

1. 基本事項

技術番号	TN010016-V0225		
技術名	光波測量機「KUMONOS」及びレーザースキャナを用いたトンネル調査技術		
技術バージョン	Ver.1	作成:	2021年10月
開発者	クモノスコーポレーション株式会社		
連絡先等	TEL: 072-749-1188	E-mail: eigyo-01@kumonos.co.jp	KUMONOS技術部 中庭幸太
現有台数・基地	KUMONOS:10台 TLS:10台	基地	大阪府箕面市、神奈川県川崎市、福岡県福岡市
技術概要	<p>①当該技術の特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本技術は、遠方より対象物の変状の形状・ひび割れの幅を計測できる光波測量機「KUMONOS」(※1)と遠方より形状を計測できる地上型レーザースキャナ(以降TLS)計測を組み合わせることで、従来の目視点検に必要な仮設足場が不要となり、現場における点検とデータ解析が可能な技術である。 ※1. 光波測量機にクラックゲージを内蔵し、対象物及び損傷の形状・幅を遠方より非接触で計測し、自動図化(CAD化)できるシステム。 ・KUMONOS:コンクリート表面の損傷位置・寸法の計測、計測可能なひび割れ幅は0.1mm ・TLS:コンクリート表面の形状位置・寸法の計測、計測可能な形状位置・寸法は3mm <p>②計測結果の活用</p> <p>現場ではまず、KUMONOS及びTLSで共通となる基準点を設置する。その後、KUMONOSでは変状箇所を1か所ずつ詳細に計測し、TLSは構造物の形状を計測する。</p> <p>KUMONOSの計測結果は、専用ソフトで解析することで、トンネルの損傷を2次元及び3次元で自動的に図化することができる。TLSの計測結果は点群処理ソフトを用いることでトンネルの3次元形状が点群データとして取得できる他、点群データを設計値や過去の計測データと比較することで、トンネルの変位などの変状も計測することができる。</p> <p>それぞれの計測データは同一の基準点をもとに計測していることから、TLSで計測した形状のデータとKUMONOSで計測した変状のデータを、3次元データ及び2次元の展開図として表現することができ、変状と変位を一つの図面として、一元的に把握することができるようになる。</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 その他補修箇所 路肩及び路面 監査歩廊 坑門	
	損傷の種類	本体工における圧ざ ひび割れ はく離 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	
	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		<p>・本計測機器は、地上部に設置した計測装置のKUMONOS及びTLSを人力で移動し、レーザーで計測したデータを機械本体のSDカードに記録する。 使用しデータ収集装置は本体に行う</p> <p>計測装置とデータ収集装置が一体化されている。移動は人力にて行うため一体化されていない。</p>	
移動装置	移動原理	[人力] KUMONOS・TLS共に三脚に計測装置を設置し、人力にて計測箇所に移動する。	
	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	対象物及び損傷が直接目視確認できる地上部分に三脚を用いて機器(KUMONOS及びTLS)を設置する。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<p>・KUMONOS 最大外形寸法(高さ32.5cm×幅22.6cm×奥行20.3cm) 最大重量(4.8kg) ※設置用三脚を除く寸法</p> <p>・TLS 最大外形寸法(高さ10.3cm×幅23cm×奥行18.3cm) 最大重量(4.2kg) ※設置用三脚を除く寸法</p>	
	センシングデバイス	カメラ	[KUMONOS]なし [TLS]内蔵カメラ 約800万画素 によるパノラマ撮影
		パン・チルト機構	[KUMONOS] ・水平0°~360° ・鉛直-30°~90° [TLS] ・水平0°~360° ・鉛直-60°~240°
	センシングデバイス	角度記録・制御機構 機能	[KUMONOS] ・Laser Class 2A光波測量機(5")の性能に準ずる精度。 ・計測者が調整ねじを利用して直接制御をおこなう。 [TLS] ・Laser Class 1の性能に±2°内で精度19秒角。 ・本体プログラムにて計測エリアを指定し、駆動モーターによる自動制御
		測位機構	[KUMONOS] ・KUMONOSにより基準点観測を行うことで任意の座標系における測位を行う。 [TLS] ・基準点上に基準球を設置し観測を行うことで任意の座標系における測位を行う。
	耐久性	[KUMONOS] ・IP66 [TLS] ・IP54	
	動力	・動力源:電気式 ・電源供給容量:バッテリー ・定格容量:11.1V、5.9Ah(KUMONOS)、25W(TLS)	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	[KUMONOS] ・連続稼働時間8時間(外気温:-20度~55度) [TLS] ・連続稼働時間4.5時間(外気温:-20度~55度)	
	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		記録メディア(SDカード)に保存する	
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		バッテリーより供給	
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	KUMONOS及びTLSが設置可能な範囲 ・最小所要空間寸法 幅1500mm × 高さ1500mm程度(上記装置及び必要離隔を含んだ数値) ・道路幅員1500mm×高さ1500mm	機材が三脚にて設置できる高さ。 計測時に歩行者や車両が通行する場合は計測を中断する。 KUMONOSで直接ひび割れ幅を確認する場合は対象面から1500mm程度の離隔が必要。
適用可能なトンネルの最大寸法	KUMONOSとの離隔が45m以上になる場合は不可	0.2mmのひび割れを計測する場合、対象物までの距離が45m未満に設定

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 ※	無	
		-		
	計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
		【性能値】 ・最小ひび割れ幅0.007mm(器械から対象物までの距離が1.5mの場合) 【標準試験値】 標準試験方法(2019) 実施年 2021年 ・最小ひび割れ幅0.2mm(0.1mmのひび割れ幅をKUMONOSから目視で視認できる) ・誤差0.093mm(0.2mmのひび割れのみを対象とした検出精度) ・ひび割れ長さの最小単位:1mm ・ひび割れ幅の最小単位:0.1mm		【性能値】 デモクラックパネルを使用 【標準試験値】 照明により100ルクス以上を確保(検証時:100ルクス) 計測覆工面の状況:すす等でひび割れがおおわれていると、検出精度が低下する(検証時:汚れなし)
		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 2021年 ・周方向:0.14% ・進行方向:0.03%		
長さ計測精度(長さの相対誤差)	性能確認シートの有無 ※	有		
位置精度	【性能値】 未検証 【標準試験値】 標準試験方法(2019) 実施年 2021年 ・周方向:1mm ・進行方向:5mm			
	性能確認シートの有無 ※	有		
色識別性能	【性能値】 フルカラー識別可能 【標準試験値】 標準試験方法(2019) 実施年 2021年 フルカラー識別可能			
	性能確認シートの有無 ※	有		

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

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	・光波測量機が発射するレーザーを車・人等に向けない。 ・機材設置場所をカラーコーン等で明示する。	
	無線等使用における混線等対策	-	
	交通規制の要否	・歩行者等の立入禁止措置は不要。	
	交通規制の範囲	-	
	現地への運搬方法	・人による運搬 ・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	運搬車両で調査場所に乗り込む場合は規制が必要	
	断面形状の制約	機材が設置できるサイズ	
その他	汚れ、すす等がある場合の作業の可否:可	汚れ、すす等の下にひび割れ等の損傷が確認できる場合は計測可 ノンプリズムレーザーが反射する場合は計測可	

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	TLS及びKUMONOSの操作技術 クモノス技術者検定(レベル1)の受講 クモノス技術者検定(レベル2)の受講	
必要構成人員数	最低必要人員は1名。 KUMONOSとTLSを同時に使用する場合は2名。	
操作に必要な資格等の有無、フライト時間	クモノス技術者検定(レベル1)の受講 クモノス技術者検定(レベル2)の受講	
操作場所	作業ヤードは不要。車両にて機材を運搬する場合は運搬車両の駐車スペースが必要。	
計測作業日数	計測作業日数 [トンネル条件] ・延長500m ・ひび割れ密度0.3m/m ² ・2車線断面, 歩道なし, 照明あり ・2車線断面 [作業日数] ・計測作業8日/本 ・計測作業80日/10本 [日数算定上の条件] ・変状はひび割れのみ ・附属物の背面などの不可視部なし ・本技術を単独で利用した場合 ※現場状況により作業日数が変化します。	【参考】新技術活用による作業日数 1日(延長100mの場合) [トンネル条件] ・延長100m ・ひび割れ密度0.3m/m ² ・2車線断面, 歩道あり, 照明あり ・2回目以降の点検 ・補修箇所なし [作業日数] ・計測作業2日/本 [日数算定上の条件] ・変状はひび割れのみ ・附属物の背面などの不可視部なし ・本技術を単独で利用した場合 ※現場状況により作業日数が変化します。
点検費用	[トンネル条件] ・延長500m ・ひび割れ密度0.3m/m ² ・2車線断面, 歩道なし, 照明あり ・2回目以降の点検 ・補修箇所なし [費用] ・新技術活用による費用 外業約120万円 内業130万円 [費用算定上の条件] ・変状はひび割れのみ ・附属物の背面などの不可視部なし ・本技術を単独で利用した場合 ・諸経費・交通費は別途 ※現場状況により費用が変化します。	【参考】新技術活用による作業日数 1日(延長100mの場合) [トンネル条件] ・延長100m ・ひび割れ密度0.3m/m ² ・2車線断面, 歩道あり, 照明あり ・2回目以降の点検 ・補修箇所なし [費用] ・新技術活用による費用 外業約26万円 内業19万円 [費用算定上の条件] ・変状はひび割れのみ ・附属物の背面などの不可視部なし ・本技術を単独で利用した場合 ・諸経費・交通費は別途 ※現場状況により費用が変化します。
保険の有無、保障範囲、費用	・任意で加入する。	
作業条件・運用条件 時間帯(夜間作業の可否)	特になし(夜間作業は可)	
計測時の走行速度条件	人力のため走行しない。	
渋滞時の計測可否	車両が計測の妨げになる場合は計測不可	
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計測不可	
車両から覆工表面までの距離条件	-	
トンネル内照明の消灯の必要性	照明の強さにより消灯の必要あり	
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	1. KUMONOS技術者が現地計測 2. 購入 3. レンタル(自社にて対応)	
関係機関への手続きの必要性	・必要なし ・交通規制を行う場合、トンネル管理者及び警察との協議を要する。	
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KUMONOS解析・市販点群処理ソフト・市販図化ソフトを使用 ・必要作業: 担当者による解析作業 ・費用: 購入の場合、市販点群処理ソフト約150万円、市販図化ソフト約40万円が必要。 ※年間保守料、技術指導料等を除く。	

	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポート体制有。 計測サポート・成果作成サポート体制を社内にて構築している。 但し、弊社から購入・レンタルした企業に限る。	
	センシングデバイスの点検	測量機器の校正点検を1回/年実施する	
	その他	特許状況 ・特許第3996946号 気象条件 ・降雨・降雪により対象面が直接目視できない場合は計測不可 ・漏水・湧水等により対象面からレーザーが反射できない場合は計測不可。 作業条件 ・振動のない地面に機材に設置が必要。 ・足場や高所作業車への機材設置は不可。	

7. 図面

KUMONOS機材



TLS機材



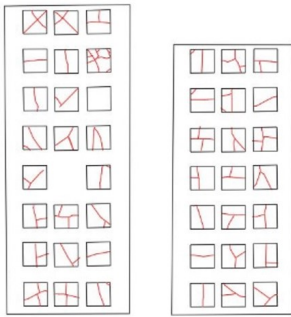
KUMONOS計測状況



TLS計測状況



KUMONOS計測結果



TLS計測結果

