

日南町道路トンネル長寿命化修繕計画



令和 1 年 1 2 月

鳥取県 日南町 建設課

目 次

1. 背景と目的	1
1) 背景	1
2) 目的	1
3) 計画期間	1
2. 対象トンネルの概要	2
1) トンネル諸元	2
2) 三国山、若杉トンネルの施工方法と変状の特徴	5
3) これまでの管理状況	6
3. 管理基本方針	8
1) 点検の種類	8
2) トンネル定期点検での点検箇所・着目箇所	11
3) 健全性の診断	14
4. 対策優先順位の考え方	15
5. 個別施設の状態	16
1) 点検結果総括	16
2) 主要変状一覧	19
3) 優先順位に関わる施設情報	22
4) 点検結果を基にした優先順位	23
6. 長寿命化修繕計画方針	25
1) 長寿命化修繕計画の流れ	25
2) 管理水準の決定	26
3) 対策内容の整理	27
4) 対策費用の算出	28
7. 今後の維持管理計画	31
8. おわりに	33

1 背景と目的

1) 背景

(1) はじめに

人口減少や高齢化の進行に伴う税収の減少、社会保障費の増加などにより厳しい財政状況が続く中、公共施設等を取り巻く環境や公共施設に求められるニーズは大きく変化しています。鳥取県が保有する公共施設及び土木インフラは高度経済成長期を中心に多数整備されており、今後、それらの老朽化に伴い維持管理費用の増加が懸念されます。

こうした課題を解決するため、鳥取県では「鳥取県公共施設等総合管理計画（案）平成28年3月 鳥取県」や「鳥取県インフラ長寿命化計画（行動計画）-社会経済活動の維持と発展を支える社会基盤の戦略的な長寿命化対策- 平成28年3月 鳥取県（以下「行動計画」とする）」を策定し、適切な維持管理による機能確保と施設の長寿命化実現に努めています。

(2) 日南町におけるトンネル維持管理の課題

山梨県 笹子トンネル天井板崩落事故（2012年12月）等の事故を契機に、維持管理の必要性・重要性が再認識されているなかで、適切な維持管理に努めることが緊急の課題となっています。

日南町で管理するトンネルは、町道三国山線に位置する三国山トンネルおよび若杉トンネルの2トンネルです。

三国山トンネルは供用から10年、若杉トンネルは12年が経過しており、トンネルの目地部を中心に経年劣化による軽微なコンクリートのうきを複数確認しています。

2) 目的

上記の背景を鑑みて、日南町では三国山・若杉トンネルの安全性・信頼性を保持できるよう、従来の『事後保全』から軽微な損傷段階で対策する『予防保全』に転換し、第三者被害の早期解消（社会的リスクの軽減）を図る目的で「日南町道路トンネル長寿命化修繕計画」を策定することとしました。

3) 計画期間

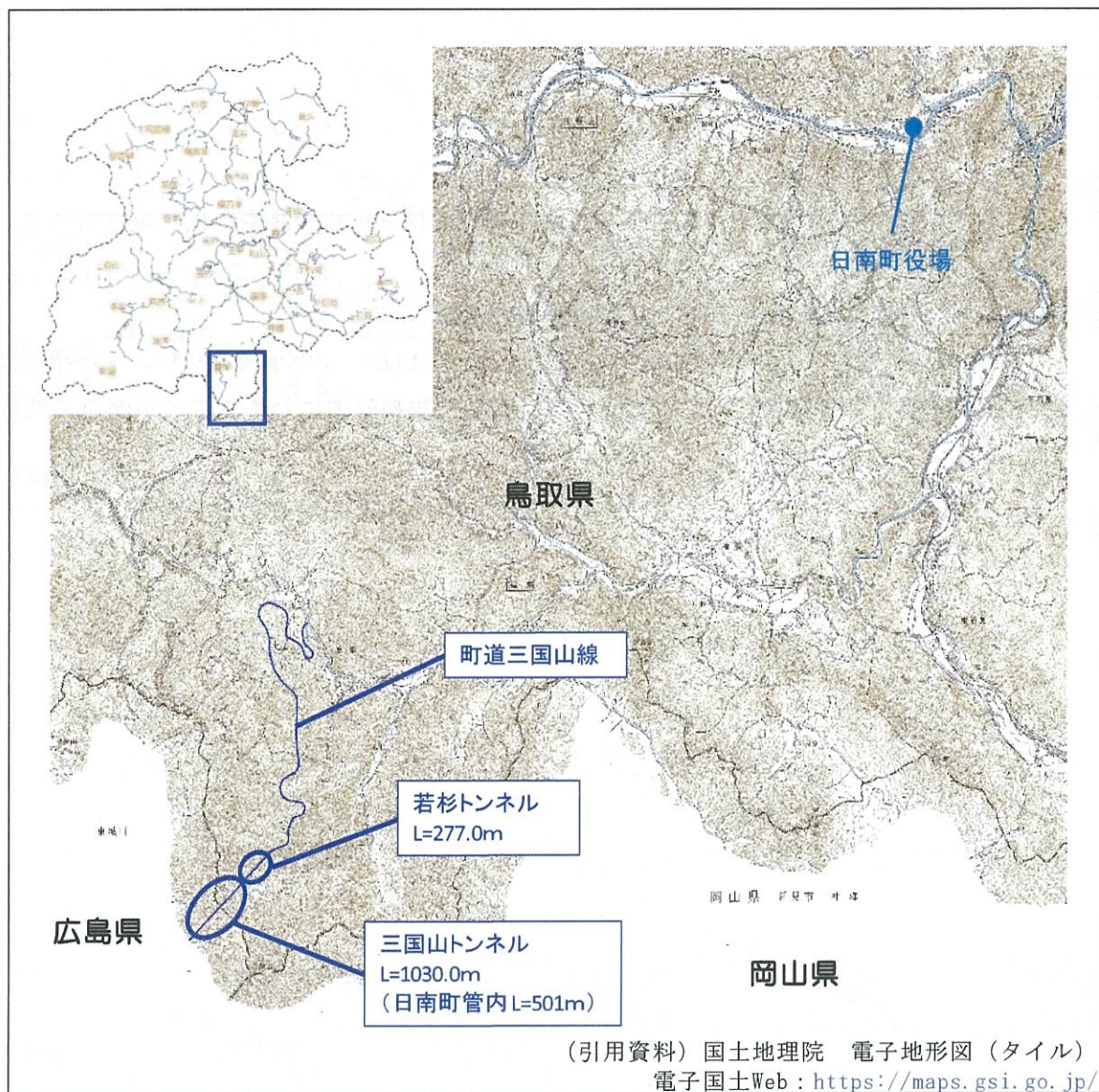
本計画の計画期間は、定期点検サイクルや対象トンネルの状態から15年間としました。

2 対象トンネルの概要

1) トンネル諸元

日南町で管理する2トンネルは町道三国山線の広島県との県境に位置します。

■トンネル全体位置図



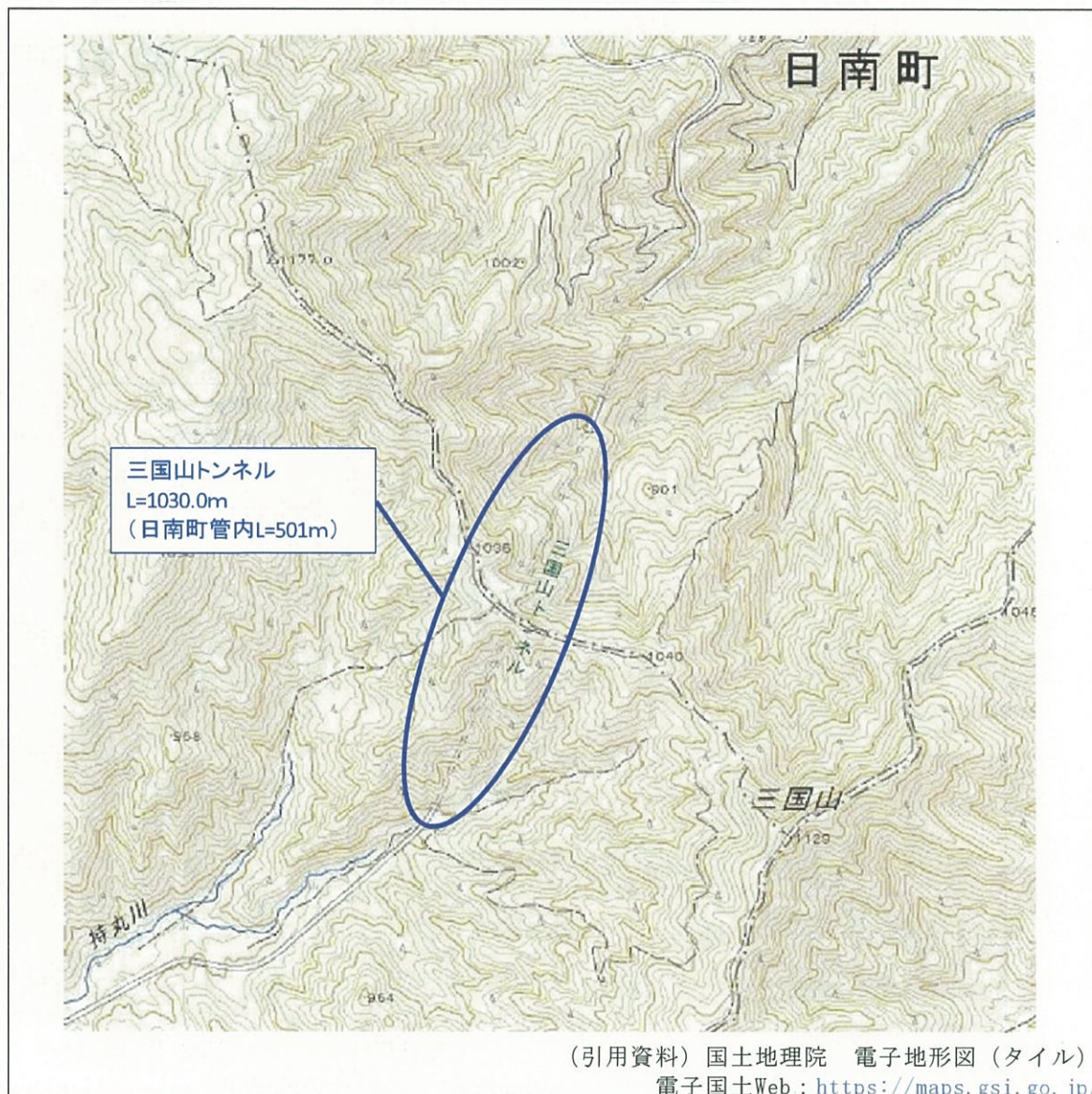
各トンネルの詳細を以降に示します。

<三国山トンネル>

■トンネル諸元

トンネル名	三国山トンネル	車道幅員	5.5m
トンネル延長	1030.0m（日南町管内 501m）	完成年次	2009年（経過年数10年）
路線名	町道三国山線	建設工法	NATM

■トンネル位置図

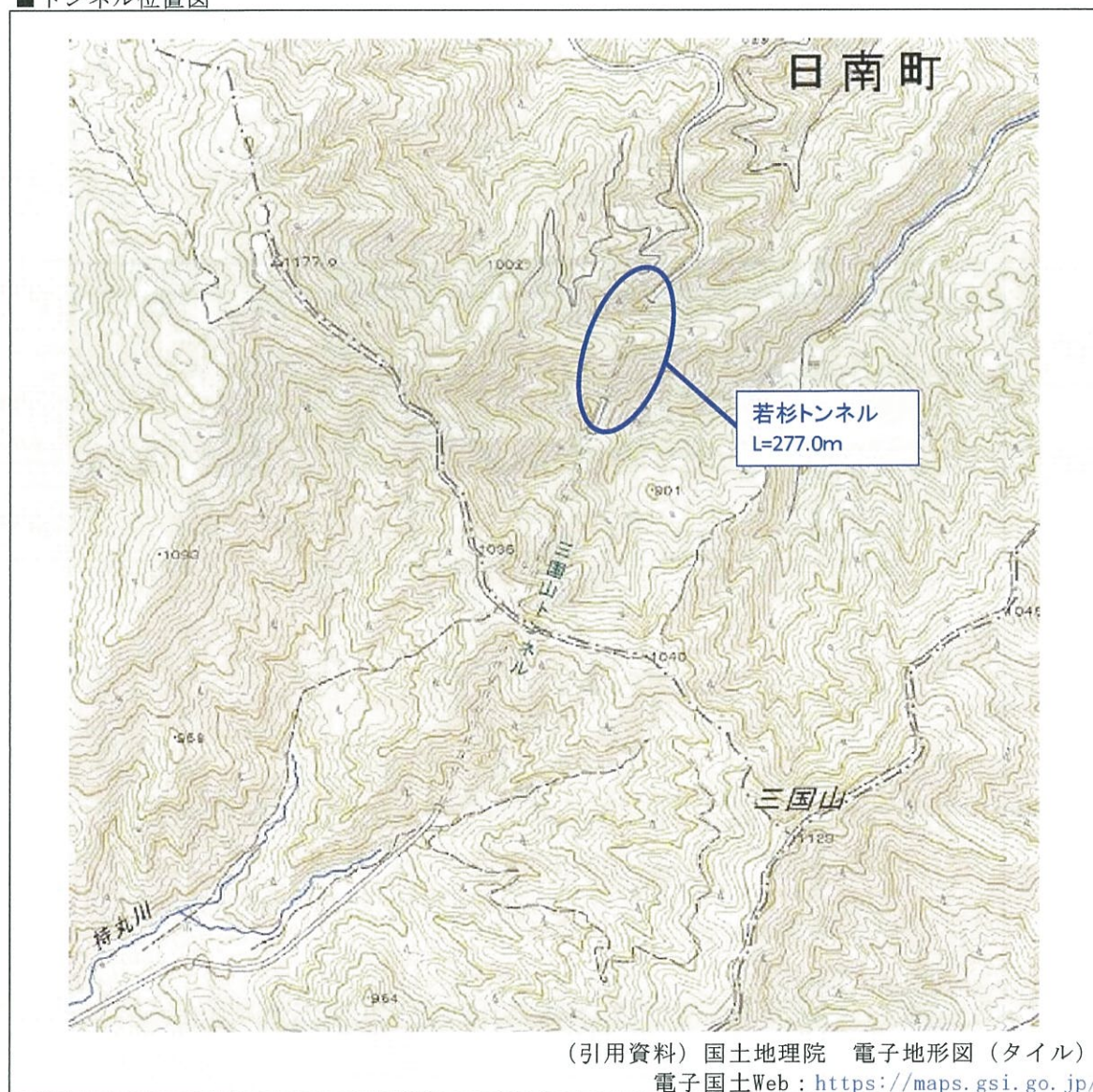


<若杉トンネル>

■ トンネル諸元

トンネル名	若杉トンネル	車道幅員	6.5m
トンネル延長	277.0m	完成年次	2007年 (経過年数12年)
路線名	町道三国山線	建設工法	NATM

■ トンネル位置図



2) 三国山、若杉トンネルの施工方法と変状の特徴

(1) 工法概要

日南町が管理する三国山トンネル、若杉トンネルは共に『NATM』(New Austrian Tunneling Methodの略)という施工方法によって作られたトンネルです。

- ◆ NATM：地山の緩みに対して支保工（吹付コンクリート、ロックボルト）と地山を一体化することで形状を保持します。

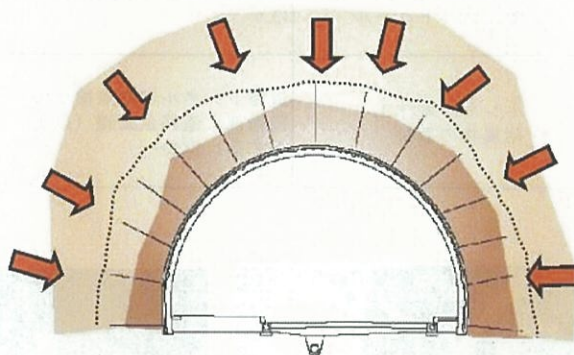


図2.1 NATMの工法概念図

(2) 発生しやすい変状

一般的に覆工コンクリート打設時の継ぎ目（目地部）に変状が多く発生します。

トンネルは移動式鋼製型枠（セントル）を用いてコンクリートを打設しますが、工事期間の関係から、まだ強度が完全に発現していない状態で、次の区間のコンクリートを打設します。その際、若齢材のコンクリートに対して、過度に型枠が押し当てられることで、ひび割れが発生します。このひび割れが経年劣化等により進行すると、覆工コンクリートがひび割れに沿って縁切れ（ブロック化）し、車道上に落下することで利用者被害に繋がる懸念があります。

トンネル縦断面図

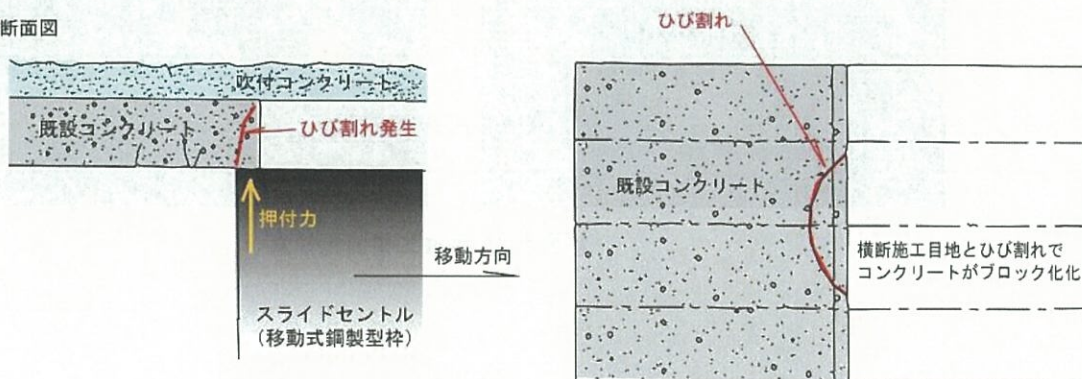


図2.2 覆工打設時におけるひび割れ発生モデル

3) これまでの管理状況

日南町が管理する三国山・若杉トンネルでは、5年に1回のトンネル定期点検や道路パトロールにより、トンネルの状態を確認してきました。

表 2.1 これまでの点検状況

項 目		適用基準	点検頻度
道路パトロール	・ 通常パトロール ・ 定期パトロール ・ 夜間パトロール ・ 異常時パトロール	トンネル換気設備・非常用施設 点検・整備標準要領（案）（平成28年3月）国土交通省総合政策局建設施工企画課（以下「換気・非常用施設点検要領」とする）ほか	適宜
トンネル定期点検	・ トンネル本体内工 ・ 附属物の取付	道路トンネル定期点検要領（平成31年4月）鳥取県県土整備部 道路企画課（以下「トンネル定期点検要領」とする）ほか	5年に1回



写真 2.1 点検状況写真（左 トンネル点検 右 道路パトロール）

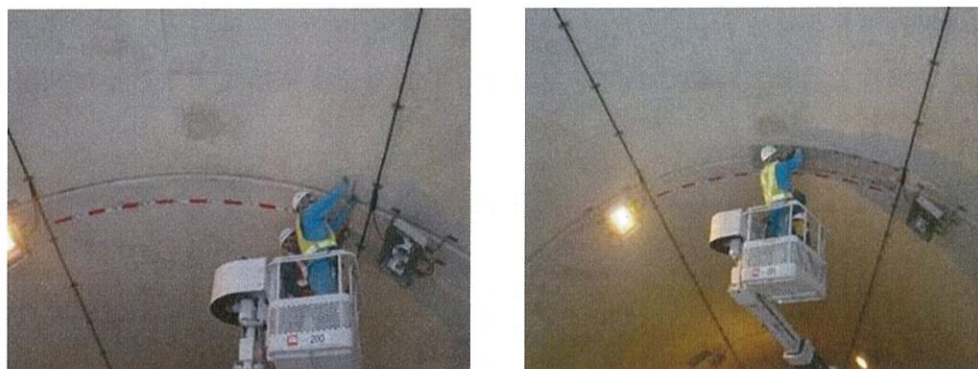


写真 2.2 補修工事実施写真

以下にこれまでに実施した主な維持管理と、その概要を示します。

表 2.2 主な維持管理 実施状況

年度	項目	実施概要	事業費
平成26年度	定期点検	道路トンネル定期点検要領に基づいた初回点検 三国山・若杉トンネル共に早急に対策が必要な変状を確認	
平成28年度	補修設計	平成26年点検で確認された要対策変状に対する補修設計 はく落防止対策を計画	
平成28年度	補修工事	同年に実施した補修設計に基づいた補修工事	
令和元年度	定期点検	2回目の定期点検 平成28年補修工事の効果確認も合わせて実施	

平成26年度に実施した定期点検では、三国山・若杉トンネル共にコンクリート片の「うき」を複数確認しました。

日南町では当該変状の対策を実施するため、平成28年度に補修設計を実施。同年にⅡa判定以上の変状を対象に、「はく落防止対策」としてガイナメッシュ工を約60m2実施しました。

当該補修箇所は、令和元年度に実施した定期点検において、いずれも問題なく補修されていることを確認しております。

以上のように日南町では定期点検等の結果を踏まえて、第三者被害（社会的リスク）の早期解消に努めてまいりました。

3 管理基本方針

1) 点検の種類

日南町では引き続き『道路管理パトロール』『トンネル定期点検』の2種類の点検を実施し、道路トンネルの健全性を詳細に把握することとしています。

(1) 道路管理パトロール

① 通常パトロール

- ・パトロール車の車内から目視にて道路及び道路の利用状況を点検します。
- ・年に4回程度実施します。

② 定期パトロール

- ・「パトロール要領」「換気・非常用施設点検要領」に基づき実施します。
- ・自動車又は徒歩による目視に加え、点検項目に応じた方法により行います。
- ・診断結果区分が『Ⅲ』以上のものは年1回以上、『Ⅱ』のものには2年又は3年に1回以上確認を実施します。
- ・非常用施設（非常用電話、消火器、押ボタン式通報装置など）の異常の有無については、機器作動試験などを年1回以上実施します。
- ・三国山トンネル非常用警報設備他点検業務として電機関係のパトロールを年に1回、庄原市と3年毎交代で実施します。

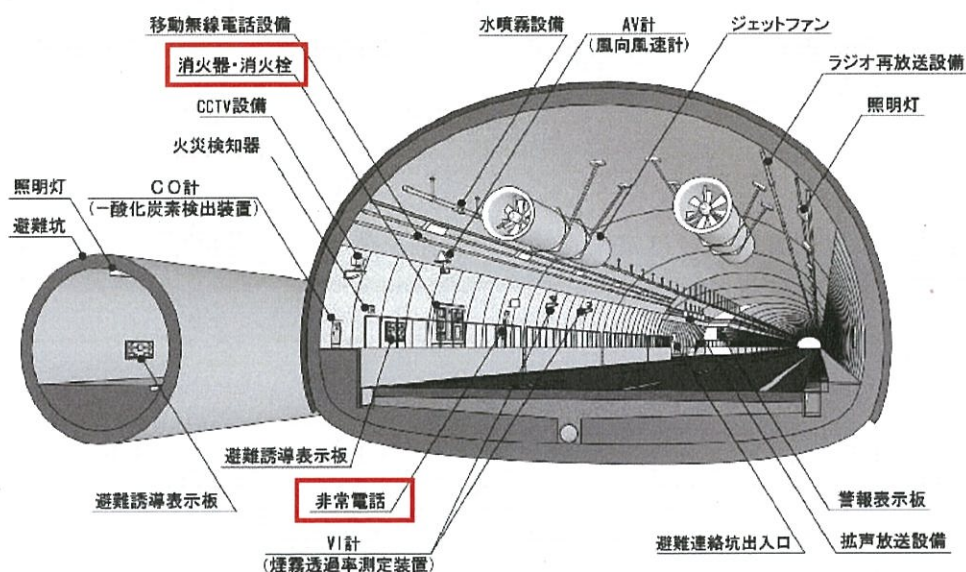


図 3.1 非常用設備点検箇所



写真 3.1 非常用設備点検状況

③ 夜間パトロール

- ・パトロール車の車内から目視にて道路及び道路の利用状況を点検します。
- ・照明施設、道路標識などについて、不点灯の有無や適切な設置状況の確認を年に2回以上実施します。

④ 異常時パトロール

- ・「パトロール要領」に基づき実施します。
- ・パトロール車の車内から目視にて道路及び道路の利用状況を点検します。
- ・風水害、地震その他の自然災害により通行障害等が発生した場合、またはそのおそれがある場合に実施します。

※冬季（12月～3月）の通行止め期間は、パトロールを実施していない。

(2) トンネル定期点検（法定点検）

- ・「道路トンネル定期点検要領」（H31.4）に基づき点検を実施します。
- ・高所作業車を使用した近接目視や、ハンマーによる打音・触診などにより変状・異常状態の確認を行います。
- ・トンネル本体工および附属物の取付状態に対して、5年に1回の点検を基本とします。
（附属物の機能については『道路管理パトロール』にて確認）
- ・利用者被害の可能性がある変状を確認した場合は、点検作業の範囲内でできる応急措置を実施します。

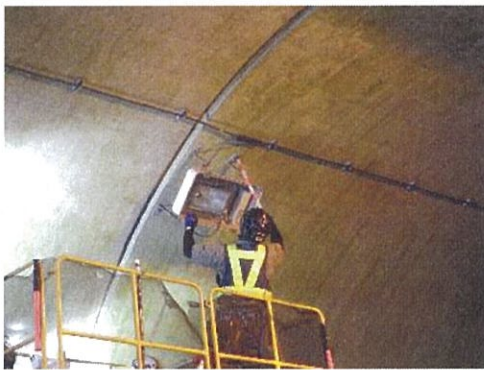
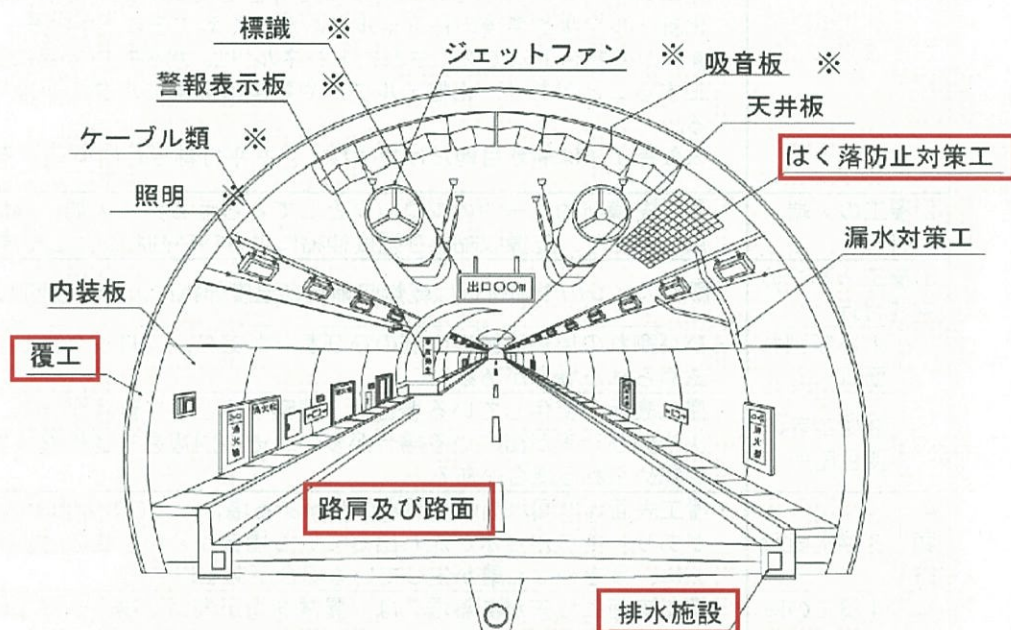


写真3.2 令和元年度 定期点検状況

2) トンネル定期点検での点検箇所・着目箇所

トンネル定期点検では『トンネル本体工』および『トンネル内附属物の取付状態』の確認を行います。点検箇所・着目点は『道路トンネル定期点検要領』より、以下の通りとします。

(1) トンネル本体工



※トンネル内附属物は取付状態の確認を行う。



図3.2 トンネル本体工点検箇所

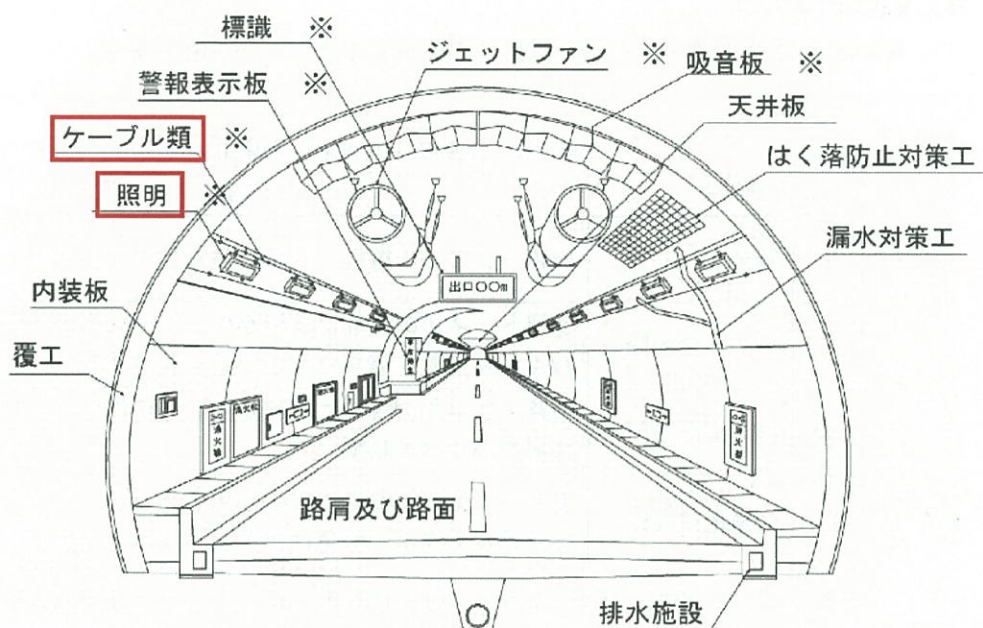
出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P17

表3.1 トンネル本体内着目箇所

主な着目点		着目点に対する留意事項
1) 覆工の目地及び打継ぎ目		・覆工の目地及び打継ぎ目は、コンクリート面が分離された部分であり、周辺にひび割れが発生した場合、目地及び打継ぎ目とつながり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。 ・覆工の横断目地付近に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。 ・施工の不具合等で段差等が生じた箇所を化粧モルタルで補修することがあり、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。 ・覆工が逆巻き工法で施工されたトンネル*は、水平打継ぎ目に化粧モルタルを施工することがあり、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。 ※矢板工法は横断目地だけではなく、水平打継ぎ目に留意する。
2) 覆工の入端付近		・覆工を横断的に一つのブロックとしてとらえると、入端付近はブロックの中間点にあたり、乾燥収縮及び温度伸縮によるひび割れが生じやすい。
3) 覆工スパンの中間付近		・覆工スパンの中間付近は乾燥収縮及び温度伸縮によるひび割れが発生しやすい。
4) 顕著な変状の周辺	①ひび割れ箇所	・ひび割れの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認められる場合がある。
	②覆工等の変色箇所	・覆工表面が変色している場合は、観察するとひび割れがあり、そこから遊離石灰や錆び汁等が出ている場合が多い。その周辺を打音検査するとうきやはく離が認められる場合がある。
	③漏水箇所	・覆工表面等に漏水箇所や漏水の跡がある場合は、ひび割れや施工不良（豆板等）があり、そこから水が流れ出している場合が多い。その付近の覆工コンクリートに、うきやはく離が生じている場合がある。
	④覆工の段差箇所	・覆工表面に段差がある場合は、異常な力が働いた場合や施工の不具合等、何らかの原因があり、構造的な弱点となっている場合がある。
	⑤補修箇所	・覆工の補修は、覆工コンクリートと別の材料であるモルタル、鋼材、繊維シート、その他を塗布または貼り付けて補修した場合が多く、容易に判別できる。これらの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。
	⑥コールドジョイント付近に発生した変状箇所	・コールドジョイントは施工の不具合でできた継目である。コールドジョイントの付近にひび割れが発生しやすいので、コンクリートがブロック化することがある。特にコールドジョイントが覆工の軸線と斜交する場合は、薄くなった覆工コンクリート表面にひび割れが発生し、はく落しやすい。また、せん断に刻する抵抗力が低下する原因となる。

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P21

(2) トンネル内附属物



※トンネル内附属物は取付状態の確認を行う。

図3.3 トンネル内附属物点検箇所

表3.2 トンネル内附属物着目箇所

異常の種類	判定区分×	附属物 本体	取付部材	ボルト・ ナット アンカー 類
破断	取付部材に破断が認められ、落下するおそれがある場合		●	●
緩み、脱落	ボルト・ナットに緩みや脱落があり、落下するおそれがある場合			●
亀裂	亀裂が確認され、落下するおそれがある場合	●	●	●
腐食	取付部材の腐食が著しく、損傷が進行するおそれがある場合	●	●	●
変形、欠損	取付部材の変形や欠損が著しく、損傷が進行するおそれがある場合	●	●	
がたつき	取付部材のがたつきがあり、変形や欠損が著しく、落下するおそれがある場合	●	●	

●：該当箇所

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P54

3) 健全性の診断

トンネル本体工の変状は、下表の判定区分に従って分類します。

表3.3 対策区分の判定（本体工）

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。

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P4

対策区分の判定を基に、トンネルの変状・異常が利用者に及ぼす影響を詳細に把握し、適切な措置を計画するために、健全性の診断を行います。

また、トンネル内附属物の異常は下表の判定区分に従って分類を行います。点検により異常（×判定）が確認された場合は、日々の維持管理にて速やかに対応します。

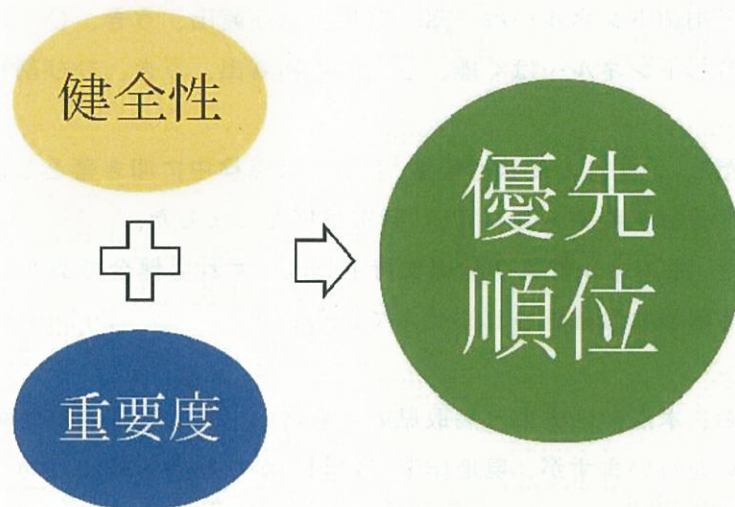
表3.4 対策区分の判定（附属物）

異常判定区分	異常判定の内容
×	附属物の取付状態に異常がある場合
○	附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P13

4. 対策優先順位の考え方

一般的にトンネルの対策優先順位は、トンネルの健全性（定期点検結果等）と施設の重要度（交通量や役割等）を総合的に判断して決定します。



対象トンネルの三国山、若杉トンネルは連続トンネルであるため、当該施設が果たす役割や機能、利用状況、重要性等に優位差はありません。

現場作業時は連続規制が必要なことから、社会的影響を考慮すると点検や補修工事、附属物更新工事は一括施工が望まれます。

ただし、予算の平準化の観点から分割施工が必要な場合も想定されるため、本計画では各トンネルの劣化状況を考慮して2トンネルの優先順位付けを行います。

また、今後管理トンネルが増えた場合は、対策優先順位を定める必要があります。

よって、優先順位を定める際の基礎資料として、2トンネルの施設情報を次章にて整理します。

5 個別施設の状態

1) 点検結果総括

今回点検では以下の変状を確認した。

- ・三国山トンネル…はく離、豆板、鉄筋露出、うき、ひび割れ、遊離石灰
- ・若杉トンネル…はく離、豆板、鉄筋露出、うき、ひび割れ、遊離石灰

ただし、いずれの変状も軽微、もしくは点検中に叩き落としによる処置ができたため、判定区分はⅠ判定～Ⅱ（Ⅱb）判定程度としました。

また、トンネル灯具や配線支持金具はいずれも健全であり、取付状態の点から更新を要する附属物は確認されませんでした。

なお、本点検の成果は鳥取県の「道路トンネル定期点検要領 H31.4」に準拠してとりまとめを行います。現地作業では細やかな維持管理を目的として「Ⅱ判定」を「Ⅱa、Ⅱb判定」に分けて判定を行っています。そのため、本資料の文中では「Ⅱa、Ⅱb判定」で表記します。

表 5.1 判定区分

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。

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P4

三国山トンネルにおける、令和元年 定期点検と平成 26 年 初回点検の点検結果集計表を以下に示します。

表 5.2 H26 点検結果整理表（上：変状箇所別集計、下：スパン別集計）

トンネル名	延長(m)	変状区分	本体工 判定区分				附属物 (×)
			IV	III	II a	II b	
三国山トンネル	501	外力	0 スパン	0 スパン	0 スパン	0 スパン	0箇所
		材質劣化	0 箇所	1 箇所	6 箇所	9 箇所	
		漏水	0 箇所	0 箇所	0 箇所	0 箇所	

トンネル名	延長(m)	トンネルの 健全性	本体工 各スパンの健全性					附属物 ×の箇所数
			IV	III	II a	II b	I	
三国山トンネル	501	III	0	1	4	7	38	0箇所



表 5.3 R1 点検結果整理表（上：変状箇所別集計、下：スパン別集計）

トンネル名	延長(m)	変状区分	本体工 判定区分				附属物 (×)
			IV	III	II a	II b	
三国山トンネル	501	外力	0 スパン	0 スパン	0 スパン	0 スパン	0箇所
		材質劣化	0 箇所	0 箇所	0 箇所	4 箇所	
		漏水	0 箇所	0 箇所	0 箇所	0 箇所	

トンネル名	延長(m)	トンネルの 健全性	本体工 各スパンの健全性					附属物 ×の箇所数
			IV	III	II a	II b	I	
三国山トンネル	501	II b	0	0	0	4	46	0箇所

上記のとおり、平成 26 年点検で確認された要対策変状（Ⅲ判定、Ⅱ a 判定）は全て補修工事により、対策が適切に行われています。

また、令和元年点検において、新たな要対策変状は確認されなかったため、三国山トンネルの健全性はⅢ→Ⅱ b 判定となりました。

次に若杉トンネルにおける、令和元年 定期点検と平成 26 年 初回点検の点検結果集計表を以下に示します。

表 5.4 H26 点検結果整理表（上：変状箇所別集計、下：スパン別集計）

トンネル名	延長 (m)	変状区分	本体工 判定区分				附属物 (×)
			Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ a	Ⅱ b	
若杉トンネル	277	外力	0 スパン	0 スパン	0 スパン	0 スパン	0箇所
		材質劣化	0 箇所	4 箇所	4 箇所	20 箇所	
		漏水	0 箇所	0 箇所	0 箇所	0 箇所	

トンネル名	延長 (m)	トンネルの健全性	本体工 各スパンの健全性					附属物 ×の箇所数
			Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ a	Ⅱ b	I	
若杉トンネル	277	Ⅲ	0	4	3	13	13	0箇所



表 5.5 R1 点検結果整理表（上：変状箇所別集計、下：スパン別集計）

トンネル名	延長 (m)	変状区分	本体工 判定区分				附属物 (×)
			Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ a	Ⅱ b	
若杉トンネル	277	外力	0 スパン	0 スパン	0 スパン	0 スパン	0箇所
		材質劣化	0 箇所	0 箇所	0 箇所	6 箇所	
		漏水	0 箇所	0 箇所	0 箇所	0 箇所	

トンネル名	延長 (m)	トンネルの 健全性	本体工 各スパンの健全性					附属物 ×の箇所数
			Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ a	Ⅱ b	I	
若杉トンネル	277	Ⅱ b	0	0	0	6	27	0箇所

三国山トンネル同様、平成 26 年点検で確認された要対策変状（Ⅲ判定、Ⅱ a 判定）は全て補修工事により、対策が適切に行われています。

また、令和元年点検において、新たな要対策変状は確認されなかったため、若杉トンネルの健全性もⅢ→Ⅱ b 判定となりました。

次ページに主要変状の写真を示します。

2) 主要変状一覧

1) ブロック化懸念のうき

ブロック化懸念のあるうき。打音異常を伴うため点検ハンマーで除去。不安定箇所を除去しきれたため、I判定としました。

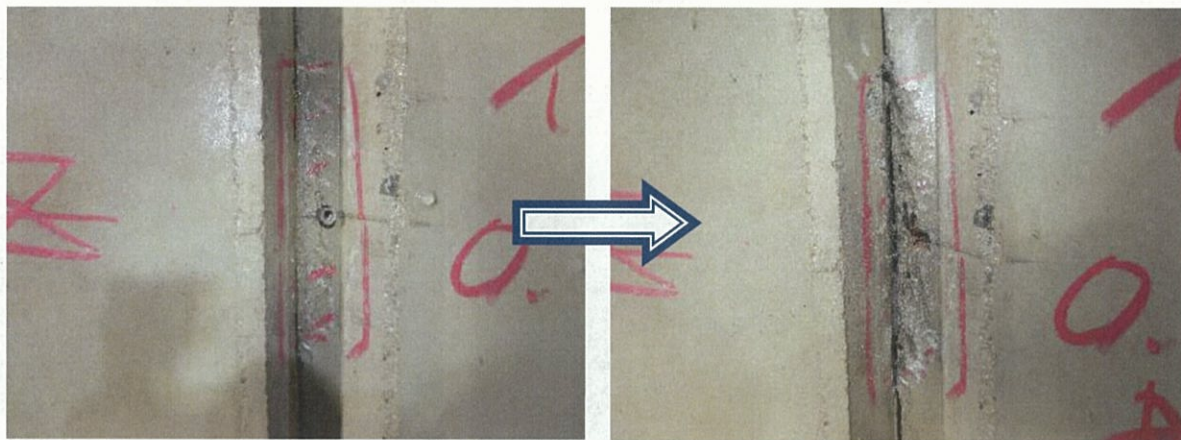


写真 5.1 三国山 S029 うきの叩き落とし（実施前（Ⅲ判定）→実施後（Ⅰ判定））

2) はく離

目地部のはく離箇所。安定しており利用者被害の懸念はないことからI判定としました。一部不安定箇所が残存していた箇所は、叩き落としによる除去を実施し、判定は同じくI判定としました。

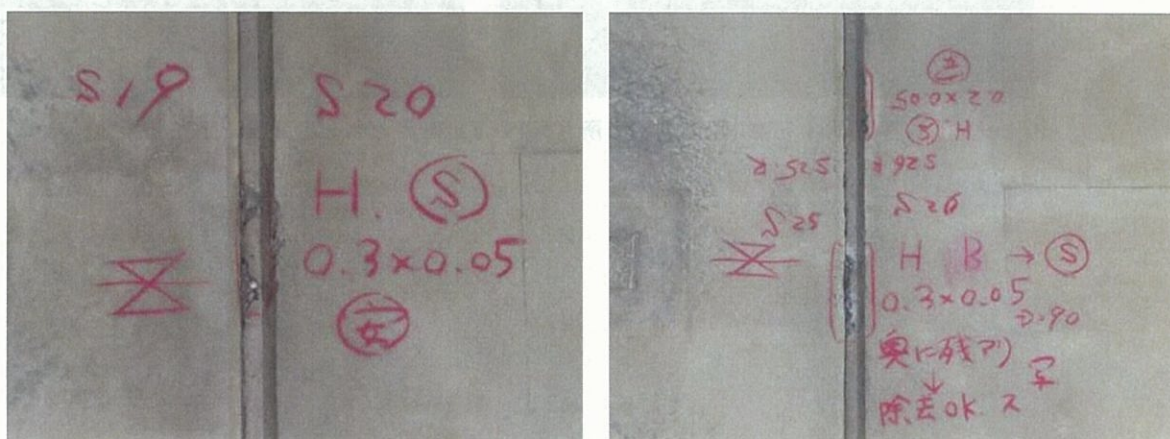


写真 5.2 はく離箇所（左：S019 I判定、右：S025 Ⅱa→I いずれも三国山）

3) 鉄筋露出

覆工の軽微な鉄筋露出箇所。周辺コンクリートは安定しており利用者被害の懸念はありません。ただし、鉄筋の錆が進行するとコンクリートのはく落を生じる懸念があるため、現場にて防錆スプレーを塗布。今後も継続的な監視が必要なことからⅡb判定としました。



写真 5.3 若杉 鉄筋露出箇所 (S014 Ⅱb 判定 上: 措置前、下: 措置後)

4) 措置後 効果確認

当該トンネルでは前回点検時のⅢ判定、Ⅱa判定変状を対象に、「ガイナメッシュ」によるはく落対策工を実施しました。

本点検では対策箇所について、触診による措置後の効果確認を行っています。

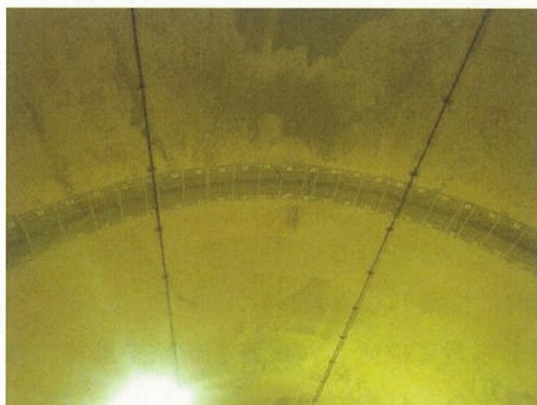


写真 5.4 ガイナメッシュ設置状況

いずれの箇所も適切に施工されており、またボルトの緩みや破損等の不良も確認されませんでした。

よって、過年度点検のⅢおよびⅡa判定の変状は、すべて「Ⅰ判定」として整理しました。

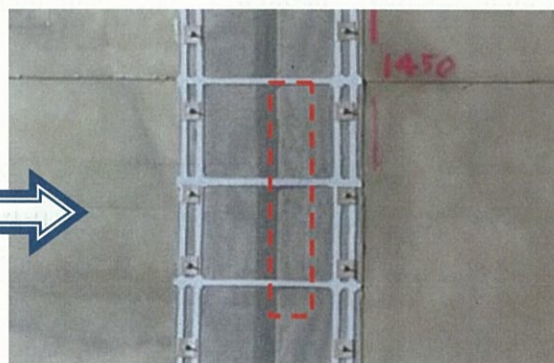
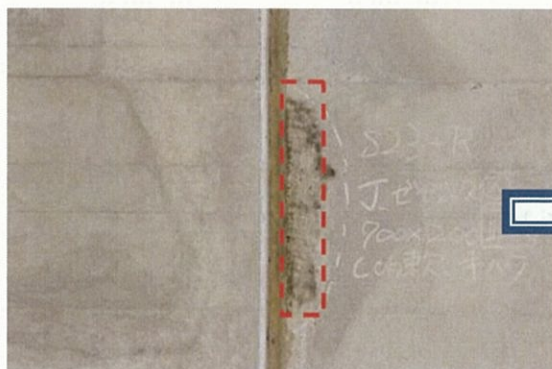


写真 5.5 はく落防止対策設置状況（左：設置前、右：設置後）

3) 優先順位に関わる施設情報

トンネルの優先順位を定める際はトンネルの健全性の他に、当該施設が果たしている役割・機能、利用状況（交通量）、重要性（迂回路や、緊急輸送道路指定の有無）等を考慮し、決定します。

本計画では三国山・若杉トンネルにおける上記項目を整理し、将来、優先順位を定める際の基礎資料とします。

○役割・機能

当該トンネルは鳥取県と広島県の県境に位置します。

同じく県境を南北に通る国道 183 号と平行に位置し、東西を新見多里線で結んでいることから、国道 183 号の迂回路としての機能を有します。

○利用状況

鳥取県側、広島県側に民家がいくつか存在するが、いずれも少数であり、日中の交通量は僅かです。

また、12 月 1 日～翌年 3 月 31 日までは、冬季閉鎖により通行止めとなります。

○重要性

当該路線は緊急輸送道路ネットワーク計画外の路線であり、また、冬季は閉鎖されていることから、他の周辺路線と比較すると重要性は低くなると想定します。

4) 点検結果を基にした優先順位

日南町が管理する 2 トンネルは同一路線上の連続トンネルのため、施設重要度による優先順位の差は出ないことから、点検結果を点数化（以降、健全度と称す）することで劣化度合いを評価し、対策優先順位を決定します。

点検結果は下記の手法で点数化します。

「健全度」算出方法

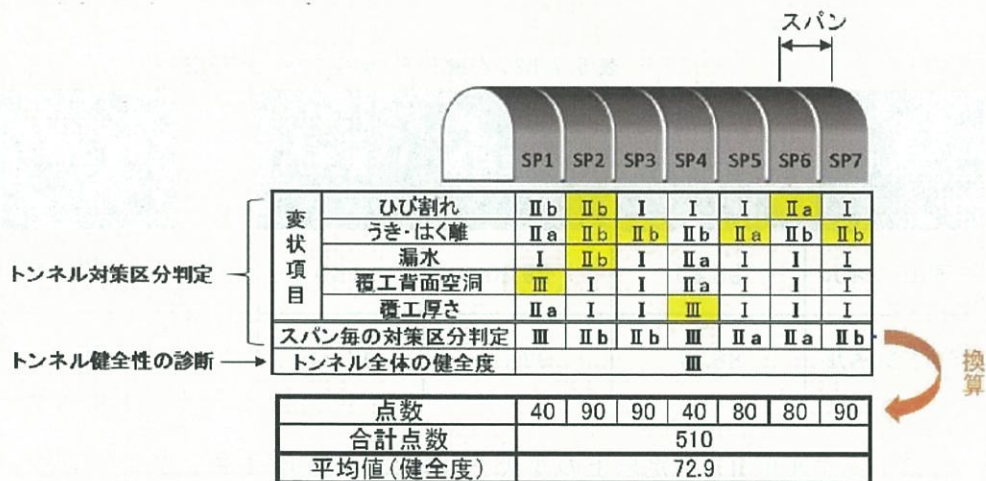
- ① 各トンネルのスパン毎の対策区分判定をとりまとめる。
- ② スパン毎の対策区分判定を表 1 の点数に換算する。

表 2 2 点数換算表

対策判定区分	点数
I	100
II b	90
II a	80
III	40
IV	0

- ③ 全スパンの点数の平均値を「健全度」とする。

健全度は 100 点が最も健全性が高く、0 点が最も低い評価になる。算出イメージを以下に示す。



出典)トンネルと地下 平成 24 年 1 月号 P49～ 「点検データの不足を補うトンネル劣化予測手法」
基礎地盤コンサルタンツ(株)、長崎県土木部道路維持課、長崎大学工学部

整理の結果、各トンネルの健全度は次のとおりとなりました。

表 5.6 健全度 点数化結果 (R1 点検)

トンネル名	各判定のスパン数					総スパン数	健全度 点数	トンネル 健全性
	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱa	Ⅱb	Ⅰ			
三国山トンネル	0	0	0	4	46	50	99.20	Ⅱb
若杉トンネル	0	0	0	6	27	33	98.18	Ⅱb

判 定	点 数
Ⅰ	100
Ⅱb	90
Ⅱa	80
Ⅲ	40
Ⅳ	0

健全度を比較すると僅差ですが、若杉トンネルの方が低くなりました。

よって、本計画では管理トンネルの優先順位を①若杉トンネル、②三国山トンネルとします。

参考として、前回点検（H26 実施）の点検結果を基にした健全度との比較を下表に示します。

表 5.7 H26 点検と R1 点検の健全度比較

トンネル名	H26年度点数	R1年度点数	差分	トンネル 健全性 (H26)	トンネル 健全性 (R1)
三国山トンネル	95.80	99.20	3.40	Ⅲ	Ⅱb
若杉トンネル	86.97	98.18	11.21	Ⅲ	Ⅱb

当該トンネルはⅡa判定以上の変状を対象に、H28年に補修工事を実施しました。

前述のとおり、今回点検では施工した対策工が十分機能していることを確認していますが、両トンネルとも点数が上がっていることから、健全度からも補修の効果が明らかとなりました。

以上より、現状の管理体制にて、**対象トンネルを適切に管理できている**と判断します。

6 長寿命化修繕方針

1) 長寿命化修繕計画の流れ

本計画は『社会的リスクの軽減』を目的として、定期点検結果から『管理水準の決定』『対策費用の算出』『対策実施時期の決定』を行います。本計画の計画期間は、各種取組の実施時期を考慮し15年とします。

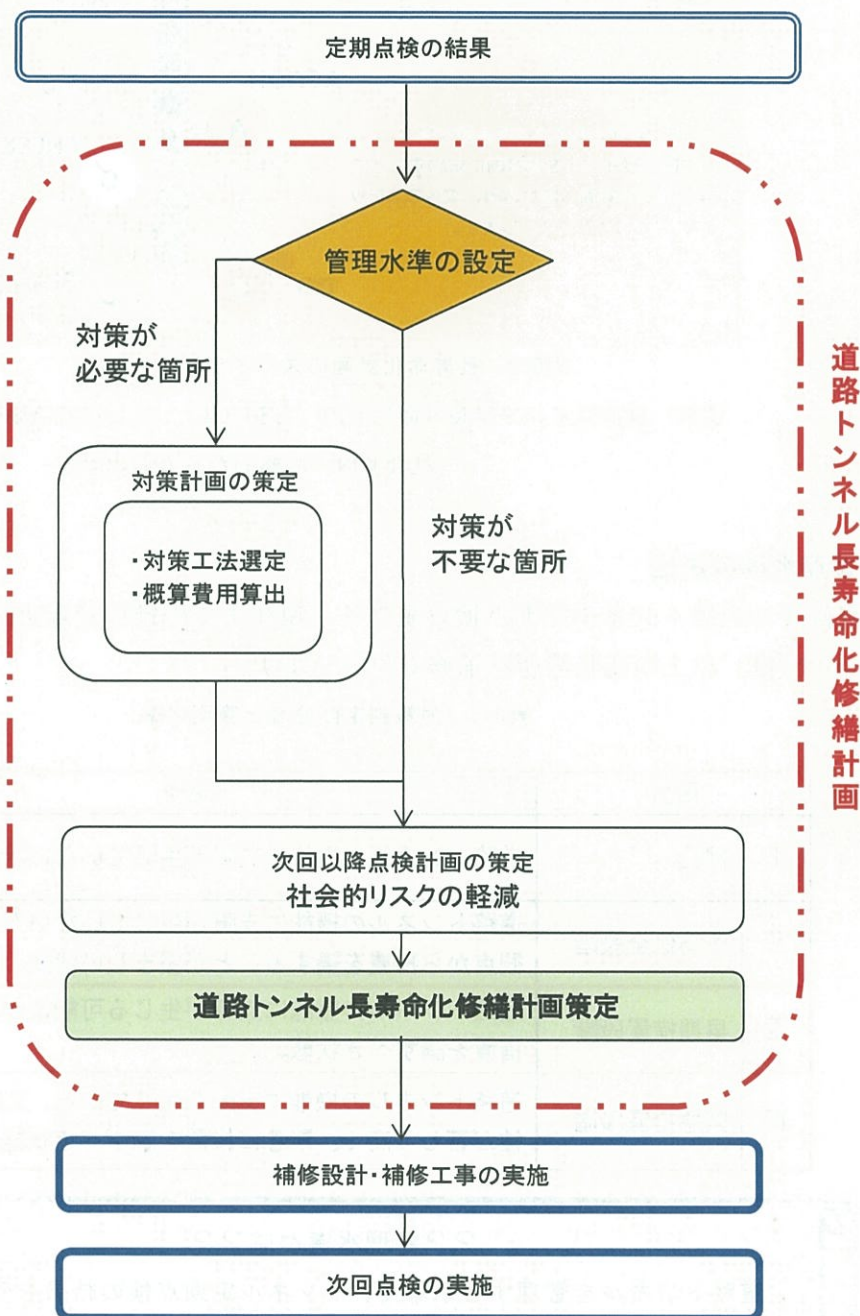


図6.1 長寿命化計画の流れ

また、道路トンネル長寿命化修繕計画は、5年に1回実施する定期点検等の結果を踏まえて、『PDCAのスパイラルアップ』による対策方針や工事対象範囲の見直しなど、継続的な改善を行っていきます。

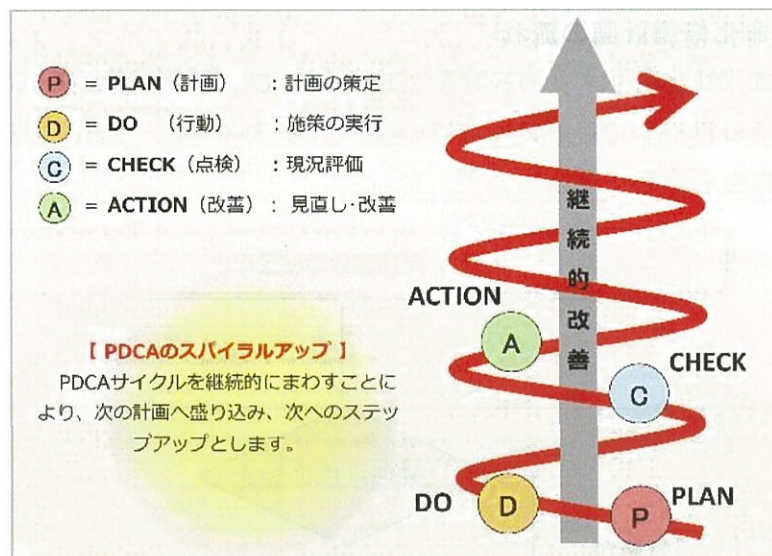


図6.2 長寿命化計画のスパイラルアップ

出典) 鳥取県インフラ長寿命化計画(行動計画)-社会経済活動の維持と発展を支える社会基盤の戦略的な長寿命化対策- 平成28年3月 鳥取県

2) 管理水準の決定

本計画では道路トンネル定期点検要領より、現在までの維持管理実績と予防保全の観点から「Ⅲ判定」以上の変状箇所を補修対象とします。

表6.1 対策判定区分表と管理水準

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。

補修

??管理水準とは??

道路トンネルを管理する水準で、トンネル定期点検の結果を受けて対策を行うか否かの指標とする水準のことです。

トンネル内の照明や非常用施設については、機能の低下や故障等の予見が難しく、性能保証からも耐用年数毎の更新が必要となるため『時間計画保全』による管理とします。

※点検にて異常（×判定）が確認された場合は、『時間計画保全』を待たず、日々の維持管理にて速やかに対応します。

表6.2 保全の区分

保全の種類	項 目
予防保全	本体工
時間計画保全	照明設備 非常用施設（非常用電話、消火器、押ボタン式通報装置など）

??『時間計画保全』とは??

『時間計画保全』は耐用年数等の対策周期毎に更新を行い、機能の維持を図る保全のことです。日常点検や定期的な保守点検において、機能の低下や故障などを予見することが難しく、性能保証の面からも延命化が困難で、耐用年数毎の更新が避けられない施設・設備等に適用されます。

3) 対策内容の整理

三国山・若杉トンネルの維持管理において、以下の事業が今後 15 年間で必要になります。

- ①定期点検
- ②補修設計
- ③補修工事
- ④照明更新工事
- ⑤非常用設備更新工事

上記①～⑤の事業について、その実施時期を整理します。

各事業の実施時期は以下の条件で設定しました。

- ① 定期点検・・・5 年に 1 回実施（2024 年度、2029 年度）
- ② 補修設計・・・次回点検の翌年に実施と想定（2025 年度）
- ③ 補修工事・・・補修設計の翌年に実施と想定（2026 年度）
- ④ 照明更新工事・・・2029 年度頃（灯具本体の耐用年数を 20 年程度と仮定）
- ⑤ 非常用設備更新工事・・・2029 年度頃（実績より耐用年数を 20 年程度と仮定）

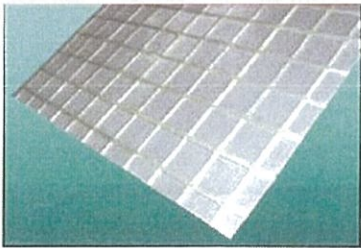
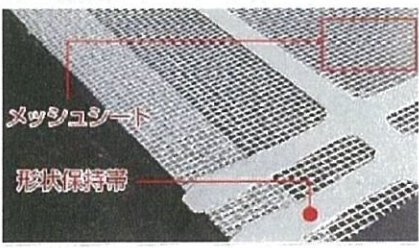
4) 対策費用の算出

本計画では次回点検以降に必要と想定される「トンネル本体工補修費用」を算出します。

令和元年度の定期点検では、要対策変状は確認されませんでした。主たる変状がジャンカやうきなどの材質劣化であることから、今後必要となる対策は変状箇所からの小片はく落対策と想定されます。

対象トンネルは既に「ガイナメッシュ」によるはく落対策工が実施済みであり、今後も同様の工法で対策が可能であると判断できることから、**対策費用の算出はガイナメッシュを施工した場合を想定**します。

表6.3 補修工法比較

	FRPメッシュ工	目地用ネット工
代表製品	トウメッシュ	ガイナメッシュ
NETIS登録番号	KK-060042-V	登録なし
概要図		
工法協会	FRPメッシュ協会	なし
保有耐力	1.58kN以下	0.5kN以下
m ² 当り単価	¥23,424	¥23,110
特徴	FRPメッシュを用いたはく落対策工。NETIS登録されており施工実績も多い。他製品に比べ高規格で安価。	シート部分は高強度ビニロン系の素材。目地部の小片剥落防止を目的としている。
固定方法	アンカーと座金で固定するため、下地処理が不要で施工が容易。	アンカーと座金で固定するため、下地処理が不要で施工が容易。
実績	他製品と比較して多数の施工実績あり。	自動車専用道路を中心に施工実績が増えている。

なお、対策数量は今回確認されたⅡb判定変状が進行し、対策が必要となると想定し
下表のとおりとしました。

表6.4 本体工補修費用

トンネル名：三国山トンネル

変状番号	変状長さ(m)	L: 対策長さ(m)	W: 対策幅(m)	L×W: 対策面積 (m ²)
S25-1	0.2	1.2	0.6	0.72
S25-2	0.1	1.1	0.6	0.66
S29-1	0.2	1.2	0.6	0.72
S33-1	0.1	1.1	0.6	0.66
S36-1	0.65	1.65	0.6	0.99
S45-1	0.2	1.2	0.6	0.72
合計(m ²)				4.47

トンネル名：若杉トンネル

変状番号	変状長さ(m)	L: 対策長さ(m)	W: 対策幅(m)	L×W: 対策面積 (m ²)
S1-1	0.3	1.3	0.6	0.78
S2-1	0.05	1.05	0.6	0.63
S3-1	1	2	0.6	1.2
S7-1	0.4	1.4	0.6	0.84
S14-1	0.1	1.1	0.6	0.66
合計(m ²)				4.11

上表より、2トンネルの合計面積は8.58m²であり、ガイナメッシュの面積当たり単価を
¥24,000とすると、補修工事の費用は約20万円（直工）程度となります。

2トンネルの照明更新費用および、三国山トンネルの非常用設備更新費用を以下に示します。照明設備の更新工事費用は他トンネルの実績より、トンネル延長に応じて想定金額の算出を行いました。

表 6.5 想定金額（照明更新）

延長	単価
0～200m	200,000
200～400m	150,000
400～600m	100,000
600m以上	70,000

○若杉トンネル（L=277m）・・・41,550 千円

○三国山トンネル（L=1030m）・・・72,100 千円

また、非常用設備の更新工事費用は、設備台数に下表に示す各機器の単価をかけて、想定金額を算出しました。三国山トンネルの非常用設備更新費用は下表より、経費込みで約87,720 千円となります。

表 6.6 想定金額（非常用設備）

機器名称	個数	単位	単価(千円)	小計(千円)
警報表示板	2	基	14,000	28,000
補助警報表示板	1	基	4,500	4,500
押ボタン式通報装置	21	基	400	8,400
非常電話	6	基	600	3,600
消火器	21	箇所	30	630
機器設置・配線費	1	式	6,500	6,500
			合計(直工)	51,630

5) 新技術の活用

新技術の活用による維持管理の効率化

インフラの効率的な維持管理を可能とする新技術の活用を進めていくことが必要である。

NETIS（新技術情報提供システム）を活用し、点検・修繕に係るコスト縮減を図ることで、維持管理の効率化を進めていきます。

7 今後の維持管理計画

三国山・若杉トンネルの維持管理は以下のフローに従い実施します。

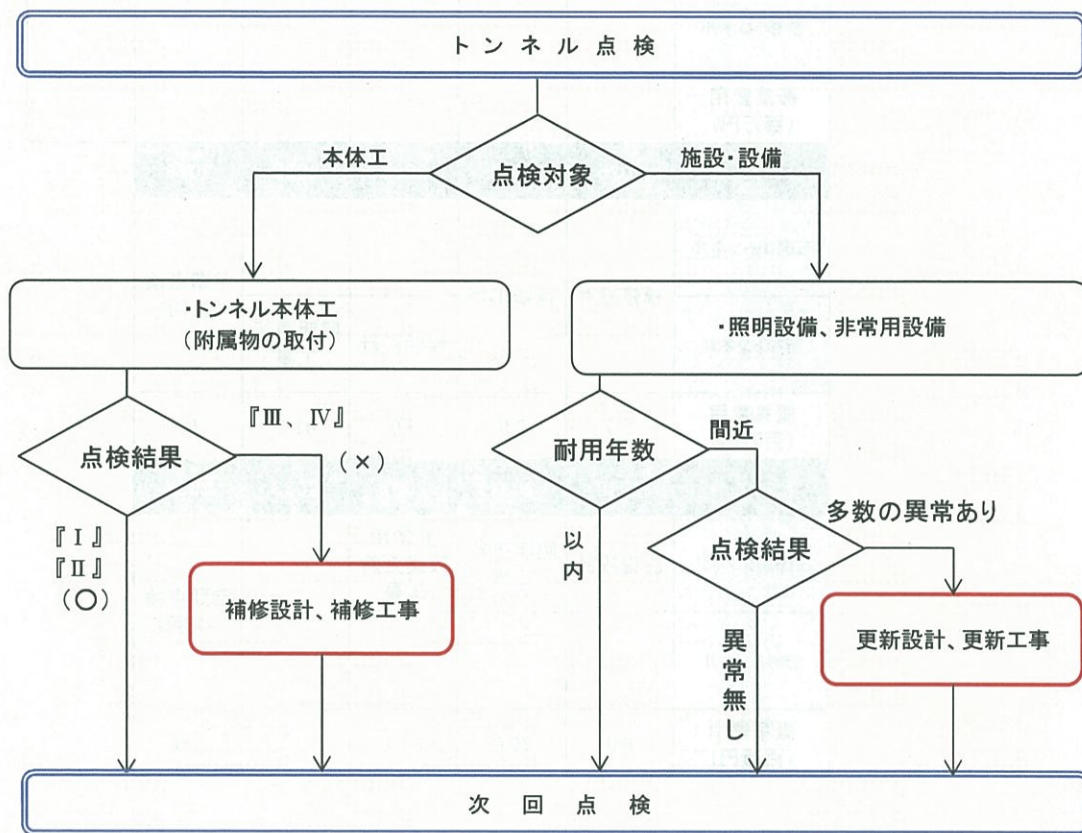


図7.1 今後の管理フロー

当該トンネルではⅡa判定以上の変状が確認されておらず、また、附属物設備も供用から10年程度であることから、次回点検までに補修工事や設備更新工事は必要ありません。

2トンネルにおける、今後15年間の維持管理計画と想定費用を次ページに示します。

表7.1 今後15年間の維持管理計画と想定費用

トンネル名	2019	2020	2021	2022	2023	2024
三国山トンネル	長寿命化 修繕計画 策定					定期点検 (次回)
若杉トンネル						
概算費用 (百万円)						7.0
トンネル名	2025	2026	2027	2028	2029	
三国山トンネル	補修設計	補修工事			定期点検 (次回)	
若杉トンネル			照明設計	照明更新 工事		
概算費用 (百万円)	1.5	0.5	3.0	41.5	7.0	
トンネル名	2030	2031	2032	2033	2034	
三国山トンネル	設備設計	照明更新 工事	非常用 設備更新 工事		定期点検 (次回)	
若杉トンネル						
概算費用 (百万円)	6.0	72.0	87.7		7.0	

また、日南町の管理する2トンネルを本計画に基づいて管理した場合、今後50年間の維持管理費用は合計4億5千万円程度必要と想定されます。

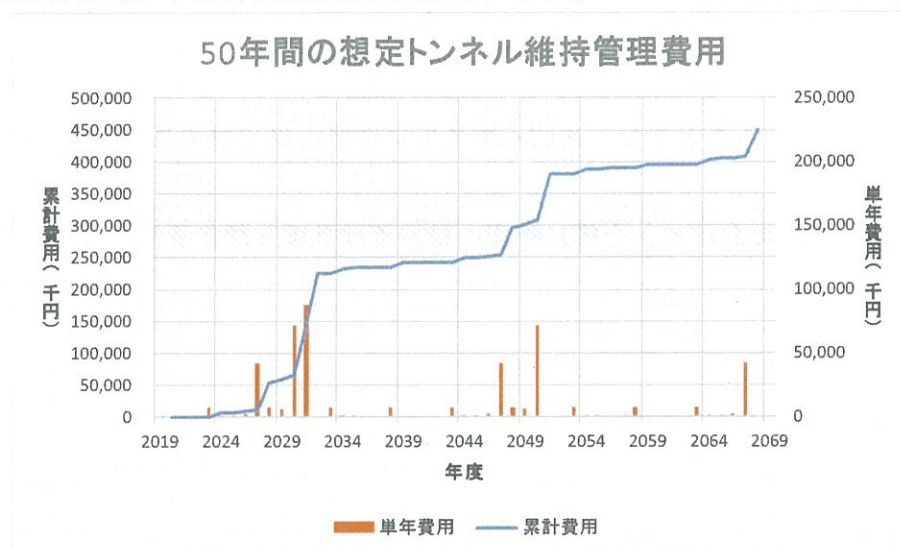


図7.2 今後15年間の維持管理計画と想定費用

8 おわりに

日南町では、今回策定した「道路トンネル長寿命化修繕計画」に基づき、より効果的で効率的な維持管理を行い、安全性の確保に努めてまいります。

今後も、5年に1回の定期点検によりトンネルの健全性を把握し、その結果に基づき長寿命化計画の見直しを継続的に行ってまいります。



また、トンネル点検技術は画像計測を用いた展開図作成や、タブレットを用いた点検成果作成など、最新技術を積極的に活用し、高精度化や省力化に取り組んでいます。

日南町においても最新技術による点検手法の採用を検討し、有益な手法については積極的に採用することで、点検精度の向上や維持管理コストの縮減に努めていきます。

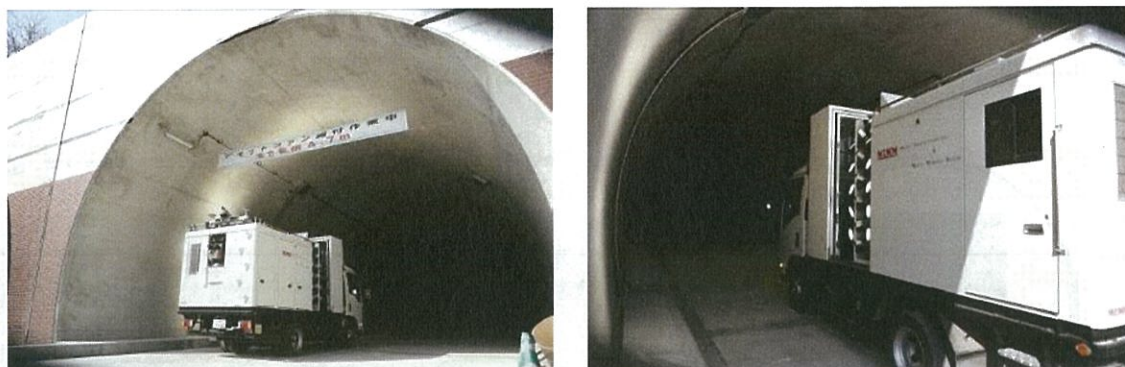


写真8.1 画像計測状況例



写真8.2 タブレットを用いた現地点検