

南部町道路トンネル長寿命化修繕計画



令和4年11月

鳥取県 南部町 建設課

目 次

1. 背景と目的	1
1) 背景	1
2) 目的	1
2. 対象トンネル概要	2
1) トンネル諸元	2
2) 新宮トンネルの施工方法と変状の特徴	3
3. 管理基本方針	4
1) 点検の種類	4
2) トンネル定期点検での点検個所・着目箇所	5
3) 健全性の診断	8
4. 点検結果	9
1) 点検結果総括	9
2) 主要変状一覧	10
5. 長寿命化修繕計画方針	12
1) 長寿命化修繕計画の流れ	12
2) 管理水準の決定	14
3) 補修工法選定	15
4) 対策費用の算出	16
6. 今後の維持管理計画	17
7. おわりに	20

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」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) 南部町におけるトンネル維持管理の課題

南部町で管理するトンネルは、町道広域農道線に位置する新宮トンネルのみです。

本トンネルは供用から25年が経過していることから、トンネルの目地部を中心に経年劣化による変状を複数確認しています。

また、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。

2) 目的

上記の背景を鑑みて、南部町では新宮トンネルの安全性・信頼性を持続して保持できるよう、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5年間の「南部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。

2 対象トンネル概要

1) トンネル諸元

南部町で管理する新宮トンネルの諸元を以下に示します。

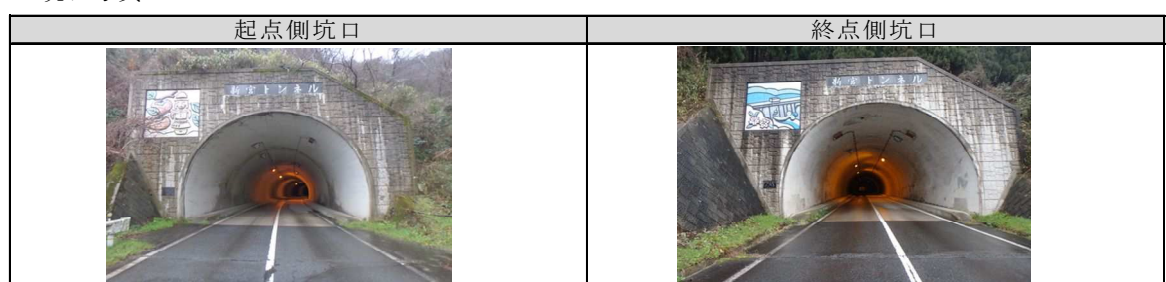
■ トンネル諸元

トンネル名	新宮トンネル	車道幅員	6.5m
トンネル延長	323.0m	完成年次	1994年（経過年数25年）
路線名	町道 広域農道線	建設工法	NATM

■ トンネル位置図



■ 坑口写真



2) 新宮トンネルの施工方法と変状の特徴

(1) 工法概要

新宮トンネルは『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

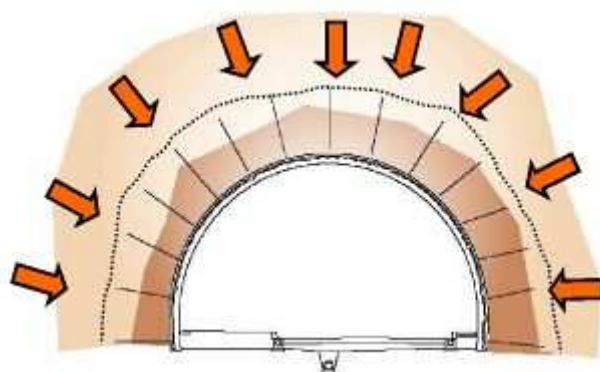


図2.1 NATMの工法概念図

(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が弱部となりやすい傾向にあります。

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、過度なジャッキの押し当て等による力が加わ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

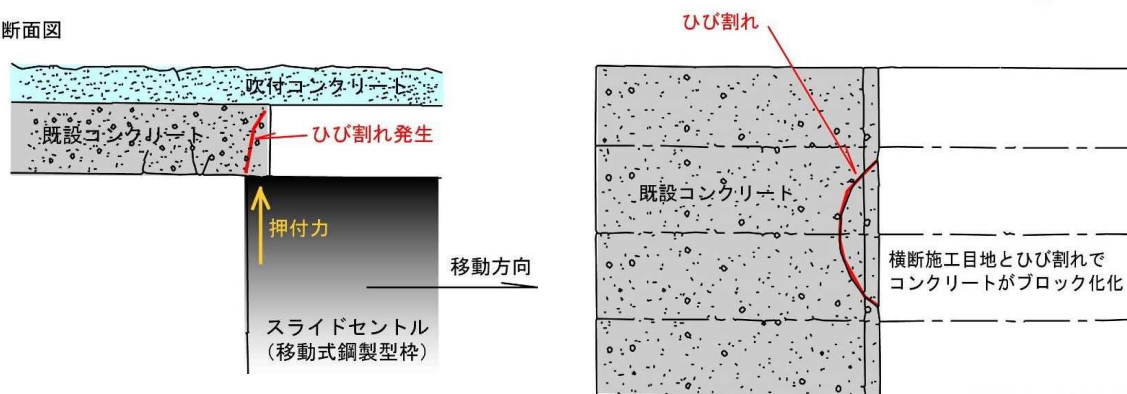


図2.2 覆工打設時におけるひび割れ発生モデル

3 管理基本方針

1) 点検の種類

南部町では『トンネル定期点検』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。

◎トンネル定期点検（法定点検）

- ・「トンネル定期点検要領」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、附属物の取付に対して、5年に1回の点検を基本とします。
- ・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。

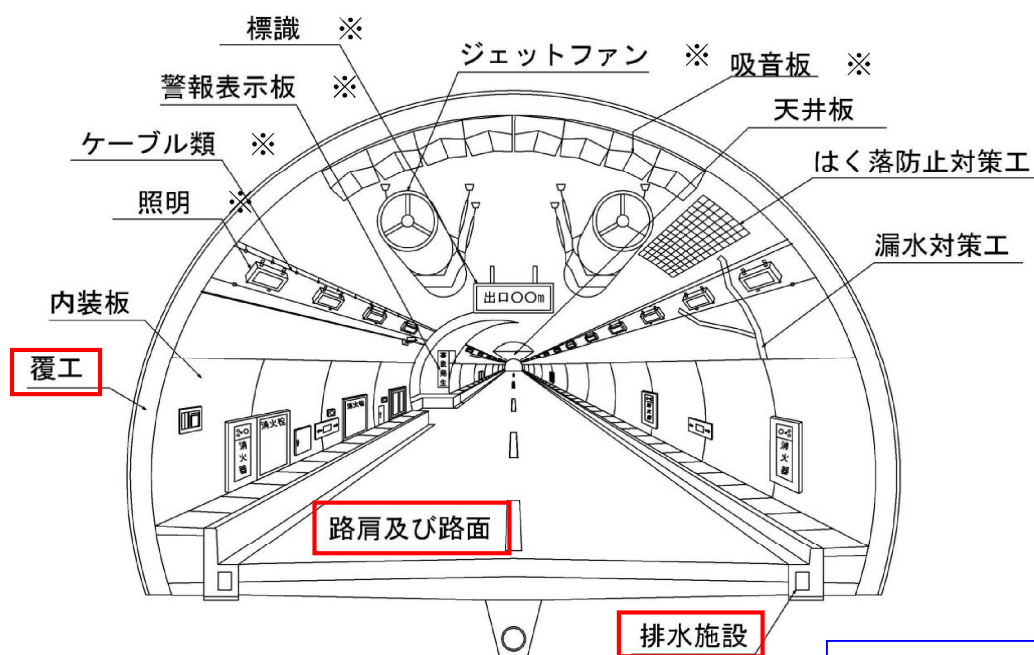


写真3.1 定期点検状況

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。新宮トンネルの点検箇所・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。

赤枠は新宮トンネルにおける該当箇所です。



図3.1 トンネル本体工点検箇所

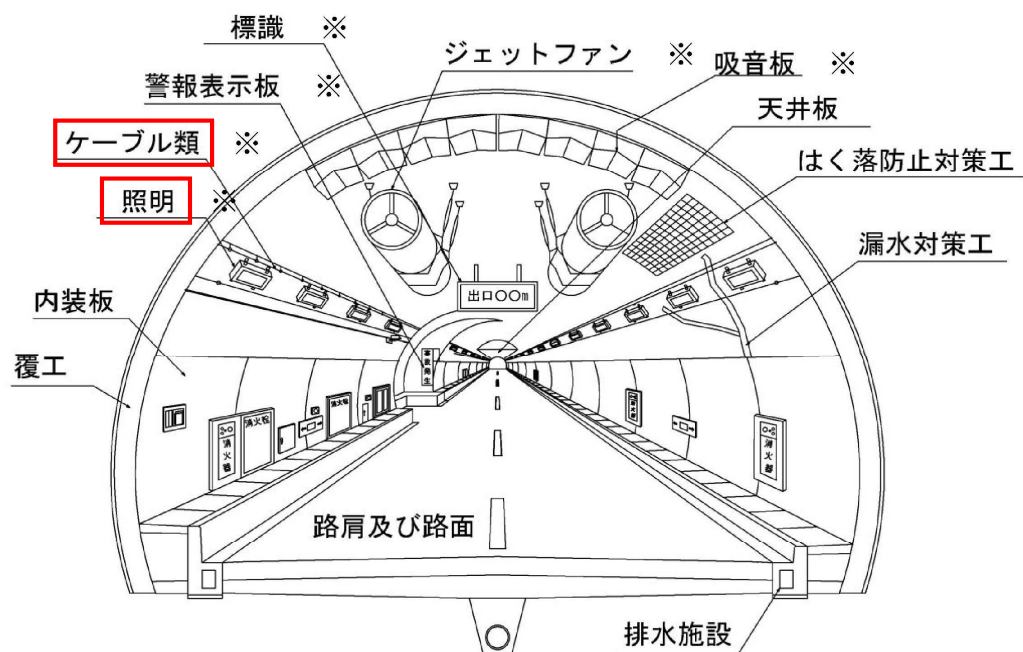
出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P17

表3.1 トンネル本体工着目箇所

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)覆工の天端付近		・覆工を横断的に一つのブロックとしてとらえると、天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、せん断に対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。

赤枠が新宮トンネルに設置されている設備です

図3.2 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分類を行います。

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 点検結果

1) 点検結果総括

新宮トンネルの主たる変状はうき、はく離などの材質劣化です。変状は横断目地やひび割れ沿いに多く、特に目地部では複数のうきやはく離を確認しました。

また、附属物については錆が著しく、孔食を生じている附属物を 8 箇所確認しており、当該箇所については取付状態に影響があると判断し「×判定」としています。

本トンネルの変状箇所別の対策区分判定を下表に示します。

表 4.1 点検結果一覧

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	
新宮トンネル	323	外力	0 スパン	0 スパン	0 スパン	8箇所
		材質劣化	0 箇所	3 箇所	132 箇所	
		漏水	0 箇所	0 箇所	2 箇所	

次ページ以降に本トンネルの変状状況を示します。

2) 主要変状一覧

(1) 目地部のうき

横断目地部沿いにうきやはく離が複数確認されました。うきは打音異常(異音)を伴い、表面上ひび割れが閉合しかけており、はく落が懸念される変状も確認されました。

当該変状は点検時に点検ハンマーによる叩き落としを実施しました。不安定箇所が残存した変状について、早急な対策が必要と判断し「Ⅲ判定」としています。(令和3年度補修済み)



写真 4.1 目地部のうき 左:除去済み S002(Ⅰ判定) 右:閉合しかけ除去不可 S006(Ⅲ判定)

その他の類似変状としては、ひび割れが無く打音異常のみのうき、反対にひび割れはあるが打音異常が無いうき等が確認されています。

当該箇所は利用者被害の懸念は低いですが、経年劣化による変状の進行を確認するため、継続した監視が必要と判断し「Ⅱ判定」としています。



写真 4.2 左:打音異常のみ S006、右:打音異常なし S016(いずれもⅡ判定)

(2) ひび割れ沿いのうき

本トンネルは全線に渡って天端付近と側壁部にひび割れを確認しており、一部ひび割れ沿いにうきが生じています。不安定箇所は目地部のうき同様、点検時に叩き落としを実施しました。不安定箇所が残存した変状について、早急な対策が必要と判断し「Ⅲ判定」としています。

ひび割れ自体は幅 $0.3\text{mm}\sim 0.4\text{mm}$ のものが多く、最大 0.7mm 程度と軽微であることから、対策が必要な変状ではありません。



写真 4.3 ひび割れ沿いのうき(左:S026 IIb 判定、右:S013 III判定)

(3) 灯具の腐食

本トンネルの附属物は供用から 25 年が経過しています。全体的に錆びが目立ち、筐体に孔食を生じているトンネル照明を 8 台確認しました。孔食が進行すると落下の懸念があるため×判定としています。



S004

S006

写真 4.4 孔食が確認されたトンネル照明

5 長寿命化修繕計画方針

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一般的なメンテナンスサイクルである5年間とします。

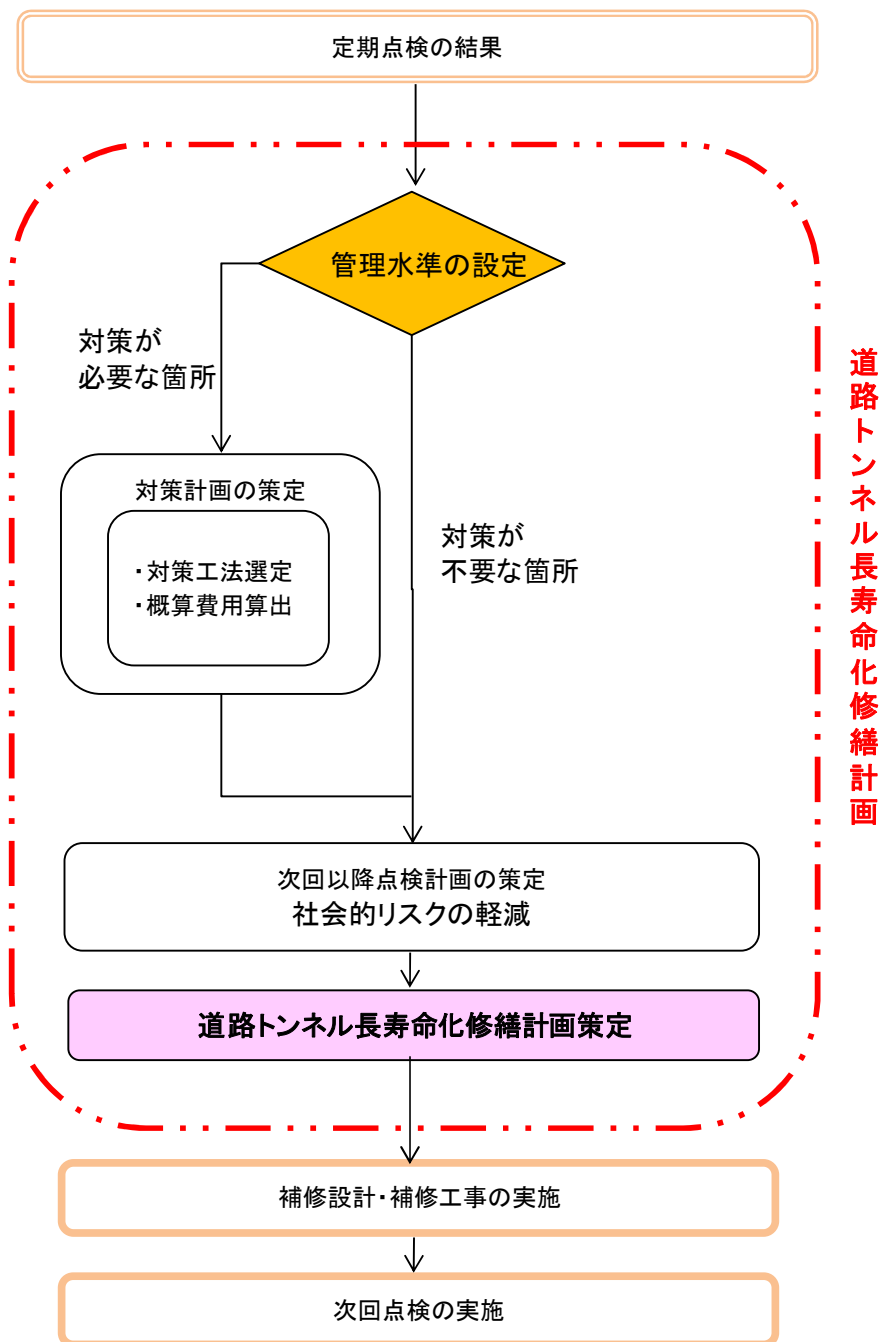


図5.1 長寿命化計画の流れ

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。

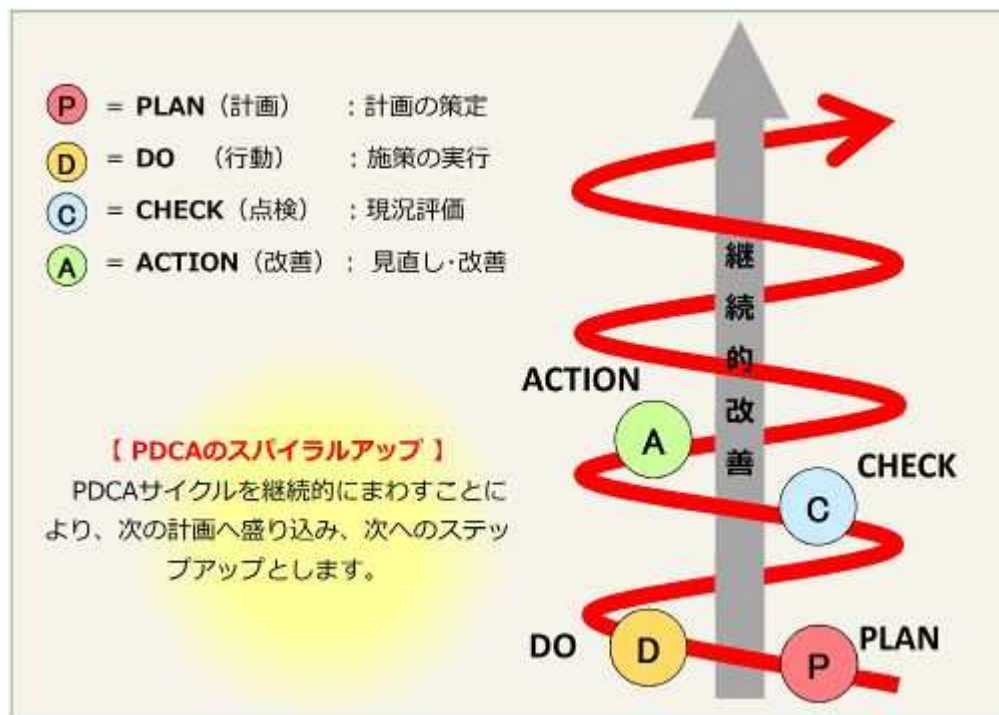


図5.2 長寿命化計画のスパイラルアップ

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、利用者被害の懸念が高くなる「Ⅲ判定」を管理水準とし、Ⅲ判定以上の変状箇所を補修対象とします。

表5.1 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。

新宮トンネルにおけるⅢ判定変状は以下に示す3箇所のうきであり、これらの変状に対して補修対策を令和3年度に実施しました。

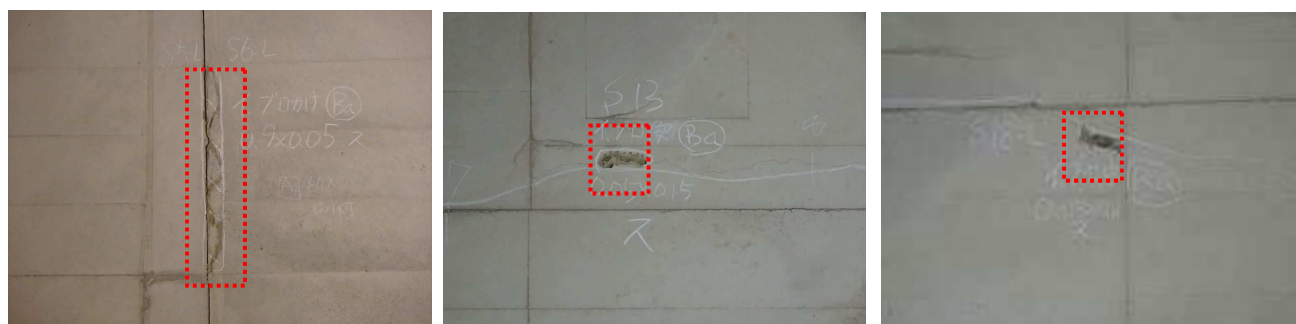


写真5.1 Ⅲ判定変状箇所（左からS006、S013、S018）

3) 補修工法選定

Ⅲ判定箇所はいずれも小規模なため、ネット工およびシート工などによる小片はく落対策が一般的です。

本計画では小片はく落対策として一般的な以下の3案を比較します。

第1案…炭素繊維シート工

第2案…FRPメッシュ工

第3案…短繊維塗布工

表5.2 補修工法比較

比較案	第1案 炭素繊維シート工	第2案 FRPメッシュ工	第3案 短繊維塗布工
状況写真			
工法概要	・トンネル覆工表面に炭素繊維シートを設置し、接着材により覆工と一体化させる工法。強度に優れるため、はく落荷重が大きな箇所に適用されます。	・コンクリートアンカーでFRPメッシュを設置する工法。はく落対策としての適用事例が多いが、はく落荷重の大きな変状に対しては強度不足である。また、施工性に優れ、緊急対応にも適します。	・短繊維塗布(短繊維を混入させた塗装)により、変状範囲を被覆する変状箇所の劣化防止も兼ねた工法。塗布後は半透明になり、施工後もコンクリートの状態を確認することが可能です。
経済性 (直工費)	35千円/m ²	24千円/m ²	26千円/m ²
判 定	対象トンネルの変状は小規模なため、炭素繊維シート工ほどの強度は必要ありません。また、施工位置は段差やひび割れが存在しており下地処理が必要であることから、採用を見送ります。 ×	3案の中で最も安価であり、施工性にも優れます。また、目地部やひび割れにも下地処理なしで適用可能なことから、本計画における採用案とします。 ○	はく落防止剤自体の単価は比較的安価ですが、施工位置はひび割れが存在しており、下地処理が必要であることから、採用を見送ります。 △

対象変状は小規模であること、また変状位置が目地部やひび割れ沿いなど、凹凸を生じている箇所であることから、本計画では第2案の「FRPメッシュ工」を採用案とし、FRPメッシュ工を実施した場合の工事費用を試算します。

4) 対策費用の算出

管理水準（本計画ではⅢ判定）に達している変状の変状サイズは表5.3のとおりであり、FRPメッシュ工を施工する際の定着長を考慮すると、対策数量は約4.4m²となります。

表5.3 Ⅲ判定変状サイズ

変状番号	変状種類	判定	変状サイズ		
			縦	×	横
S006-1	うき	Ⅲ	0.9	×	0.05
S013-1	うき	Ⅲ	0.05	×	0.15
S018-1	うき	Ⅲ	0.05	×	0.1

施工単価を25,000円/m²とした場合、
概算工事費用は、250,000円（経費込）となります。

6 今後の維持管理計画

新宮トンネルの維持管理は以下のようなフローで実施します。

上記フローより、当該トンネルではⅢ判定の変状が確認されていることから「補修設計、補修工事」を計画的に実施する予定です。

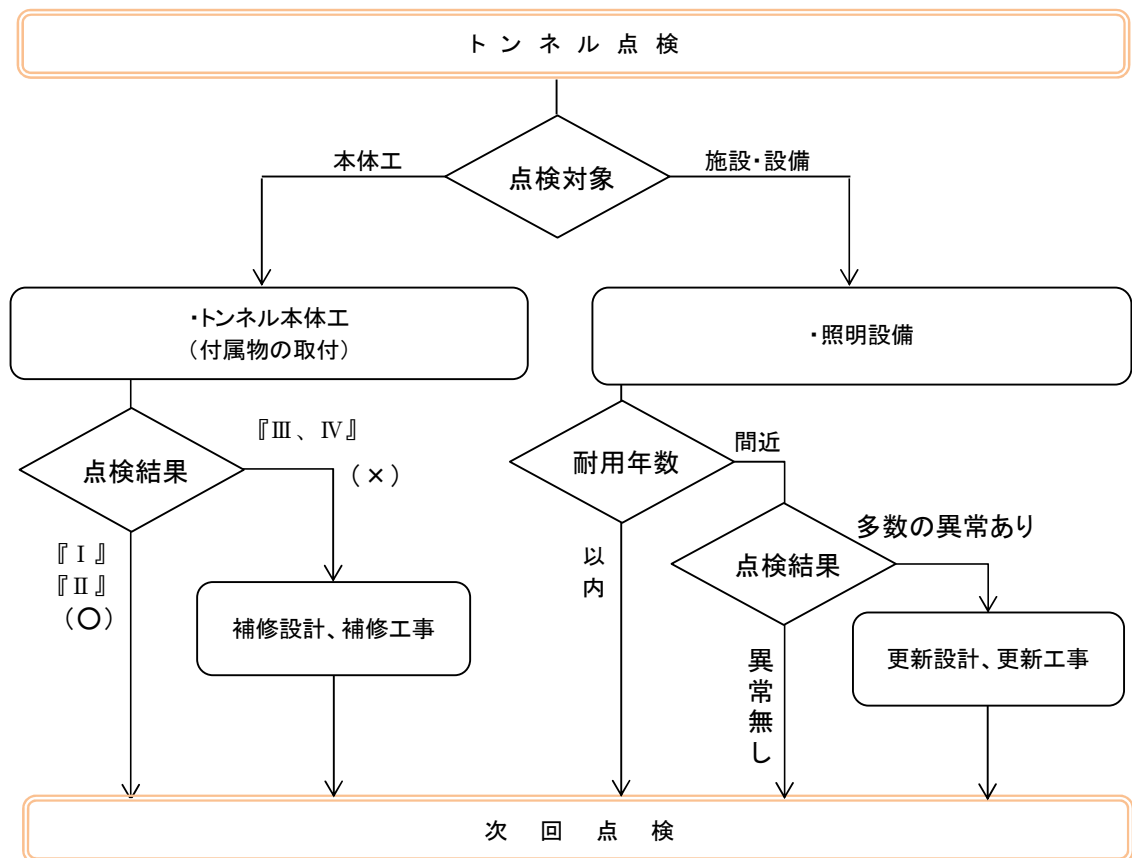


図6.1 今後の管理フロー

今後も定期点検結果を踏まえて要対策変状が発生した場合は、順次補修工事を実施していく予定です。

新宮トンネルにおける次回点検（2023年度）までの維持管理計画は下記の通りです。

本トンネルは2018年度に定期点検を実施済みのため、次回点検は2023年度になります。

2020年度に今回確認された要対策変状に関する補修設計を実施し、翌年の2021年度に補修工事を実施する予定です。

また、次回点検では新規変状や既存変状の劣化確認だけでなく、2021年度の措置後の効果確認も兼ねた点検を行う予定です。

表6.1 今後5年間の維持管理計画

トンネル名	実施時期					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
新宮トンネル	定期点検	長寿命化 修繕計画 策定	補修設計	補修工事		定期点検 (次回)
概算費用 (百万円)			1.5	1.3		3.0

トンネル点検の実施について、2巡目の定期点検からNETIS（新技術情報提供システム）・点検支援技術性能カタログ(案)などを参考に新技術の活用を検討します。

特に、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積極的に活用を検討することで省力化を図り、コスト縮減に取り組めます。



写真6.1 画像計測状況例



写真6.2 タブレットを用いた現地点検

7 おわりに

南部町では、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。

