

# 1. 基本事項

技術番号	BR010035-V0325			
技術名	デジタル画像とAIを用いた橋梁点検サポートシステム			
技術バージョン	Ver.1.0.0	作成:	2025年3月	
開発者	株式会社ニコン・トリムブル			
連絡先等	TEL: (03)3737-9411	E-mail: gs-info@nikon-trimble.co.jp	ジオスペーシャル事業部マーケティング部マーケティング課	
現有台数・基地	無制限	基地	-	
技術概要	本技術は、橋梁等コンクリート構造物を撮影したデジタルカメラを用い、AIと画像処理技術によりひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の損傷を自動で検出するものである。ひびわれの幅と長さ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の面積を自動で計測することができ、これらの損傷情報を画像データ、DXFデータ、Excelデータとして出力できる技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,縦桁,床版) 下部構造(橋脚,橋台) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ①床版ひびわれ	
		その他		
		共通		
検出原理	画像(静止画)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		本技術は、コンクリート構造物を撮影したデジタル画像から、AIと画像処理技術を使用して、コンクリート表面に発生するひびわれ、漏水・遊離石灰、剥離・鉄筋露出の損傷の自動検出と計測を行う解析支援ソフトウェアのため、計測機器はない。		
移動装置	機体名称		-	
	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)		-	
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	下記仕様を満たすデジタル一眼カメラを推奨 ・センサーサイズ:APS-C以上 ・焦点距離:20mm~300mm ・ダイナミックレンジ:8bit以上  例 ・ニコン製デジタルカメラ:Z 7 II ・センサーサイズ(35.9×23.9mm)、ピクセル数(8256×5504ピクセル) ・ニコン製レンズ:NIKKOR Z 24-70mm f/4 S、NIKKOR Z 70-200mm f/2.8 VR S、AF-S NIKKOR 200-500mm f/5.6E ED VR など  ドローンに搭載されている小型カメラなどを使用する場合は、検出したい損傷の大きさとあわせてお問合せ下さい。	
			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)		-	

### 3. 運動性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
3-1 安定性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」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	4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	-			
		性能値	-	-		
		標準試験値	-	-		
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※		有		
		性能値	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 +0.01~+0.05mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 -0.01~+0.03mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 +0.01~+0.03mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 -0.01~+0.00mm</li> <li>・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 +0.01~+0.03mm</li> </ul>		【供試体による検証は未実施】 ・自然光または補助光を使用し、適正露出で撮影した画像を使用 ・三脚使用 ・被写体とほぼ正対して撮影 ・画素分解能 凡そ0.25mm/pixelに対し、bicubic補間を行いひびの幅を計測 ・Z7+NIKKOR Z 24-70mm f/2.8S を使用、撮影距離3m、焦点距離50mmで撮影	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅:0.05mm  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.10mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.13mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.09mm</li> <li>・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.08mm</li> <li>・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.10mm</li> </ul>		・被写体距離:4.5~5.0 m ・照度:14.3~66.2klx	
	4-3 オルソ画像精度	長さ計測精度	性能確認シートの有無 ※		有	
			性能値	未検証		-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・相対誤差:0.17%		・真値:5.373m ・測定値:5.364m ・被写体距離:8.5 m
		位置精度	性能確認シートの有無 ※		有	
			性能値	未検証		-
標準試験値			標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.003, 0.012)		・真値(x, y)=(-4.830, -2.353)m ・測定値(x, y)=(-4.827, -2.341)m ・被写体距離:8.5 m	
4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※		有			
	性能値	未検証		-		
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・フルカラーチャート識別可能		・照度:12.0~60.7klx		

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 画像処理・調書作成支援

<p>変状検出手順</p>	<p>① 結合画像及び損傷データをトレースする為の図面データ(JPEG/PNG)を読み込む(手動)                  ② 点検対象を撮影した、互いにラップ領域のある複数枚画像を結合する(自動)                  ③ 結合画像に対してひびわれと剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の損傷を検出し(自動)、手順②の画像に重ね描きする(自動)                  ④ 自動検出結果の手直し(結合、追加、削除等)、及び上記以外の損傷を追加する(手動)                  ⑤ 損傷図、DXFデータ、損傷の数量表(Excel)の出力を行う(手動)</p> <p>※①、②については、外部アプリケーションで結合した画像を読み込む事も可能。</p>
<p>ソフトウェア名</p>	<p>・SightFusion for Desktop Ver. 1.0.0(自社開発ソフト)</p>
<p>検出可能な変状</p>	<p>下記の損傷について自動検出可能                  ・ひびわれ(幅および長さ)                  ・剥離、鉄筋露出、漏水、遊離石灰(面積)</p>
<p>ひびわれ</p>	<p>・AI(畳み込みニューラルネットワーク)と画像解析による自動検出                  ・AI教師データは、RC/PC橋の床板や橋台、ボックスカルバート等コンクリート構造物表面の損傷に対して正解データを付与し、学習させている                  ・撮影条件・仕様等                  1) デジタル一眼カメラを用いて撮影を行う(ブレ、ボケ、露出、被写界深度に留意し、適切な設定とする)                  2) 撮影モード:マニュアルモード、絞り優先モード                  3) ISO感度:ISO1000以下(Nikon Z7を使用した場合)                  4) ラップ率:オーバーラップ 50%                  5) 撮影角度:画像結合、ひびわれ幅の計測精度確保には30度以内                  6) 画質:最高(ファイン)                  7) 画像フォーマット:JPEG                  8) 撮影解像度:                  ひびわれ幅0.05mmを対象とする場合、画素分解能約0.1mm/pixel 以下                  ひびわれ幅0.2mmを対象とする場合、画素分解能約0.5mm/pixel 以下                  9) 注意事項:デジタルズーム機能は使用しないこと</p>
<p>ひびわれ幅および長さの計測方法</p>	<p>【撮影時】                  ・点検対象を前述の『撮影解像度』が満たされる様に撮影する</p> <p>【解析時】                  ・幅の計測:画像内にひびわれが存在する箇所はAIにより検出する。AIが検出したひびわれ箇所の輝度情報を基に、ひびわれ幅を計算する                  ・長さの計測:AIが検出したひびわれの始点と終点の画像上の座標に、1ピクセルの大きさを乗ずることで算出する                  ・データ補間処理により、1ピクセル以下のひびわれ幅も計測可能(概ね0.5ピクセル程度まで)</p>
<p>損傷検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>【剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰の自動検出】                  ・ひびわれ検出と同様に、AI(畳み込みニューラルネットワーク)と画像処理により自動検出                  ・AI教師データは、RC/PC橋の床板や橋台、ボックスカルバート等コンクリート構造物表面の損傷に対して正解データを付与し、学習させている                  ・これ以外の損傷については、人が画像を確認して損傷箇所を手動でトレースする</p>
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>【ひびわれ】                  再現率92%、適合率91%、ダイスコア91%</p> <p>【剥離】                  再現率85%、適合率84%、ダイスコア85%</p> <p>【鉄筋露出】                  再現率85%、適合率85%、ダイスコア85%</p> <p>【漏水】                  再現率96%、適合率92%、ダイスコア94%</p> <p>【遊離石灰】                  再現率94%、適合率93%、ダイスコア93%</p> <p>再現率=正しく検出した損傷の個数/真の損傷の個数                  適合率=正しく検出した損傷の個数/検出した損傷の個数                  ダイスコア=再現率と適合率の調和平均                  何れも、学習に使用していない画像を使い評価</p>
<p>変状の描画方法</p>	<p>・ひびわれ:ポリライン                  ・ひびわれ以外:ポリゴン</p>
<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式: JPEG(画像結合を自動で行う場合は、Exif情報が残っていること)                  ファイル容量: 135MPixel/枚                  カラー/白黒画像: カラー</p>
<p>画素分解能</p>	<p>・ひびわれ幅0.05mmを対象とする場合、画素分解能凡そ0.1mm/pixel 以下であること                  ・ひびわれ幅0.2mmを対象とする場合、画素分解能凡そ0.5mm/pixel 以下であること</p>
<p>その他留意事項</p>	<p>・ひびわれにチョークが重なっている場合は、幅計測の精度が劣化する可能性がある                  ・入力画像を人が見た時に、損傷の識別が難しいもの(汚れや、低解像度画像)は検出精度が劣化する可能性がある                  ・AI解析に、NVIDIA社製GPUボード、及びCUDA 11.3が必要</p>

	出力ファイル形式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・損傷図:JPEG、PNG</li> <li>・損傷解析詳細画像:JPEG、PNG</li> <li>・CADフォーマット:DXF</li> <li>・数量表:xlsx</li> </ul>
調書作成支援の手順		<p>① 点検対象に必要な画素分解能で撮影を行なう(ひびわれ幅0.2mmを対象とする場合、画素分解能凡そ0.5mm/pixel 以下)</p> <p>② 全体結合画像が得られる様に、画像間で50%以上のラップ領域を確保して撮影を行なう</p> <p>以降、本支援技術を用いた調書作成支援の手順</p> <p>③ ①②で撮影した画像をアプリケーションへ読み込む</p> <p>④ ③の画像に対して、アプリケーション内で画像結合(自動処理)と、損傷解析・計測(自動処理)が行われる</p> <p>⑤ ④の結果を作図するための図面をアプリケーションへ読み込む</p> <p>⑥ ⑤の図面上に展開された結合画像及び損傷トレース結果を編集する(追加・削除・結合)</p> <p>⑦ ⑥の編集結果を損傷図、CAD図、数量表へ出力する</p>
調書作成支援の適用条件		<ul style="list-style-type: none"> <li>・所望の損傷検出結果を得るためには、必要な画素分解能が満たされていないといけない</li> <li>・所望の損傷検出結果を得るためには、入力画像がブレていたりボケていたりしてはならない</li> <li>・画像の自動結合結果を得るには、結合対象が一様な平面で、画像間にラップ領域が必要</li> <li>・損傷解析を行なうためには、NVIDIA製のGPUを搭載したPCが必要</li> </ul>
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		<ul style="list-style-type: none"> <li>・SightFusion for Desktop Ver. 1.0.0(自社開発ソフトウェア)</li> <li>・Windows10/11で動作</li> <li>・NVIDIA社製 GPU (10, 20, 30,40 シリーズ等) 及び CUDA11.3 が必要</li> </ul>

## 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)
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)	
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・適切な入力画像を得るための撮影技術が必要 ・アプリケーションの操作については特別な技術は必要なし	-
	必要構成人員数	ソフトウェア操作者:1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	不要	-
	作業ヤード・操作場所	現場またはオフィス	-
	点検費用	橋種[コンクリート橋/鋼橋] 橋長 [制限なし] 全幅員 [制限なし] 部位・部材[橋台/橋脚/床版等のコンクリート部材] 活用範囲 [制限なし] 検出項目[ひびわれ/床版ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰] <費用> ソフトウェア費用(サブスクリプション)として 56万円(半年)~	-
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	・ソフトウェアは専用サイトからダウンロードよりインストールを行う	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	弊社サポートチームにて対応	-
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面

