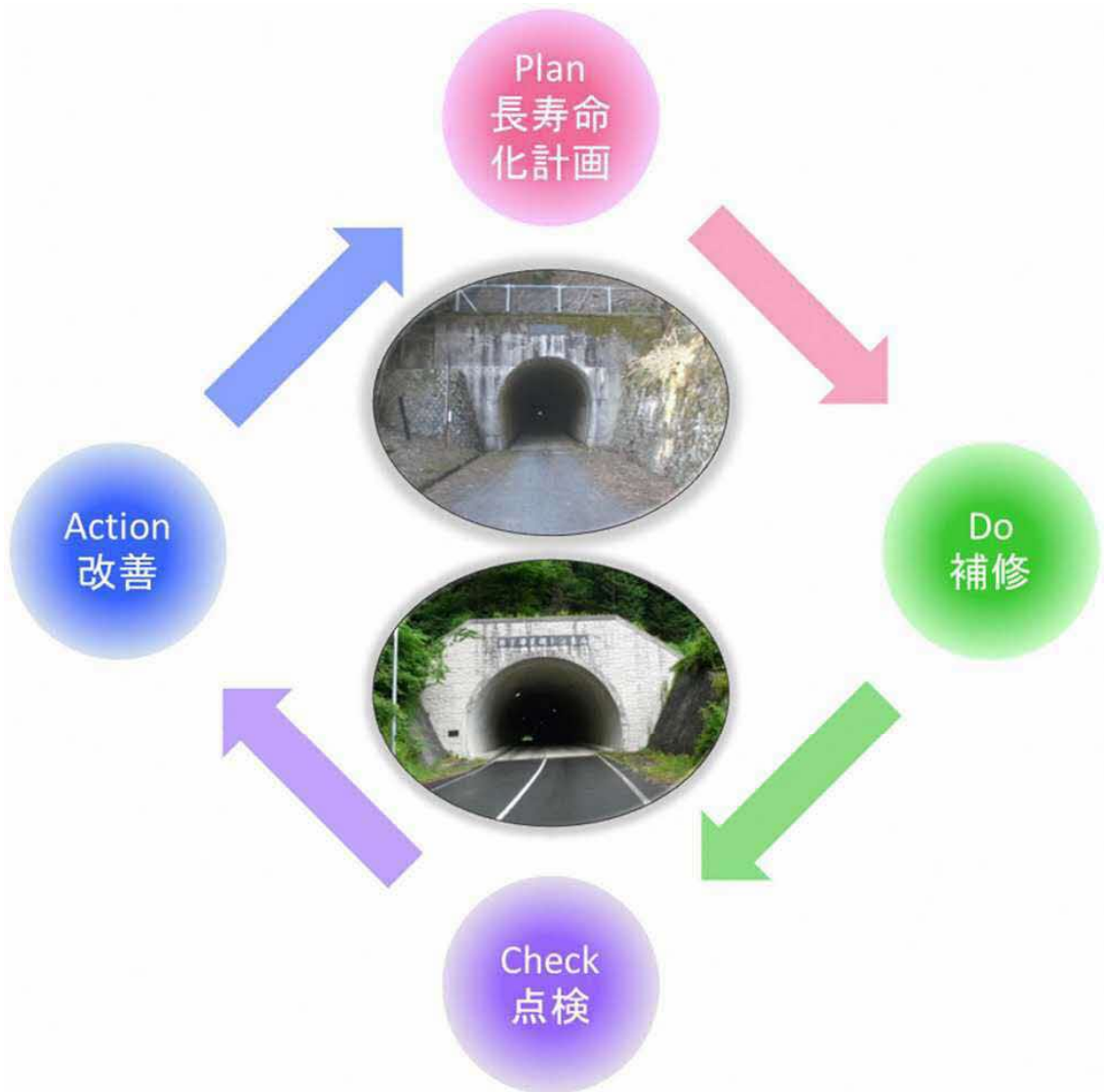


八頭町道路トンネル長寿命化計画

(第1回改訂)



令和5年3月改定

八頭町建設課

目 次

1. 背景と目的.....	- 1 -
1) 背景	- 1 -
2) 目的	- 2 -
2. 八頭町の取組み.....	- 3 -
1) 長寿命化対策計画の取組み.....	- 3 -
2) 点検の取組み	- 3 -
3) 道路トンネル（本体工対策）の取組み	- 3 -
3. 道路トンネルの現況.....	- 5 -
1) 八頭町管理の道路トンネル.....	- 5 -
2) 道路トンネルの状況.....	- 5 -
4. 健全性の把握・評価.....	- 7 -
1) 点検の種類	- 7 -
2) トンネル定期点検での点検箇所・着目箇所	- 8 -
3) 健全性の診断.....	- 11 -
5. トンネル定期点検結果	- 15 -
1) 点検結果.....	- 15 -
2) 変状の傾向	- 16 -
6. 道路トンネル長寿命化計画の基本方針	- 18 -
1) 長寿命化計画の流れ.....	- 18 -
2) 基本方針.....	- 20 -
7. 道路トンネル長寿命化計画の詳細方針	- 22 -
1) 対策計画の策定.....	- 22 -
2) 対策計画の策定.....	- 25 -
3) 定期点検計画の策定	- 27 -
4) 新技術の活用	- 28 -
5) 集約化・封鎖の検討.....	- 29 -
6) 費用の縮減に関する取組み.....	- 30 -
8. 長寿命化計画の策定.....	- 31 -
9. おわりに	- 33 -

1. 背景と目的

1) 背景

(1) はじめに

現在、全国的に公共施設等の老朽化対策が大きな問題となっています。八頭町においても同様の状況で、合併以前から整備されてきた多くの公共施設等（公共建築物及びインフラ施設）が一斉に大規模改修や更新を必要とする時期を迎えます。その一方で、人口減少等による税収の減少や少子高齢化の進行による扶助費等に必要な費用が増大することが見込まれており、厳しい財政状況が続くものと想定されます。

こうした課題を解決するため、八頭町では「八頭町公共施設等総合管理計画（以下「管理計画」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) 道路トンネルの課題

八頭町が管理する道路トンネルは2トンネルであり、1970年と2008年に供用を開始し、現在では完成後最大で50年を経過しています。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中で、適切な維持管理・コスト縮減・予算の平準化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、八頭町ではトンネル点検を基に現在の健全性を把握し、これまでの対症療法的な対応『事後保全』から計画的かつ予防的な対応『予防保全』に転換し、予算の平準化及び維持管理コストの縮減を目的とした「八頭町道路トンネル長寿命化計画」を策定しています。

本策定にあたり、八頭町の管理するトンネルが2トンネルしかなく、基準となる予算や維持管理費用の算出が困難であることから、鳥取県が策定した「鳥取県道路トンネル長寿命化計画（以下「鳥取県トンネル長寿命化計画」とする）」を準用し策定しています。

また、維持管理や修繕に関する技術の進歩により新技術・新材料が開発され、維持管理の更なる生産性向上・コスト縮減が可能になったことを踏まえ、「道路トンネル長寿命化計画」を改定し、より安全・安心な道路トンネルの維持管理を目指します。



?? 『事後保全』 『予防保全』とは ??

『事後保全』は利用者被害につながる変状や異常を発見した時点で撤去・更新を行い機能の回復を図る手法です。

対して『予防保全』は安全性の低下状況に応じて予防的に対策を行い、機能の維持・回復を図る手法になります。

2. 八頭町の取組み

1) 長寿命化対策計画の取組み

八頭町ではこれまで、公共施設等に対して「管理計画」の策定や、道路橋りょうに対して「八頭町道路橋梁長寿命化修繕計画」の策定を行うなどして、長寿命化対策を講じてきました。

2) 点検の取組み

八頭町では管理する全てのトンネルを対象として定期的に点検を行ってきました。代表的な点検項目と適用基準は下表の通りです。

表2.1 適用基準一覧表

項目	適用基準	点検頻度
トンネル定期点検	・トンネル本体工 ・附属物の取付 道路トンネル定期点検要領(H26.6)国土交通省 道路局 国道・防災課(以下「トンネル定期点検要領」とする)ほか	5年に1回

平成29年と平成30年に「トンネル定期点検要領」を適用し、5年に1回の頻度で点検を実施しています。



写真2.1 点検状況写真（トンネル定期点検）

3) 道路トンネル（本体工対策）の取組み

八頭町の管理する道路トンネルのうち、本谷トンネルは、令和2年度から令和4年度にかけて集中工事（覆工背面の空洞に発泡ウレタン充填）を行っており、今後トンネル定期点検の結果を踏まえ、計画的な予防保全型の維持補修を実施していく予定です。

参考となりますが、変状に対する対策として、『内巻補強工』、『金網・ネット工』や『線状の漏水対策工』などの対策があります。



??『内巻補強工』『金網・ネット工』『線状の漏水対策工』と

✓ 内巻補強工

覆工の有効断面を増加させることで、覆工の劣化と覆工片のはく落を防止するとともに、構造物としての機能を回復させ、覆工を全面的に補強する工法です。（※覆工とはトンネル内面のコンクリート面をいう）



写真2.2 内巻補強工の事例

✓ 金網・ネット工

ひび割れや目地部の劣化などにより、比較的狭い範囲でコンクリート片が落下する恐れのある場所において、覆工表面にアンカーボルトなどを使用して金網やネットを固定し、コンクリート片の落下を防止する工法です。



写真2.3 金網・ネット工の事例

✓ 線状の漏水対策工

トンネルの漏水は、目地やひび割れに沿った線状の漏水の場合が多い。線状の漏水対策工は導水樋などを使用して、覆工表面に発生した漏水を排水工に導く工法です。



写真2.4 線状の漏水対策工の事例

3. 道路トンネルの現況

1) 八頭町管理の道路トンネル

八頭町の管理する道路トンネルは2箇所、総延長L=約1km（2022年12月現在）であり、これらの道路トンネルを長寿命化計画の対象とします。



写真3.1 本谷トンネル状況写真



写真3.2 日下部見槻トンネル状況写真

表3.1 長寿命化計画の対象トンネル（完成年次順）

番号	道路種別	路線名	名称	八頭町管理延長(m) ※()はトンネル全延長	完成年次	施工方法
1	町道	大江志子部線	本谷	672.0	1970年	矢板工法
2	町道	日下部見槻線	日下部見槻	286.0	2008年	NATM工法
合計				958.0		

2) 道路トンネルの状況

(1) 道路トンネルの建設年

八頭町が管理する道路トンネルの建設年は、本谷トンネルが1970年、日下部見槻トンネルが2008年です。1990年代以前の本谷トンネルは矢板工法が用いられ、1990年代以後の日下部見槻トンネルはNATM工法が用いられています。

(2) 経過年数

2022年12月時点で、経過年数は本谷トンネルが52年、日下部見槻トンネルが14年となります。



??『矢板工法』『NATM』『開削工法』とは??

八頭町が管理するトンネルの施工方法は『矢板工法』『NATM』（下表参照）であり、山岳工法は1990年代を境に矢板工法からNATMへ転換されてきました。工法として、『開削工法』についてもご紹介します。

表3.2 トンネル工法概要

山岳工法	矢板工法	掘削した壁面に矢板と呼ばれる木製や鋼製の板をあてがい、その矢板を木製や鋼製の支保で支え、その内側をコンクリートで巻きたてる工法。
	NATM	掘削した壁面を素早く吹付コンクリートで固め、ロックボルトを打ち込むことで地山自体の保持力を利用してトンネルを保持する工法。 New Austrian Tunneling Methodの略。
開削工法		地表面から所定の位置まで掘削を行い、構造物を構築してその上部を埋め戻し地表面を復旧する工法。

主要な工法である『矢板工法』『NATM』についての構造概念図は下記になります。

- ✓ 矢板工法：地山の緩みに対して剛性のある支保工、覆工で保持

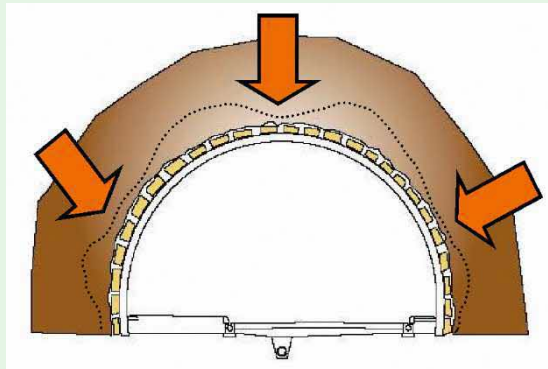


図3.1 矢板工法の構造概念図

- ✓ 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保持

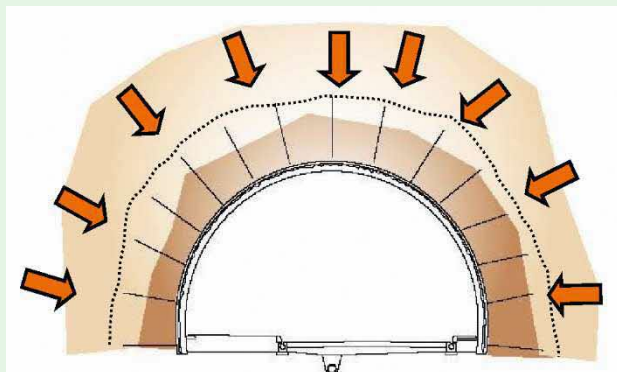


図3.2 NATMの工法概念図

4. 健全性の把握・評価

1) 点検の種類

八頭町では『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。

(1) 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。
- ・附属物については、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の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。

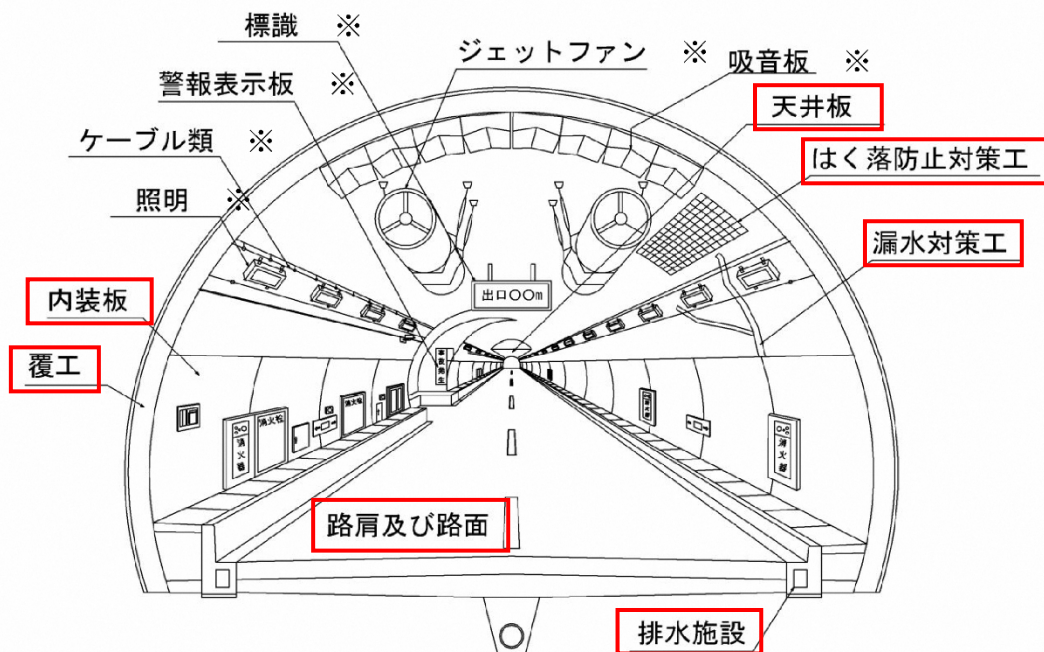


写真4.1 定期点検状況

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。点検箇所・着目点は『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。



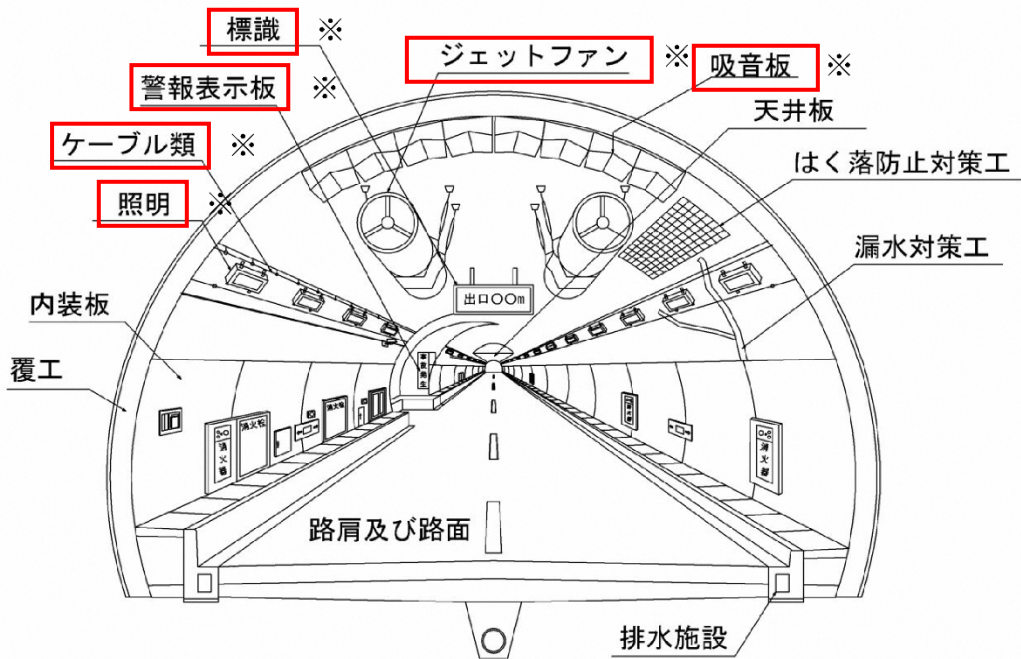
図4.1 トンネル本体工点検箇所

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.3 道路局 国道・技術課 P13, 14

表4.1 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	
覆工の目地及び打継ぎ目	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>※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。</p>	
覆工の天端付近	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	
覆工スパンの中間付近	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 	
顕著な変状の周辺	ひび割れ箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・はく離が認められる場合がある。
	覆工等の変色箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・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・はく離が認められる場合がある。
	漏水箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・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。その付近のコンクリートに、うき・はく離が生じている場合がある。
	覆工の段差箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・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。
	補修箇所	<ul style="list-style-type: none"> ・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・はく離が生じている場合がある。
	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は施工の不具合でできた継ぎ目である。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。

(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4.2 トンネル内附属物点検箇所

表4.2 トンネル内附属物着目箇所

異常の種類	異常判定区分×	附属物 本体	取付部材	ボルト・ ナット アンカー類
破断	破断が認められ、落下するおそれがある場合		●	●
緩み、脱落	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	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	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	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 H31.3 道路局 国道・技術課 P65

3) 健全性の診断

健全性の診断は、トンネルの機能に対する支障の有無および措置の緊急度を判定することを指し、本体工および附属物のトンネル定期点検結果により把握された変状・異常の状態に基づいて行います。トンネル本体工の健全性の診断には変状単位に行う『変状等の健全性の診断』と構造物単位に行う『トンネル毎の健全性の診断』の2段階により行います。

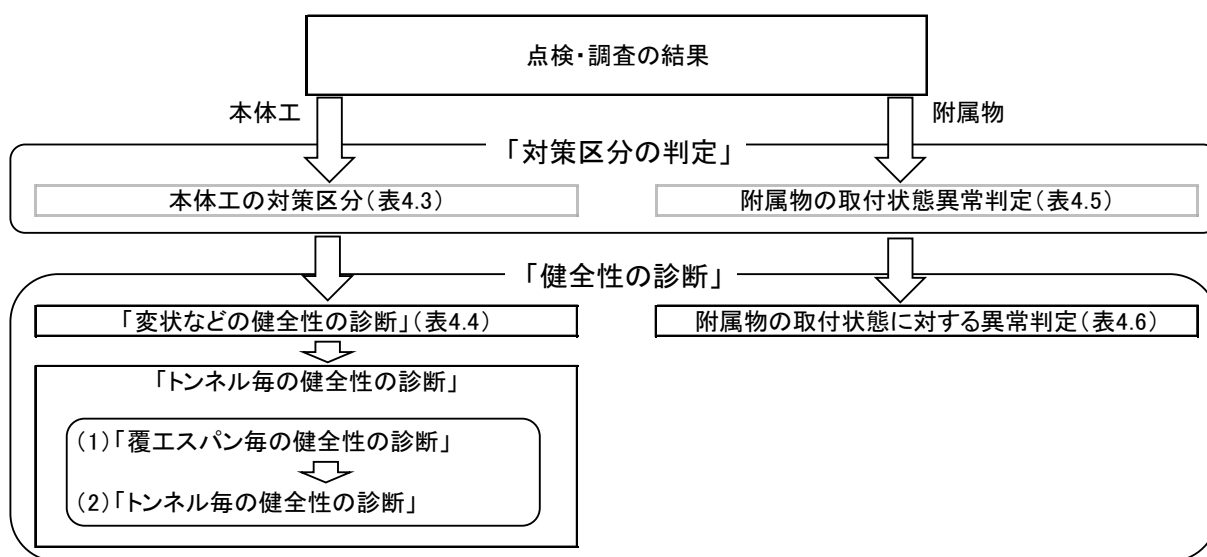
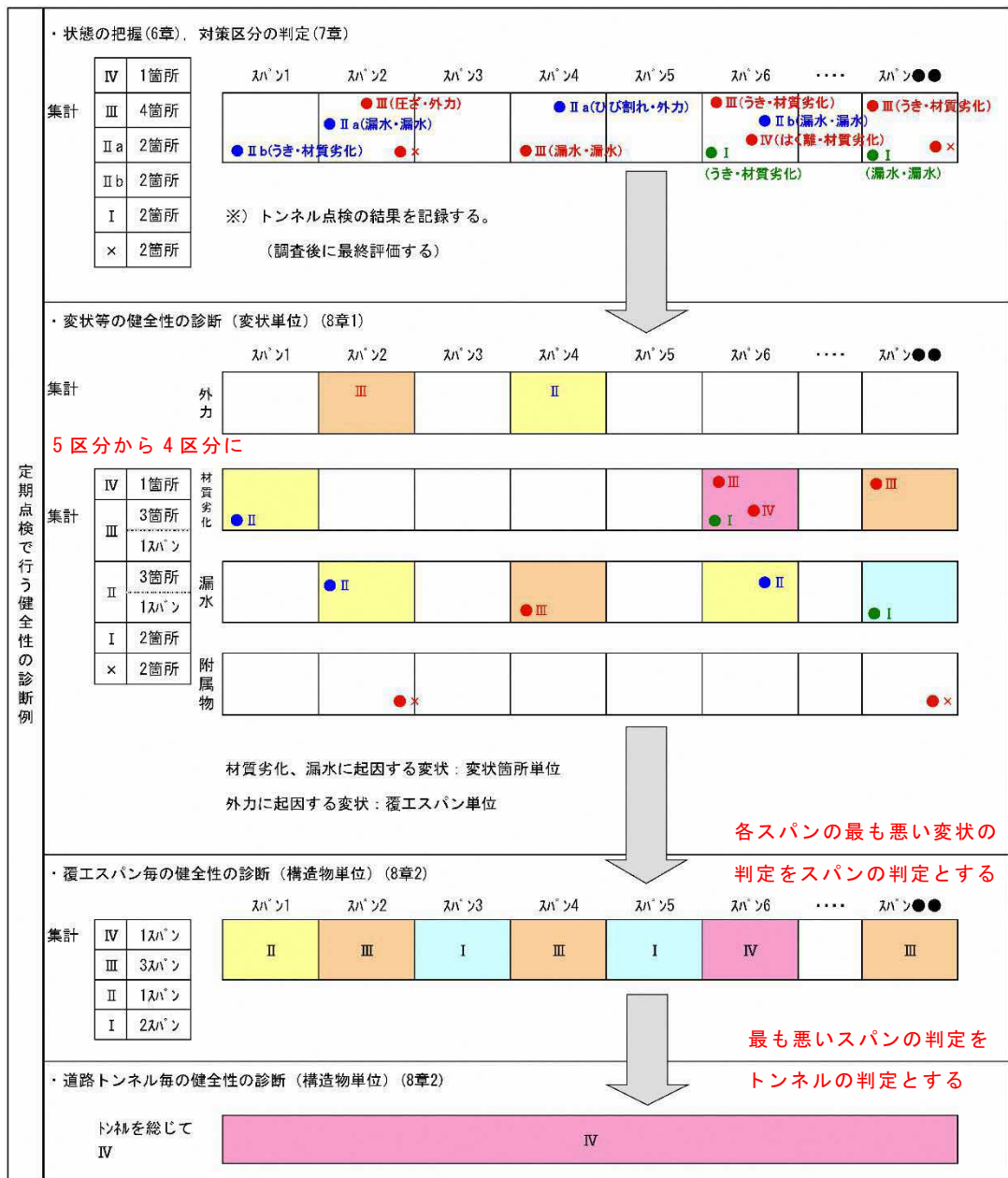


図4.3 健全性の診断と対策区分の関係

健全性の診断方法を下図に示します。



(1) トンネル本体工

トンネル本体工の変状は下表の判定区分に分類を行います。

表4.3 対策区分の判定（本体工）

区分	定義
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。
II	IIb 将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態。
	IIa 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。
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。
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。

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.3 道路局 国道・技術課 P19

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。対策区分の判定において5段階の判定が行われていますが、『健全性の診断』においては『IIb』と『IIa』を併せて『II』と取り扱う、4段階の判定とします。

表4.4 健全性の診断（本体工）

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。

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.3 道路局 国道・技術課 P22

(2) トンネル内附属物

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。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4.5 対策区分の判定（附属物）

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

異常判定区分×:

「×判定」は以下に示すような状況である。

- (a)利用者被害のおそれがある場合。腐食の進行等により、近い将来破断するおそれがある場合も含む。
- (b)ボルトの緩みを締め直したりする応急措置が講じられたとしても、今後も利用者被害の可能性が高く、再固定、交換、撤去や、設備全体を更新するなどの方法による対策が早期に必要な場合。

異常判定区分○:

「○判定」は以下に示すような状況である。

- (a)異常はなく、特に問題のない場合。
- (b)異常はあるが、軽微で進行性や利用者被害のおそれはなく、特に問題がないため、対策が必要ない場合。
- (c)ボルトの緩みを締め直する応急措置が講じられたため、利用者被害のおそれはなく、特に問題がないため、対策の必要ない場合。
- (d)異常箇所に対策が適用されて、その対策の効果が明らかな場合。

出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.3 道路局 国道・技術課 P20, 21

対策区分の判定を基に、健全性の診断を行います。健全性の診断は、対策区分の判定と同じ○×判定に診断します。

表4.6 健全性の診断（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 H31.3 道路局 国道・技術課 P20, 21

5. トンネル定期点検結果

1) 点検結果

定期点検の結果（2022年12月時点）、以下のことが判明しました。

《健全性の状況》

◆本谷トンネル

重点的な監視を行い計画的な対策が必要な状態である変状（判定区分Ⅱa）が確認されました。過去判定区分Ⅲであった変状については、2022年度までに集中工事による対策が終了しています。

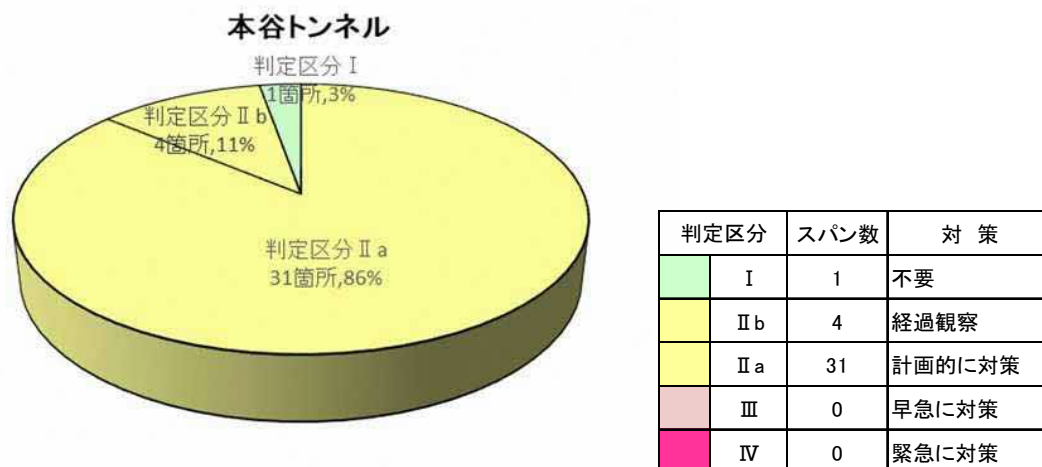


図5.1 トンネル定期点検結果（本谷トンネル）

◆日下部見槻トンネル

変状が見られるが現時点では経過観察（判定区分Ⅱb）のトンネルでした。

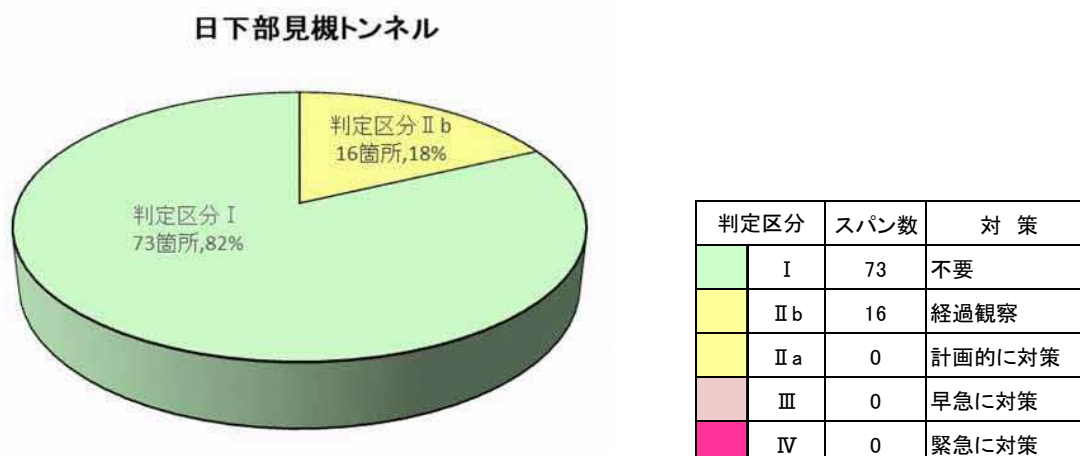


図5.2 トンネル定期点検結果（日下部見槻トンネル）

2) 変状の傾向

八頭町が管理する道路トンネルの変状を『ひび割れ等』『うき等』『漏水等』に区分し、算出した割合（変状箇所数）は下記になります。

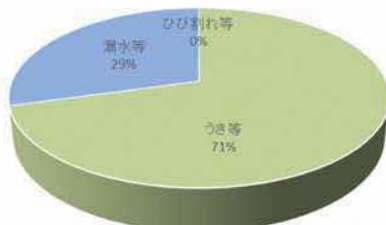
◆本谷トンネル

本谷トンネルでは、『うき等』による変状が最も多い結果となります。

◎判定区分Ⅲ～Ⅱbの変状区分の割合



◎判定区分Ⅱaのみの
変状区分の割合



◎判定区分Ⅱbのみの
変状区分の割合

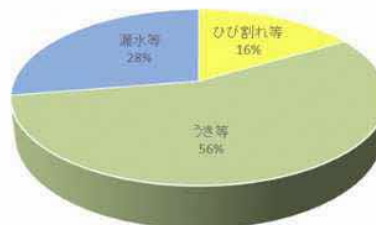


図5.3 変状区分の割合（変状箇所数）（本谷トンネル）

◆日下部見槻トンネル

日下部見槻トンネルでは、『漏水等』による変状が最も多い結果となります。

※日下部見槻トンネルの変状は、判定区分Ⅱbのみとなります。

◎判定区分Ⅲ～Ⅱbの変状区分の割合

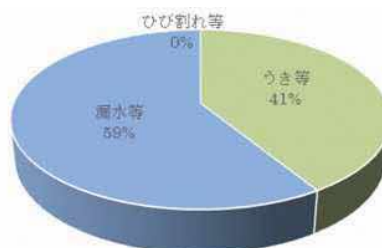


図5.4 変状区分の割合（変状箇所数）（日下部見槻トンネル）

《変状事例》

○ひび割れ等の変状

トンネル内(左側写真)や、坑門部(右側写真)などのひび割れ。



○うき等の変状

目地部のうき(左側写真)や鉄筋露出(右側写真)など。



○漏水等の変状

ひび割れからの漏水(左側写真)や、路面への滞水・漏水(右側写真)など。



6. 道路トンネル長寿命化計画の基本方針

1) 長寿命化計画の流れ

長寿命化計画は、『事業費の縮減』と『事業費の平準化』を目的として、定期点検結果から『劣化予測式の作成』『管理水準の決定』『対策計画の策定』『点検計画の策定』を行います。

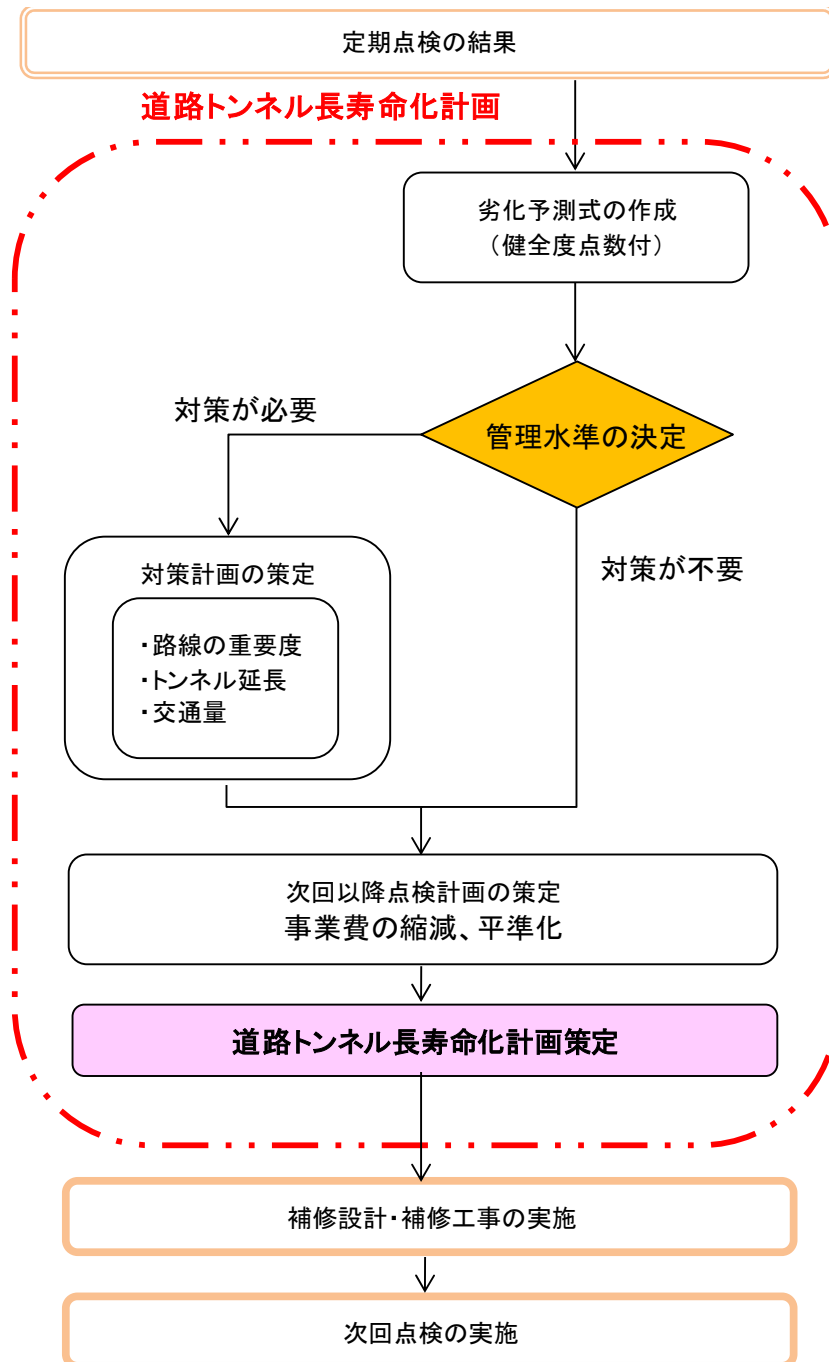


図6.1 長寿命化計画の流れ

また、道路トンネル長寿命化計画は、『PDCAのスパイラルアップ』による継続的な改善を行っていきます。

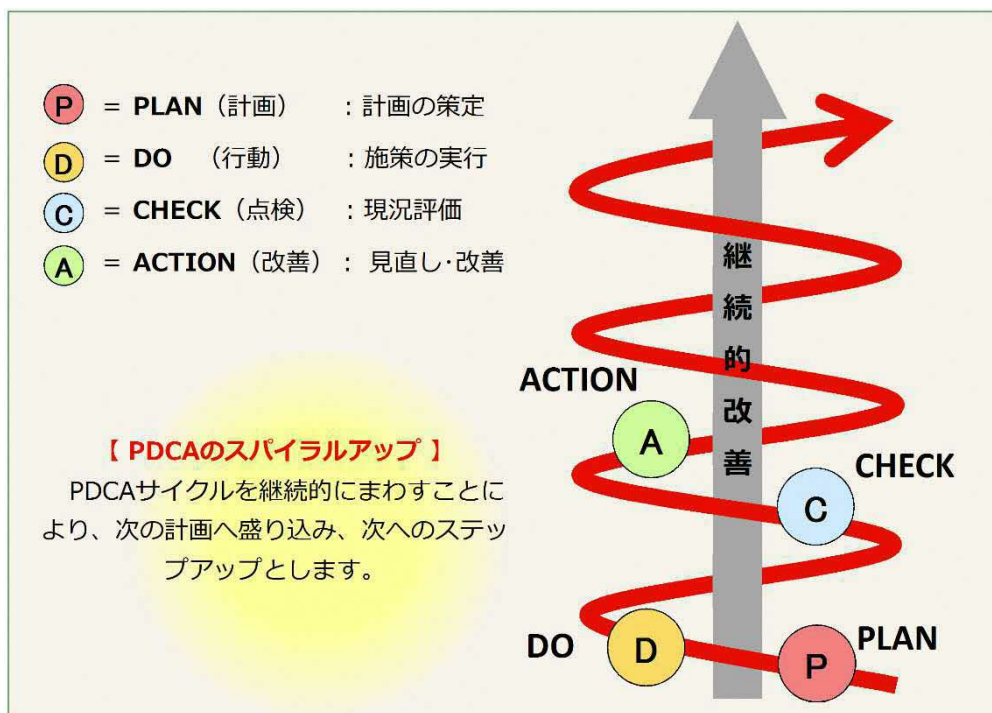


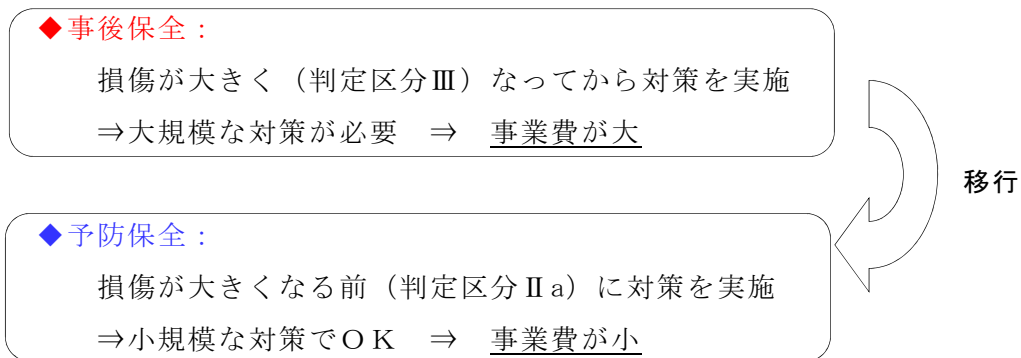
図6.2 長寿命化計画のスパイラルアップ

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) 基本方針

(1) 事業費の縮減

これまで八頭町では、トンネル定期点検でⅢ、Ⅳ判定の変状が確認された場合に、対策を行う『事後保全』にて管理しておりました。本計画では、Ⅱa判定の変状が確認された場合に対策を行う『予防保全』に移行し、事業費の縮減を図ります。



事後保全で維持管理を行った場合と予防保全を行った場合の概念図は下図の通りです。

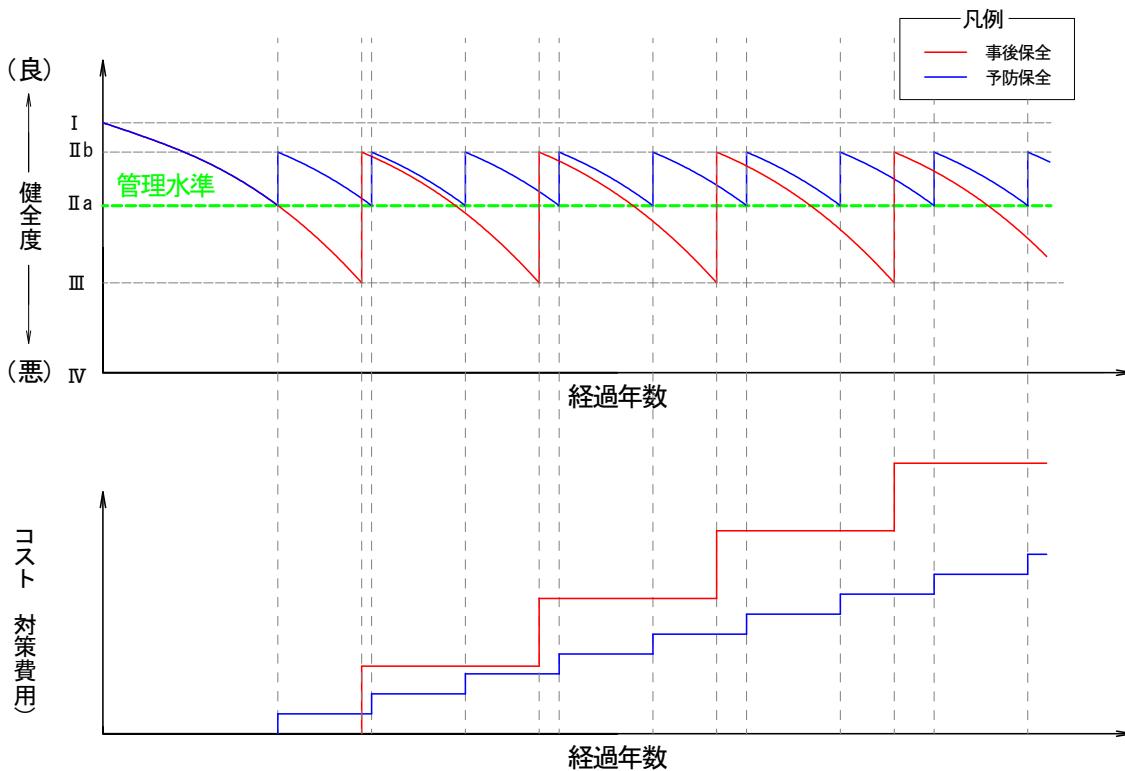



図6.3 事後保全と予防保全の対策シナリオ概念図

ただし、トンネル内の照明については、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6.1 保全の区分

保全の種類	項目
予防保全	本土工
時間計画保全	照明設備



?? 『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。

(2) 事業費の平準化

限られた財源の中では、対象トンネルを一度に対策することが困難な状況です。単年度に事業費が集中しないように、対象トンネルの中で優先順位をつけ、対策年度、点検年度を調整し、事業費全体の平準化を図ります。

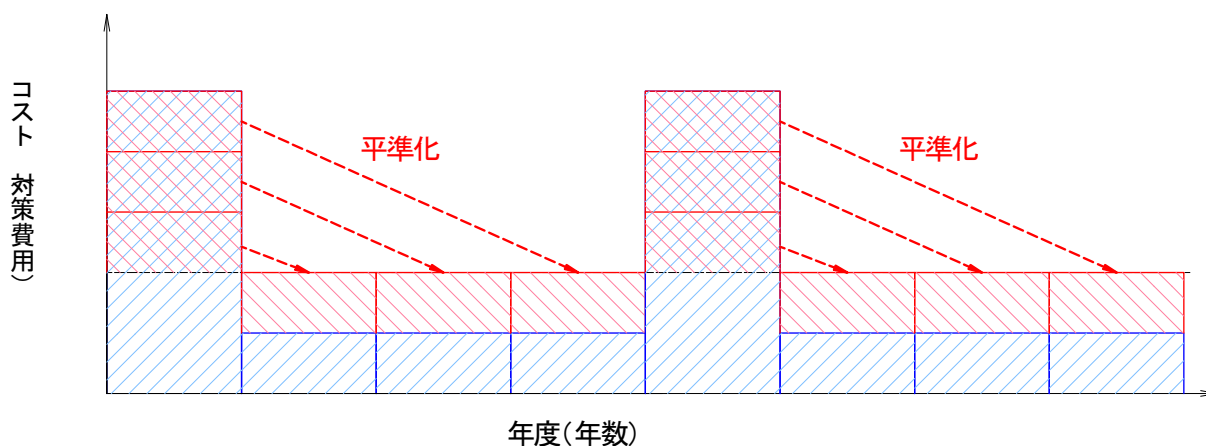


図6.4 事業費平準化の概念図

7. 道路トンネル長寿命化計画の詳細方針

1) 対策計画の策定

八頭町が管理する道路トンネルは、2箇所しかなく、試料が少ないことから、妥当な劣化予測を検討できません。よって、「鳥取県トンネル長寿命化計画」で作成された劣化予測式に準じて管理水準を設定します。

(1) 劣化予測式

劣化予測式を算出するために対策区分判定を点数化し、各トンネルの健全度点数を設定します。「鳥取県トンネル長寿命化計画」で作成された劣化予測式に各トンネルの健全度点数及び、経過年数を適用します。

健全度点数および、トンネル供用開始からの経過年数から作成した散布図・劣化予測式が下図になります。劣化予測式は二次関数で表記します。

なお、本谷トンネルの試料は、集中工事前の点検結果（2017年）を使用します。

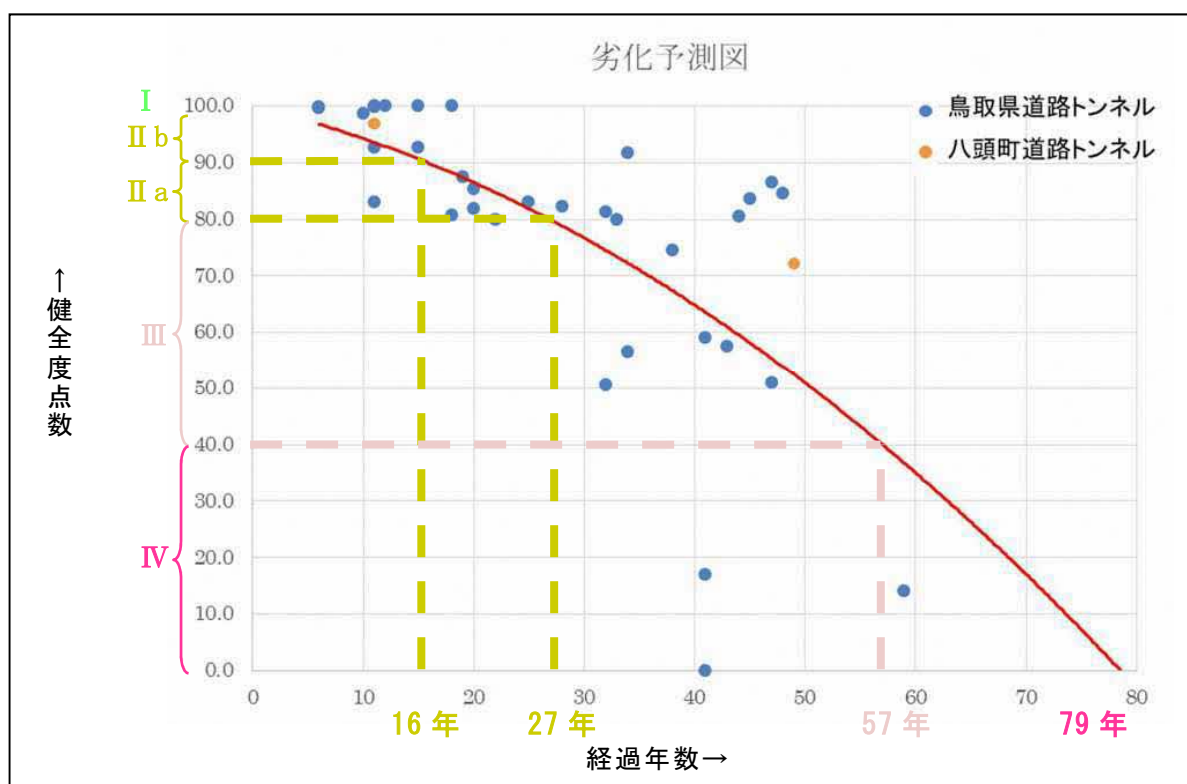


図7.1 劣化予測式

※点検直後の判定

Q & A

??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。

(2) 管理水準の比較

トンネルの対策目安となる管理水準は、「トンネル定期点検要領」よりⅡa判定かⅢ判定のいずれかのうち、ランニングコストが経済的となる水準を設定します。

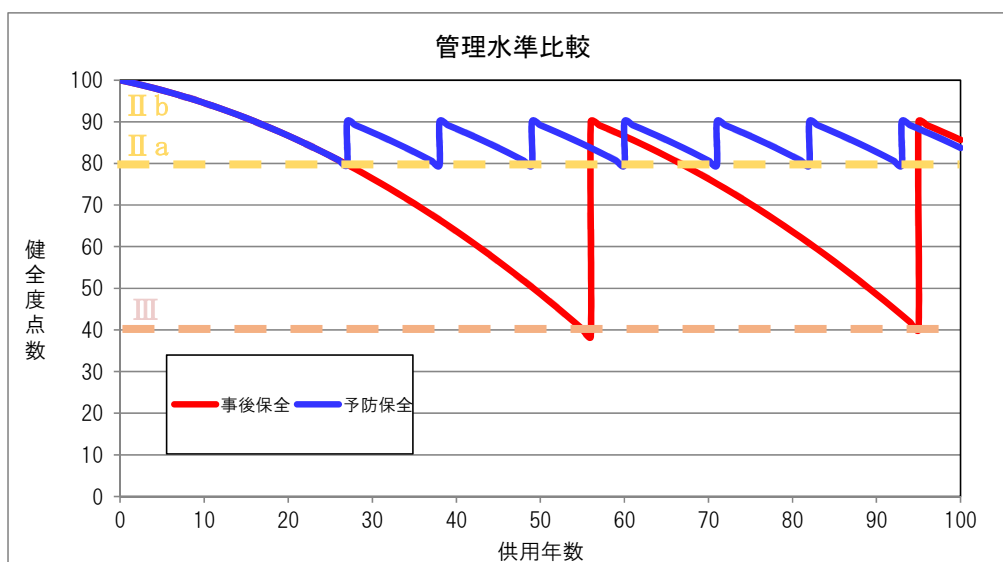
表7.1 トンネル本体工の判定区分

区分	定義
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。
II	II b 将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態。
	II a 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、 <u>予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態。</u>
III	早晩、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、 <u>早期に対策を講じる必要がある状態。</u>
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。

※I 判定区分IVにおける「緊急」とは、早期に措置を講じる必要がある状態から、交通開放できない状態までを言う。

トンネル完成直後から期間100年間で、必要となる対策回数イメージは下記のようになります。（本計画の検討期間は「鳥取県トンネル長寿命化計画」に合わせ100年間とします。）

- <予防保全> 健全度がⅡa相当（80点）で対策を行う：7回
- <事後保全> 健全度がⅢ相当（40点）で対策を行う：2回



※対策対象の変状がⅡa、Ⅲ、Ⅳ判定であり、Ⅱb判定が残存するため、対策後の健全度はⅡb相当（90点）とする。

図7.2 対策シナリオ別イメージ図

今後100年間のランニングコストの比較結果は下記になります。

この時、予防保全が事後保全に比べて約4,500万円の事業費が抑えられるため、管理水準をⅡa判定（予防保全）とします。

表7.2 対策費用比較表

単位:千円

年数	予防保全累計	事後保全累計	差額
50年後	137,952	172,440	34,488
100年後	300,096	344,880	44,784
200年後(参考)	620,784	689,760	68,976

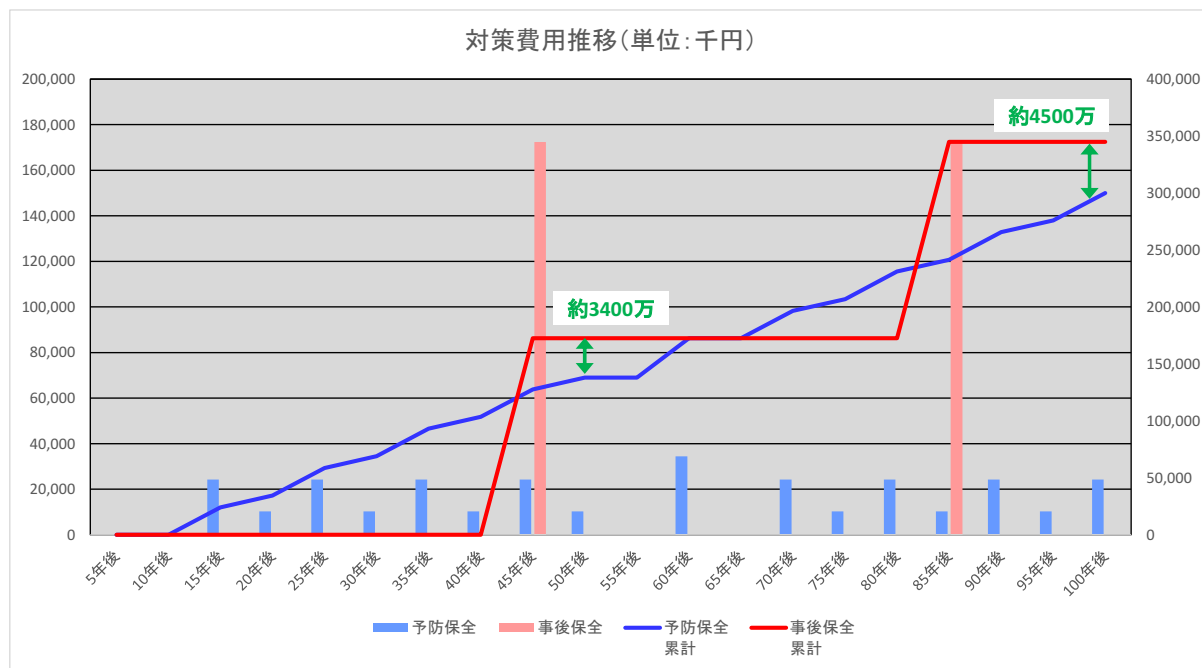


図7.3 対策費用推移

2) 対策計画の策定

長寿命化計画の基本方針を基に、費用、時期などの詳細方針を決定し、対策計画の策定を行います。対策計画では『トンネル本体工の対策』『トンネル内附属物の対策』を検討します。

(1) 対策費用の設定

対策費用は大きく、『トンネル本体工対策費用』と『トンネル附属物対策費用』に分類します。

(2) 対策費用の平準化

八頭町では『集中対策工事期間』が終了した2022年度以降の費用の平準化を行います。

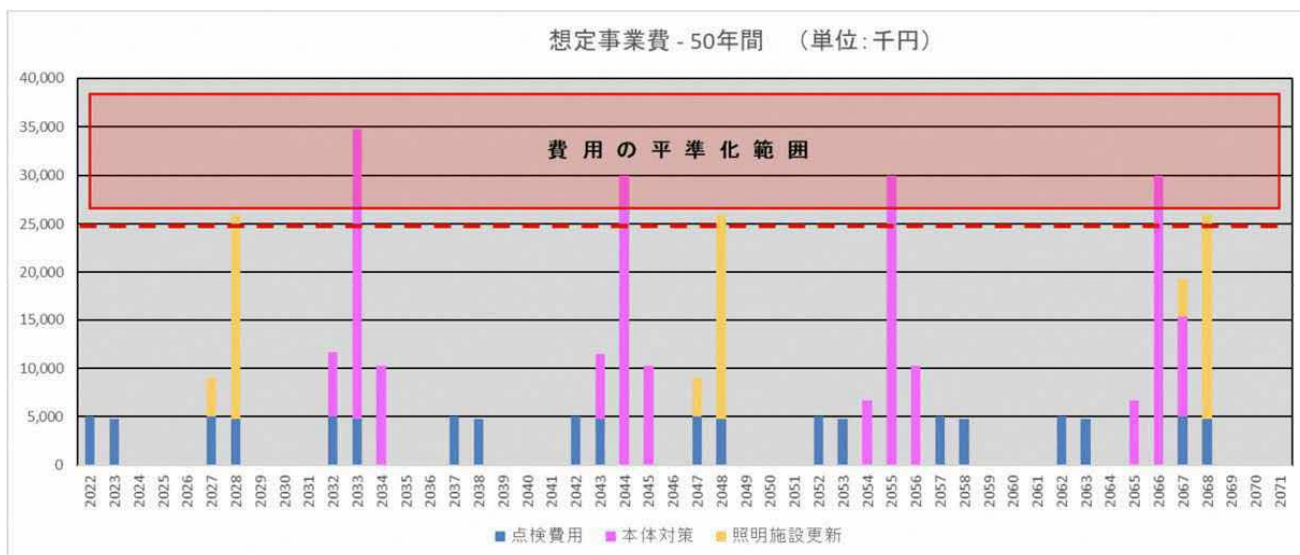


図7.4 対策費用推移

(3) 対策の優先順位

対策費用の平準化に当たり、八頭町が管理するトンネルで優先順位をつけ、優先度の高いトンネルから対策を行います。

優先順位の仕分けは『トンネルの健全性』および『トンネルの重要度』を考慮して行い、具体的な仕分け項目は次頁の通りとします。

対策は、健全性の悪いトンネルから実施していきます。健全性が同等のトンネルについては、下表の通り第2仕分け～第3仕分けにより優先順位を決定し、対策事業を行っていきます。

表 7.3 優先順位の決定に係る仕分け

	第1仕分け (健全性)	第2仕分け (緊急輸送路)	第3仕分け (トンネル延長)
高 → 優 先 順 位 ← 低	①健全性Ⅳ ↓	①緊急輸送路 ↓	①トンネル延長 1,000m以上 ↓
	②健全性Ⅲ ↓	↓	②トンネル延長 500～1,000m以上 ↓
	③健全性Ⅱa	②その他の路線	③トンネル延長 500m未満

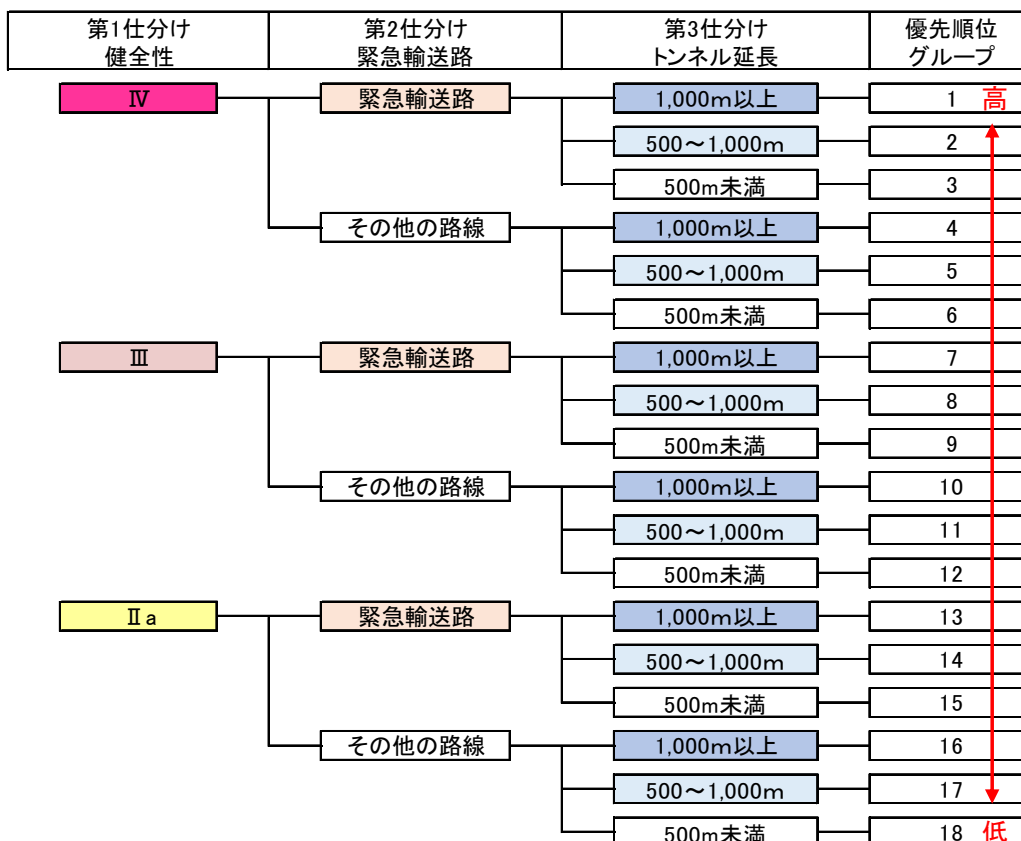


図7.5 優先度仕分けフロー図

3) 定期点検計画の策定

定期点検時期の検討については、下記の基本方針を基に行います。

- ・定期点検は5年に1回を基本とします。

	前回点検					前回点検から5年後	
	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
本谷トンネル	点検					点検	
日下部見槻トンネル		点検					点検

図7.6 点検期間イメージ

現状2トンネルのため、実施期間の平準化を考慮する必要がないが、今後八頭町が管理する道路トンネルが増えた場合、下記の基本方針を基に行います。

- ・各年度における費用の平準化を図るため、各年度の点検総延長を平準化します。
- ・同一の整備局内で同じ路線、若しくは比較的近くに位置するトンネルは同時期に点検を行うこととします。

平準化を行うために、数年間の調整期間を設けます。調整期間では5年に1回の点検間隔を短くする（3、4年で点検）などし、平準的な5年に1回の点検が行えるよう調整を行います。

	前回点検					前回点検から5年後	
	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
Aトンネル	点検					点検	
Bトンネル	点検				点検 ←	点検	
Cトンネル	点検			点検 ←		点検	
・					平準化のため点検年次を調整		
・							
・							

図7.7 点検調整期間イメージ

4) 新技術の活用

新技術の活用方針は、以下のとおりとします。

【定期点検・詳細調査】

- ・近年施工されたトンネル（建設後 20 年程度以内）で、かつ前回点検定期点検結果が健全性 I のトンネルについては、カメラを搭載した車両でトンネル内を走行し、覆工コンクリートの変状写真を撮影する覆工画像計測技術 (TN020006-V0222) の採用を検討します。また、健全性 I のスパンを含むトンネルにおいても、ひび割れ画像診断サービス (TN010002-V0222) の活用を検討します。



図7.8 定期点検・詳細調査での新技術イメージ（左：画像計測技術、右：画像診断技術）

【修繕工事】

- ・覆工コンクリートの剥落を防止する工法として、「NAV-G 工法：KT-120023-VR」の採用を検討します。ガラスクロスにアクリル樹脂の接着剤を塗布・含浸することにより、透明度の高い FRP を形成し、補修後も既存のひび割れの進展状況や新たなひび割れの発生等を目視で継続して観察できます。また、従来に比べて施工工期を短縮しコスト縮減も図れます。

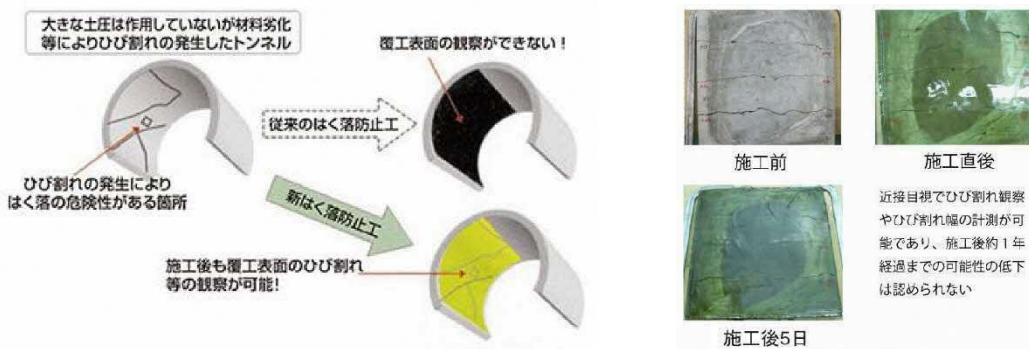


図7.9 修繕工事での新材料イメージ (NAV工法)

なお、トンネルの補修工事については、コスト縮減や維持管理の効率化を図るため、国土交通省「新技術情報提供システム (NETIS)」を活用する等、維持管理に関する最新技術の積極的な活用を図ります。

また、NETIS 未登録の技術であっても有効性があると判断した工法や材料についても、同様に積極的な活用を図ります。

5) 集約化・封鎖の検討

集約化・封鎖の検討方針は、以下のとおりとします。

・老朽化等により現用のままでは継続利用が困難なトンネル

(健全性Ⅲ、Ⅳのトンネル)

- －今後も同等以上の機能が必要なトンネルの場合には、「修繕」を検討します。
- －周辺環境の変化等により役割を終えているトンネルの場合は「通行止め」「封鎖」を検討します。
- －利用交通量が著しく減少しており、迂回路が存在する場合は、「通行止め」「封鎖」を検討します。ただし、利用者に影響が無いと判断する場合に限りです。
- －利用交通量が著しく減少しており、迂回路はあるがその機能が不十分（通行幅、老朽化、耐震性など）である場合には、「封鎖+迂回路整備」を検討します。ただし、利用者に影響が無いと判断する場合に限りです。
- －バイパス工事などにより隣接した位置にトンネルが新設され、かつ利用者に影響がないと判断した場合には、既存トンネルの封鎖を検討します。

・新事業で計画するトンネル

- －道路改良等の新規事業において隣接した位置にトンネルが新設される場合は、既存トンネルの健全性に関わらず、トンネルの集約化を念頭に計画します。

八頭町で管理しているトンネルは、現状2トンネルであり、下記現状のままでは集約化・封鎖の検討は**現実的ではない**ものとします。

- ・ 本谷トンネル・・・大江地区と志子部地区又八東地区を連絡する林業等の産業にも寄与している道路です。また、畑や狩猟等での地域に密着している道路です。
- ・ 日下部見槻トンネル・・・八東エリアと船岡エリアを結ぶ比較的建設年度の新しいトンネルです。広域道路として地域ネットワークに寄与しています。

6) 費用の縮減に関する取組み

費用の縮減に関する取組みは、以下のとおりとします。

- ・従来の事後保全型から予防保全型の管理へ転換し、今後 50 年間で約 3400 万円のコスト縮減を目指します。
- ・トンネル内照明を蛍光灯から LED に交換することで省電力化を図り、また、耐用年数の長寿命化による対策周期が伸びることでのコスト縮減を目指します。
- ・定期点検・詳細調査においては、適宜、新技術の活用を検討します。修繕工事においては、新材料等を活用し、コスト縮減を目指します。

なお、詳細は以下のとおりです。

【定期点検・詳細調査】

ー約 8 割が健全性 I のスパンで日下部見槻トンネルの定期点検において、覆工画像計測技術 (TN020006-V0222) やひび割れ画像診断サービス (TN010002-V0222) を採用を検討し、近接目視点検を軽減することでの工期短縮を図ることにより、コスト縮減を目指します。

【修繕工事】

ー覆工コンクリートの剥落を防止する工法として、「NAV-G 工法 : KT-120023-VR」等の新材料の使用を検討します。適宜、従来工法と同等な効果が期待でき、より経済性と施工性に優れる工法を採用することによるコスト縮減を目指します。

8. 長寿命化計画の策定

長寿命化計画の基本方針は下記の通りとします。

- ・対策にあたっては優先順位を決め、優先度の高いものから順次対策を実施します
- ・トンネル本体工は従来の事後保全から予防保全対策に切り替えて対策を実施します
- ・定期点検は、5年に1回の点検を基本とし、順次点検を実施します
- ・年間事業費が大幅に増減しないよう事業費の平準化を行い、計画的に点検・対策を実施します
- ・照明は各耐用年数を超えた設備・施設から更新を行います
- ・維持管理の効率化、費用の縮減を目指して、新技術・新材料を積極的に活用します
- ・今後の老朽化対策など、維持管理に必要となる費用の縮減に取り組んでいきます

八頭町での2022～2071年（50年間）までの事業費（点検費用、本体対策、照明施設更新）を示します。定期点検にてⅢ判定となっていた本谷トンネルについては、2022年度までの2年間で集中工事で対策を行っており、以降平準化を図った計画的な補修を行います。

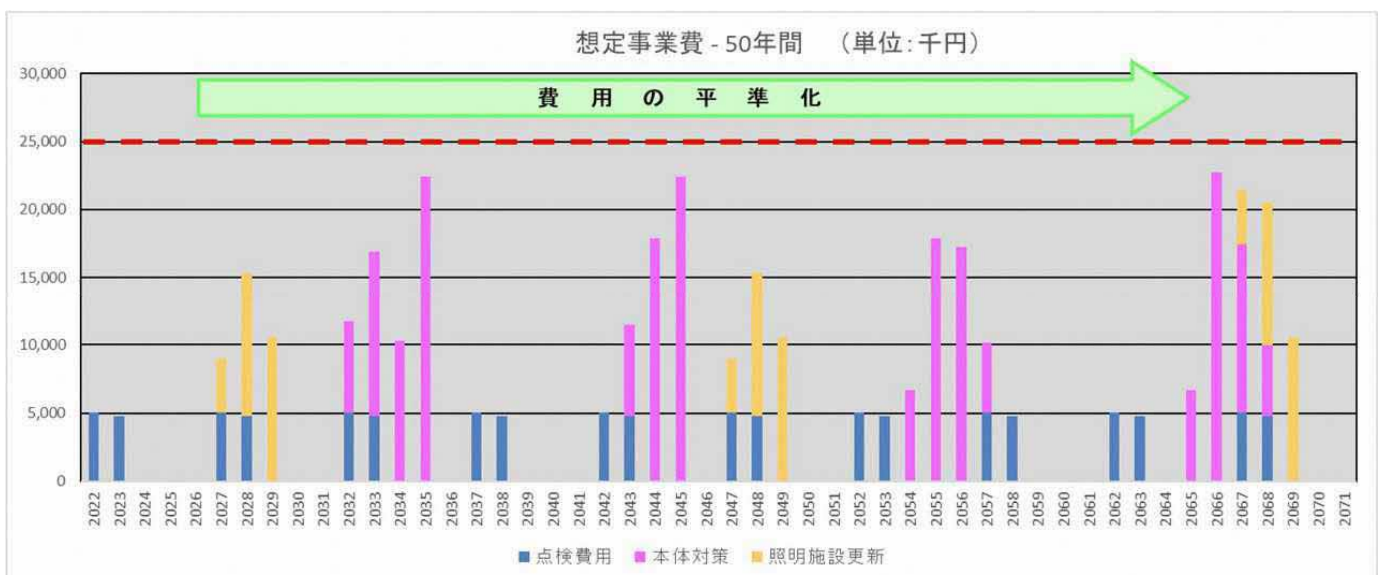


図8.1 想定事業費（50年間）

長寿命化計画を受けて、八頭町における道路トンネルの維持管理は下記のフローに従い行うこととします。

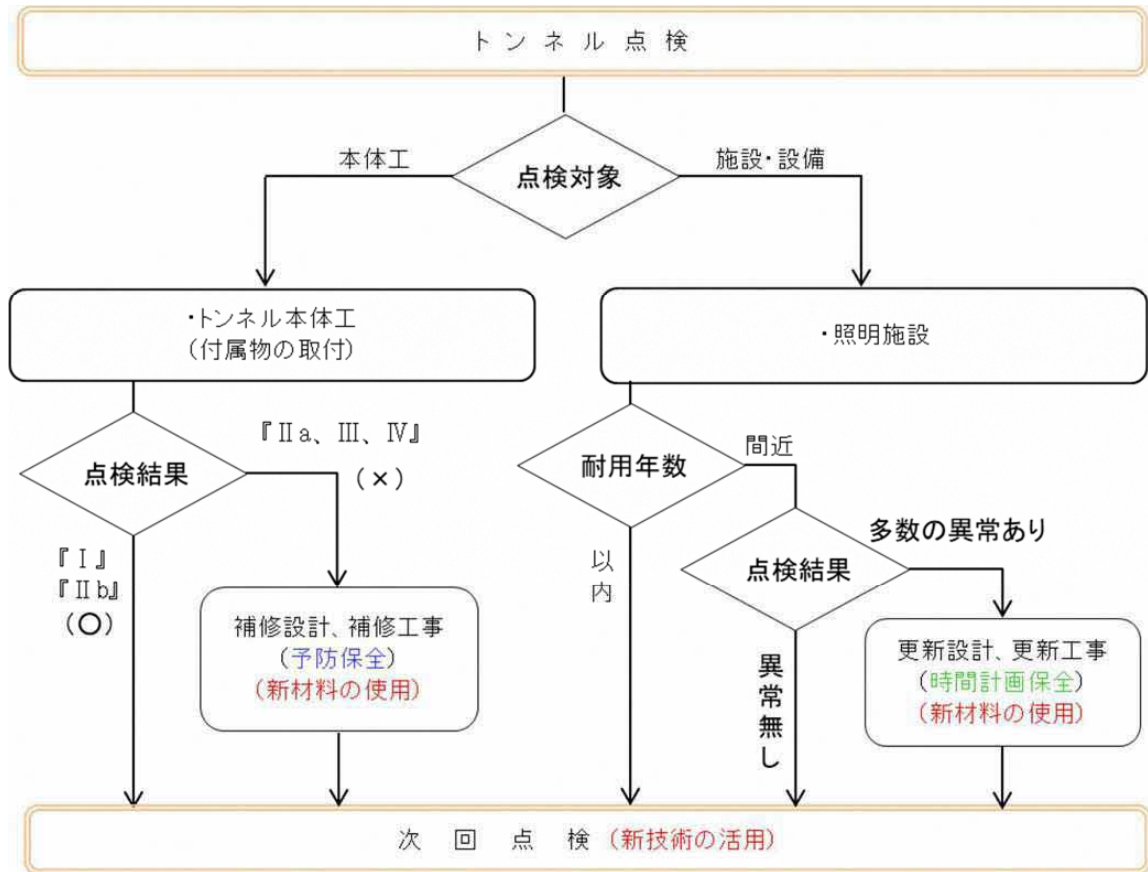


図8.2 維持管理フロー図

9. おわりに

八頭町では、今回策定した「八頭町道路トンネル長寿命化計画」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・費用の縮減に努めてまいります。

今後も、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。