

1. 基本事項

技術番号		TN010018-V0225			
技術名		360度カメラ撮影による定期点検支援技術			
技術バージョン		Ver.01		作成:	2023年 3月
開発者		一般社団法人 先端インフラメンテナンス研究所 京都大学 成長戦略本部 インフラ先端技術産学共同研究部門			
連絡先等		TEL:	06-6367-2310	E-mail:	ogura.nori@atim.or.jp (一社)先端インフラメンテナンス研究所 小椋紀彦
現有台数・基地		5台		基地	大阪府大阪市北区西天満
技術概要		全方位を撮影できる360度カメラで構造物全体を一括で撮影し、撮影データを元に自動で3次元の点群データに変換、かつ任意の位置での撮影写真を自由に確認することができる。また、点群データ上に損傷箇所をマークすることで点検調書の自動作成が可能であり、点検から調書作成までの作業を省力化できる。なお、データベース上では、既往の調査を経年保存できる機能を有している。			
技術区分	対象部位	覆工の横断目地 覆工の水平打継ぎ目 覆工天端 その他覆工面 内装板 天井板 その他附属物 排水施設 路肩及び路面 坑門			
	損傷の種類	本体工における圧ざ ひび割れ うき はく離 変形 移動 沈下 鋼材腐食 漏水等による変状、ならびに附属物本体・取付部材等の破断 腐食			
	物理原理	技術が採用する 画像			

2. 基本諸元

計測機器の構成		本手法で計測に使用する機器は、360度カメラのみである。360度カメラで撮影した動画をクラウドサーバーにアップロードし、画像解析はアップロード先のサーバーで行う。 ・360度カメラ ・データ転送用端末(ノートパソコン or タブレット端末)	
移動装置	移動原理	【人力】 ・計測者が360度カメラを保持して撮影する。	
	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	・設置なし(計測者が保持する)	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	・最大外形寸法(長さ110mm×幅45mm×高さ30mm)、最大重量(150kgf)	
	センシングデバイス	カメラ	・深圳嵐ビジョン社製カメラ Insta360 ONE X2 ・深圳嵐ビジョン社製カメラ Insta360 ONE X3 ・深圳嵐ビジョン社製カメラ Insta360 ONE X4 ・動画解像度 5.7K@30/25/24fps、4K@50/30fps、3K@100fps ※360度撮影をできるものなら他製品でも適用可能
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	・6軸ジャイロ
		測位機構	-
	耐久性	・IPX8(防塵等級はメーカー規格ではIP規格適用外、実績値としてはIP4X相当)	
	動力	・カメラに内蔵されたバッテリーを使用	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・最大80分間(5.7K@30fps)	
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	・動画はmicroSDカードに保存	
	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. 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
適用可能なトンネルの最小寸法	・最小所要空間寸法 幅500mm × 高さ500mm程度(人が侵入できる広さ)	-
適用可能なトンネルの最大寸法	・360度カメラと構造物(被写体)との距離が1.0m以上になる場合は、計測性能が低下する。	・延長用の棒を使用してカメラと構造物の距離を近づけることで、計測性能を向上させることができる。

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	性能確認シートの有無 ※	有	
		・1.0m/s程度		・徒歩による計測を想定
	計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
		標準試験方法(2019) 実施年 2021年 ・最小ひび割れ幅 0.2mm(0.2mmのひび割れを画像で視認できる) ・計測精度 0.7mm(1.0mm以下のひび割れのみを対象とした検出精度) (ひび割れの検出手順は画像処理性能の「検出手順」と同様) ・吹付けコンクリート面での計測も可		・撮影速度1.0m/s以下(検証時:1.0m/s) ・撮影距離1.5m
		性能確認シートの有無 ※	有	
	長さ計測精度(長さの相対誤差)	標準試験方法(2019) 実施年 2021年 ・縦断方向:1.83% ・進行方向:1.97%		・撮影速度1.0m/s以下(検証時:1.0m/s) ・撮影距離1.5m
	位置精度	性能確認シートの有無 ※	無	
		-		-
	色識別性能	性能確認シートの有無 ※	有	
		標準試験方法(2019) 実施年 2021年 ・フルカラー識別可能		-

※「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

変状検出手順		【手順】 ①撮影した動画をクラウドサーバーにアップロードする。(手動) ②動画を撮影時間、角度毎に分割して静止画像化する。(自動) ③画像を正射変換し、オルソ画像とする。(自動) ④オルソ画像を用いて写真測量法により3次元情報を取得し、3次元点群データを作成する。(自動) ⑤写真測量に使用したオルソ画像は点群データとリンクされ、点群データ上で同位置を指定することで、閲覧が可能となる。(自動) ⑥オルソ画像を確認して損傷をプロットする。(手動) ⑦変状データは、抽出に使用したオルソ画層と同様に点群データとリンクされ、位置情報が付与される。(自動) 【解析作業日数】 【トンネル条件】 ・延長500m ・ひび割れ密度0.3m/m2 [作業日数] ・点群データ化 1日 ・変状抽出 2日 ・調書様式作成 1日
ソフトウェア 情報	ソフトウェア名	-
	検出可能な変状	圧ざ、ひび割れ、段差／うき・はく離、はく落／打継ぎ目の目地切れ、段差／変形、移動、沈下／鉄筋の露出／漏水、土砂流出、遊離石灰、つらら、側氷／豆板やコールジョイント部のうき・はく離、はく落／補修材のうき・はく離、はく落、腐食／補強材のうき・はく離、変形、たわみ、はく落、腐食／鋼材の腐食 ※ただし、画像で確認できるものに限る。
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ ・人力による抽出 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ:360度カメラ 2) 撮影設定:5.7K動画あるいはハイパーラップス撮影
		ひびわれ幅および長さの計測方法 ・幅:オルソ画像よりひび割れを抽出し、オルソ画像とリンクされた点群データ上でひび割れ幅を計測 ・長さ:オルソ画像よりひび割れを抽出し、オルソ画像とリンクされた点群データ上でひび割れ長さを計測
		ひびわれ以外 ・人力による抽出
		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 ・ひび割れ:ポリライン ・ひび割れ以外:ポリゴン
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式 INSV
		ファイル容量 制限なし
		カラー／白黒画像 カラー
		画素分解能 ・5.7K動画あるいはハイパーラップス撮影
		その他留意事項 ・ひび割れにチョークが重なっている場合は検出が困難 ・覆工面が煤により汚れている場合は、ひび割れの検出が困難
	出力ファイル形式	【専用ファイル形式】 クラウドサーバーで管理するため、動画や3次元点群データの出力は行えない。 ※調書様式のエクセルデータは出力可能
調書作成支援の手順		①変状検出手順に従って、変状を検出する。 ②変状データとリンクされた各データより、自動で3次元点群データを用いた損傷図とオルソ画像を用いた損傷写真帳がエクセルデータとして出力される。 ③それぞれのデータを定期点検記録様式(B、D-2)、様式(そのD-1)に活用することで、調書作成作業を省力化できる。
調書作成支援の適用条件		・撮影距離1.0m ・撮影速度1.0m/s ・5.7K動画あるいはハイパーラップス撮影 ・動画データをクラウドサーバーにアップロードするため、大容量データを通信できるインターネット環境が整っている方が望ましい。
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		・撮影動画データのアップロード:OS Windows10以降、ブラウザ Chrome ・点検調書データのダウンロード:OS Windows10以降、ブラウザ Chrome 【クラウドサービス提供の有無】 撮影動画データアップロード後の作業およびデータ管理は全てクラウドサーバー上で行う。

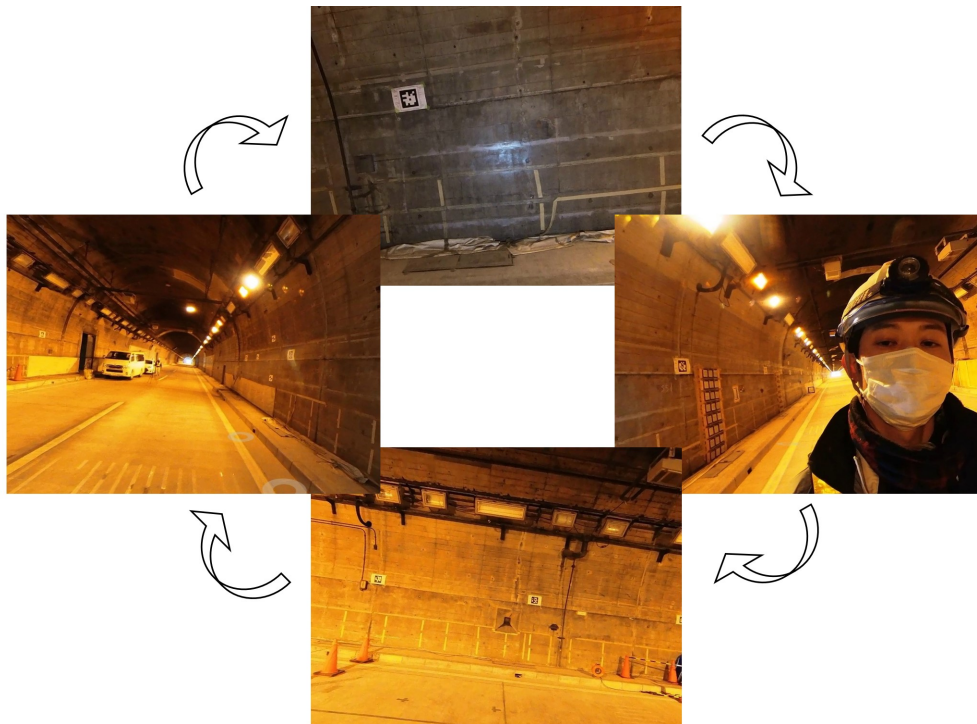
6. 留意事項(その1)

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	安全面への配慮	・特になし	-
	無線等使用における混線等対策	・特になし	-
	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	・人による運搬	-
	トンネル延長の制約	・特になし	-
	車線数の制約	・特になし	-
	断面形状の制約	・特になし	-
	その他	・光量が確保できない暗所、夜間の場合は照明が必要	-

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	・トンネル点検に精通するもの	-
	必要構成人員数	・現場責任者1人、計測者1人、合計2名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・無	-
	操作場所	・不要	-
	計測作業日数	[トンネル条件] ・延長500mのトンネル1本のみ計測の場合 ・ひび割れ密度0.3m/m ² ・2車線断面、歩道なし ・2回目以降の点検 ・補修箇所なし [作業日数] ・従来の人力点検による作業日数 外業作業4日、内業作業8日 ・新技術活用による作業日数 外業作業1日、内業作業3日	・従来の人力点検は昼間作業、2日間徒歩・規制無し、2日間高所作業車使用・規制有を想定 ・新技術は昼間・夜間作業どちらでも1日間徒歩・規制無しで外業作業を完了可能
	点検費用	[トンネル条件] ・延長500mのトンネル1本のみ計測の場合 ・ひび割れ密度0.3m/m ² ・2車線断面、歩道なし ・2回目以降の点検 ・補修箇所なし [作業日数] ・従来の人力点検による作業費用 外業作業100万円、内業作業30万円 ・新技術活用による作業費用 外業作業20万円、内業作業80万円	・従来の人力点検は高所作業車・規制費用を含む。諸経費は除く 【費用算出において想定している活用方法(ユースケース)】 ・人力点検(徒歩および作業車使用)の代替
	保険の有無、保障範囲、費用	・加入していない	-
	時間帯(夜間作業の可否)	・特になし	-
	計測時の走行速度条件	-	・車両を使用しての計測は想定していない(徒歩による計測を想定) ・計測速度
	渋滞時の計測可否	・特になし	-
	設備等による死角条件	・ジェットファン、照明等の附属物の背面は撮影不可	-
	車両から覆工表面までの距離条件	-	・車両を使用しての計測は想定していない(徒歩による計測を想定) ・360度カメラと構造物(被写体)との距離が1.0m以上になる場合は、計測性能が低下する。
	トンネル内照明の消灯の必要性	・特になし	-
	可搬性(寸法・重量)	・特になし	-
	自動制御の有無	・無	-
	利用形態:リース等の入手性	・購入品のみ	-
	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	・無	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	・無	-
	センシングデバイスの点検	・特になし	-
	その他	【特許状況】 ・特になし 【気象条件】 ・特になし 【作業条件】 ・特になし 【適用できない(適用できなかった)条件等】 ・特になし	-

360度カメラ



360度画像



3次元点群データ

[illegible]

■ 定期点検記録簿様式 トンネル全体状況表示図 【様式0-2-1】									
フラガ	○〇〇〇トンネル	路線名	国道〇〇	定期点検業者	〇〇〇〇	定期点検年月日	2019年5月1日		
名 称	○〇〇トンネル	管理名称	〇〇河川国道事務所	定期点検番号	〇〇〇〇				

トンネル全体状況表示図

点検調書

Ⅲ 緊急措置を要した場合は、その緊急対応が分かる事実を添付すること。

川 汚染措置を実施した場合は、その実施状況が分かる写真を添付すること。