

定期点検に関する法令等

道路法(昭和二十七年法律第一百八十号)

(道路の維持又は修繕)

第四十二条 道路管理者は、道路を常時良好な状態に保つように維持し、修繕し、もつて一般交通に支障を及ぼさないように努めなければならない。

2 道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、政令で定める。

3 前項の技術的基準は、道路の修繕を効率的に行うための点検に関する基準を含むものでなければならない。

道路法施行令(昭和二十七年政令第四百七十九号)

(道路の維持又は修繕に関する技術的基準等)

第三十五条の二 法第四十二条第二項の政令で定める道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、次のとおりとする。

一 道路の構造、交通状況又は維持若しくは修繕の状況、道路の存する地域の地形、地質又は気象の状況その他の状況(次号において「道路構造等」という。)を勘案して、適切な時期に、道路の巡視を行い、及び清掃、除草、除雪その他の道路の機能を維持するために必要な措置を講ずること。

二 道路の点検は、トンネル、橋その他の道路を構成する施設若しくは工作物又は道路の附属物について、道路構造等を勘案して、適切な時期に、目視その他適切な方法により行うこと。

三 前号の点検その他の方法により道路の損傷、腐食その他の劣化その他の異状があることを把握したときは、道路の効率的な維持及び修繕が図られるよう、必要な措置を講ずること。

2 前項に規定するもののほか、道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、国土交通省令で定める。

道路法施行規則(昭和二十七年建設省令第二十五号)

(道路の維持又は修繕に関する技術的基準等)

第四条の五の五 令第三十五条の二第二項の国土交通省令で定める道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、次のとおりとする。

- 一 トンネル、橋その他道路を構成する施設若しくは工作物又は道路の附属物のうち、損傷、腐食その他の劣化その他の異状が生じた場合に道路の構造又は交通に大きな支障を及ぼすおそれがあるもの（以下この条において「トンネル等」という。）の点検は、トンネル等の点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者が行うこととし、近接目視により、五年に一回の頻度で行うことを基本とすること。
- 二 前号の点検を行つたときは、当該トンネル等について健全性の診断を行い、その結果を国土交通大臣が定めるところにより分類すること。
- 三 第一号の点検及び前号の診断の結果並びにトンネル等について令第三十五条の二第一項第三号の措置を講じたときは、その内容を記録し、当該トンネル等が利用されている期間中は、これを保存すること。

トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示(平成二十六年国土交通省告示第四百二十六号)

トンネル等の健全性の診断結果については、次の表に掲げるトンネル等の状態に応じ、次の表に掲げる区分に分類すること。

区分		状態
I	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

定期点検の判定区分(橋梁の例)

- 省令・告示では施設の健全性の診断結果を4区分に分類することが明記。
- 技術的助言や直轄版の点検要領では、健全性の診断を行い、4区分に分類。高速会社や一部の自治体では独自の判定区分を設けている。

点検要領		省令・告示	技術的助言	NEXCO	B県	直轄版	A県
対策区分の判定		—	—	AA 変状が著しい A1 機能低下への影響が高い変状 A2 機能低下への影響が低い変状 B 機能低下への影響がない変状 C 詳細調査 OK 変状なし、軽微 E 第三者被害の恐れあり、緊急対応が必要 F 第三者被害の恐れあり、緊急対応は不要	—	A 損傷なし、軽微 B 状況に応じて補修 C1 予防保全から速やかな補修 C2 安全性から速やかな補修 E1 安全性から緊急対応 E2 その他緊急対応 M 維持工事 S1 詳細調査 S2 追跡調査	—
健全性の診断	判定区分	I 健全 II 予防保全段階 III 早期措置段階 IV 緊急措置段階	I 健全 II 予防保全段階 III 早期措置段階 IV 緊急措置段階	I 変状なし II 軽微な変状 III 変状が発生 IV 変状が著しい V 深刻な変状	A 損傷なし B1 性能低下はほぼなし B2 軽微な性能低下 C1 性能低下が懸念 C2 性能低下が顕著 C3 早期の劣化進行危惧 E 落橋の危険想定	I 健全 II 予防保全段階 III 早期措置段階 IV 緊急措置段階	I 健全 II 予防保全 III 早期措置 IV 緊急措置
	省令・告示への読替え	—	—	あり	あり	—	—

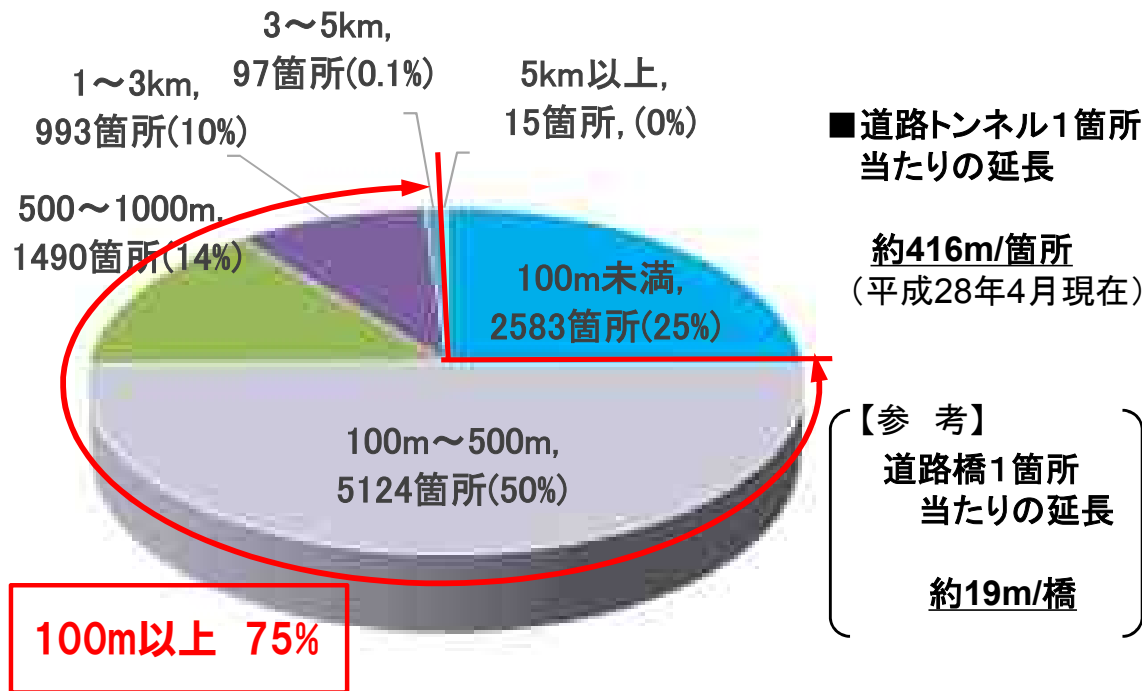
定期点検の欧米諸国との国際比較

項目	米国	英国		フランス			日本
法的根拠の有無	有	無		無			有
位置付け	全国橋梁点検基準(NBIS)	道路構造物の点検		道路構造物の点検と保全に関する技術指示書			定期点検要領(技術的助言)
点検対象橋梁	橋長20ft(6.1m)以上の橋	道路庁管理の幹線道路の橋長3m以上の橋および0.9m以上の純径間・内径を持つ同様構造物		橋長2m以上の国道網の橋			橋長2m以上の橋
対象橋梁数	59.7万橋	0.9万橋 ※1		2.5万橋 ※2			72.5万橋
定期点検名	定期点検	一般点検	主要点検	年次点検	IQOA 橋梁状態 評価点検	定期 詳細点検	定期点検
点検の頻度	1回/2年以内 ※3	1回/2年 ※3	1回/6年 ※3	1回/1年	1回/3年	1回/6年 ※3	1回/5年
点検の方法	近接目視	遠望目視	近接目視	遠望目視	近接目視	近接目視	近接目視
点検の実施者	州や地方政府の橋梁点検チームおよびコンサルタント	MAC(管理エージェント)		工事 事務所	工事事務所および地方設備局構造物管理室	地方設備局構造物管理室が計画し地方土木研究所が実施	定期点検に必要な知識及び技能を有する者
評価	床板、上部構造、下部構造、水路部、カルバートについて損傷状態等を判定(10段階)し、橋全体のSR(Sufficiency Rating)を算定	各構造部位・部材について、損傷の範囲(4段階)、損傷の重大度(4段階)、対策区分(7段階)、対策の優先度(3段階)を判定		各構造部位・部材の損傷状況に応じて、橋の状態(橋の損傷程度と対策の緊急性)を判定(5区分)			部材単位と橋ごとに健全性を診断(判定区分4段階)

対象橋梁数出典 : 米国 NBI2006
 : 英国 道路庁講演資料(7thUK-Japan Workshop2005)
 : フランス IQOA2005(SETRA報告書)
 : 日本 道路メンテナンス年報(平成30年8月)

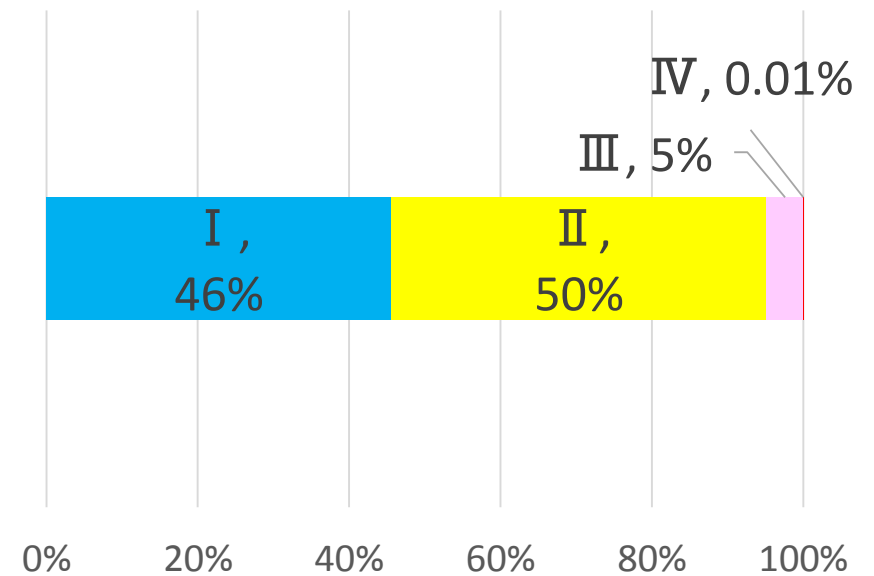
※1 3m未満の構造物は含まれていない(2007年に3m以上から0.9m以上に改訂)
 ※2 現在、国が直接管理する対象橋梁数は1.2~1.5万橋(LGPC(中央土木研究所)の情報)
 ※3 条件により点検間隔を短く、または長くする場合がある

- トンネルは施設延長が橋梁と比較して長く、また複数の覆工スパンを有する構造
- このため、覆工1スパンの健全性判定が、トンネル施設全体の判定と連動
- 覆工スパン単位での健全性の割合は、橋梁や道路附属物等と概ね同様の傾向



(出典: 道路統計年報にもとづき作成)

延長別比率(全国, 箇所数ベース)

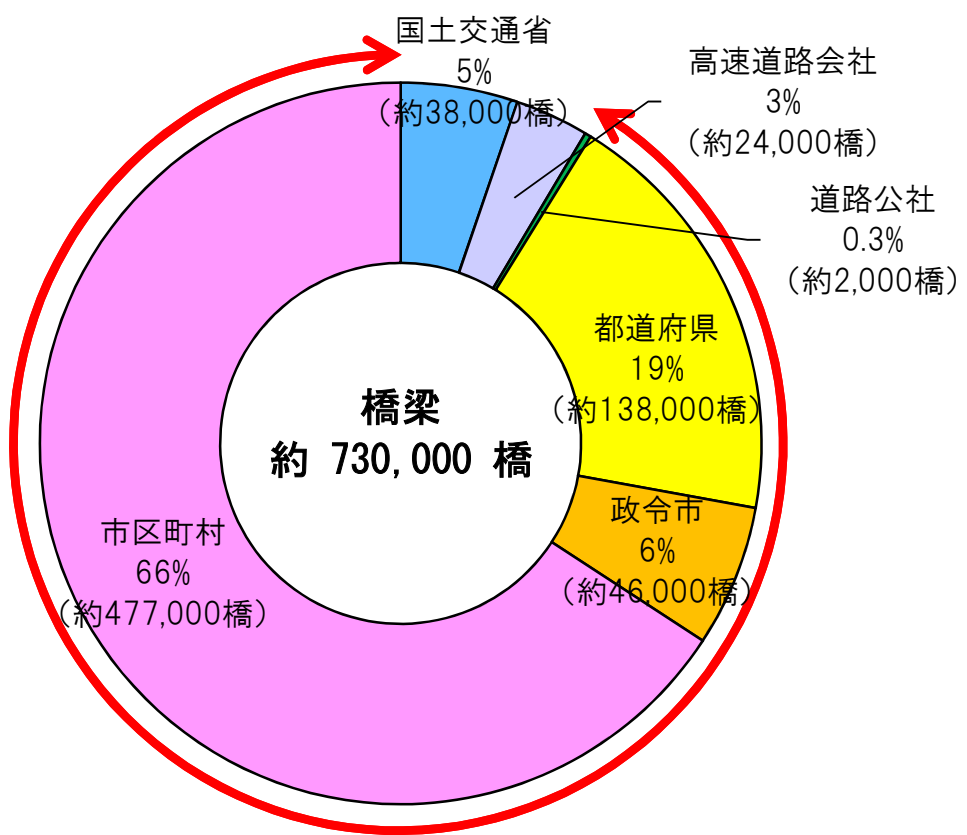


(国管理道路トンネル定期点検結果(H26~H29年度))

覆工スパン毎の健全性の割合

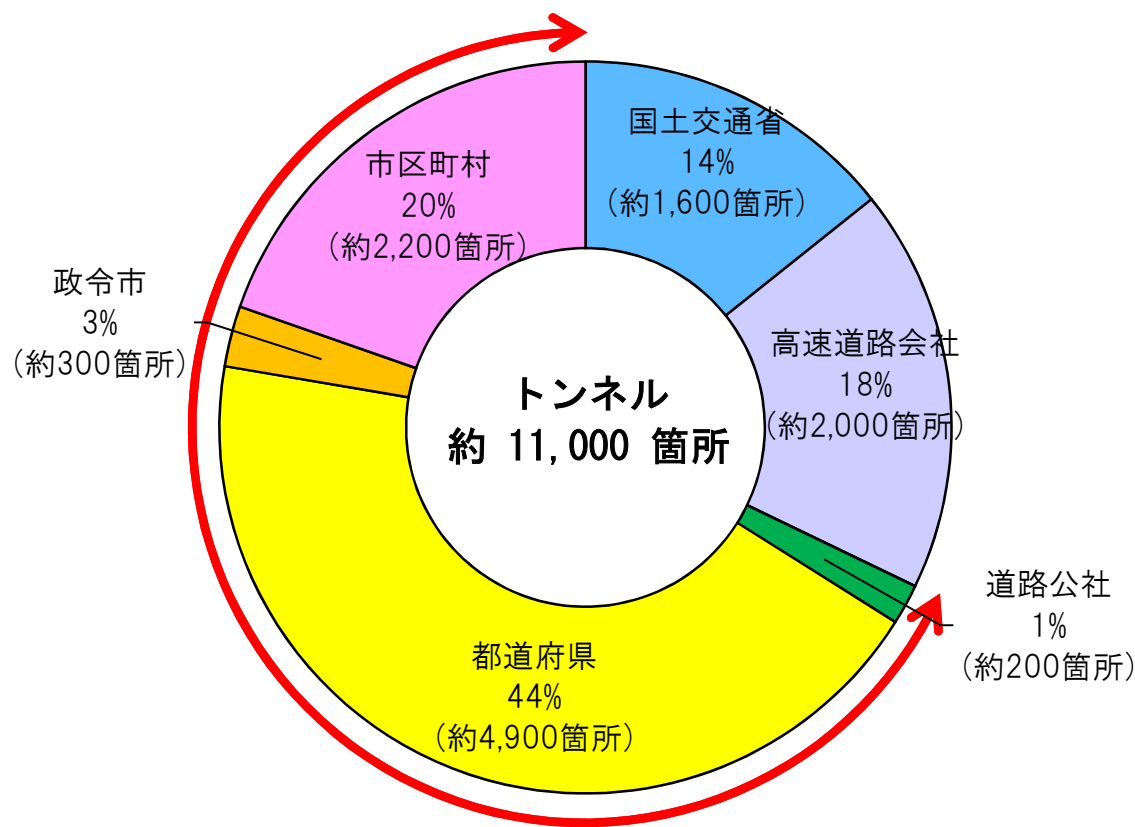
各構造物の施設数①

橋梁 (約73万橋)



**地方公共団体管理
約91% (約660,000橋)**

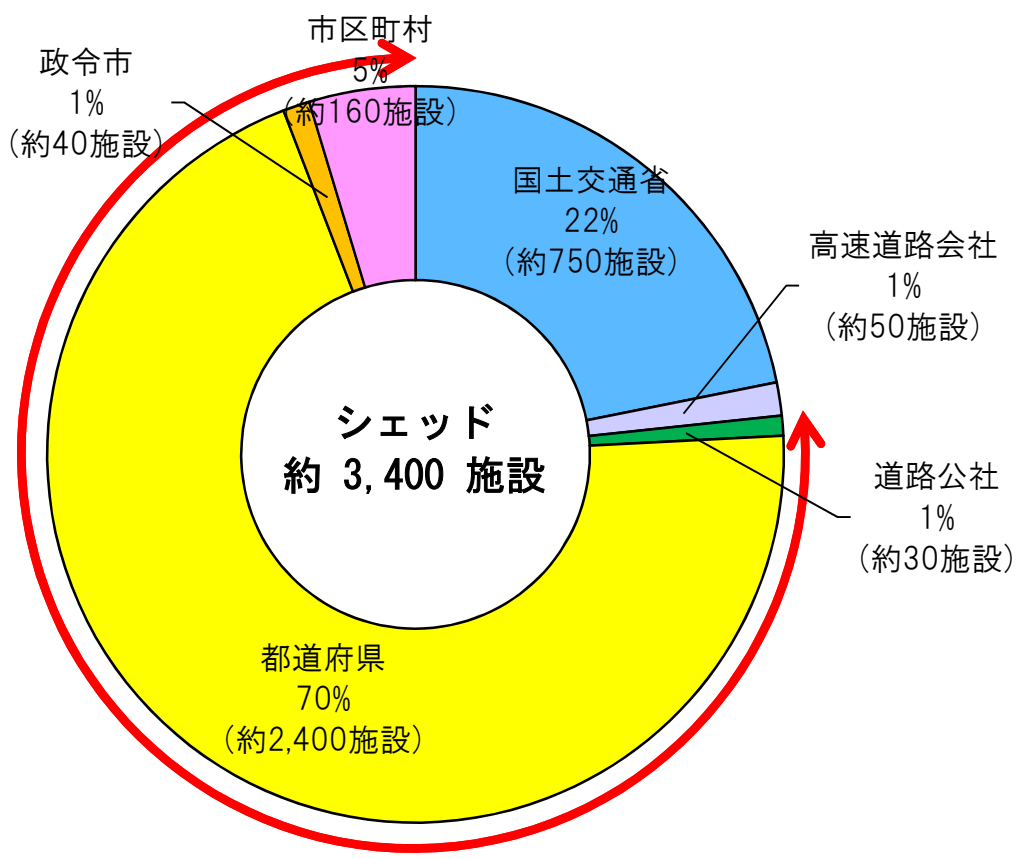
トンネル (約1万箇所)



**地方公共団体管理
約68% (約8,000箇所)**

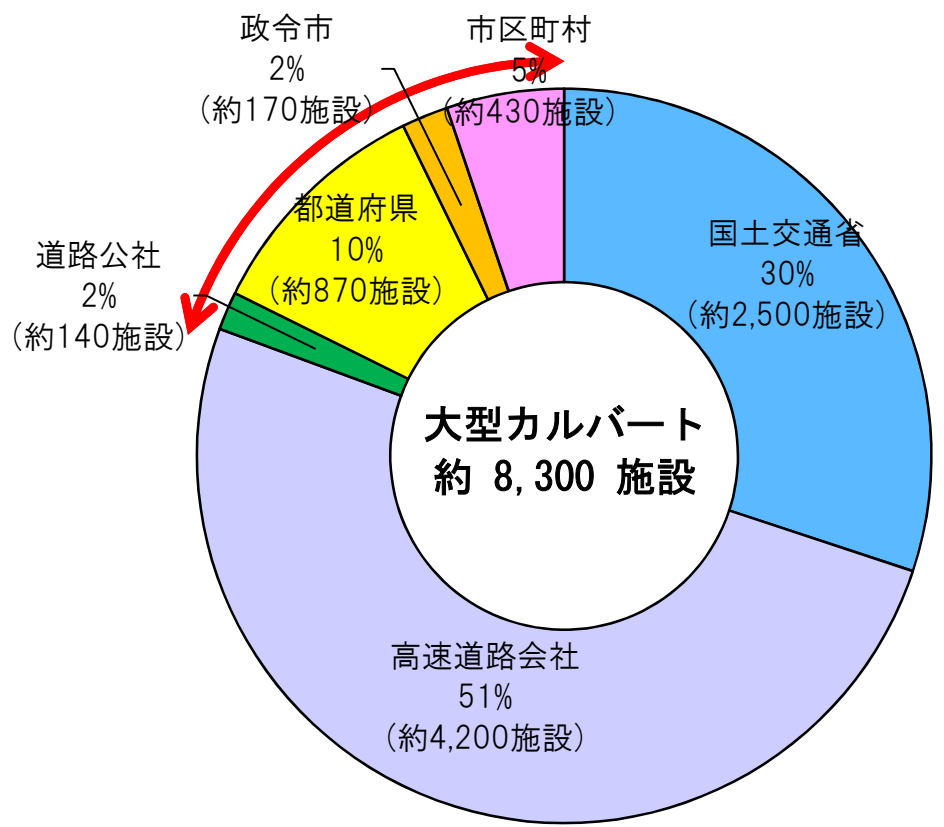
各構造物の施設数②

シェッド (約3千施設)



地方公共団体管理
約77% (約2,600施設)

大型カルバート (約8千施設)



地方公共団体管理
約19% (約1,600施設)

道路に関する主な技術基準の制定状況

新設・改築に関する技術基準

維持・修繕に関する技術基準

	新設・改築に関する技術基準	維持・修繕に関する技術基準	
橋梁	橋、高架の道路等の技術基準	5年に一度近接目視 定期点検要領	
トンネル	道路トンネル技術基準	5年に一度近接目視 定期点検要領 <small>※トンネル内に設置している附属物を取り外すための金属類やアンカー等を含む</small>	
	道路トンネル非常用施設設置基準(改定中)		
舗装	舗装の構造に関する技術基準	点検要領	
土工	道路土工構造物設置基準	5年に一度近接目視 定期点検要領 <small>(シェッド・大型カルバート)</small>	点検要領 <small>(切土・盛土・擁壁)</small>
附属物等	道路標識設置基準	5年に一度近接目視 定期点検要領 <small>(門型標識・情報板)</small>	点検要領 <small>(門型以外の標識・照明)</small>
	道路照明施設設置基準		
	立体横断施設技術基準	5年に一度近接目視 定期点検要領 <small>(横断歩道橋)</small>	
	防護柵の設置基準	(維持管理の内容を含む)	
	道路緑化技術基準	(維持管理の内容を含む)	

コンクリート構造物のうき・剥離を検出可能な非破壊検査技術の評価

技術名		赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	ボール打検機	回転式打音診断支援システム【S-SJ】	
開発者		西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社	日本電気株式会社	(株)ネクスコ東日本エンジニアリング	
NETIS番号		SK-110019-V	審査中(技術事務所名:関東地方整備局)	審査中(技術事務所名:関東地方整備局)	
技術概要		<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁等のコンクリート構造物のうき・剥離などの変状箇所を、赤外線法により、高精度かつ定量的に検出する点検技術。 ・遠望非接触の非破壊検査のため、足場や交通規制が不要。 ・独自に開発した損傷判定支援システムにより、解析作業の熟練度にかかわらず、赤外線画像から変状箇所の損傷状態を定量的に判定することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地上あるいは足場、高所作業車、橋梁点検車からコンクリート部材をボール打検機の使用により打音検査を補助、補強する。 ①高所にあるコンクリート部 ②点検ハンマーによる打音検査が困難な箇所 ③添架物で塞がれた箇所など近接して打音検査ができない箇所 ④横桁、対傾構が輻輳する構造 ⑤桁下の空間が狭く足場が設置出来ない場所。 	<ul style="list-style-type: none"> ・六角の軸球体をヘッド部に持つ回転式打音点検器を使用して、コンクリート表面を連続的に回転打撃し、その打音を聞き取りやすく、また、その打音波形を分析し、うき・剥離損傷の有無をリアルタイムに表示する装置であり、点検の高度化を図るものである。 ・点検ハンマーによる打音点検が困難な狭隙部の点検が可能である。 	
測定状況					
対象物		コンクリート構造物のうき・剥離の検出	コンクリート構造物のうき・剥離の検出	コンクリート構造物のうき・剥離の検出	
従来の方法		点検ハンマーによる打音検査	点検ハンマーによる打音検査	点検ハンマーによる打音検査	
技術の特徴	必要な機器・装置等(計測)	冷却型高性能赤外線カメラ(素子:InSb)、調査支援モニター、デジタルカメラ(可視画像)、熱環境測定装置	打音点検用のハンマーとマイクと近接目視点検用のカメラ	回転式打音点検器と狭指向性のショットガンマイクロフォンおよびアンプ	
	必要な能力・資格等(計測)	無し	打音点検の経験	打音点検の経験	
	必要な機器・装置等(解析)	損傷判定支援ソフトを用いて赤外線サーモグラフィーの熱画像を自動解析し、変状を自動識別する。	点検員がヘッドホーンで打撃音を聴き、静音・濁音を判断する。	打音をマイクにて採取し、アンプにて暗騒音部分の周波数帯をフィルターカットすることで打音を聞き取りやすくし、打音の波形分析によりうき・剥離の損傷有無を判断する。	
	必要な能力・資格等(解析)	無し	打音点検の経験	打音点検の経験	
	(参考)※1 概略費用	計測費用(直接人件費)※2	53,855円(点検面積502.5m ²)	43,985円(点検面積473.9m ²)	52,060円(点検面積502.5m ²)
		計測費用(直接経費)※3	8,060円(点検面積502.5m ²)	50,000円(点検面積473.9m ²)	43,170円(点検面積502.5m ²)
計		136,705円(点検面積502.5m ²)	112,185円(点検面積473.9m ²)	141,400円(点検面積502.5m ²)	
適用条件		<ul style="list-style-type: none"> ・天候が雨天でないこと。 ・調査対象部位が湿潤状態でないこと。 ・垂鉛を含む防錆スプレーなど、金属系の塗料をコンクリート表面に塗布した部位でないこと。 ・熱環境測定装置に検出可能な温度差が発生すること。 ・調査対象に対する対象角度の最小角度が30°以上確保できること。 ・撮影箇所から調査対象部位の視通が確保できること。 ・調査時間帯は原則として夜間とする。 ・コンクリート表面から4cm奥までのうき・剥離 ・日較差(1日の最高気温と最低気温の差)7℃以上が望ましい。 ・撮影距離約50m未満(ただし、レンズや、距離計の変更により80m程度まで対応可能) 	<ul style="list-style-type: none"> ・適用箇所:主桁(フランジ、ウェブ)、横桁(フランジ、ウェブ)、床版下面、地覆側面、壁高欄。 ・点検員が桁下にアクセス出来ること。点検員が進入出来ないほどの水辺で無いこと。 ・天候が雨天で無いこと。 ・コンクリートのかぶり厚が3cmまでのうき・剥離。 ・高さ8m程度までは足場無しで打音検査が可能。それ以上は高所作業車、橋梁点検車を使用する。横構、対傾構が輻輳する構造など検査車バケットでは近接が出来ない箇所に適用できる。側道橋と本線橋の狭隙な隙間でも打検機が届く範囲は点検が可能。 ・第三者被害予防措置のコンクリートの叩き落としは橋梁点検車、高所作業車に兼用して作業すればその場で実施することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・適用箇所:主桁(フランジ、ウェブ)、横桁(フランジ、ウェブ)、床版下面、地覆側面、壁高欄。 ・点検する部位に点検員がアクセス出来ること。梯子、高所作業車、橋梁点検車により近接する必要がある。 ・雨天時、強風時は実施困難。側道の重交通騒音などの環境音が特別に大きいこと。 ・第三者被害予防措置のコンクリートの叩き落としは橋梁点検車、高所作業車に兼用して作業すればその場で実施することができる。 ・基本的には打音法であり、構造物へ近接する必要がある。 ・ハンマーによる打音法が困難な狭隙部の点検を行うことが出来る。 	
検証結果	①精度	検出率※5※7※10 100% ※ただし、分母は検証対象部位・部材に限る(うき:52箇所/52箇所、剥離:38箇所/38箇所)	76% ※ただし、分母は検証対象部位・部材に限る(うき:127箇所/164箇所、剥離:6箇所/11箇所)	83% ※ただし、分母は検証対象部位・部材に限る(うき:150箇所/182箇所、剥離:3箇所/3箇所)	
	②効率性	ヒット率※6※7※10 26% (90箇所/350箇所)	22% (133箇所/593箇所)	33% (153箇所/469箇所)	
	検証対象部位・部材	主桁(フランジ、ウェブ)、横桁(フランジ)、床版下面、地覆側面、壁高欄	主桁(フランジ、ウェブ)、横桁(フランジ、ウェブ)、床版下面、地覆側面	主桁(フランジ、ウェブ)、横桁(フランジ、ウェブ)、床版下面、地覆側面	

※1 概略費用は橋梁構造形式RC連続T桁のうち1径間(径間長26.8m、幅8.3m、点検面積502.5m²)を対象に各技術が点検した範囲にかかる費用
 ※2 計測費用(直接人件費)には、機器のキャリブレーション等、計測の準備にかかる費用を含む
 ※3 計測費用(直接経費)には、付随して必要となる機器(橋梁点検車等)にかかる費用を含む
 ※4 解析費用(直接人件費)には、記録・調書の作成にかかる費用を含む
 ※5 検出率=(従来方法による点検で把握された損傷のうち、当該技術で検出できた損傷数)/(従来方法による点検で把握された損傷数)
 ※6 ヒット率=(当該技術で異常が検出された箇所数のうち、従来方法による点検で損傷が把握された箇所数)/(当該技術で異常が検出された箇所数)
 ※7 うき・剥離箇所数は、各技術が点検を実施した範囲の箇所数
 ※8 損傷の評価基準は橋梁定期点検要領 ⑩うき e ⑦剥離・鉄筋露出 c ~e
 ※9 第三者被害予防処置は、「橋梁における第三者被害予防処置要領(案)」(平成28年12月)に基づく措置
 ※10 このデータは、平成29年11月時点。ただし、Jシステムの検証結果については、平成27年10月から平成28年2月に実施した現場検証データである。

技術名		橋梁点検支援ロボット	近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システム	コンクリート構造物変形部検知システム「BLUE DOCTOR」	
開発者		ジビル調査設計株式会社	新日本非破壊検査㈱	㈱オンエンジニアリング	
NETIS番号		QS-170024-A	審査中(技術事務所名:九州地方整備局)	審査中(技術事務所名:九州技術事務所)	
技術概要		橋梁点検の際に橋梁点検車が利用出来ない橋梁において全ての作業を橋面上から行い点検員に代わって橋梁下面に挿入した各種点検台車と一体になったロボットアームを遠隔操作で可動させて、赤外線サーモグラフィと打音検査装置との併用でうき・剥離を検出するものである。また、橋面上での占用スペースも小さく(幅1.5m、長さ3m)歩道に設置すれば車道の交通規制を回避出来る。	・有線式のマルチコプター上部に車輪駆動機構と点検機構を搭載、マルチコプターの飛行機能で橋梁の床版など人が容易に近づけない部位に接近、車輪を押し当てて走行しながら、特殊な機構による打音検査とカメラによる目視を実施する飛行と自走機能を持つ有線式飛行型点検ロボットである。また、点検により得られた打音信号は解析技術で可視化し、うきや剥離等の損傷検出に加え位置情報と合わせて点検調査作成を支援する。	・橋梁等のコンクリート構造物の浮き・剥離などの欠損部(空隙)の有・無及び深さを、移動式衝撃弾性波法により、高精度かつ定量的に検知するコンクリート構造物点検技術。欠損箇所表面にスプレーマーキング可能。打音点検で見つからない欠損部も検出可能で、かつ定量化が可能な打音検査を補助する技術。ロボットに搭載すれば打音点検前のスクリーニングとして、高精度、高効率な点検を可能とする技術である。	
測定状況					
対象物		コンクリート構造物のうき・剥離の検出	コンクリート構造物のうき・剥離の検出	コンクリート構造物のうき・剥離の検出	
従来の方法		点検ハンマーによる打音検査	点検ハンマーによる打音検査	点検ハンマーによる打音検査	
技術の特徴	必要な機器・装置等(計測)	橋梁点検支援ロボット(ベース車:自走式クローラ台車)、可視カメラ、赤外線サーモグラフィ、回転式打診装置、集音用マイク、録音装置、温度分析用ソフトウェア	・ドローン搭載型打音検査機構(打撃機構+マイク) ・PC(信号解析・表示、データ保存) ・モニター用タブレット	・ブルードクター伸縮スティックタイプ1式(マーキング機能付き) ・バッテリーパック或いはポータブル発電機(※マーキング機能を使用する場合) ・定点撮影用デジタルカメラ	
	必要な能力・資格等(計測)	赤外線サーモグラフィによる熱画像の取得と打音点検の経験	飛行許可・申請を行う場合、飛行操作者は10時間の経験が必要	調査対象部位が手元より3m以上の場合、足場、高所作業車もしくは吸着走行型ロボット(開発中)が必要	
	必要な機器・装置等(解析)	赤外線サーモグラフィによりスクリーニングし、打撃音をマイクで集音した結果を併用して、点検員がうきを判断する。	打撃装置からの打音をマイクにより集音し周波数分布の変化から変状を自動識別する	弾性波エコーを自動解析してLED表示される損傷を点検員が記録する。	
	必要な能力・資格等(解析)	熱画像解析と直接打診の経験	打音信号解析の経験	打音点検の経験	
	(参考)※1 概略費用	計測費用(直接人件費)※2	62,600円(点検面積202.8m2)	59,000円(点検面積138.0m2)	72,020円(点検面積478.4m2)
		計測費用(直接経費)※3	222,400円(点検面積202.8m2)	61,200円(点検面積138.0m2)	85,950円(点検面積478.4m2)
	解析費用(直接人件費)※4	140,800円(点検面積202.8m2)	172,500円(点検面積138.0m2)	25,400円(点検面積478.4m2)	
	計	425,800円(点検面積202.8m2)	292,700円(点検面積138.0m2)	183,370円(点検面積478.4m2)	
適用条件		・適用箇所:主桁(フランジ、ウエブ)、横桁(フランジ、ウエブ)、床版下面、地覆側面(側道橋が近接する箇所を除く)、壁高欄。 ・雨天時、強風時は実施困難。側道の交通騒音などの環境音が特別に大きくないこと。 ・橋梁総幅員は8m未満。主桁の高さが1.8m以下。地覆内側面から外側への張り出しが1.5m以下。高欄の乗り越え高さが1.5m以下。システムの組立、積み下ろしに必要な空間 w=3.0m L=15m程度が確保出来る。 ・打診機の移動は、幅員方向に4mまでである。 ・赤外線サーモグラフィによりスクリーニングし、打撃音をマイクで集音し、点検員がうきを判断する。打診機は構造物への近接が必要。 ・第三者被害予防措置のコンクリートの叩き落としは橋梁点検車、高所作業車に兼用して作業すればその場で実施することができる。 ・点検ハンマーと比較すると狭隙部の点検困難箇所の点検が可能。 ・車道を規制する橋梁点検車に比べて橋梁を占有する部分は小さくなるが検査装置が歩道を占有するため交通規制が必要である。 ・アーム型機構で点検できる面積は制限され、他の点検を併用する必要がある。	・適用箇所:主桁(下面)、床版下面、検査対象は検査装置の上面に限定される。垂直面、添架物が設置されている箇所は不可能。 ・打診装置が機械の中心にあり、機械の幅の半分(約50cm)は不可能。 ・UAVの飛行可能エリアまたは許可・申請の承認が必要 ・点検ロボットの作業範囲内(半径30m程度)への第三者の立ち入り制限がある。 ・日中、晴れまたは曇り、最大風速:4m/秒以下 ・打撃音をマイクで収集し、音を解析し、うきを判断する。 ・飛行モード時の安全確保のため橋面に親綱が必要。橋上に補助員を配置する必要がある。UAV飛行中に機体が落下することがあり、飛行体安全性に課題がある。 ・垂直面への適用は開発中であり、現状の装置では定期点検範囲の約27%の点検が出来る。 ・第三者予防処置のコンクリートの叩き落としは高所作業車により実施する必要がある。	・適用箇所:主桁(フランジ、ウエブ)、横桁(フランジ、ウエブ)、床版下面、地覆側面(側道橋が近接する箇所を除く)、壁高欄。 ・基本は打音法と類似の衝撃弾性波法のため、梯子、ステージ、高所作業車などを使用してコンクリート構造物への近接が必要である。打診装置が機械の中心にあるため機械の幅の半分(約50cm)分は叩けない。 ・伸縮スティックが付随するので手元から3m以内であれば足場、高所作業車が不要。 ・作業場所に雨が降らないこと、強風で無いこと ・打撃を与える労力を自動化し、弾性波エコーの解析により計測結果を定量化できる。従来の打音法と併用することが出来る。マーキング機能を使用しない場合はバッテリーパック、マーキング機能を使用する場合は電源(発電機等)が必要である。 ・第三者被害予防措置のコンクリートの叩き落としは橋梁点検車、高所作業車に兼用して作業すればその場で実施することができる。	
検証結果	①精度	検出率※5※7※10	68% ※ただし、分母は検証対象部位・部材に限る(うき:67箇所/100箇所、剥離:4箇所/5箇所)	60% ※ただし、分母は検証対象部位・部材に限る(うき:100箇所/162箇所、剥離:4箇所/10箇所)	
	②効率性	ヒット率※6※7※10	45% (71箇所/159箇所)	21% (104箇所/487箇所)	
	検証対象部位・部材	主桁(フランジ、ウエブ)、横桁(フランジ、ウエブ)、床版下面、地覆側面	主桁(フランジ下面)、床版下面	主桁(フランジ、ウエブ)、横桁(フランジ、ウエブ)、床版下面、地覆側面	

※1 概略費用は橋梁構造形式RC連続T桁のうち1径間(径間長26.8m、幅8.3m、点検面積502.5m2)を対象に各技術が点検した範囲にかかる費用
 ※2 計測費用(直接人件費)には、機器のキャリブレーション等、計測の準備にかかる費用を含む
 ※3 計測費用(直接経費)には、付随して必要となる機器(橋梁点検車等)にかかる費用を含む
 ※4 解析費用(直接人件費)には、記録・調書の作成にかかる費用を含む
 ※5 検出率=(従来方法による点検で把握された損傷のうち、当該技術で検出できた損傷数)/(従来方法による点検で把握された損傷数)
 ※6 ヒット率=(当該技術で異常が検出された箇所数のうち、従来方法による点検で損傷が把握された箇所数)/(当該技術で異常が検出された箇所数)
 ※7 うき・剥離箇所数は、各技術が点検を実施した範囲の箇所数
 ※8 損傷の評価基準は橋梁定期点検要領 ⑩うき e ⑦剥離・鉄筋露出 c ~e
 ※9 第三者被害予防処置は、「橋梁における第三者被害予防処置要領(案)」(平成28年12月)に基づく措置
 ※10 このデータは、平成29年11月時点。ただし、Jシステムの検証結果については、平成27年10月から平成28年2月に実施した現場検証データである。

道路トンネル点検記録作成支援ロボット技術の評価

ユースケースの前提		点検員等がチョーキング(ひび割れ幅0.3~3.0mmのひび割れ、うき・はく離の打音異常の有無及び範囲、鋼材腐食の範囲)した後、ロボットによる写真撮影を実施。点検員等がロボットにより取得した変状写真を見て、記録調書を作成。 ※上記とは別に、専門的な知識と技能を有する技術者が近接目視を行った上で健全性の診断を行う。															
技術名		走行型高速3Dトンネル点検システム MIMM-R(ミー・ム・アール)			走行型高精度画像計測システム(トンネルレーザ)			道路性状測定車両二輪(L&Lシステム)			トンネル覆工コンクリート内部・表面調査システム						
開発者		パシフィックコンサルタンツ株式会社			中外テクノス			西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社			三井造船株式会社						
共同開発者		計測検査株式会社、システムリサーチ株式会社、株式会社ウォールナット			—			—			株式会社トックス						
NETIS番号		(申請予定)			(申請中)			SK-160013-A			(申請予定)						
技術概要		トンネル覆工壁面の連続画像撮影システム、高精度3次元レーザ計測システム、非接触レーザ探査システムを車両に搭載し、覆工表面ひび割れ、漏水等の変状と、トンネル断面形状、巻厚、背面空洞等を計測するもので、走行型であるため計測時の交通規制が不要となる。この統合型計測システムにより従来点検前に計測し、近接目視、打音検査の併用技術として支援するとともに、取得した3D可視化情報を総合的に活用し健全性診断を支援することにより、トンネル点検全般の高度化、効率化、省力化、安全性向上、コスト削減を図れる。			民生用4Kビデオカメラを使用した高精度の覆工面画像を取得するシステム。民生機を使用することで、装置全体をコンパクトにできる。カメラの配置により撮影範囲及び解像度を自在に変更でき、狭隘な水路トンネル等への対応が可能。覆工表面を高い解像度で撮影することで、発生している変状を正確に記録する。交通規制なしで撮影ができ、50km/hの速度では0.3mm以上のひび割れを検知する。交通規制内の低速撮影では画像は近接点検時と同等の解像度のある高精度な画像が得られ、覆工面の状態をより正確に記録することができる。			カラーラインセンサカメラによる高精度な可視画像撮影システムと、光切断法による3次元形状計測技術を併用して、覆工コンクリートの表面状態と形状を、同時に計測、解析する。これにより、覆工コンクリートのひび割れと、剥離の前兆である段差を検出し、コンクリート片が剥落する恐れのある箇所を非接触かつ定量的に検出する技術である。将来的に、現状のトンネルの損傷評価だけでなく、定期的な計測を行うことにより劣化進行を定量的に把握できる技術を目指している。			打音検査では検出困難だった変状(空洞や豆板など)を、マルチバレーダ(MPLAレーダ)により3次元で映像化するシステム。専用支持装置に架装したレーダを車両に搭載し、最高速度3.5km/hでの連続走行計測が可能である。マルチバレーダによる計測データを覆工表面レーザ計測車(※トックス製)による展開画像データと統合することで、トンネル覆工コンクリートの表面と内部状況を同時に把握し、総合的な判定・管理が可能となる。						
概要図		<p>走行型計測車両 MIMM-R</p> <p>高密度レーザ(100万点/秒) 線陣MMS:レーザ</p> <p>覆工の3次元形状計測 道路周辺の3次元地形測量</p> <p>非接触空洞探査レーザ 非接触内部欠陥探査レーザ</p> <p>全周20台ビデオカメラ</p> <p>TYPE1:巻厚と背面空洞 TYPE2:内部欠陥、ジャンク ひび割れ、変状を連続撮影</p>															
計測対象部位		トンネル本体内覆工(アーチ、側壁)			トンネル本体内覆工(アーチ、側壁)			トンネル本体内覆工(アーチ、側壁)			トンネル本体内覆工(アーチ、側壁)						
必要な機器・装置等		CCDカメラ(38万画素)×20台 画像合成ソフト			4Kカメラ(830万画素):11台 画像合成ソフト			ラインセンサカメラ(4096画素/ライン:4台) 画像合成ソフト			レーザ照射装置=アルゴンイオンガスレーザ(出力4W)×6面体スキャナ レーザスキャン性能=21,000回転/分×6(レーザ走査線数) 画像合成ソフト						
必要な能力・資格等		なし			なし			なし			なし						
概略費用※2	直接人件費	1,832,700円(周長17m×延長500m×10トンネル)			1,818,950円(周長17m×延長500m×10トンネル)			375,200円(周長17m×延長500m×10トンネル)			1,654,450円(周長17m×延長500m×10トンネル)						
	直接経費	703,100円(周長17m×延長500m×10トンネル)			1,209,953円(周長17m×延長500m×10トンネル)			1,762,000円(周長17m×延長500m×10トンネル)			1,750,150円(周長17m×延長500m×10トンネル)						
	計	2,535,800円(周長17m×延長500m×10トンネル)			3,028,903円(周長17m×延長500m×10トンネル)			2,137,200円(周長17m×延長500m×10トンネル)			3,404,600円(周長17m×延長500m×10トンネル)						
車両寸法	車両幅	2.08m			1.67m			2.18 m			2.26m						
	車両高さ	3.63m			2.80m			3.14 m			3.20m						
適用条件	天候	屋外では強風、強雨、降雪時は使用不可(小雨では使用可能)			雨天時はカメラのレンズに水滴が付き画像に影響が出るため撮影は避ける			天候が雨天でないこと			雨天時(小雨を除く)は、レーザ計測への影響が懸念されるため、計測は避ける						
	気温条件	0℃~40℃			-10~40℃			特に無し			外気温0℃以下の場合、レーザ計測への影響が懸念されるため、計測は避ける						
	時間帯・日射条件	昼夜問わず計測可能			トンネル坑口に直射日光が当たる時間の撮影は避ける			坑口付近の覆工コンクリートについては、日射の影響を考慮し夜間が望ましい			昼夜問わず計測可能						
	計測時の走行速度条件	80km/h以下			5~80km/h			100km/h以下(壁面撮影の場合)			60km/h以下						
	渋滞時の計測可否	測定可能			渋滞時の撮影は不可			測定可能			測定可能						
	設備等による死角条件	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			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			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			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						
	車両から覆工表面までの距離条件	10m程度以内			制限なし(壁面までの距離が大きく変化する部分の撮影は不可。)			制限なし			概ね10m以内						
	トンネル延長の制約	制限なし			制限なし			制限なし			制限なし						
	車線数の制約	3車線以上も計測可能			制限なし			3車線以上も計測可能			3車線も計測可能						
	断面形状の制約	矩形断面など対象構造物に応じて対応可能			大きな断面変化がないこと			矩形断面など対象構造物に応じて対応可能			矩形断面も計測可能(断面形状に応じて、レーザ照射器を要位置調整)						
	トンネル内照明の消灯の必要性	不要			不要			不要			不要						
	その他の条件	—			トンネル覆工面が濡れている場合や内装版がある箇所では照明が反射し、画像に影響が出ることがある			—			・走行路面が平坦であること ・覆工表面の排ガスによる汚れが少ないこと						
検証結果	[A] 精度	[A-1] 変状写真の撮影	判読可能率※3	ひび割れ	幅0.3~3.0mm(0.1mm単位)	【レベル1】 ひび割れを示すチョーキングを判別 100%(76箇所/76箇所)	【レベル2】 ひび割れそのものを判別 (非申請)	【レベル1】 ひび割れを示すチョーキングを判別 100%(76箇所/76箇所)	【レベル2】 ひび割れそのものを判別 (非申請)	【レベル1】 ひび割れを示すチョーキングを判別 100%(76箇所/76箇所)	【レベル2】 ひび割れそのものを判別 (非申請)	【レベル1】 ひび割れを示すチョーキングを判別 100%(76箇所/76箇所)	【レベル2】 ひび割れそのものを判別 (非申請)				
					幅3.0mm以上(0.5mm単位)※4	100%(14箇所/14箇所)	(非申請)	100%(14箇所/14箇所)	(非申請)	100%(14箇所/14箇所)	(非申請)	100%(14箇所/14箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)			
				うき・はく離	打音異常の有無と範囲を示すチョーキング	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	
					ひび割れ等の状況※5	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	(非申請)	100%(47箇所/47箇所)	
				鋼材腐食	範囲を示すチョーキング	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	
					腐食の有無	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	未検証(0箇所)	
					部位	アーチ	側壁	路面	アーチ	側壁	路面	アーチ	側壁	路面	アーチ	側壁	路面
				漏水等による変状	漏水(有無及び範囲)	100%(71箇所/71箇所)	(非申請)	(非申請)	100%(71箇所/71箇所)	(非申請)	(非申請)	100%(71箇所/71箇所)	(非申請)	(非申請)	100%(71箇所/71箇所)	(非申請)	(非申請)
					水	未検証(0箇所)	(非申請)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	(非申請)
					土砂	未検証(0箇所)	(非申請)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	(非申請)	未検証(0箇所)	(非申請)	(非申請)
				[A-2] 変状写真台帳の整理	機能の有無	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	
					[A-3] 変状の自動検出	検出率	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	
	的中率	(非申請)	(非申請)			(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)	(非申請)				
	[B] 効率性	現場規制時間の短縮	規制時間比率	非申請或未検証の部分が大きい、今回は算出対象外													
	[C] 効率性	従来技術とのコスト比率	コスト比率(外業)	非申請或未検証の部分が大きい、今回は算出対象外													
コスト比率(内業)			非申請或未検証の部分が大きい、今回は算出対象外														
コスト比率(外業+内業)			非申請或未検証の部分が大きい、今回は算出対象外														

※1 利用場面に対する開発者からの申告
 ※2 概略費用: 周長17m(平均)、延長500m(平均)の同一路線上に連続した10トンネルを対象に算出。(費用は条件により変わります。)
 点検員等がチョーキングした後ロボット技術により写真撮影を実施し、点検員が作業できる形に加工するまでの費用。旅費交通費、機材運搬費、間接原価、一般管理費等は除く。
 ※3 判読可能率=(近接目視で検出した変状のうち、当該技術で記録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)
 ※4 検証トンネルにひび割れ(3.0mm以上)が無かったため、幅1.0mm以上のひび割れが判読可能であること、幅0.5mmのひび割れが認知可能であることを確認することにより、ひび割れ(3.0mm以上(0.5mm単位))が判読可能であるとみなした。
 ※5 ひび割れ等の状況: 閉合、ブロック化、補修材等の材質劣化、覆工コンクリート等の細片化、覆工コンクリート等の材質劣化