

番号		1	2	3	4	5	
技術名		三菱 インフラモニタリングシステムⅡ (MMSD®Ⅱ)	走行型高速3Dトンネル点検システム MIMM(ミーム)	トンネル覆工点検システム (eQドクターT)	一般車両搭載型トンネル点検システム	トンネル覆工表面撮影システム	
開発者		三菱電機株式会社	パシフィックコンサルタンツ株式会社	西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社	株式会社リコー	株式会社三井 E&S マシナリー	
共同開発者		なし	計測検査株式会社	西日本高速道路株式会社	なし	株式会社トノックス	
NETIS番号		HR-180004-VR	KK-130026-VR	QS-170015-VR	KT-190062-VR	KT-190037-VR	
NETIS登録技術名		社会インフラモニタリングシステム MMSD	走行型高速3Dトンネル点検システム MIMM(ミーム)	トンネル覆工点検システム (eQドクターT)	一般車両搭載型トンネル点検システム	トンネル覆工表面撮影システム	
技術概要		本技術は自動焦点機能を搭載した8Kの高解像度ラインカメラとレーザー照明により、走行しながらトンネル全周の高精細画像を撮影可能。また、毎秒100万点の計測可能な高密度レーザーを2台搭載しミリ単位の精度で位置座標を持つ毎秒200万点相当の高密度三次元点群データを収集可能。	本技術は道路トンネル定期点検を車両の高速走行で覆工面カラー画像と3次元空間位置データを計測するシステムで、従来は近接目視点検で対応していた。本技術の活用により、経済性・安全性・点検精度の向上、効率化、正確・客観的な変状展開図作成が可能となる。	最高時速100kmの高速走行でトンネル覆工表面を撮影し、取得した超高解像度のトンネル覆工表面画像からひび割れを自動抽出・図化するシステムである。また撮影照明の不可視化により他の通行車への影響も抑えた。	本技術は、普通自動車に被写界深度拡大カメラと照明装置を搭載した撮影車両で、トンネルを走行することで、覆工部の画像展開図を作成する。また、画像展開図を基に変状箇所を自動抽出もしくは手動でトレースし、変状情報・診断情報を登録することで、点検調書を所定のフォーマットで自動出力する。	本技術は、トンネル覆工コンクリート表面を高輝度LEDライトで照射、13台のカラーラインセンサカメラで高速撮影することで、覆工コンクリート表面のひび割れ等の変状を高精度に計測する車載型システムである。	
概要図							
計測対象部位		<ul style="list-style-type: none"> ■トンネルアーチ部 ■側壁部 ■路肩 ■路面 ■坑門 	<ul style="list-style-type: none"> ■トンネルアーチ部 ■側壁部 ■路肩 ■路面 □坑門 	<ul style="list-style-type: none"> ■トンネルアーチ部 ■側壁部 □路肩 □路面 □坑門 	<ul style="list-style-type: none"> ■トンネルアーチ部 ■側壁部 □路肩 □路面 □坑門 	<ul style="list-style-type: none"> ■トンネルアーチ部 ■側壁部 ■路肩 ■路面 □坑門 	
必要な機器・装置等		専用車両		専用車両		専用車両	
必要な能力・資格等		不要		不要		不要	
車輻寸法	車輻幅	2380mm	208 cm	2.2m	2.40m	トラック6t級	トラック4t級
	車輻高さ	3340mm	599 cm	3.7m	3.56m		
技術の特徴 適用条件	天候	強風、強雨、降雪時は不可	雨天時は不可	雨天時は坑口が撮影不可	雨・雪、強風時は不可	雨天時不可 (トンネルまでの走行時にレンズに雨粒が付着するため)	
	気温条件	-10~+45℃	0 ~ 40℃ (動作時) -20 ~ 60℃ (非動作時)	5℃~40℃程度	0~+40℃	0℃~40℃ (撮影システムの動作温度)	
	時間帯・日射条件	昼夜問わず使用可能	特に指定なし	晴天時の太陽が真上に近い時間帯は、坑口天端部撮影用カメラに日光が差し込む場合がある。	制約無し	なし	
	計測時の走行速度条件	10~80km/h	80 km/h以下	5~100km/h	40km/h以下	80km/h以下	
	渋滞時の計測可否	10km/h程度の継続走行であれば計測可能、停止する場合は計測不可	可能であるが推奨しない	車両が停止すると再発進時に画質に乱れが生ずる可能性がある。	30秒以上停車しなければ問題なし	可	
	設備等による死角条件	表面からの撮影のみ。(設備等がトンネル壁面に付帯している場合は設備を撮影し、設備の背面にある壁面は写らない。)	照明機器やジェットファン背面等の計測車両から視認できない部分、坑門面壁、非常駐車帯壁	設備裏のコンクリート面は撮影及び変状把握が不可能	照明設備の背面など車線上から死角となる箇所の撮影は不可	設備背面の撮影は不可	
	車輻から覆工表面までの距離条件	0.3~8.0m	10 m程度以下	約7m以下(覆工面がスス等により汚れていない場合に限る)	概ね8m程度	なし	
	トンネル延長の制約	なし	特に制約なし (連続記録時間3時間以内)	制約なし(複数回撮影及び記録媒体交換による)	10km	40km	
	車線数の制約	なし(複数回走行により複数車線での計測に対応)	特に制約なし (複数回計測することで対処可能)	2車線以上	3車線以上も計測可能 (ただし、車両から覆工表面まで約8mの範囲内)	なし	
	断面形状の制約	円形、馬蹄形、矩形に対応	車両走行できない狭小断面は不可	トンネル内空幅：およそ9~15m	トンネル内空幅：6.6m以上	トンネル内空幅：3.0m以上	
トンネル内照明の消灯の必要性	なし	なし	なし	なし	なし		
その他の条件	—	ひび割れが目視できる覆工面状況	覆工面のススなどの汚れが著しい場合、およびひび割れの直上にチョーキングが施されている場合など、ひび割れ開口部が閉塞されている状況では、ひび割れの確認レベルは著しく低下する。	レーザー安全管理者の選定が必要	スス汚れ等目視できない変状は検査不可		

番号		1		2		3		4		5					
技術名		三菱インフラモニタリングシステム II (MMSD II)		走行型高速3Dトンネル点検システム MIMM(ミーム)		トンネル覆工点検システム (eQドクターT)		一般車両搭載型トンネル点検システム		トンネル覆工表面撮影システム					
応募者		三菱電機株式会社		パシフィックコンサルタンツ株式会社		西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社		株式会社リコー		株式会社三井 E&S マシナリー					
現場検証時の状況	天候	晴		晴		晴		晴		晴					
	最大風速(柏崎)	3.6m/s		4.2m/s		3.6m/s		4.2m/s		4.2m/s					
	平均走行速度	45.1km/h		41.0km/h		39.7km/h		38.0km/h		47.0km/h					
	検証対象トンネルの条件	・トンネル延長 No.1トンネル:L=455m、No.2トンネル:L=350m ・前回トンネル点検 H29年度実施 ・煤等による汚れが多い ・ひび割れの上に直接チョーキングがなされているものが多く見られる		・トンネル延長 No.1トンネル:L=455m、No.2トンネル:L=350m ・前回トンネル点検 H29年度実施 ・煤等による汚れが多い ・ひび割れの上に直接チョーキングがなされているものが多く見られる		・トンネル延長 No.1トンネル:L=455m、No.2トンネル:L=350m ・前回トンネル点検 H29年度実施 ・煤等による汚れが多い ・ひび割れの上に直接チョーキングがなされているものが多く見られる		・トンネル延長 No.1トンネル:L=455m、No.2トンネル:L=350m ・前回トンネル点検 H29年度実施 ・煤等による汚れが多い ・ひび割れの上に直接チョーキングがなされているものが多く見られる		・トンネル延長 No.1トンネル:L=455m、No.2トンネル:L=350m ・前回トンネル点検 H29年度実施 ・煤等による汚れが多い ・ひび割れの上に直接チョーキングがなされているものが多く見られる					
必須性能	[A-1] トンネル展開画像の作成	判読可能率※2	ひび割れ	幅0.3mm以上 3.0mm未満 (0.1mm単位)	96% (81/84)	100% (61/61)	100% (84/84)	80% (49/61)	95% (80/84)	100% (61/61)	100% (84/84)	100% (61/61)	98% (82/84)	95% (58/61)	
			うき・はく離	打音異常の有無と範囲を示すチョーキング	92% (11/12)		100% (12/12)		100% (12/12)		100% (12/12)		100% (12/12)		
		鋼材腐食	範囲を示すチョーキング	33% (2/6)		100% (6/6)		100% (6/6)		100% (6/6)		100% (6/6)			
		漏水等		100% (14/14)		100% (14/14)		100% (14/14)		100% (14/14)		100% (14/14)			
	[A-2] 変状写真台帳の自動整理	機能の有無	機能の概要	× (手動) 事前にエクセルファイルで作成している「変状写真台帳」の書式に、写真番号、変状部位、変状種類、変状の写真等の情報を手動で入力することによって、エクセルファイルを台帳の形に仕上げていくもの。		△ (半自動) 専用ソフトウェア上で、覆工展開画像を見ながら「変状写真台帳」へ転記したい変状を選択し、パソコン画面上のダイヤログボックスで変状の情報を手動で入力することによって、エクセル形式で台帳を出力するもの。		— (非申請)		△ (半自動) 専用ソフトウェア上で、覆工展開画像を見ながらパソコン画面のダイヤログボックスで全ての変状情報を手作業で登録した後、自動レポート生成機能により「変状写真台帳」をエクセル形式で出力するもの。		— (非申請)			
追加性能(開発者から申請された場合に評価)	[A] 精度	[A-3] 変状の自動検出	レベル	【レベル2】※5		【レベル2】※5		【レベル2】※5		【レベル2】※5		【レベル2】※5			
			トンネル覆工面	模擬ひび割れ供試体	トンネル覆工面	模擬ひび割れ供試体	トンネル覆工面	模擬ひび割れ供試体	トンネル覆工面	模擬ひび割れ供試体	トンネル覆工面	模擬ひび割れ供試体	トンネル覆工面	模擬ひび割れ供試体	
			ひび割れ検出結果	幅0.3mm以上 3.0mm未満	近接目視により検出したひび割れ延長(L)	25,960mm	9,377mm	25,960mm	9,377mm	25,960mm	9,377mm	25,960mm	9,377mm	25,960mm	9,377mm
				幅3.0mm以上	近接目視と同じ箇所、ロボットにより自動検出されたひび割れの延長(t1)	7,600mm	2,827mm	22,348mm	8,619mm	12,774mm	9,028mm	3,890mm	8,336mm		
					近接目視では検出せず、ロボットでは自動検出されたひび割れの延長(t2)	0mm	0mm	0mm	419mm	0mm	297mm	0mm	0mm		
			検出率※6	ひび割れ	幅0.3mm以上 3.0mm未満 (t1/L)	29.3% (7,600mm/25,960mm)	30.1% (2,827mm/9,377mm)	86.1% (22,348mm/25,960mm)	91.9% (8,619mm/9,377mm)	49.2% (12,774mm/25,960mm)	96.3% (9,028mm/9,377mm)	15.0% (3,890mm/25,960mm)	88.9% (8,336mm/9,377mm)		
					幅3.0mm以上 (t1/L)	対象変状なし	97.1% (3,851mm/3,964mm)	対象変状なし	95.0% (3,764mm/3,964mm)	対象変状なし	99.3% (3,935mm/3,964mm)	対象変状なし	96.4% (3,822mm/3,964mm)		
					うき・はく離	(うき・はく離自動検出機能を具備しない設計である)		100% (12/12)		(うき・はく離自動検出機能を具備しない設計である)		0% (0/12)			
			的中率※7	ひび割れ	幅0.3mm以上 3.0mm未満 (t1/(t1+t2))	100.0% (7,600mm/7,600mm)	100.0% (2,827mm/2,827mm)	100.0% (22,348mm/22,348mm)	95.4% (8,619mm/9,038mm)	100.0% (12,774mm/12,774mm)	96.8% (9,028mm/9,325mm)	100.0% (3,890mm/3,890mm)	100.0% (8,336mm/8,336mm)		
					幅3.0mm以上 (t1/(t1+t2))	対象変状なし	100.0% (3,851mm/3,851mm)	対象変状なし	100.0% (3,764mm/3,764mm)	対象変状なし	100.0% (3,935mm/3,935mm)	対象変状なし	100.0% (3,822mm/3,822mm)		
うき・はく離	(うき・はく離自動検出機能を具備しない設計である)				100% (12/12)		(うき・はく離自動検出機能を具備しない設計である)		0% (0/0)						
漏水等	鋼材腐食	(鋼材腐食自動検出機能を具備しない設計である)		100% (6/6)		(鋼材腐食自動検出機能を具備しない設計である)		0% (0/6)							
	漏水等	64% (9/14)		64% (9/14)		0% (0/14)		21% (3/14)							
	合計	64% (9/14)		60% (9/15)		0% (0/0)		75% (3/4)							
[B] 効率性	[B-1] 現場規制時間の短縮	規制時間比率	90%		90%		80%		90%		90%				
[C] 経済性※8	従来技術とのコスト比率	[C-1] コスト比率(外業)	人件費	91%	(634,540円 / 696,700円)	79%	(553,353円 / 696,700円)	77%	(536,240円 / 696,700円)	80%	(558,620円 / 696,700円)	85%	(594,850円 / 696,700円)		
			直接経費	146%	(528,497円 / 361,780円)	146%	(527,125円 / 361,780円)	117%	(424,269円 / 361,780円)	95%	(345,126円 / 361,780円)	136%	(493,653円 / 361,780円)		
		[C-2] コスト比率(内業)	人件費	102%	(796,770円 / 779,230円)	91%	(709,810円 / 779,230円)	98%	(761,171円 / 779,230円)	90%	(699,010円 / 779,230円)	108%	(839,630円 / 779,230円)		
			機械経費	—		—		—		—					
		[C-3] コスト比率(外業+内業)	人件費	97%	(1,431,310円 / 1,475,930円)	86%	(1,263,163円 / 1,475,930円)	88%	(1,297,411円 / 1,475,930円)	85%	(1,257,630円 / 1,475,930円)	97%	(1,434,480円 / 1,475,930円)		
			直接経費	146%	(528,497円 / 361,780円)	146%	(527,125円 / 361,780円)	117%	(424,269円 / 361,780円)	95%	(345,126円 / 361,780円)	136%	(493,653円 / 361,780円)		
合計	107%	(1,959,807円 / 1,837,710円)	97%	(1,790,288円 / 1,837,710円)	94%	(1,721,680円 / 1,837,710円)	87%	(1,602,756円 / 1,837,710円)	105%	(1,928,133円 / 1,837,710円)					

※1 評価方法は「別紙：評価の方法と結果概要」を参照
 ※2 判読可能率＝(近接目視で検出した変状のうち、当該技術で取得した画像にて判読可能な変状箇所数) / (近接目視で検出した変状箇所数)
 ※3 (事前チョーキング前提)点検員がチョーキング済みの画像を見て、ひび割れ幅0.3mm以上3.0mm未満のひび割れについては、その存在とひび割れ幅の値を示すチョーキング、ひび割れ幅3.0mm以上のひび割れについては、その位置とともに0.5mm単位でひび割れ幅の値が判読可能な画像精度を有していること。
 ※4 (チョーキングに頼らず判読することを前提)点検員が画像を見て、ひび割れの位置が判読可能であるとともに、ひび割れ幅の値について、ひび割れ幅0.3mm以上3.0mm未満のひび割れについては0.1mm単位で、3.0mm以上にあたっては0.5mm単位で判読可能な画像精度を有していること。
 ※5 ひび割れ幅0.3mm以上3.0mm未満のひび割れについては、その位置とともにひび割れ幅を0.1mm単位で区別し、3.0mm以上にあたっては、その位置とともに0.5mm単位で区別して当該技術により自動で検出することができる。正しく自動検出したひび割れは、自動検出したひび割れが近接目視により検出したひび割れ上にあるものを評価する。
 ※6 検出率(ひび割れ)【t1/L】＝(近接目視で検出した変状のうち、当該技術によりひび割れを正しく自動検出した延長【t1】) / (近接目視で検出したひび割れ延長【L】)
 検出率(ひび割れ以外)＝(近接目視で検出した変状のうち、当該技術によりひび割れ以外の変状を正しく自動検出した箇所数) / (近接目視で検出したひび割れ以外の変状箇所数)
 ※7 的中率(ひび割れ)【t1/(t1+t2)】＝(近接目視で検出した変状のうち、当該技術によりひび割れを正しく自動検出した延長【t1】) / (当該技術により自動検出したひび割れ延長【t1+t2】)
 的中率(ひび割れ以外)＝(近接目視で検出した変状のうち、当該技術によりひび割れ以外の変状を正しく自動検出した箇所数) / (当該技術により自動検出したひび割れ以外の変状箇所数)
 ※8 変状写真台帳の自動整理(A-2)、変状の自動検出(A-3)を申請した場合、それぞれその効果(それぞれに要するコスト)を含んでいる対象2トンネルの内1トンネル分(延長4.55m、2車線断面)の費用