

鳥取県道路トンネル長寿命化修繕計画

(改訂版)



令和5年3月
(令和5年10月 一部改定)

県土整備部 道路企画課

目 次

1. 背景と目的	1
1) 背景	1
2) 目的	1
2. 鳥取県の取組み	2
1) 長寿命化修繕計画の取組み	2
2) 点検の取組み	2
3) 道路トンネル本体工対策の取組み	2
3. 道路トンネルの現況	4
1) 鳥取県管理の道路トンネル	4
2) 道路トンネルの状況	6
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・着目点	9
3) 健全性の診断	12
5. トンネル定期点検結果	16
1) 点検結果	16
2) 変状の傾向	17
6. 道路トンネル長寿命化修繕計画の基本方針	19
1) 長寿命化修繕計画の流れ	19
2) 基本方針	21
7. 道路トンネル長寿命化修繕計画の詳細方針	25
1) 管理水準の設定	25
2) 対策計画の策定	28
3) 定期点検計画の策定	30
8. 長寿命化修繕計画の策定	31
9. おわりに	33

1 背景と目的

1) 背景

(1) はじめに

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 令和4年3月一部改正 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- 令和3年3月中間改訂 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) 道路トンネルの課題

鳥取県が管理する道路トンネルは、1950年代から建設が行われ、古いものでは建設後60年を経過しています。さらに20年後には、建設後50年を経過するトンネルが半数近くに増加します。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なかで、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、鳥取県では将来の道路トンネルの安全性・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、コスト縮減・予算の平準化を図る目的で「鳥取県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。

?? 『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 鳥取県の取組み

1) 長寿命化修繕計画の取組み

鳥取県ではこれまで、土木インフラ全体に対して「行動計画」の策定や、道路橋りょうに対して「鳥取県道路橋りょう長寿命化修繕計画」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

鳥取県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(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
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	・鳥取県道路管理パトロール実施要領(以下「パトロール要領」とする) ・トンネル換気設備・非常用施設 点検・整備標準要領(平成28年3月)国土交通省総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室(以下「換気・非常用施設点検要領」とする)ほか	適宜

特に平成27年には「トンネル定期点検要領」を策定し、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(左:トンネル定期点検、右:定期パトロール(非常用施設点検))

3) 道路トンネル(本体工対策)の取組み

鳥取県ではトンネル定期点検の結果、変状・異常に対して、『内巻補強工』、『金網・ネット工』や『線状の漏水対策工』などの対策を行ってきました。

??『内巻補強工』『金網・ネット工』『線状の漏水対策工』とは??

◆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) 鳥取県管理の道路トンネル

鳥取県の管理する道路トンネルは40箇所、総延長約L=17.9km（2022年3月現在）になり、これらすべての道路トンネルを長寿命化修繕計画の対象とします。

なお、兵庫県との県境にある『七坂トンネル（国道178号）』は鳥取県延長も含めて兵庫県へ点検、管理を委託していることから、各種検討の対象外とします。

表3.1 長寿命化修繕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	鳥取県管理延長(m) ※()はトンネル延長		完成年次	施工方法
1	一般国道	482号	苦塔	214.0		1956年	矢板工法
2	主要地方道	智頭用瀬線	板井原	337.2		1967年	矢板工法 (一部PCL)
3	一般国道	181号	四十曲	1,063.0	(1,863.0)	1968年	矢板工法
4	一般国道	181号	板井原	85.0		1968年	矢板工法
5	一般国道	482号	岩巻	62.9		1970年	矢板工法
6	一般県道	下見関金線	高城隧道	228.2		1971年	矢板工法
7	一般国道	178号	羽尾坂	149.8		1972年	矢板工法
8	一般国道	180号	明地	547.8	(1,130.0)	1974年	矢板工法
9	主要地方道	岸本江府線	大内	164.0		1974年	矢板工法
10	一般県道	湯山鳥取線	砂丘	224.0		1974年	矢板工法
11	一般国道	482号	苦塔第二	260.0		1977年	矢板工法
12	一般国道	179号	人形	788.0	(1,865.0)	1981年	矢板工法
13	一般県道	上徳山俣野江府線	俣野川	187.0		1981年	矢板工法
14	一般国道	180号	信頼	100.0		1982年	矢板工法
15	一般国道	178号	陸上	490.0		1983年	矢板工法
16	一般県道	福本関金線	文殊	78.7		1983年	矢板工法
17	主要地方道	倉吉赤崎中山線	船上山	163.5		1987年	矢板工法
18	一般国道	179号	向滝	94.0		1990年	矢板工法
19	主要地方道	西伯根雨線	間地	980.0		1993年	NATM
20	一般国道	180号	新山	161.0		1995年	NATM
21	一般国道	313号	湯の関	190.0		1995年	NATM
22	主要地方道	鳥取福部線	榎	435.0		1996年	NATM
23	一般国道	313号	犬挟	840.0	(2,626.0)	1997年	NATM
24	一般国道	482号	まぢ	267.0		1997年	NATM
25	一般国道	179号	円谷	1,090.0		2000年	NATM
26	一般国道	183号	生山	407.0		2000年	NATM
27	一般県道	陸上岩井線	田河内	490.0		2003年	NATM
28	一般国道	183号	北ノ原	890.2		2004年	NATM
29	主要地方道	鳥取国府岩美線	殿	414.0		2004年	NATM
30	一般国道	180号	古市	167.0		2004年	NATM
31	主要地方道	鳥取鹿野倉吉線	三朝	942.0		2004年	NATM
32	主要地方道	鳥取国府岩美線	拾石	290.0		2005年	NATM
33	一般国道	178号	七坂	670.0	(1,821.0)	2008年	NATM
34	一般県道	河原インター線	船河	632.0		2009年	NATM
35	一般県道	河原インター線	山手	221.0		2009年	開削工法
36	一般国道	482号	茗荷谷	369.0		2012年	NATM
37	主要地方道	日野溝口線	矢倉	426.0		2014年	NATM
38	一般県道	卯垣正蓮寺線	滝山	311.0		2016年	NATM
39	一般国道	178号	道竹城	1,187.0		2016年	NATM
40	一般国道	482号	わかさ氷ノ山	1,244.0		2019年	NATM
合計				17,860.3			

??『矢板工法』『NATM』『開削工法』とは??

鳥取県が管理するトンネルの施工方法には大きく『矢板工法』『NATM』『開削工法』（下表参照）があり、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。

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わたる工法。
	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

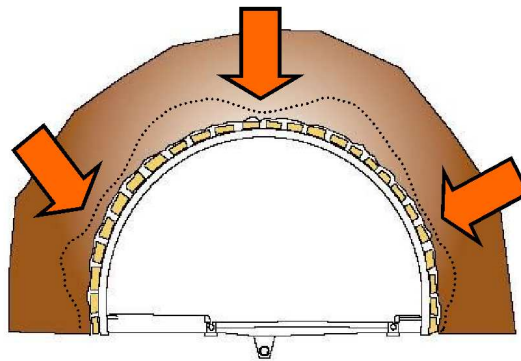


図3.1 矢板工法の構造概念図

◆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）と地山を一体することで保持

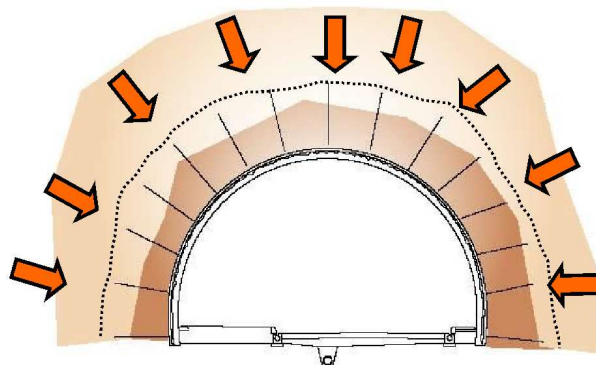
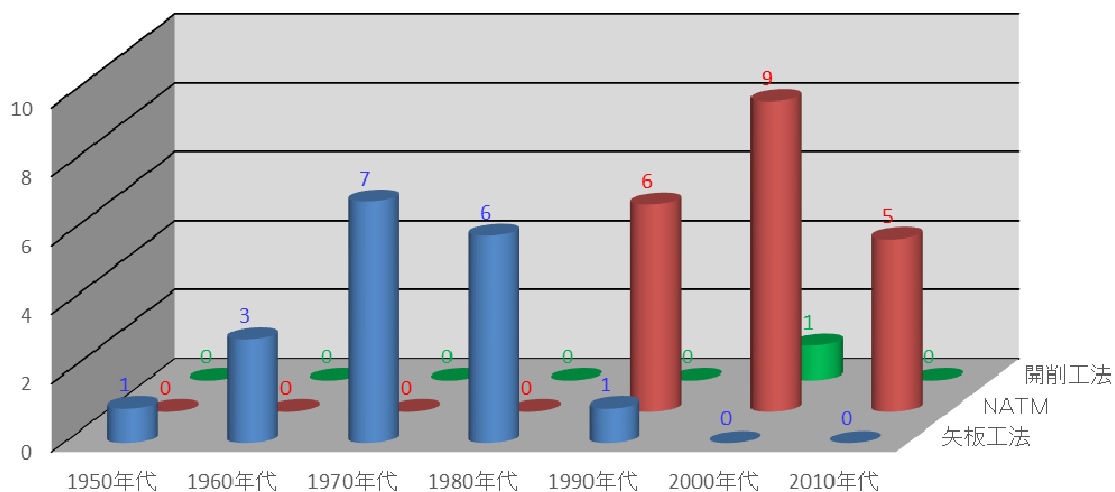


図3.2 NATMの工法概念図

2) 道路トンネルの状況

(1) 道路トンネルの建設年代

鳥取県が管理する道路トンネルの建設数を10年間ごとに見ると、1950年代から建設が始まった後、徐々に建設される道路トンネルが増加し、2000年以降では15箇所以上の道路トンネルを建設しました（七坂トンネルは対象外）。



(2) 経過年数別の分類

2022年12月時点で、建設後50年以上のトンネルは7箇所ですが、10年後には14箇所（38%）、20年後には半数近くの18箇所（43%）となります。

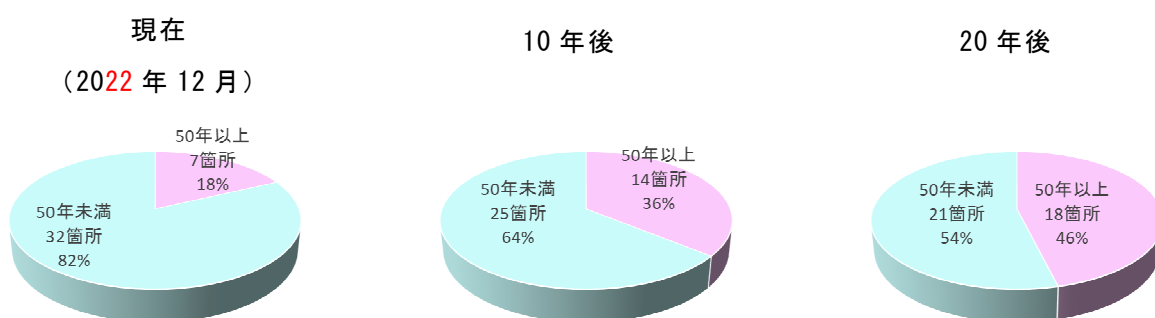


図3.4 建設後の経過年数別道路トンネル数

4 健全性の把握・評価

1) 点検の種類

鳥取県では大きく『トンネル定期点検』『道路管理パトロール』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。
- ・週に1回以上（道路の規格によっては週3回～4回以上）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。
- ・自転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』のものは2年又は3年に1回以上確認を実施します。
- ・換気設備（ジェットファンなど）、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。

③ 夜間パトロール

- ・「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。
- ・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。

(2) 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。
（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。

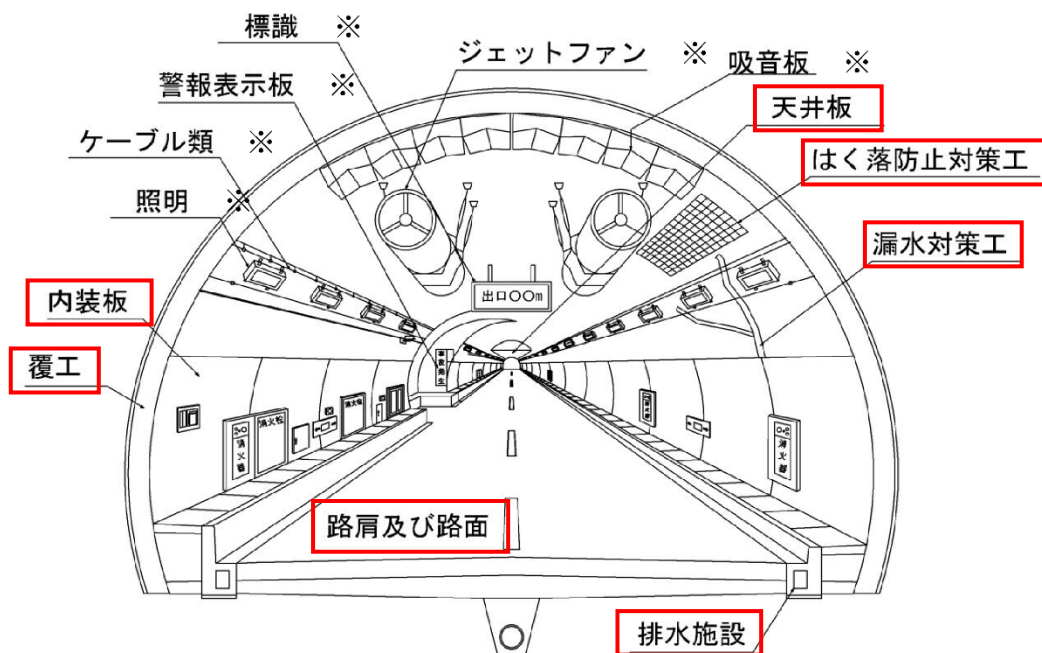


写真4.1 定期点検状況

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

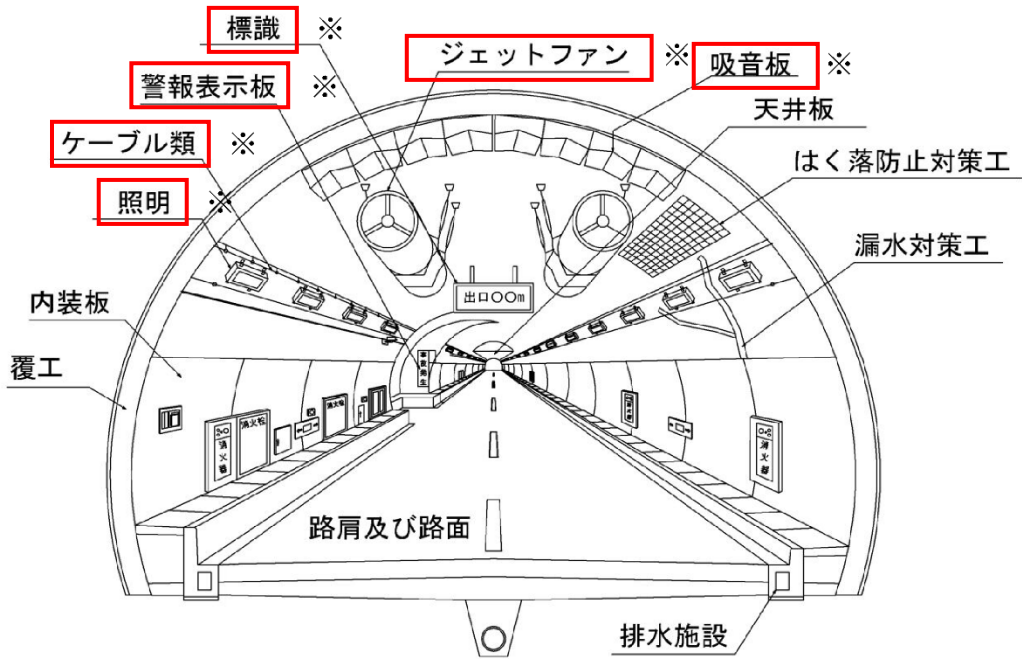
出典) 道路トンネル定期点検要領 H31.4 鳥取県県土整備部 道路企画課 P17

表4.1 トンネル本体内工着目箇所

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	<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>	
2)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。 	
3)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。 	
4) 顕著な変状の周辺	①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やはく離が認められる場合がある。
	②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	<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	<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。
	⑤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	<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。
5)附属物	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル内附属物本体やその取付部材について固定するボルトの緩みや部材の腐食等が発生した場合、附属物本体の落下につながるおそれがある。 ・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おそれがある。 	

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	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

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。

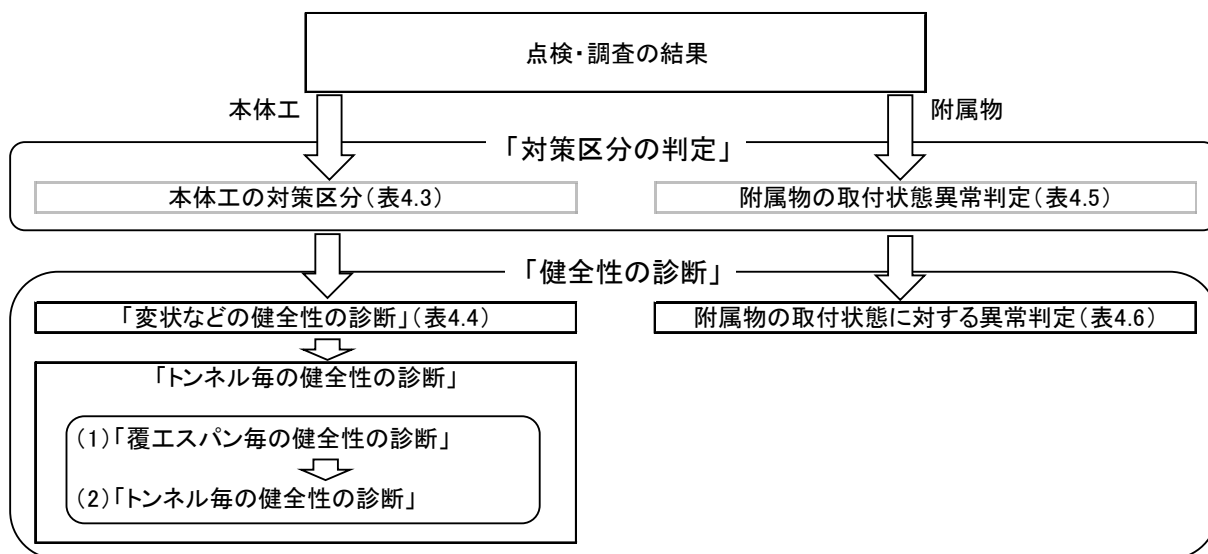
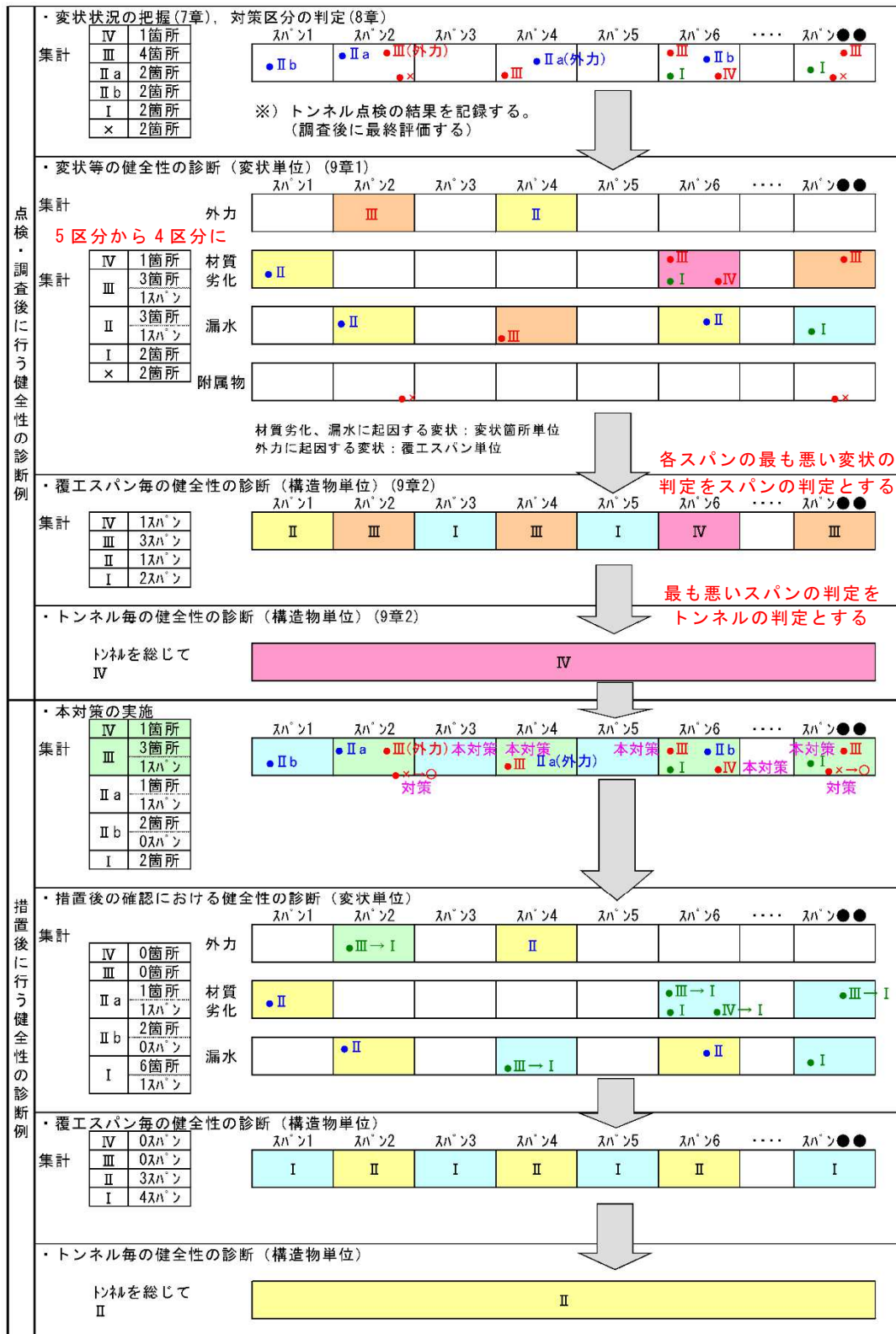


図4.3 健全性の診断と対策区分の関係

健全性の診断方法を下図に示します。上段が『点検・調査後に行う健全性の診断』で下段が『措置後に行う健全性の診断』になります。



(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	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、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。

対策区分の判定を基に、トンネルの変状・異常が利用者にも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『II b』と『II a』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	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

(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 附属物等に対する異常判定区分

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し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。

5 トンネル定期点検結果

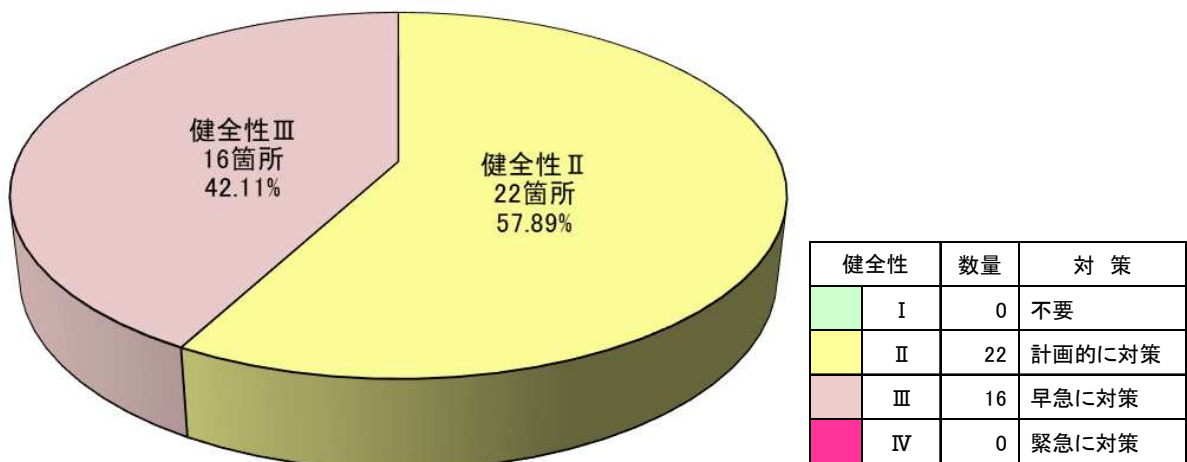
1) 点検結果

定期点検の結果（2019年度以降に建設されたトンネルは対象外）、以下のことがわかりました。

《健全性の状況》

◆早期の対策が必要な状態であるトンネル（判定区分Ⅲ）は16箇所確認され、11箇所は対策が完了しています。残り5箇所は2025年度までに集中的に対策を完了させる予定です。

◆計画的に対策が必要な状態であるトンネル（判定区分Ⅱ）は22箇所確認されました。2024年度以降計画的に対策を進めます。



※点検結果は4段階で表記しています

図5.1 トンネル定期点検判定結果

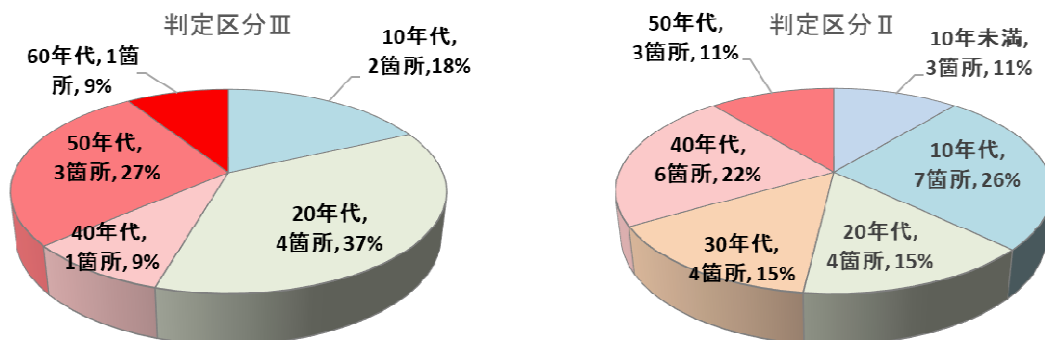
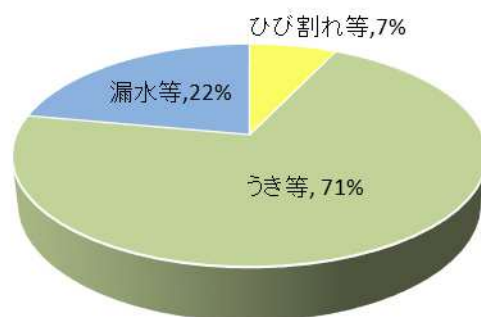


図5.2 判定区分別トンネル建設年代分け

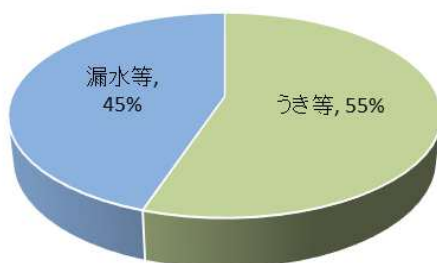
2) 変状の傾向

鳥取県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。鳥取県が管理する道路トンネルでは『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～Ⅱの変状区分の割合



◆判定区分Ⅲのみの 変状区分の割合



◆判定区分Ⅱのみの 変状区分の割合

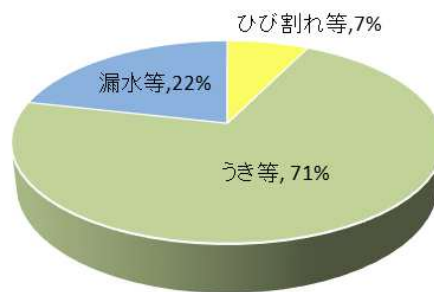


図5.3 変状区分の割合（変状箇所数）

《変状事例》

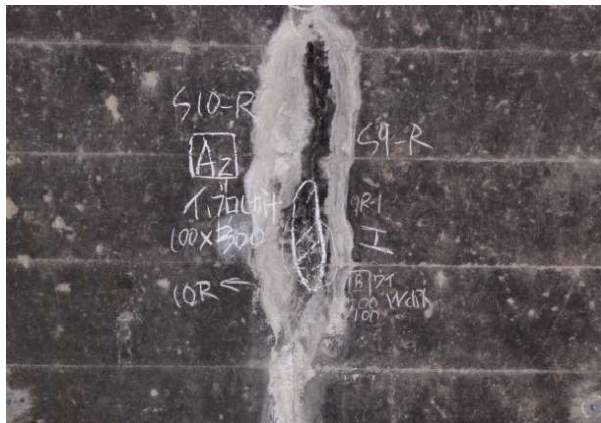
○ひび割れ等の変状

トンネル内(左側写真)や、坑門部(右側写真：補修済)などのひび割れ。



○うき等の変状

目地部のうきやブロック化など。



○漏水等の変状

目地部やひび割れからの漏水(左側写真)や、路面への滞水・漏水による堆砂(右側写真)など。



6 道路トンネル長寿命化修繕計画の基本方針

1) 長寿命化修繕計画の流れ

長寿命化修繕計画は、『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。

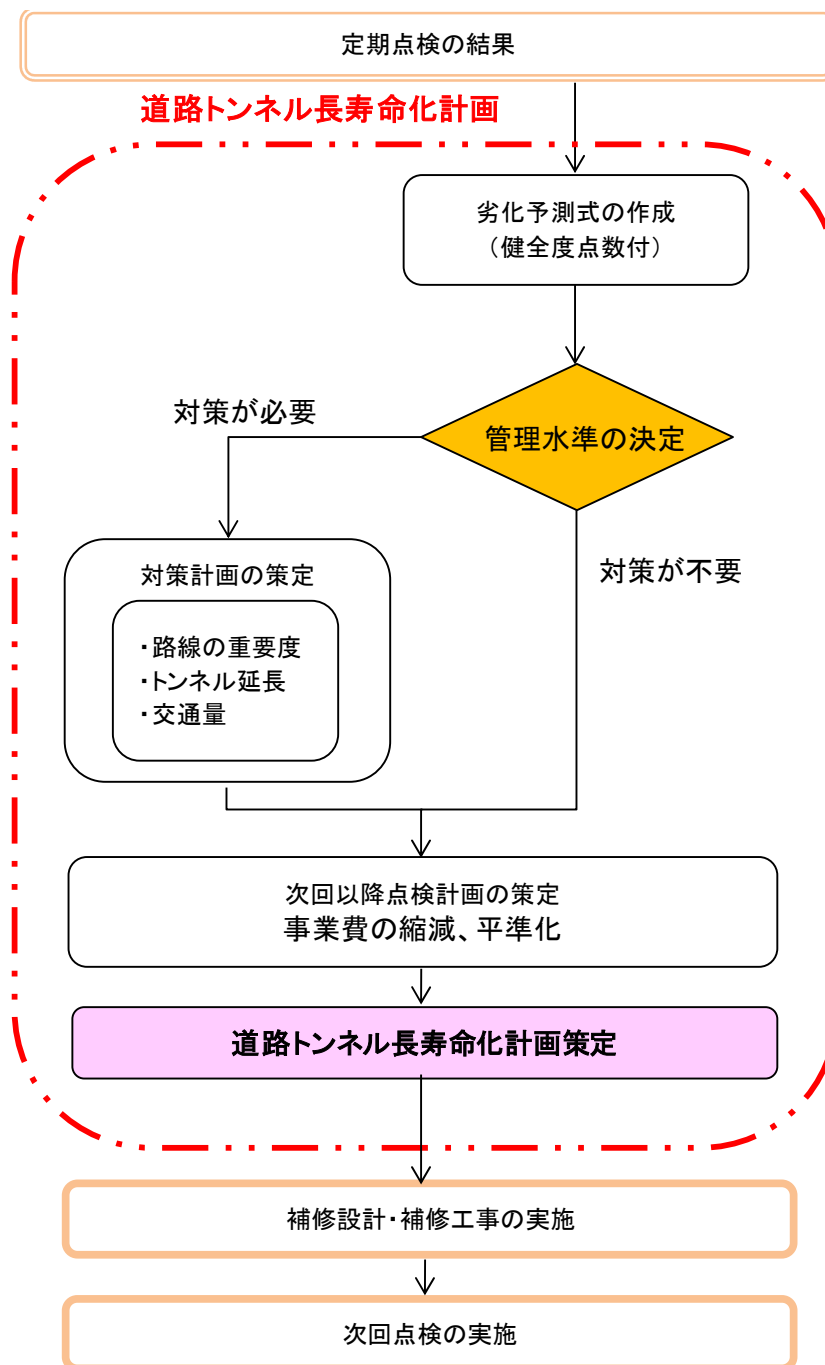


図6.1 長寿命化修繕計画の流れ

また、道路トンネル長寿命化修繕計画は、『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。

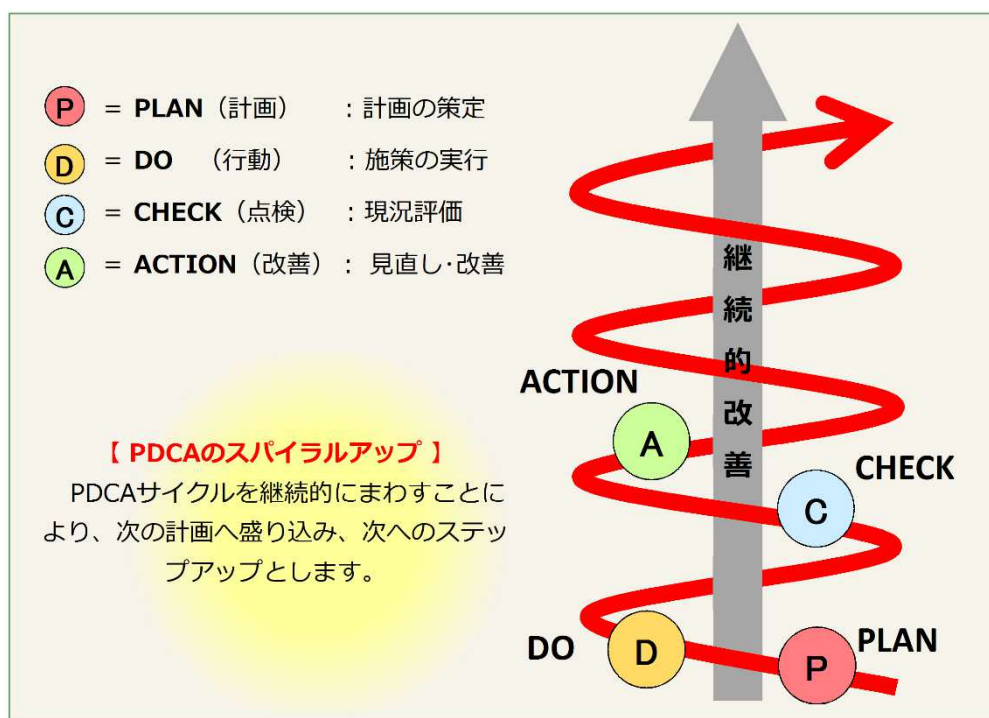


図6.2 長寿命化修繕計画のスパイラルアップ

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- 令和3年3月中間改訂 鳥取県

2) 基本方針

(1) 新技術等の活用

【定期点検・詳細調査】

鳥取県では、交通規制を容易に行うことができる路線のトンネルについては、従来通りトンネル点検車を用いた近接目視による点検・調査を基本とします。ただし、交通規制を行うことにより社会的・経済的損失が大きいと判断する場合は新技術の活用を検討します。

新技術の活用についての検討は、「点検支援技術性能カタログ 令和4年9月（国土交通省）」を参考に行います。その他近接目視点検を充実・補完・代替する技術などの活用についても検討します。

新技術の活用例は、以下のとおりとします。

- ・ 交通量が多く、交通規制に伴う交通渋滞による社会的・経済的損失が大きいと判断する場合は、交通規制を必要とせずトンネル内部に計測車両を走行させるだけで「ひび割れ」「遊離石灰」などの表面的な変状のほか「うき」や「背面空洞」も計測可能な「走行型高速 3D トンネル点検システム」などの採用を検討します。

< 新技術を活用した点検例 >

・ 走行型計測車両 MIMM-R

高密度レーザ(100万点/秒) 非接触内部欠陥レーダ
Pegasus II U (IMU, GNSS, 12M カメラ) TYPE2: 内部欠陥ジャンカ
全周 18 台ビデオカメラ (Full HD 200 万画素)

高密度レーザ(100万点/秒) 非接触空洞探査レーダ
覆工の 3 次元形状計測 TYPE1: 巻厚と背面空洞 ひび割れ、変状を連続撮影

時速50~70km/hで走行しながら計測

アンテナと壁面離隔: 3m
レーダ

画像(カメラ) レーザ

カメラ、レーザ、レーダおよび、近接目視、打音検査を総合的に融合させ、適切な判定を実施し、トンネル点検・診断全般の効率化、省力化などの支援を目指す。

「走行型高速 3D トンネル点検システム」

【修繕工事】

修繕工事については、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は、同様に積極的に活用します。

新技術の活用例は、以下のとおりとします。

- ・コンクリート片の剥落防止対策として、コンクリート表面にポリウレアウレタン樹脂を塗るだけで優れたはく落防止性能を発揮し、従来のような繊維シートの接着が不要である『ネットレス剥落防止工法』などの採用を検討します。
- ・目地やクラックからの漏水対策には、従来はコンクリートをはつり込みゴム系の導水材を埋め込んでいましたが、コンクリートはつりが不要であり施工性・経済性に優れている『プラスチック製導水工法』などの採用を検討します。

（２）集約化・撤去の検討

集約化・撤去の検討方針は、以下のとおりとします。

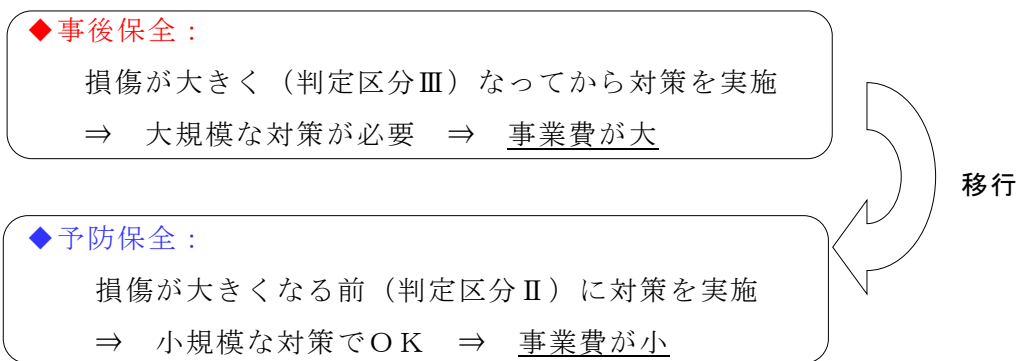
- ・老朽化等により現状のままでは継続利用が困難なトンネル（健全性Ⅲ、Ⅳのトンネル）については、今後も同等以上の機能が必要な場合には「修繕」または「更新」を検討します。
- ・トンネルは山間部で代替路が少なく、交通の安全や輸送時間短縮に重要な施設であるため、基本的には長寿命化を図っていく計画としますが、トンネル付近にバイパスが新設されるなど迂回路が存在し、利用交通量が著しく減少してほとんど機能していないトンネルについては、地元住民や利用者と協議を行い「廃止」を検討します。

（３）費用の縮減に関する取組み

費用の縮減に関する取組は、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 100 年間で約 24.8 億円のコストの縮減を目指します。
- ・令和 10 年までに、定期点検・詳細調査においては 1 本程度、修繕工事においては 5 本程度について新技術・新材料等を活用し、合計 6.5 百万円のコスト縮減を目指します。

本計画では、トンネル定期点検で判定区分Ⅲ、Ⅳの変状が確認された場合に対策を行う『事後保全』から、判定区分Ⅱの変状が確認された段階で対策を行う『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。

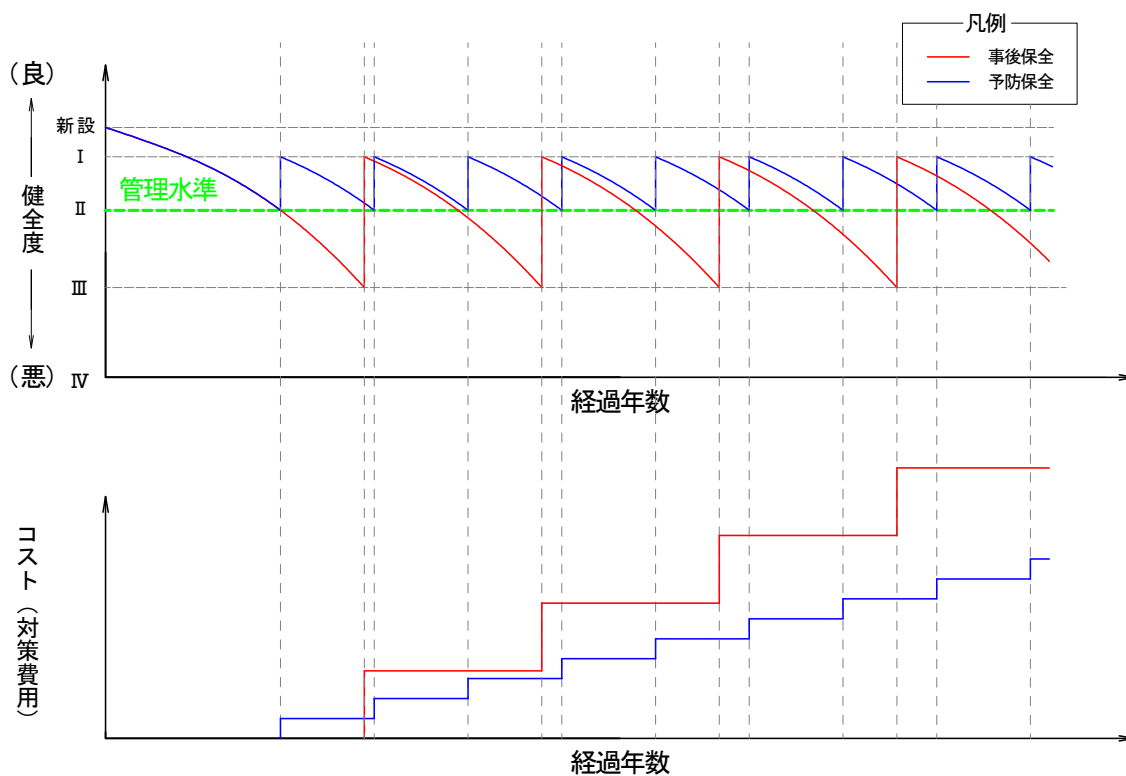


図6.3 事後保全と予防保全の対策シナリオ概念図

ただし、トンネル内の照明や換気設備、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。

なお、点検にて異常（×判定）が確認された場合は、耐用年数の経過を待つことなく、速やかに対応することとします。

表6.1 保全の区分

保全の種類	項目
予防保全	本體工
時間計画保全	照明設備、換気設備（ジェットファンなど）、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。

（４）事業費の平準化

限られた財源のなかでは、対象トンネルすべてを一度に対策することは困難です。このため、単年度に事業費が集中しないよう、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。

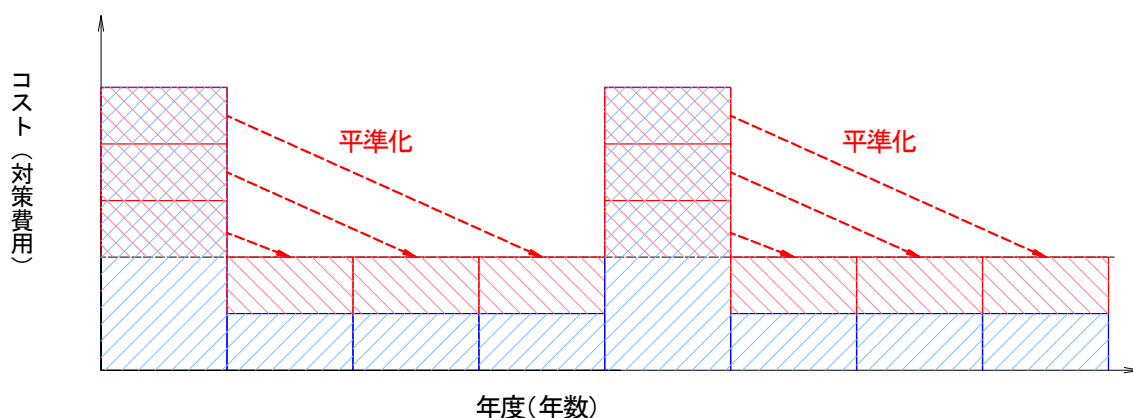


図 6.4 事業費平準化の概念図

（３）計画期間

計画期間は令和 5 年度～令和 14 年度までの 10 年間とします。

7 道路トンネル長寿命化修繕計画の詳細方針

1) 管理水準の設定

鳥取県が管理する道路トンネルについて、劣化予測式を作成し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。各トンネルの健全度点数及び、経過年数から劣化予測式を作成します。

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。

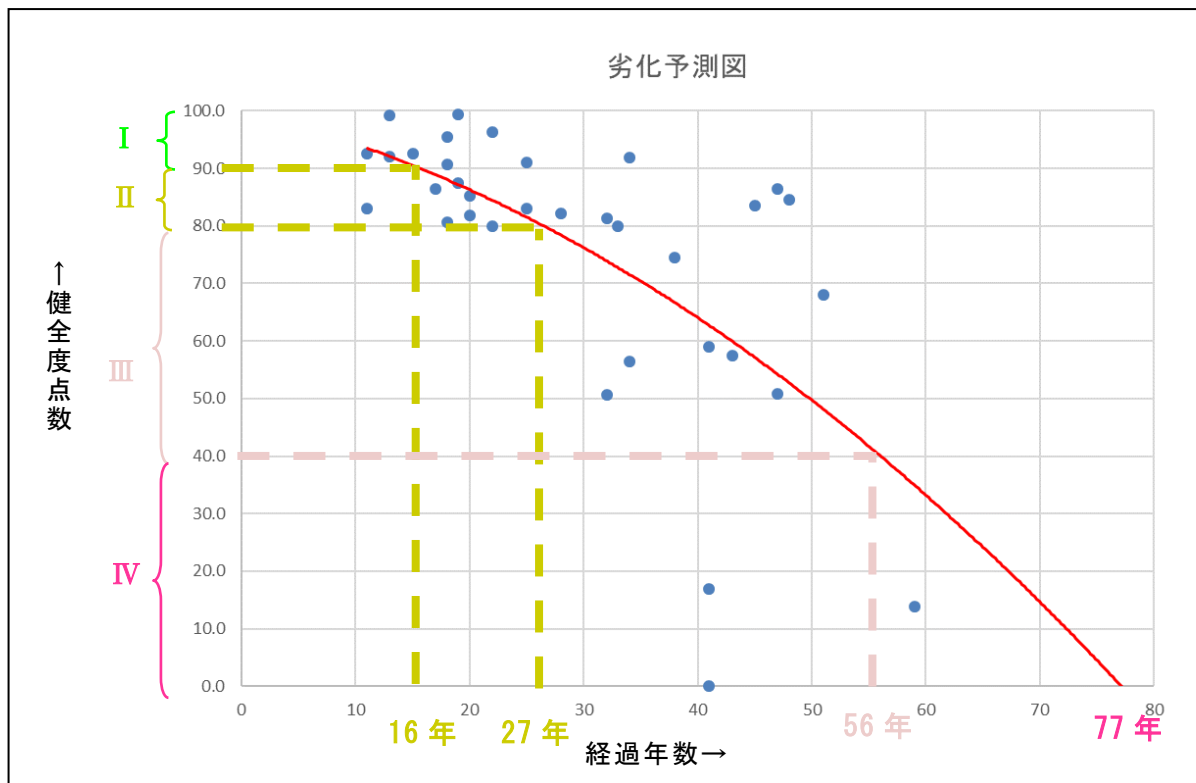


図7.1 劣化予測式

※点検直後の判定

??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

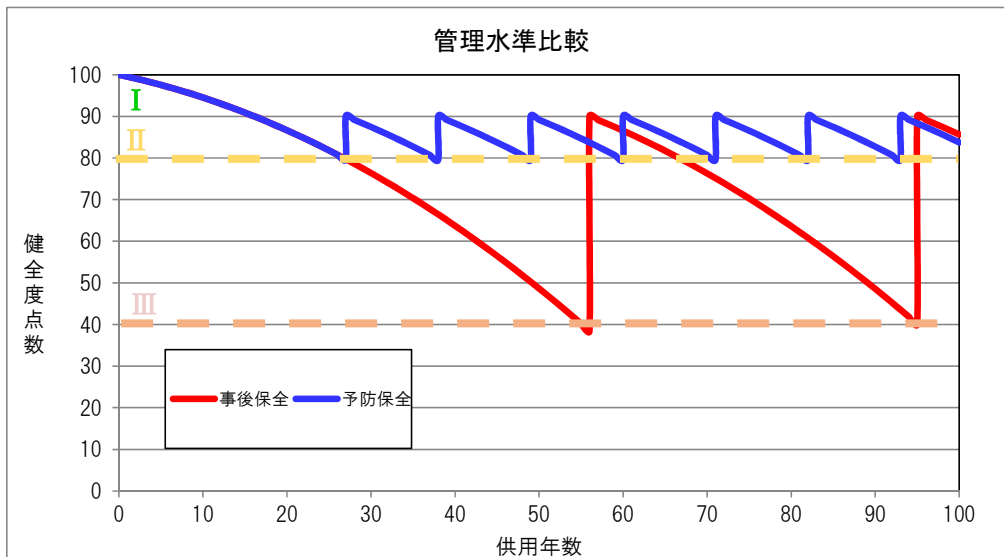
トンネルの対策目安となる管理水準は、「トンネル定期点検要領」よりⅡa判定かⅢ判定のいずれかのうち、ランニングコストが経済的となる水準を設定します。

表7.1 トンネル本体工の健全性

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、 <u>予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。</u>
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、 <u>早期に措置を講ずべき状態。</u>
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。

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。（検討期間は「鳥取県道路橋りょう長寿命化修繕計画」に合わせ100年間とします。）

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



※対策対象はⅡ、Ⅲ、Ⅳ判定の変状とし、対策後の健全度は90点とする。

図7.2 対策シナリオ別イメージ図

現在から100年間のランニングコスト(39箇所すべて)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24.8億円の事業費が抑えられるため、管理水準をⅡ判定(予防保全)とします。

表7.2 管理水準別対策費用比較

(単位:億円)

年 数	予防保全累計	事後保全累計	差 額
50年後	23.7	37.1	-13.7
100年後	49.4	74.1	-24.8

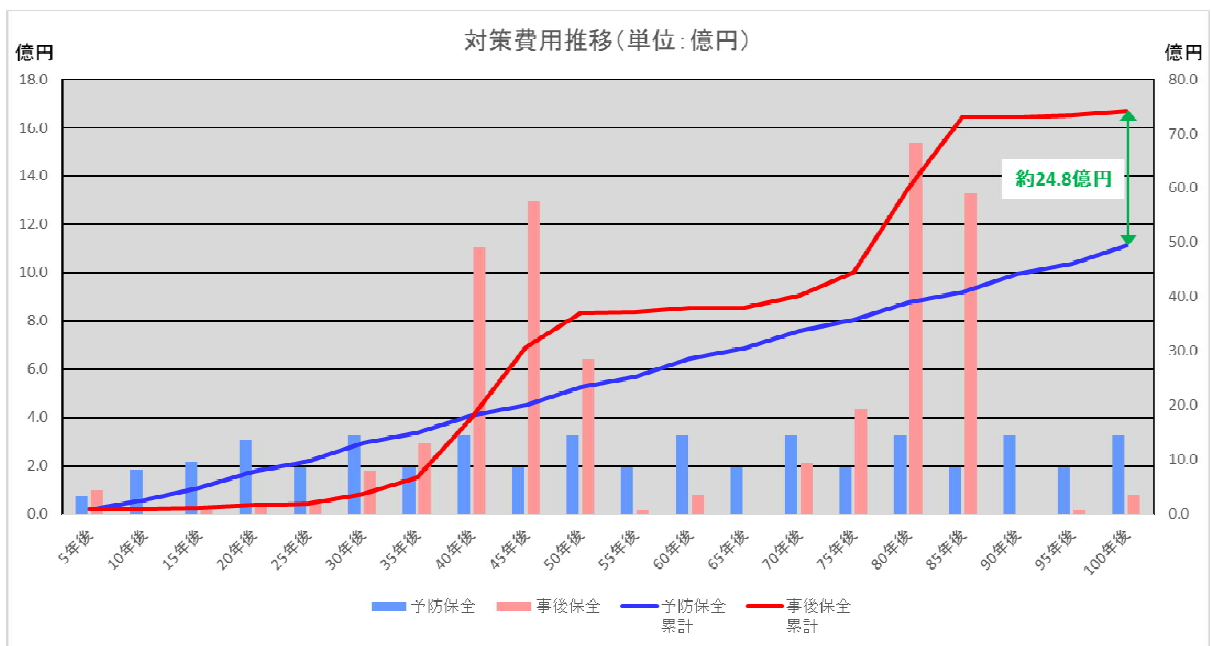


図7.3 管理水準別対策費用比較

2) 対策計画の策定

長寿命化修繕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

鳥取県では対策費用を平準化するために、対策は単年度ではなく、数年に分けて行います。

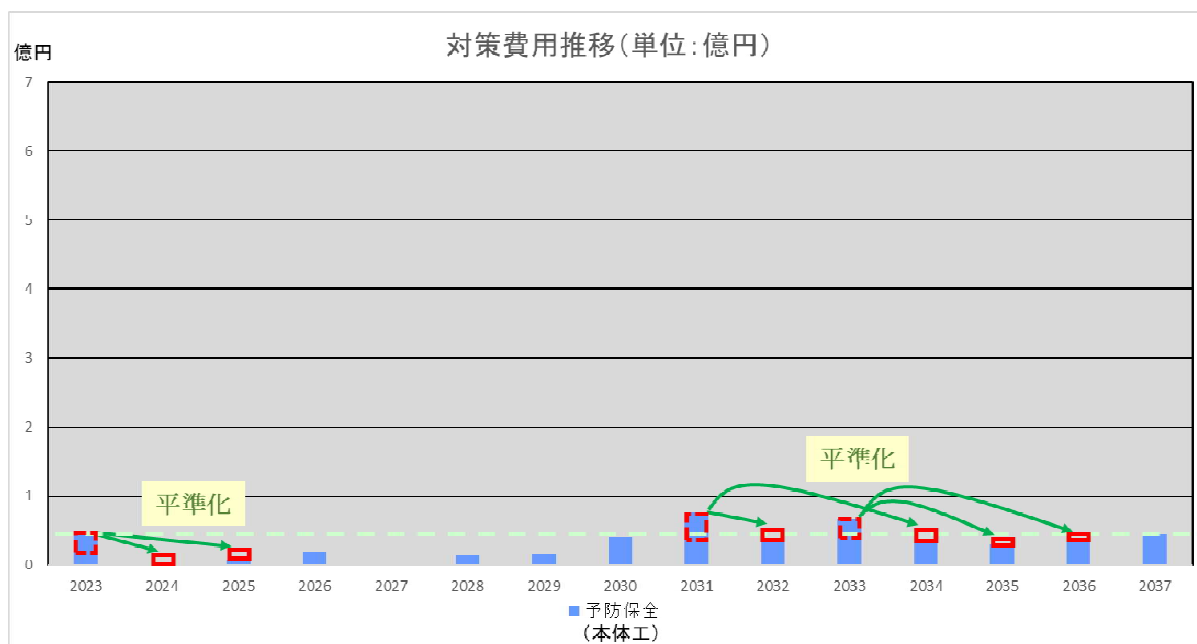


図7.4 対策費用推移

(3) 対策の優先順位

対策費用の平準化に当たり、鳥取県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4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)	第4仕分け (交通量)
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	①交通量 10,000台/日以上
	↓	↓	↓	↓
	②健全性Ⅲ	↓	②トンネル延長 500～1,000m以上	②交通量 4000～10,000台/日
	↓	↓	↓	↓
	③健全性Ⅱ	②その他の路線	③トンネル延長 500m未満	③交通量 4,000台/日未満

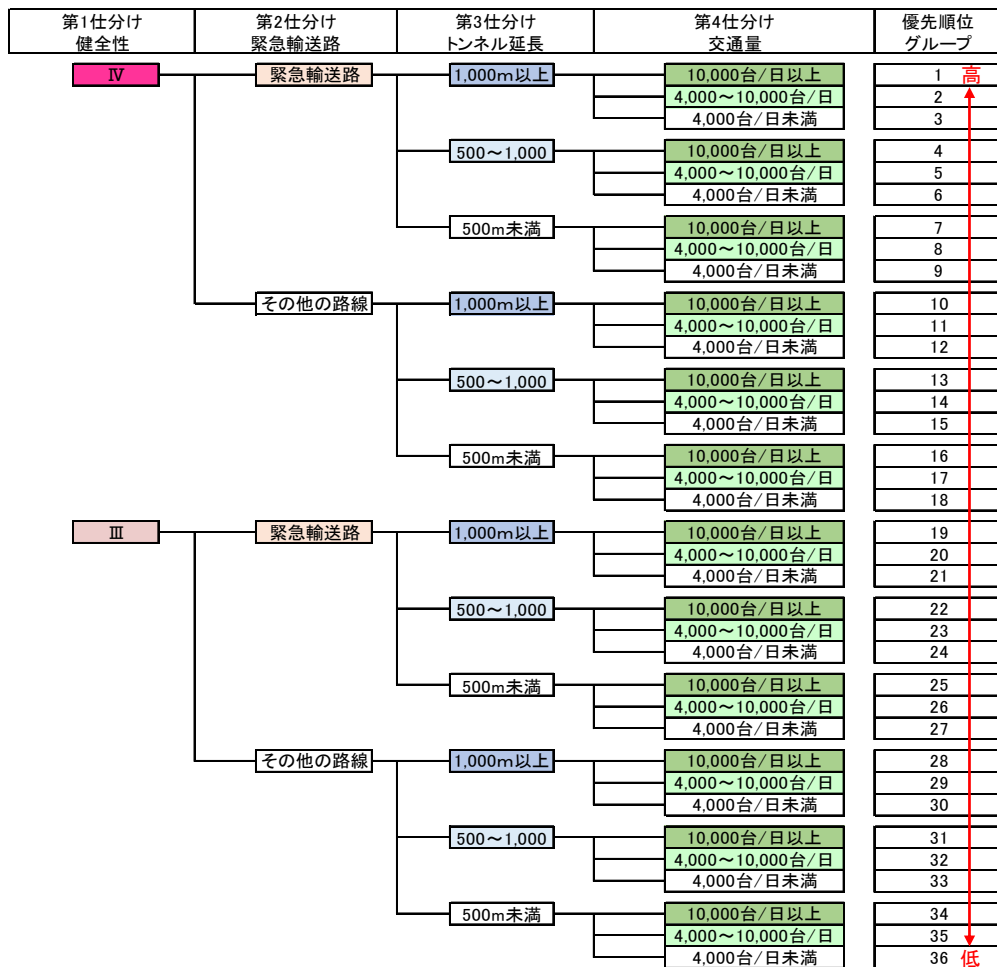


図 7.5 優先度仕分けフロー図

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。
- ・ 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

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027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7.6 点検調整期間イメージ図

8 長寿命化修繕計画の策定

長寿命化修繕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
- ・換気設備、非常用施設はそれぞれ耐用年数を超えた設備・施設から更新を行います。
(2022年3月現在で耐用年数を超える設備・施設が多数ありますが、更新時期は取付及び老朽化状況を確認しながら適宜実施することとします。)

参考として、鳥取県での2050年までの事業費（点検費用、本体対策に換気・非常用施設更新、照明施設更新を加えたもの）を示します。

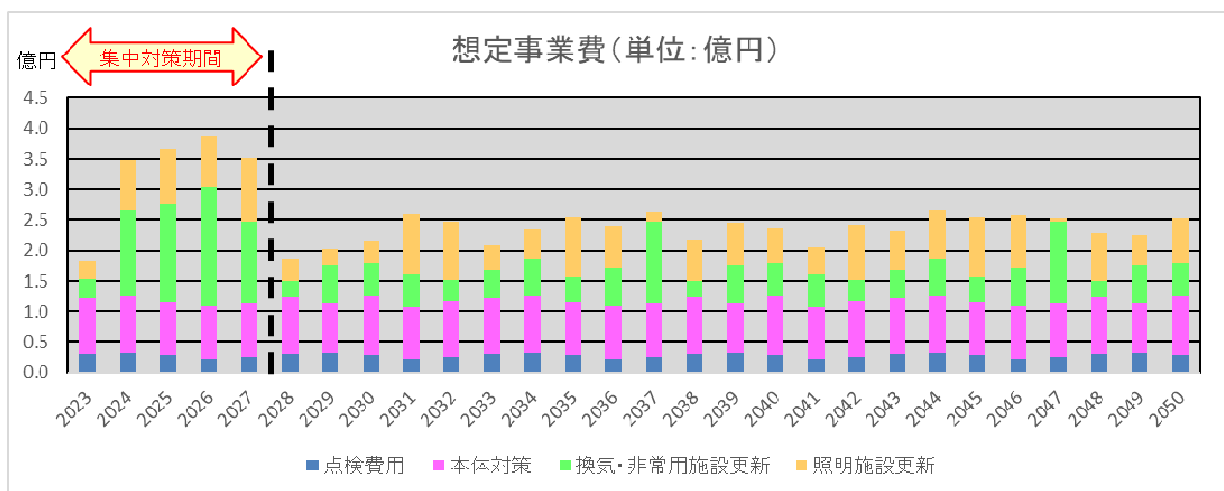


図8.1 想定事業費（2050年まで）

定期点検にてⅢ判定となった15箇所のうち対策が完了していない5箇所のトンネルについては、2025年までに対策を行い、予防保全に移行します。

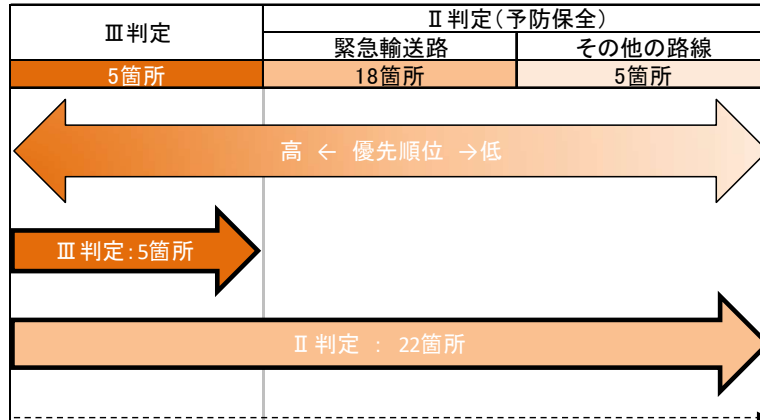


図8.2 本体外対策集中対策期間 補修概念図

本計画により、鳥取県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。

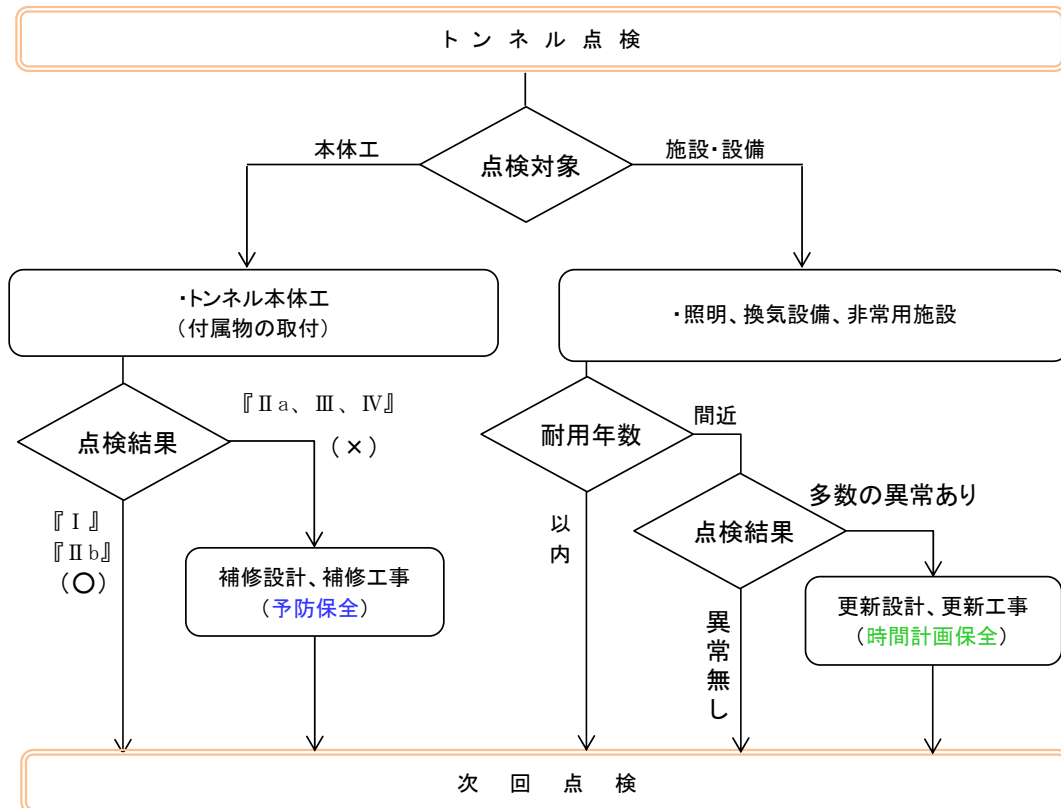


図8.3 維持管理フロー図

9 おわりに

鳥取県では、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・費用の縮減に努めていきます。

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修繕計画の見直しを継続的に行っていきます。