

1. 基本事項

技術番号	TN010015-V0021		
技術名	モービルインスペクションシステムGT-8K		
技術バージョン	GT-8K	作成: 2021年10月	
開発者	朝日航洋株式会社		
連絡先等	TEL: 049-244-4155	E-mail: kiyoshi-suzuki@aeroasahi.co.jp	モビリティ空間技術部 鈴木 清
現有台数・基地	1	基地	埼玉県川越市南台3丁目14番地4
技術概要	<p>高精細画像を連続的かつ面的に取得する8Kエリアセンサカメラ、および、高精度レーザ測距装置を車両に搭載し、通常走行でトンネル覆工面や道路周辺等を計測を行う技術である。</p> <p>取得した高精細カメラ画像と、3次元レーザ点群データからトンネル覆工面の展開画像を作成し、変状を検出することで、近接目視点検や打音検査を支援するデータ資料を作成する。</p>		
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/吸音板/天井板/照明/ケーブル類/警報表示板/標識/その他附属物/はく落防止対策工/漏水対策工/排水施設/路肩及び路面	
	変状の種類	本土工における圧ざ/ひび割れ/うき・はく離(チョーキングで示されたもの)/変形/移動/鋼材腐食/有効巻厚の減少/漏水、ならびに附属物の取付金具等の破断/緩み/脱落/亀裂/腐食/変形/欠損	
	物理原理	画像/動画/3次元点群データ	

2. 基本諸元

計測機器の構成		画像撮影部(8Kエリアセンサカメラ・照明)と、レーザ計測部(高精度レーザ測距装置・GNSS/IMU)を移動車両と一体化させたもの	
移動装置	移動原理	【車両型】 ・内部機関を搭載した車両にて移動する ・交通規制を行うことなく計測可能	
	外形寸法・重量	【一体構造(移動装置+計測装置)】 ・長さ:5.33m ・幅:1.95m ・高さ:2.7m ・車両総重量:3,005kg	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	—	
	動力	・動力源:内燃機関 ・燃料:ディーゼル ・定格出力:0.18kW	
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	—	
計測装置	設置方法	移動装置と一体的な構造	
	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	【8Kエリアセンサカメラ】 ・センササイズ:スーパー35mm相当 単板CMOSイメージセンサ 24.546mm×13.824mm ・ピクセル数:7,680×4,320(33,177,600画素) ・焦点距離:使用レンズによる ・シャッタースピード:1/24~1/10,000 ・フレームレート:最大120fps
		パン・チルト機構	・水平:360° ・鉛直±60°
		角度記録・制御機構機能	【可動式】 任意角度に設定可能
		測位機構	GNSS/IMU、オドメータ、レーザ計測
	耐久性	・画像撮影部:IP24(照明、8Kエリアセンサカメラには公式な防塵、防水等級なし) ・レーザ計測部:IP54(高精度レーザ測距装置)	
	動力	計測車両に搭載している発電機とUPSより給電	
連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	5時間程度(車両に搭載している発電機の定格負荷時・外気温:0°C~40°C)		
データ収集・通信装置	設置方法	移動装置と一体的な構造	
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	—	
	データ収集・記録機能	レーザ計測部:計測装置内部に保存 画像撮影部:車載しているデータ収録PCIに保存	
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	レーザ計測部:計測装置内部に保存 画像撮影部:通信方法…有線、通信規格…SDI12G×4本	
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	専用記録装置から直接HDDへ保存 HDDはボリューム全体を暗号化	
	動力	発電機とUPSから給電	
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	5時間程度(車両に搭載している発電機の定格負荷時・外気温:0°C~40°C)	

### 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	計測車両(長さ:5.33m、幅:1.95m、高さ:2.7m)が通過できるトンネル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車線数に応じ複数回の走行が必要</li> <li>・道路付帯物が車両の走行に影響がないことを確認する必要あり</li> <li>・トンネル断面形状が大きく変動する場合には、別途計測が必要</li> <li>・要求精度に合わせた車両速度にて計測する必要あり</li> </ul>
適用可能なトンネルの最大寸法	車両から覆工表面まで10m程度以下	上記同様

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	<p>【天候】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・荒天対応不可、雨天時は現場判断</li> </ul> <p>【トンネル内状態】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・路面凍結・積雪対応不可</li> <li>・トンネル覆工面の凍結、過剰な漏水対応不可</li> <li>・走行経路が悪路(不陸が激しい等)などで、車両走行(ハンドル操作)が困難な場合、計測機器の測定値に影響が及ぶ可能性がある</li> <li>・トンネル覆工面の形状が大きく変動する場合には、適切なレンズの選定・付け替えなどの作業が必要</li> </ul> <p>【GNSS測位】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSS測位(計測開始・終了時)必須</li> </ul> <p>【日照条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・坑口付近等における日光により、画像の城飛び等が発生した場合、変状検出率が低下する</li> </ul>
	計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	<p>【性能値】</p> <p>最小ひび割れ幅※:0.2mm、計測精度:未検証                      (ひび割れの検出手順は画像処理性能の「検出手順」と同様)                      ※最小ひび割れ幅とは、技術で見ることができるひび割れの最小幅</p> <p>【標準試験値】</p> <p>最小ひび割れ幅※:0.1mm 計測精度:0.297mm                      (ひび割れの検出手順は画像処理性能の「検出手順」と同様)                      ※最小ひび割れ幅とは、技術で見ることができるひび割れの最小幅</p> <p>上記同様</p>
	長さ計測精度 (長さの相対誤差)	性能確認シートの有無 ※	有	<p>【性能値】</p> <p>縦断方向:未検証                      走行方向:未検証</p> <p>【標準試験値】</p> <p>縦断方向:0.39%                      ※1                      走行方向:0.09% ※2                      ※1: 確認シート「長さ計測精度」スパン05~06、12~13、21~22のL(A-B)、L(C-D)の「誤差率」平均値                      ※2: 確認シート「長さ計測精度」スパン05~06、12~13、21~22のL(A-C)、L(B-D)の「誤差率」平均値</p> <p>上記同様</p>
	位置精度	性能確認シートの有無 ※	有	<p>【性能値】</p> <p>縦断方向:未検証                      走行方向:未検証</p> <p>【標準試験値】</p> <p>縦断方向:0.025mm                      ※1                      走行方向:0.002mm ※2                      ※1: 確認シート「位置精度」スパン05~06、12~13、21~22のH(A)、H(B)、H(C)、H(D)の「誤差率」平均値                      ※2: 確認シート「長さ計測精度」スパン05~06、12~13、21~22のW(A)、W(B)、W(C)、W(D)の「誤差率」平均値</p> <p>上記同様</p>
	色識別性能	性能確認シートの有無 ※	有	<p>【性能値】</p> <p>フルカラー識別可能                      グレースケール識別可能</p> <p>【標準試験値】</p> <p>フルカラー識別可能                      グレースケール識別可能</p> <p>上記同様</p>

※「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>自社開発ソフトウェアを組み込んだ解析用PCにて、以下の処理を行う。                  ① 3次元点群データから覆工面の形状を考慮し、撮影した画像をつなぎ合わせる。(自動)                  ② 8K画像の色や形状と、3次元点群情報から各変状を抽出する。(自動)                  ③ 抽出した変状をベクトルデータに変換する。(自動)                  ④ ベクトルデータを目視にて編集する。(手動)</p> <p>【トンネル条件】                  ・延長500mトンネル                  ・2車線断面、歩道なし、附属物なし</p> <p>【作業日数】                  ・1次解析 約1日                  ・画像合成 約4.5日                  ・変状抽出 約6.5日</p> <p>【算定条件】                  ・変状はひび割れ・遊離石灰・漏水・うき・はく離とする                  ・附属物の背面等の不可視部対象外</p>		
<p>ソフトウェア情報</p>	<p>ソフトウェア名</p>	<p>モービルインスペクションシステムGT-8K オリジナルソフトウェア</p>	
	<p>検出可能な変状</p>	<p>ひび割れ、遊離石灰、漏水、うき・はく離、附属物</p>	
	<p>変状検出の原理・アルゴリズム</p>	<p>ひび割れ</p>	<p>8K画像の色や形状からひび割れ候補箇所を抽出する。さらに、検出された候補箇所を目視により編集することで精度を向上する。</p>
		<p>ひび割れ幅および長さの計測方法</p>	<p>任意の画素分解能に変換した投影画像から、抽出したひび割れの画素数×画素分解能により、幅、長さを計測する。</p>
		<p>ひび割れ以外</p>	<p>8K画像、3次元点群データの情報から、遊離石灰・漏水、うき・剥離、附属物を抽出する。さらに、目視検出により検出精度を向上する。</p>
		<p>画像処理の精度 (学習結果に対する性能評価)</p>	<p>—</p>
		<p>変状の描画方法</p>	<p>ラスタ、ベクトルデータ</p>
	<p>取り扱い可能な画像データ</p>	<p>ファイル形式</p>	<p>TIFF、JPEG</p>
		<p>ファイル容量</p>	<p>1スパン(10mを想定)当たり約10GB※ ※画素分解能:0.1mm、カメラ台数計:6台時(片道3台×往復)</p>
		<p>カラー／白黒画像</p>	<p>カラー</p>
<p>画素分解能</p>		<p>ひび割れ幅0.1mmを検出するには1mm/Pixel以下であることが必要</p>	
<p>出力ファイル形式</p>	<p>TIFF、JPEG、SHP、DXF</p>		
<p>調書作成支援の手順</p>	<p>車載のカメラ収録PC上で下記の操作を行う。                  ① 適応条件に記載の条件により画像データを取得する。                  ② 点検調書の様式を自動作成し、覆工スパン番号、変状部位等を手動入力する。                  ③ 変状位置に該当する画像を抽出し、点検調書の所定の項目に張り付けると共に、変状の種類、状況を記載する。                  ④ 入力したデータを調書として保存する。</p>		
<p>調書作成支援の適用条件</p>	<p>・画像の解像度は0.3mm/Pixel以下となるように撮影する                  ・ひび割れの計測精度が「4. 計測性能-計測精度」と同等となるように撮影</p>		
<p>調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名</p>	<p>・使用する機器:カメラ収録用PC                  ・自社開発ソフトウェア                  ・クラウドサービス提供の有無:無</p>		

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	レーザはクラス1のものを使用しており、人体に影響はない。
	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	交通規制は必要ないが、覆工表面に照明を当てながら計測するため、歩行者がいない状態での計測が望ましい。 また、計測途中で歩行者が通る場合は、車内の計測制御装置により照明装置のON/OFFを切り替え、影響が及ばないように操作する。
	交通規制の範囲	不要	—
	現地への運搬方法	車両に搭載して運搬	—
	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	断面寸法変化のある区画では再計測が必要になる場合がある(非常駐車帯等により)	—
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラやレーザによる計測が不可能な箇所(照明設備やジェットファンの背面等)は点検対象外</li> <li>・計測、解析日数・金額はトンネルの状態(断面寸法の変化の有り無し等)や車線数等により変動する</li> <li>・汚れや、すす等により変状が見えない場合、変状検出精度が低下する。</li> </ul>	—	

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)
調査技術者の技量	社内基準	・社内におけるOJTを実施する
必要構成人員数	車両運転者1名 作業オペレータ1名	—
操作に必要な資格等の有無、 フライト時間	社内講習5日以上	—
操作場所	トンネルの近場にGNSS衛星が十分に受信できるエリアが必要 車両内	—
計測作業日数	■トンネル1本計測:2日 ■トンネル10本計測:6日	【トンネル条件】 ・ひび割れ密度0.3m/m <sup>2</sup> ・延長500mトンネル往復計測 ・2車線断面、歩道なし、附属物なし 【算定条件】 ・変状はひび割れ・遊離石灰・漏水・うき・はく離とする ・附属物の背面等の不可視部は対象外 ・近接目視点検、打音検査は含めない 【その他】 ・トンネル断面が大きく変動する、比較的類似しているトンネルを連続して撮影する等の状況により、計測・解析日数が変動する ・トンネルは関東周辺を想定。長距離移動を伴う場合、移動費(車両費、人件費、船舶による郵送費約20万等)を追加
点検費用	■トンネル1本点検 ・外業:520,000円 ・内業:780,000円 ・直接経費:350,000円 ・総計:1,650,000円  ■トンネル10本点検 ・外業:3,250,000円 ・内業:10,000,000円 ・直接経費:4,500,000円 ・総計:17,750,000円	上記と同様
保険の有無、保障範囲、費用	加入済み 保障範囲:対人、対物、車両、計測機器	—
時間帯(夜間作業の可否)	特になし	—
計測時の走行速度条件	80km/h以下	—
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	車両から覆工表面まで2m~10m程度	—
トンネル内照明の消灯の必要性	必要なし	—
可搬性(寸法・重量)	自走	—
自動制御の有無	無	—
利用形態:リース等の入手性	すべて自社機材 点検サービス、業務請負	—
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:自社開発ソフトを使用 ・必要作業:担当者による解析作業	—
不具合時のサポート体制の有 無及び条件	有(各センサーメーカーによる原状復帰サポート)	—
センシングデバイスの点検	日常点検、1年に一回のセンサーメーカー点検	—
その他	・トンネル入り口付近がGNSS衛星不感地帯となっている場合は計測困難 ・特許状況:取得中 ・気象条件:強雨、応接時の計測は不可	—

作業条件・運用条件

7. 図面

