた撮影者を派遣することができる。</li> <li>・ソフトの操作は社内講習。</li> </ul>	—
	必要構成人員数	1名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	ソフトの販売はない。	—
	操作場所	室内	—
	点検費用	57万円/1100m <sup>2</sup> (クラック抽出、画像接合、DXFデータ変換)	—
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	—
	自動制御の有無	クラック抽出そのものは全自動。	—
	利用形態:リース等の入手性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・画像撮影からクラック抽出までの受注作業。</li> <li>・画像からの抽出作業。(ただし画像の撮影条件による)</li> </ul>	—
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	—	—
	センシングデバイスの点検	—	—
その他	—	—	

7. 図面

画像からのクラック自動抽出プロセス

オリジナルソフトを使用、抽出処理時間約20秒。(4200万画素画像1枚当たり)



※汚れやペイントを  
クラックとは認識しないアルゴリズムを搭載。  
クラックのみを抽出する。  
大阪工業大学 小堀研一教授監修。

3

クラック自動抽出精度と撮影の関係

①カメラの1画素(ピクセル)を設定精度に合わせて撮影する。  
<0.2mm精度の場合>

使用カメラNikon D7100/2410万画素→6,000×4,000ピクセル  
撮影範囲→6,000×0.2mm, 4,000×0.2mm=1.2m×0.8m

デジタルカメラ	画素	抽出精度	撮影範囲	データサイズ
1620万画素	4928×3280	0.2mm	0.98m×0.65m	7.9MB
2410万画素	6000×4000	0.2mm	1.2m×0.8m	12MB
3680万画素	7360×4912	0.2mm	1.47m×0.98m	16.3MB

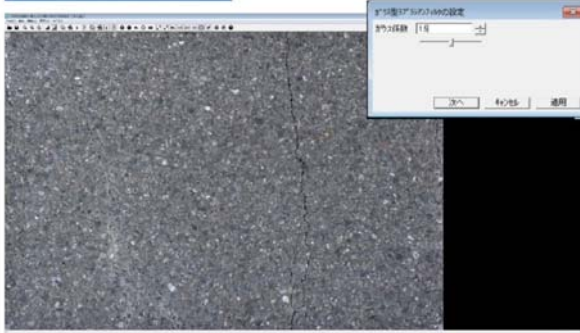
設定精度	幅別区分	色別表示	クラック長さ集計
0.1mm	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5mm以上	任意の5色	0.1mm単位
0.2mm	0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0mm以上	"	0.2mm単位
0.3mm	0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5mm以上	"	0.3mm単位

- ②レーザーポインターで撮影範囲を指定して撮影する。
- ③ソフトが画像からクラックを抽出、ピクセル単位で幅と長さをカウントする。

2

自動抽出ソフトでの段階別処理画像

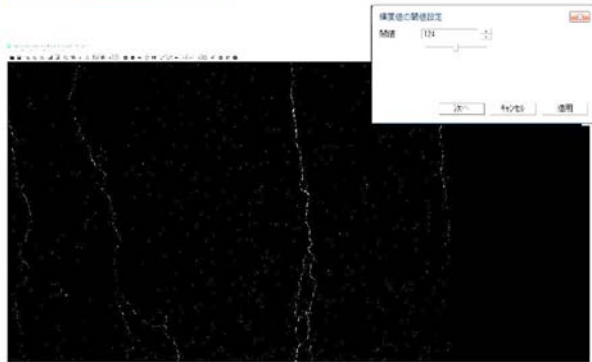
ガウス型ラブラシアンフィルター設定



・データは羽田空港滑走路での実証試験で採取したもの。

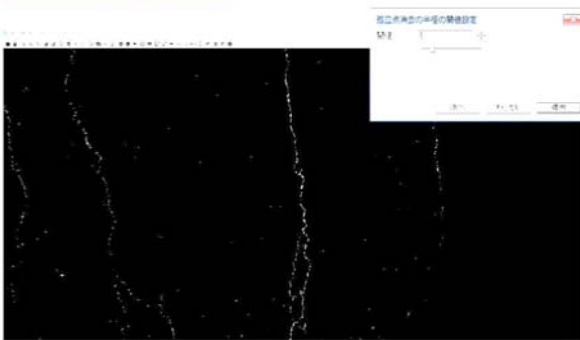
4

2値画像設定



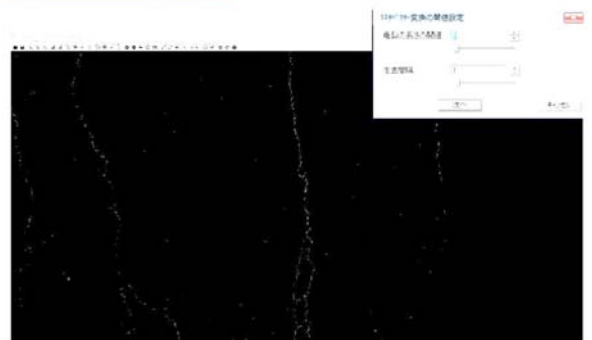
5

孤立点除去



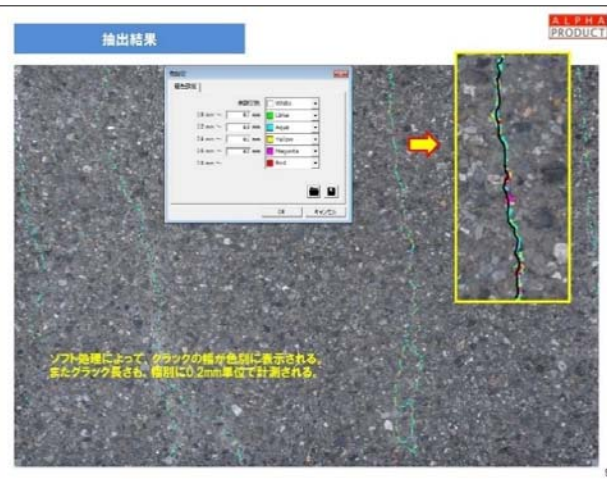
6

ラスター→ベクター変換



8





## 2通りのクラック表示

### ① 精細表示

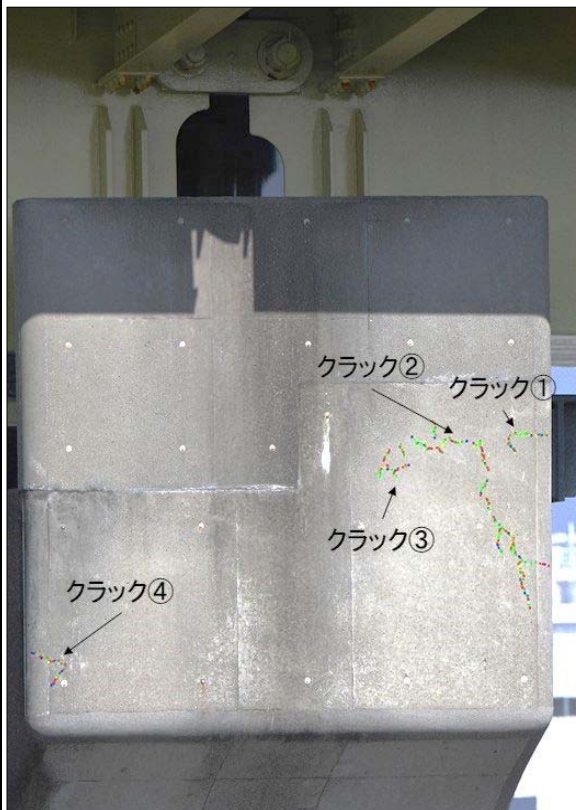
クラックを幅別に色分け表示。集計は幅別の長さ集計。



### ② 簡易表示

・クラック単位での長さ表示。

・クラック幅は、クラック単位での最大値と平均値を表示。最大幅の位置表示。



ひび割れ	長さ (mm)	平均幅 (mm)	最大幅 (mm)
クラック①	305	0.65	1.2
クラック②	1607	0.64	1.4
クラック③	380	0.61	1.0
クラック④	322	0.67	1.4

