

長崎市トンネル長寿命化修繕計画



令和5年3月

長崎市 土木部 土木防災課

目 次

1. トンネルの現状と課題	1
1.1 長寿命化修繕計画策定の背景と目的	
1.2 トンネルの管理状況	
1.3 トンネルにおける課題	
2. トンネル長寿命化修繕計画の基本方針	5
2.1 目的	
2.2 ライフサイクルコスト縮減の修繕シナリオ	
2.3 トンネルメンテナンスサイクルのフロー	
2.4 計画期間	
3. トンネルメンテナンスサイクルの実施	7
3.1 定期点検	
3.2 診断	
3.3 優先順位の決定	
3.4 対策内容の検討	
3.5 措置	
3.6 長崎市道路トンネル点検計画・修繕計画（一覧）	
3.7 長寿命化修繕計画によるコスト縮減効果	
3.8 新技術等活用方針	
参考資料-定期点検における点検対象と着目点	14

1. トネルの現状と課題

1.1 長寿命化修繕計画策定の背景と目的

長崎市道として管理しているトンネルは、2022年度（令和4年度）時点で9箇所あり、最も古いトンネルで1976年（昭和51年）建設（建設後46年）と、橋梁等の構造物と比べると比較的新しい状況にあります。

2013年（平成25年）10月、運動公園トンネル（市道柿泊町城山台1号線）内で、トンネル上部の横断目地からコンクリート片が落下し、通行車両の屋根などを損傷させる事故が発生しました。幸いにも人身事故にはなりませんでしたが、1994年（平成6年度）施工された比較的新しいトンネルにもかかわらず、このような事故が発生したことから、全てのトンネルについて緊急点検を実施し、2014年度（平成26年度）に運動公園トンネルの補修工事を実施しました。

また、2014年（平成26年）に行われた道路法施行令の改正に伴い、5年に一度の定期点検が義務化されたことから、2018年度（平成30年度）すべてのトンネルを対象に定期点検を実施しました。

このような経過を踏まえ、計画的な維持管理を行うため、トンネルの長寿命化修繕計画を策定することにしました。

1.2 トネルの管理状況

本市が管理するトンネルは、令和5年3月31日時点で9施設あります。

本市が所管するトンネル

トンネル名	路線名	供用開始年次	延長(m)	分類	施工方法	所在地
運動公園トンネル	市道 柿泊町城山台1号線	1994	934	陸上	NATM工法	長崎市小江原3丁目
長崎卸トンネル	市道 宿町田中町線	1976	206	陸上	矢板工法	長崎市宿町
牧園トンネル	市道 向町滑石町線	1977	220	陸上	矢板工法	長崎市園田町
秋月トンネル	市道 入船町江の浦町線	1980	77	陸上	矢板工法	長崎市秋月町
水の浦トンネル	市道 入船町江の浦町線	1981	60	陸上	矢板工法	長崎市水の浦町
園田トンネル	市道 向町滑石町線	1987	158	陸上	矢板工法	長崎市園田町
矢上団地トンネル	市道 かき道31号線	1987	292	陸上	開削工法	長崎のかき道1丁目
あぐりトンネル	県道 鳴見町園田町1号線	1999	175	陸上	NATM工法	長崎市鳴見町
乗越トンネル	県道 伊王島町41号線	2000	286	陸上	NATM工法	長崎市伊王島町

位置図



3. 牧園トンネル
L=220m



8. あぐりトンネル
L=175m



6. 園田トンネル
L=158m



1. 運動公園トンネル
L=934m



9. 乗越トンネル
L=286m



5. 水の浦トンネル
L=60m



2. 長崎卸トンネル
L=206m



7. 矢上団地トンネル
L=292m



4. 秋月トンネル
L=77m

1.3 トンネルにおける課題

本市が所管するトンネルの中には、供用開始後 46 年以上経過しているものもあり、これまでの点検において確認された様々な損傷に対し、適切な補修を行ってきました。

今後も供用年数の経過に伴い新たな損傷が生じることが予想され、損傷に起因する事故等を未然に防ぐためにも、適切な時期に適切な処置を実施する必要があります。

また、トンネルに設置されている照明や非常用施設等の付属物についても、ランニングコスト削減にも配慮しつつ計画的に更新をしていく必要があります。

過去の点検で確認された主な損傷



覆工コンクリート目地部のはく落跡
(運動公園トンネル)



覆工コンクリートの目地沿いのひび割れ
(運動公園トンネル)



覆工コンクリート打ち継ぎ目からの漏水
(長崎卸トンネル)



覆工コンクリートアーチ部のひび割れ
(牧園トンネル)



覆工コンクリート打ち継ぎ目のうき
(矢上団地トンネル)



覆工コンクリートのひび割れ沿いの漏水
(矢上団地トンネル)

過去の主な補修状況



はく落防止対策（FRP メッシュ）



覆工補強対策（炭素繊維シート接着工）



ひび割れ対策（ひび割れ注入工）



漏水対策（導水工）

トンネル付属施設



照 明（LED 照明器具）



非常用施設：警報表示版
（運動公園トンネル）

2. トンネル長寿命化修繕計画の基本方針

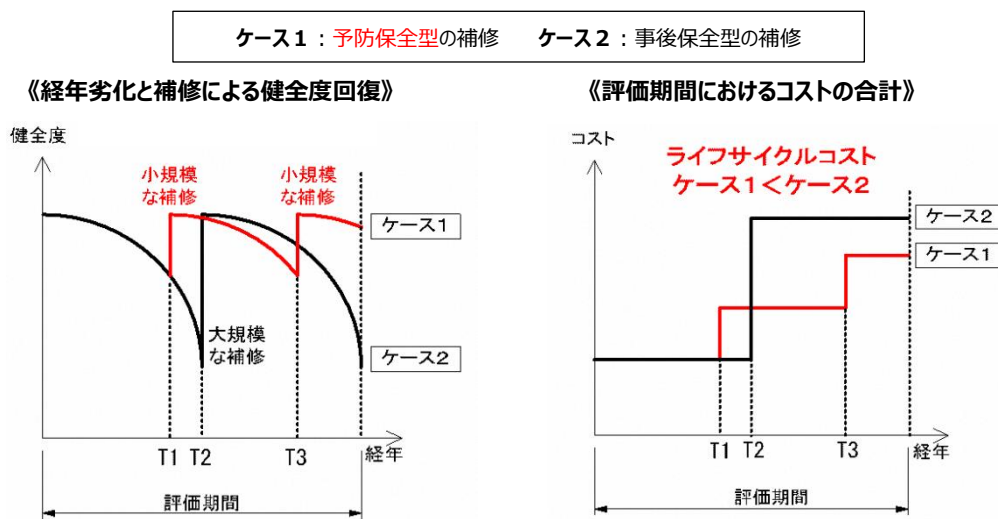
2.1 目的

これまでの「悪くなったら修繕する：事後保全」から、「損傷が小さいうちに修繕する：予防保全」への転換により、トンネルにかかる将来的な維持管理費用の縮減を図るとともに、トンネルを含めた地域道路網の安全性・信頼性の長期的な確保を目的とします。

2.2 ライフサイクルコスト削減の修繕シナリオ

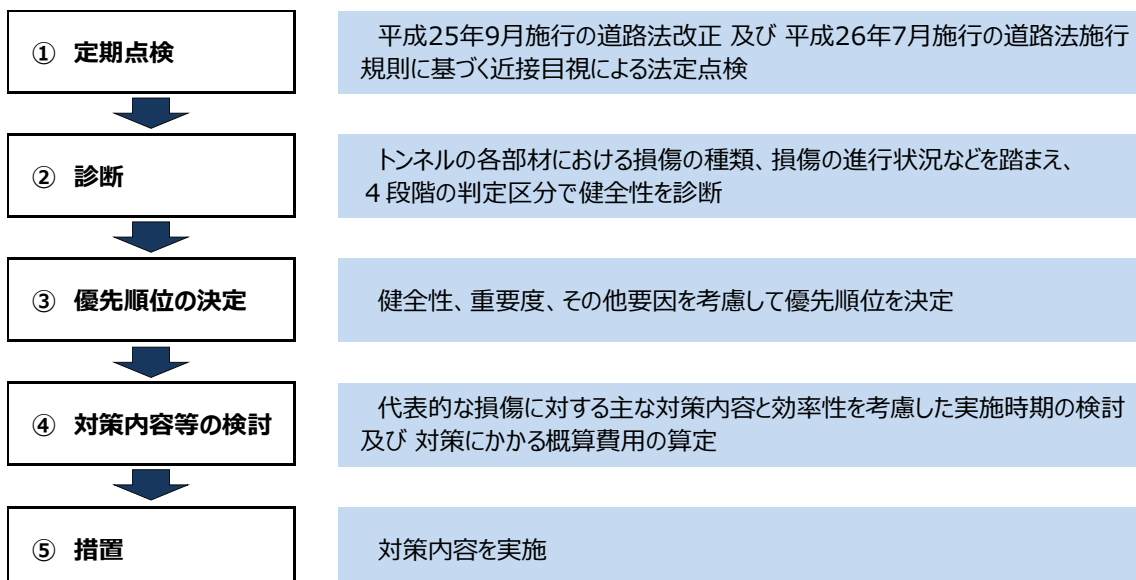
予防保全型の修繕をすることにより、小規模な修繕で済むことからライフサイクルコストが削減できます。また、損傷の深刻化を防ぐことは、損傷に起因して発生する事故等の未然防止に繋がります。

ケース毎のライフサイクルコストのイメージ



2.3 トンネルメンテナンスサイクルのフロー

法定の定期点検から修繕等の措置までのフローは以下のとおりです。



2.4 計画期間

5年に1回の定期点検サイクルを踏まえ、点検から措置までの対応が明確となるよう計画期間は10年とします。なお、トンネルは、利用状況や立地環境等に応じて劣化や損傷の進行が施設毎に異なることから、点検結果等を踏まえて、毎年度実施時期の更新を図ることとします。

長寿命化修繕計画と点検サイクルのイメージ

施設名	長寿命化修繕計画																(次期) 長寿命化修繕計画	
	点検1巡目					点検2巡目					点検3巡目						点検4巡目	
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	...
	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	...
…トンネル	点検					点検					点検					点検		
		監視保全							修繕					監視保全				
…トンネル	点検					点検					点検					点検		
		監視保全							修繕					監視保全				
…トンネル	点検					点検					点検					点検		
		監視保全							修繕					監視保全				

3. トンネルメンテナンスサイクルの実施

3.1 定期点検

(1) 定期点検

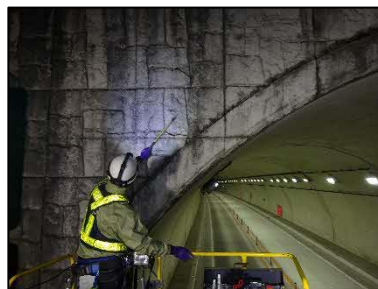
定期点検は、点検を適正に行うために必要な知識および技能を有するものが、近接目視を基本として必要に応じて触診や打音等の非破壊検査等を併用し、5年に1回の頻度で行います。

本市におけるトンネルの定期点検は、「道路トンネル定期点検要領 平成31年2月 国土交通省 道路局」ならびに「長崎県道路トンネル点検マニュアル（案）令和2年3月 長崎県土木部 道路維持課」に準拠して行います。

点検手法



近接目視



打音診査



触診（付属施設）

(2) 変状毎の対策区分の判定

定期点検で発見されたトンネル本体工及び附属物の変状状況から、変状毎に下記の表に基づき判定を行います。

トンネル本体工の判定区分

健全度 ↑ 不良	判定区分	トンネル本体の判定基準
	IV	利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急に対策を講じる必要がある状態。
	III	早晚、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に対策を講じる必要がある状態。
	II	将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態。
	I	利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、措置を必要としない状態。

トンネル付属施設の判定区分

健全度 ↑ 不良	判定区分	トンネル付属施設の判定基準
	IV	腐食および破損等の損傷が著しく、応急対策を行った上で直ちに部分あるいは全面更新が必要なもの
	III	腐食および破損等の損傷があり、早期に部分あるいは全面更新が必要なもの
	II	腐食および破損等の損傷が軽微であり、当面部分あるいは全面更新が必要ないもの
	I	腐食および破損等の損傷がなく、健全なもの

※長崎県道路トンネル点検マニュアル（案）抜粋（令和2年3月 長崎県土木部 道路維持課）

3.2 診断

定期点検の結果に基づき、覆工スパン及び道路トンネル毎の健全性について、下に示す例を参考にⅠ～Ⅳの区分に診断を行います。

トンネル毎の健全性の診断

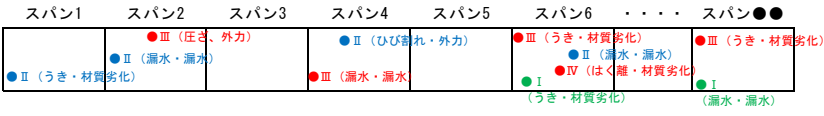
判定区分	定義
Ⅰ 健全	道路トンネルの機能に支障が生じていない状態
Ⅱ 予防保全段階	道路トンネルの機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
Ⅲ 早期措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
Ⅳ 緊急措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

※道路トンネル定期点検要領抜粋（平成31年2月 国土交通省 道路局）

健全性の診断の流れの例

・状態の把握、対策区分の判定

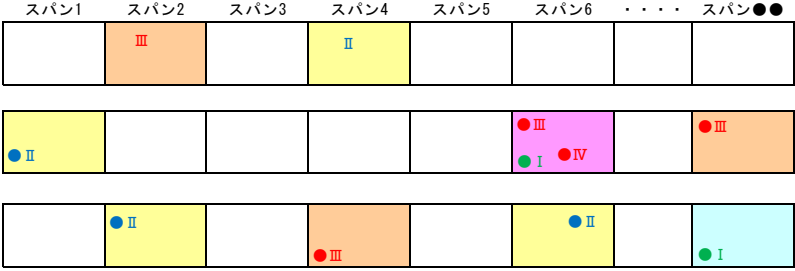
集計	Ⅳ	1箇所
	Ⅲ	4箇所
	Ⅱ	4箇所
	Ⅰ	2箇所



※ トンネル点検の結果を記録する。
(調査後に最終評価する)

・変状等の健全性の診断（変状単位）

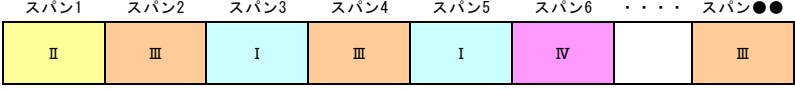
集計	Ⅳ	1箇所
	Ⅲ	3箇所 1スパン
	Ⅱ	3箇所 1スパン
	Ⅰ	2箇所



材質劣化、漏水に起因する変状：変状箇所単位
外力に起因する変状：覆工スパン単位

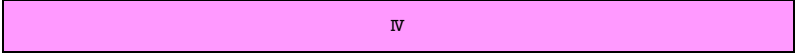
・覆工スパン毎の健全性の診断（構造物単位）

集計	Ⅳ	1スパン
	Ⅲ	3スパン
	Ⅱ	1スパン
	Ⅰ	2スパン



・道路トンネル毎の健全性の診断（構造物単位）

トンネルを総じて
Ⅳ



1) 覆工スパン毎の健全性

一般には、変状単位及び覆工スパン単位に得られた材質劣化、漏水、外力に関する各変状のうち最も評価の厳しい健全性を採用し、その覆工スパン毎の健全性とします。

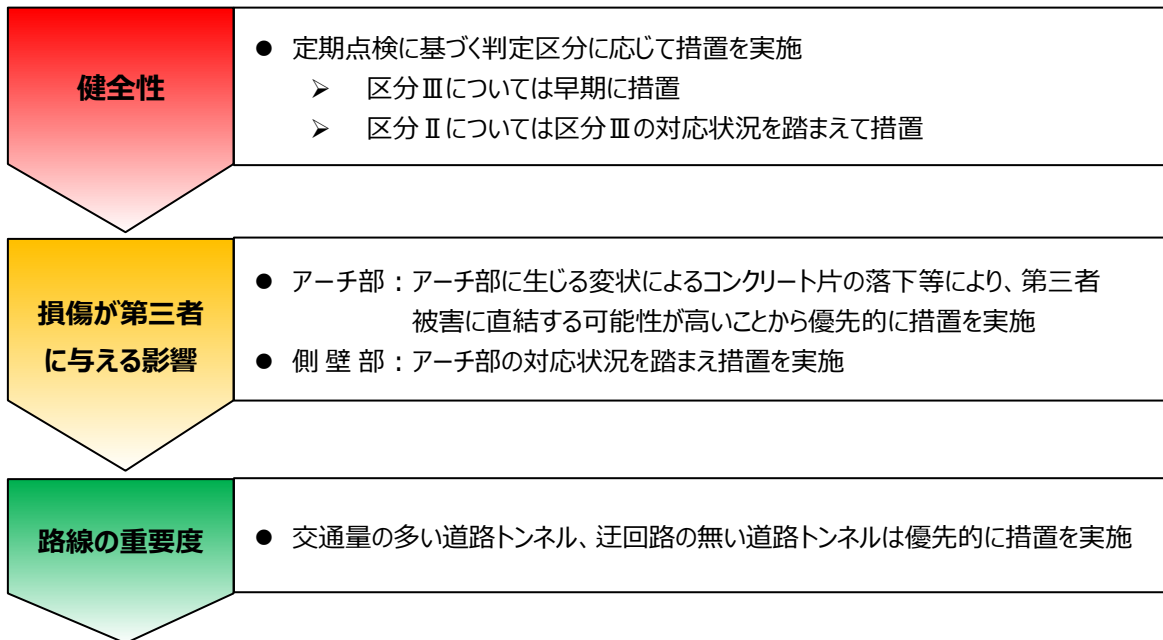
2) 道路トンネル毎の健全性

一般には、トンネルの覆工スパン毎での最も評価の厳しい健全性を採用し、その道路トンネル毎の健全性とします。

3.3 優先順位の決定

トンネル毎の健全性の診断結果に加え、損傷が第三者に与える影響や路線の重要度等を勘案し、対応の優先順位を決定します。

対策優先順位の考え方



3.4 対策内容の検討

定期点検、各種の調査による、原因推定からの変状の程度とトンネルの重要度を総合評価し、種々の変状によるトンネル構造物の低下した機能や耐久性を回復させるための最適な方法を検討します。

対策内容の例



はく落防止対策（ひび割れ注入工）



はく落防止対策（ネット工（FRPメッシュ））

3.5 措置

措置には、補修や補強などの道路トンネルの機能や耐久性などを維持または回復するための対策のほか、定期的あるいは常時の監視、緊急に措置を講じることができない場合などの対応として通行規制・通行止めがあります。

道路の効率的な維持及び修繕が図られるよう、必要な措置を講じます。

3.6 長崎市道路トンネル点検計画・修繕計画（一覧）

2018年度（平成30年度）に実施した定期点検による個別施設の状態、対策内容、及び2023年度（令和5年度）以降の点検・修繕計画を次に示します。

長崎市 道路トンネル点検計画・修繕計画（一覧）

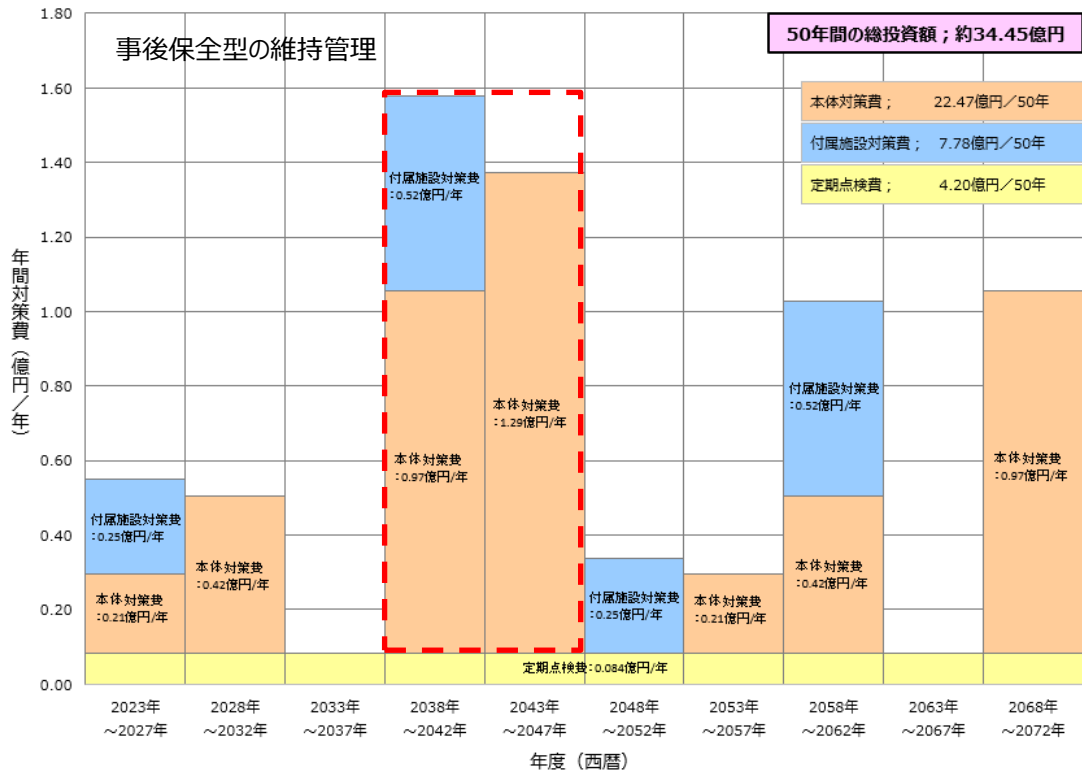
判定区分 I：健全 II：予防保全段階 III：早期措置段階 IV：緊急措置段階

トンネル名	延長	完成年次	経過年数	施工法	2018年度（H30年度）定期点検結果				点検・修繕計画											
					点検年	健全度	スパン数	判定区分	○：定期点検											
									2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032		
					R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14						
運動公園トンネル	934	1994	28	NATM	2018	II	92	ひび割れⅡ：77スパン うきⅡ：11箇所	○						○					
長崎卸トンネル	206	1976	46	矢板	2018	II	18	ひび割れⅡ：6スパン うきⅡ：36箇所 漏水Ⅱ：6箇所	○						○					
牧園トンネル	220	1977	45	矢板	2018	II	28	ひび割れⅡ：9スパン うきⅡ：9箇所	○						○					
秋月トンネル	77	1980	42	矢板	2018	II	12	ひび割れⅡ：4スパン うきⅡ：3箇所	○						○					
水の浦トンネル	60	1981	41	矢板	2018	II	11	ひび割れⅡ：6スパン うきⅡ：2箇所	○	← 修繕 →				○	← 監視保全 →					
園田トンネル	158	1987	35	矢板	2018	II	19	ひび割れⅡ：1スパン うきⅡ：9箇所	○						○					
矢上団地トンネル	292	1987	35	開削	2018	II	33	ひび割れⅡ：23スパン うきⅡ：83箇所 漏水Ⅱ：17箇所	○						○					
あぐりトンネル	175	1999	23	NATM	2018	II	20	ひび割れⅡ：5スパン うきⅡ：3箇所	○						○					
乗越トンネル	286	2000	22	NATM	2018	II	31	ひび割れⅡ：13スパン うきⅡ：3箇所	○						○					

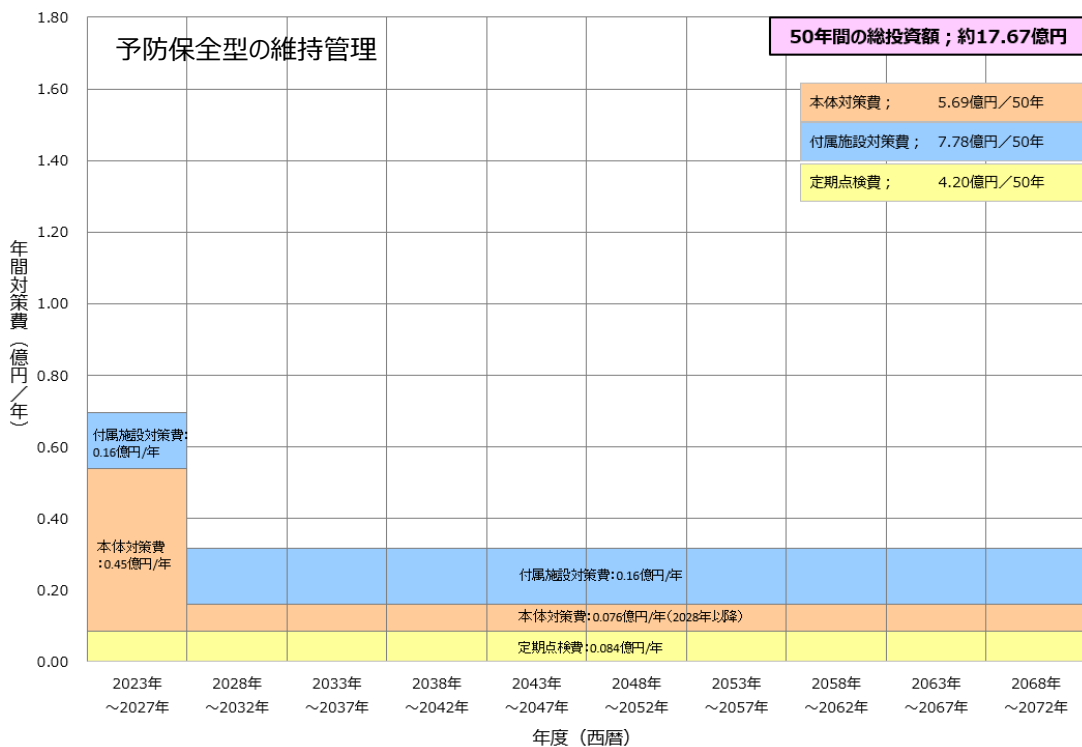
※修繕については、令和5年度定期点検結果により計画を見直す。

3.7 長寿命化修繕計画によるコスト削減効果

従来型の維持管理（事後保全）を続けていくとおよそ15～20年後に大規模な補修・補強対策が集中します。長寿命化修繕計画に基づく予防保全型の維持管理を行った場合、維持管理予算が平準化、最小化となり、従来の事後保全型の維持管理の場合と比較して、50年間で約17億円のコスト削減となります。



予防保全型の維持管理
予算の平準化と最小化

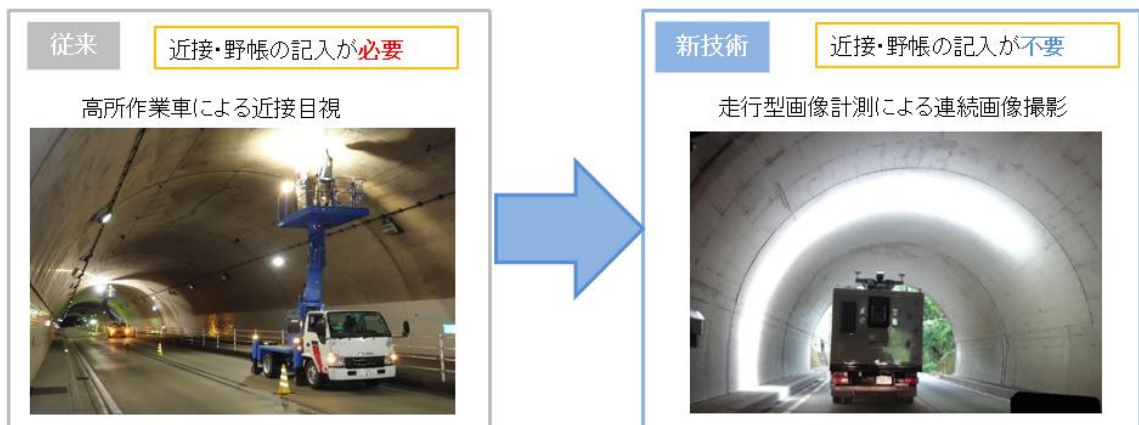


3.8 新技術等の活用方針

定期点検の効率化や高度化、修繕などの措置の省力化や費用縮減などを図るため、「点検支援技術 性能カタログ」、「NETIS（新技術情報提供システム）」などを参考に、新技術・新材料の活用を検討し、有効な新技術などがあれば積極的に活用します。

【参考資料1 点検業務】

- 点検支援技術 性能カタログ掲載「走行型画像計測」



① 目的

定期点検の方法として変状結果の精度向上、および点検の高度化を目的としています。

② 技術概要

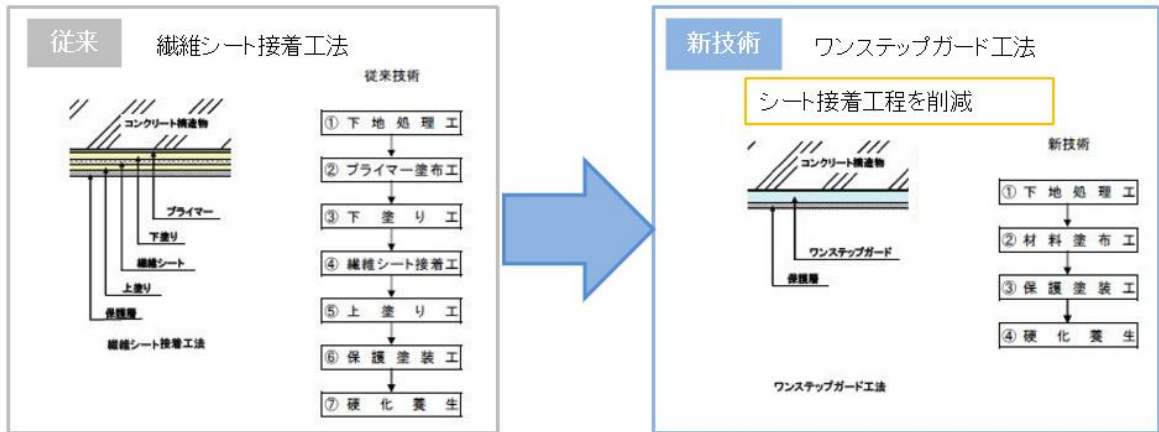
走行型画像計測は、動画撮影に特化したデジタルカメラを車両に搭載し、トンネル覆工表面のひび割れや漏水等の変状とトンネル断面を計測し、覆工断面画像および変状展開図を作成することで、近接目視によるマーキングや変状位置を正確に把握することができます。

③ 期待される効果

交通規制を行わず、近接目視が可能であり、損傷状況スケッチ・野帳への記入、損傷図作成に係るコストや規制機関の縮減、安全性の向上が図られます。

【参考資料 2 修繕対策-はく落防止対策】

●NETIS（新技術情報提供システム掲載） 「ワンステップガード工法 KT-120082-VR」



① 目的

トンネル覆工面のひび割れ治いや横断目地沿いのコンクリート劣化によるコンクリート片はく落防止対策工法です。

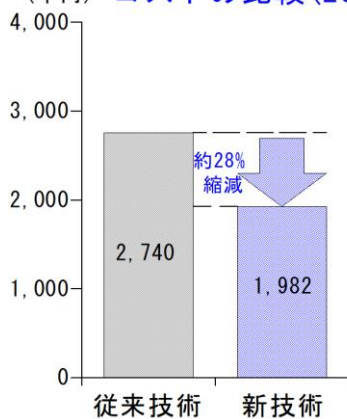
② 技術概要

はく落を抑える方法を繊維シートから伸び性能を有するアクリル樹脂に特殊有機短繊維を混合しアクリル樹脂を塗布する方式のコンクリート片はく落防止対策工法です。

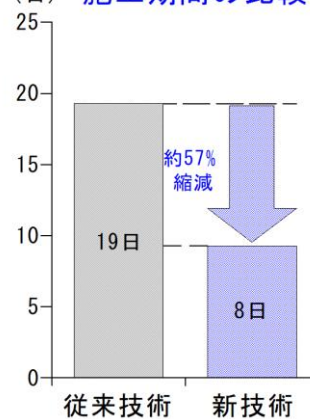
③ 期待される効果

- ・ シート接着工程が削減できるので、工程の短縮、経済性の向上が図れます。
- ・ 従来の樹脂と比べて環境ホルモン様物質を含まないので、周辺環境への影響抑制が図れます。

(千円) コストの比較 (200m²当り)



(日) 施工期間の比較 (200m²当り)



○長崎市が管理するトンネルでのコスト縮減、工程短縮の効果

従来技術（炭素繊維シート） 対策費 63 百万円 施工日数 173 日
 新技術 対策費 47 百万円 施工日数 73 日

⇒ コスト縮減 約 16 百万円、工程短縮 100 日

参考資料-定期点検における点検対象と着目点

トンネル点検における点検対象と主な着眼点は、以下のとおりです。

点検対象



トンネル本体内工 主要点検箇所

- ・覆工
- ・坑門
- ・内装板
- ・天井板
- ・舗装、路肩
- ・排水施設

道路トンネル本体内工の概要図



トンネル付属施設 主要点検箇所

- ・照明施設
- ・非常用施設

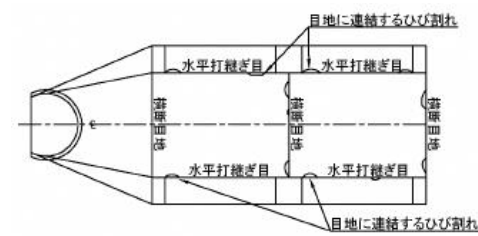

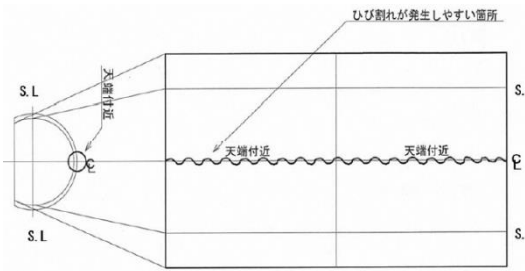

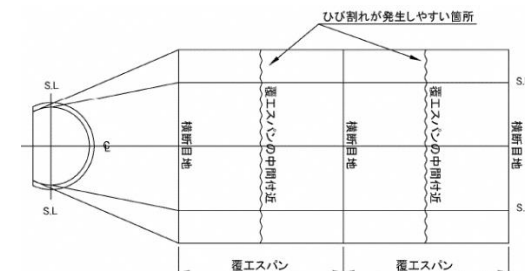

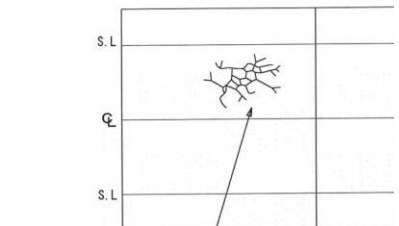

主な非常用施設

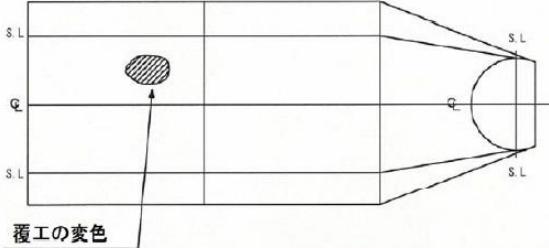

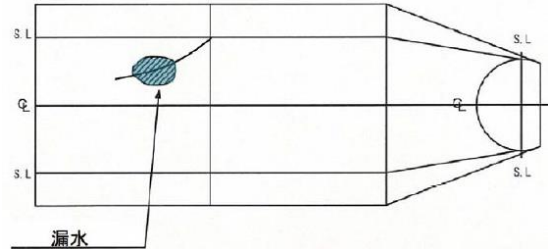
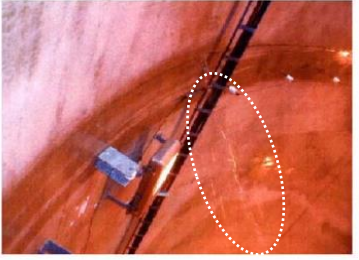
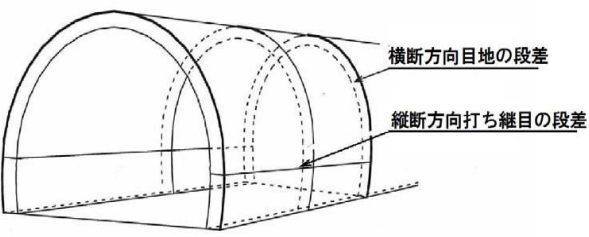

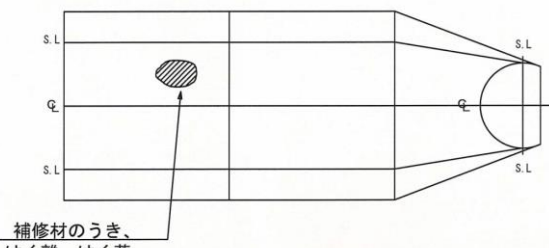
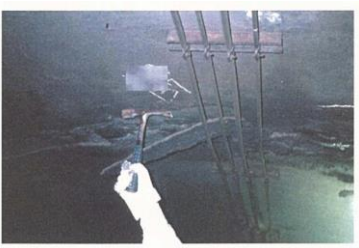
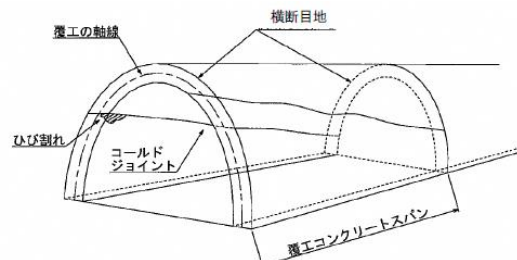

- ・非常電話
- ・押しボタン式
通報装置
- ・非常気泡装置
- ・消火器
- ・消火柱
- ・誘導表示板
- ・火災検知器
- ・避難通路
- ・監視装置
等

道路トンネル附属施設の概要図

※長崎県道路トンネル点検マニュアル（案）抜粋（令和2年3月 長崎県土木部 道路維持課）

主な着目点と留意事項

主な着目点	着目点に対する留意事項
覆工の目地 及び 打継ぎ目	<ul style="list-style-type: none"> ● 目地及び打継ぎ目は、コンクリートがブロック化しやすい。 ● 覆工の型枠解体時の衝撃等により、目地及び打継ぎ目付近にひび割れが発生することがある。 ● 横断目地沿いは、温度伸縮等により応力が集中し、ひび割れ、うき、はく離が発生することがある。 ● 施工不具合等で補修した化粧モルタルや事後の補修モルタルがはく落することがある。 ● 水平打継ぎ目の化粧モルタルや事後の補修モルタルがはく落することがある。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>矢板工法（覆工打込み方法：逆巻き）の例 覆工の目地及び打継ぎ目とその付近に発生する変状</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>水平打継ぎ目の目地モルタルのうき</p> </div> </div>
覆工の 天端付近	<ul style="list-style-type: none"> ● 乾燥収縮及び温度伸縮によるひび割れが発生しやすい。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>覆工の天端とその付近に発生する変状</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>覆工の天場の縦断方向のひび割れ</p> </div> </div>
覆工スパンの中 間付近	<ul style="list-style-type: none"> ● 乾燥収縮及び温度伸縮によるひび割れが発生しやすい。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>覆工スパン中間付近に発生する変状</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>覆工スパン中間付近のひび割れ</p> </div> </div>
顕著な 変状の 周辺	<ul style="list-style-type: none"> ● ひび割れ周辺に複数の別のひび割れがあり、ブロック化してうきやはく離が発生する場合がある。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>亀甲状のひび割れ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>複数のひび割れによる覆工コンクリートのブロック化</p> </div> </div>

顕著な変状の周辺	覆工等の変色箇所	<ul style="list-style-type: none"> ● ひび割れがあり、そこから遊離石灰や錆び汁等が出ている場合が多い。また、その周辺を打音検査するときやはく離が生じている場合がある。   <p style="text-align: center;">覆工コンクリートの変色</p>
	漏水箇所	<ul style="list-style-type: none"> ● ひび割れや施工不良（豆板等）より漏水し、その付近にうき・はく離が生じている場合がある。   <p style="text-align: center;">ひび割れからの漏水</p>
	覆工の段差箇所	<ul style="list-style-type: none"> ● 異常な力が働いた場合や施工の不具合等の原因により、構造的な弱点となっている場合がある。   <p style="text-align: center;">目地部、打ち継ぎ目の段差</p>
	補修箇所	<ul style="list-style-type: none"> ● 補修箇所は、補修材自体または接着剤が劣化して不安定な状態になっていたり、変状が進行して周囲にうきやはく離が生じている場合がある。   <p style="text-align: center;">補修材のうき、はく離、はく落等の変状</p>
	コールドジョイント付近に発生した変状箇所	<ul style="list-style-type: none"> ● コールドジョイントの付近はひび割れが発生しやすく、コンクリートがブロック化する場合がある。   <p style="text-align: center;">コールドジョイント付近に発生するひび割れ</p>

●トンネル内附属物本体やその取り付け部材について、固定するボルトの緩みや部材の腐食等により、附属物本体の落下等につながる場合がある。

●アンカーボルト付近に生じた覆工コンクリートのひび割れが、脱落の原因となる場合がある。

この図は、トンネル照明器具の取り付け部材の断面を示しています。トンネル照明器具は、トンネルの内壁に固定されています。図には、アンカーボルトの脱落、固定金具の異常、ボルト・ナットの脱落、およびコンクリートアンカーの位置が示されています。

照明灯具等の取り付け部材の例

この図は、ジェットファンの取り付け部材の断面を示しています。ジェットファンは、トンネルの内壁に固定されています。図には、吊り金具の異常、固定金具の異常、アンカーボルトの脱落、ボルト・ナットの脱落、およびジェットファンの位置が示されています。

ジェットファンの取り付け部材の例

この写真は、トンネル内の腐食とアンカーボルトの脱落の例を示しています。左側の写真は、固定金具の腐食を示しており、右側の写真は、アンカーボルトの脱落を示しています。

固定金具の腐食とアンカーボルトの脱落の例

附属物