

周防大島町
トンネル・カルバート長寿命化修繕計画

令和5年3月

山口県周防大島町産業建設環境部

～目 次～

1. 老朽化対策における基本方針	1
1.1 背景	1
1.2 目的	1
1.3 基本方針	2
1.4 周防大島町が管理する道路トンネルの現状	2
1.5 維持管理の考え方	6
1.6 点検結果に基づく損傷判定	8
1.7 対策優先順位の設定	13
1.8 対策費用の概算	14
2. 新技術等の活用方針	16
2.1 方針	16
2.2 修繕・更新への活用	16
2.3 点検・診断への活用	16
3. 費用の縮減に関する具体的な方針	17
3.1 方針	17
3.2 予防保全の考え方	17
3.3 中長期的な修繕費用	18
3.4 施設の集約化・撤去	18
4. 個別の構造物ごとの事項	18

1. 老朽化対策における基本方針

1.1 背景

社会資本は、社会・経済活動や安全で快適な町民生活を支える最も重要な基盤であり、これまで橋梁・道路トンネル（以下「トンネル」と言う）などの社会資本を計画的に整備してきたところです。トンネルは、一般的に地形の制約を受ける箇所にあり、通行が困難となった場合に適当な迂回路がないことが多く、交通に与える影響が大きいため、きめ細かい維持管理が必要とされています。カルバートについては道路の下を横断するため、道路陥没等の著しい損傷が生じた場合、交通に大きな支障を及ぼす恐れがあることから、交通の円滑化や交通事故を防止する機能等を確実に発揮し、常時良好な状態に保つために、維持管理を適切に行う必要があります。

周防大島町が管理するトンネルおよびカルバート5本（トンネル合計延長L=382.4m、カルバート合計延長L=30.3m）のうち、供用後40年以上を経過したものは、2023年（令和5年）現在で3本（60%）ですが、17年後には5本（100%）となります。このため、従来の事後保全型の維持管理を継続した場合、大規模な補修が一時期に集中することとなり、限られた予算の中でトンネルを適切に維持管理できなくなる恐れがあります。

のことから、昨今の厳しい財政状況の下、今あるトンネルを計画的・効果的に修繕しながら長期的に利用するため、これまで以上に戦略的な取り組みが求められています。

1.2 目的

本計画の目的は、以下の通りです。

- 周防大島町が管理するトンネルおよびカルバートに対して計画的な点検および診断を実施します。
- 点検および診断結果を踏まえて、必要な対策を適切な時期に着実かつ効率的・効果的に実施します。
- これらの取組を通じて得られた情報を記録し、次回の点検・診断等に活用するなど「メンテナンスサイクル」を構築し、持続的に発展させます。
- 町民の安全・安心を確保し、中長期的な維持管理に係るトータルコストの縮減や予算の平準化を図り、町民の財産であるトンネルを適切に管理することを本計画の目的とします。

1.3 基本方針

定期点検の点検結果により評価された健全度から修繕が必要なトンネルおよびカルバートを優先順位に基づき選定したのち、新技術を活用する等、LCC を含めた費用比較により適切な修繕方法または更新を決定し、修繕等を実施します。

なお、定期点検の結果から、健全度IVと判定されたトンネルおよびカルバートは、早期に対策が必要なため、速やかに修繕等を実施します。

また、道路利用者および第三者への被害が懸念される損傷が発見された場合には、健全度にかかわらず、速やかに修繕等を実施します。

1.4 周防大島町が管理する道路トンネルの現状

1.4.1 トンネルおよびカルバートの整備状況

周防大島町が管理する町道の道路トンネルおよびカルバート本数は、令和5年1月現在、5本を管理しています。



図1.1 周防大島町管理道路トンネル・カルバート位置図

(1) 志佐隧道

- ・所在地：周防大島町大字小松開作
- ・町道名：町道小松開作志佐線
- ・竣工年：昭和57年
- ・延長：L=97.0m
- ・道路幅員：W=7.5m
(車道5.5m+路肩0.25m×2+歩道1.5m)
- ・有効高：h=4.5m
- ・施工方法：矢板工法



(2) 火畑隧道 (Hibata Tunnel) (ボックスカルバート)

- ・所在地：周防大島町大字久賀畑能庄
- ・町道名：町道火畑線
- ・竣工年：昭和52年
- ・延長：L=18.0m
- ・道路幅員：W=3.5m
- ・有効高：h=3.5m
- ・施工方法：開削工法



(3) 和田隧道

- ・所在地：周防大島町大字内入
- ・町道名：町道内入小泊線
- ・竣工年：平成2年
- ・延長：L=138.0m
- ・道路幅員：W=9.0m
(車道6.0m+路肩0.5m×2+歩道2.0m)
- ・有効高：h=4.5m
- ・施工方法：矢板工法



(4) 情隧道 (Nasake Tunnel) (一部ボックスカルバート)

- ・所在地：周防大島町大字伊保田
- ・町道名：町道本浦伊ノ浦線
- ・竣工年：昭和35年
- ・延長：L=31.7m
- ・道路幅員：W=4.0m
- ・有効高：h=2.7m
- ・施工方法：矢板工法、開削工法



(5) 沖浦隧道

- 所在地：周防大島町大字戸田
- 町道名：町道出井津海木線
- 竣工年：大正10年
- 延長：L=128.0m
- 道路幅員：W=3.5m
(車道2.5m+路肩0.5m×2)
- 有効高：h=3.2m
- 施工方法：矢板工法



周防大島町が管理するトンネルの一覧表を下表に示します。

表1.1 管理するトンネルの一覧表

トンネル名称	ひばた 火畑隧道	し さ 志佐隧道	おきうら 沖浦隧道	わ だ 和田隧道	な さ け 情 トンネル
路線番号	1095	2100	2303	3325	3401
町道名	火畑線	小松開作志佐線	出井津海木線	内入小泊線	本浦伊ノ浦線
施工方法	開削工法	矢板工法	矢板工法	矢板工法	矢板工法 開削工法
トンネル延長	18.0m	97.0m	128.0m	138.0m	31.7m
竣工年	昭和52年	昭和57年	大正10年	平成2年	昭和35年
2023年時点 の供用年数	46年	41年	102年	33年	63年

50年以上経過したトンネル数は令和5年現在で2トンネルですが、4年後には3トンネル、17年後には全トンネルとなります。

なお沖浦隧道については、定期点検結果が健全度IV判定と判断され現在は通行止めとしており、近くに代替路（県道4号）も存在するため、本計画の対象外としています。

1.4.2 トンネルの附属物の状況

周防大島町が管理する町道の道路トンネルに設置されている附属物は、2023年(令和5年)1月現在で以下の通りとなっています。

表1.2 トンネル附属物の状況

トンネル名	火畠隧道	志佐隧道	沖浦隧道	和田隧道	情トンネル
トンネル延長	18.0m	97.0m	128.0m	138.0m	31.7m
照明施設	—	○	○	○	○
非常用施設	—	—	—	—	—
換気施設	—	—	—	—	—
標識・看板	—	—	—	—	—
吸音内装板	—	—	—	—	—

照明施設は、トンネル内を走行する運転者が安全かつ快適に走行するため、トンネル全長にわたり一定間隔に配置された基本照明が設置されています。

その他設備等については、設置されておりません。

1.5 維持管理の考え方

1.5.1 点検について

(1) 点検の目的

点検とはトンネル本体工・カルバート本体工の変状や附属物の異常を発見し、その程度を把握することを目的として、定められた方法により、必要な機器を用いて本体や附属物の状態を確認し、必要に応じて応急措置を実施することです。

また点検には、定期点検のほか、日常点検、異常時点検、臨時点検があります。

定期点検は、定められた頻度や方法で点検を実施し、その結果を定量的・定性的に診断し、点検表に記録を残す一連の行為を示します。

日常点検は、変状等の早期発見を図るために、原則として道路の通常パトロールに併せて実施する本体工全延長を対象とする目視点検を指します。

異常時点検は、日常点検により変状や異常が発見された場合に実施する点検を指します。

臨時点検は、自然災害や事故災害等が発生した場合に、主に通行の安全を確認するために行う点検を指します。

(2) 点検の流れ

以下に各点検の基本的なフローを示します。

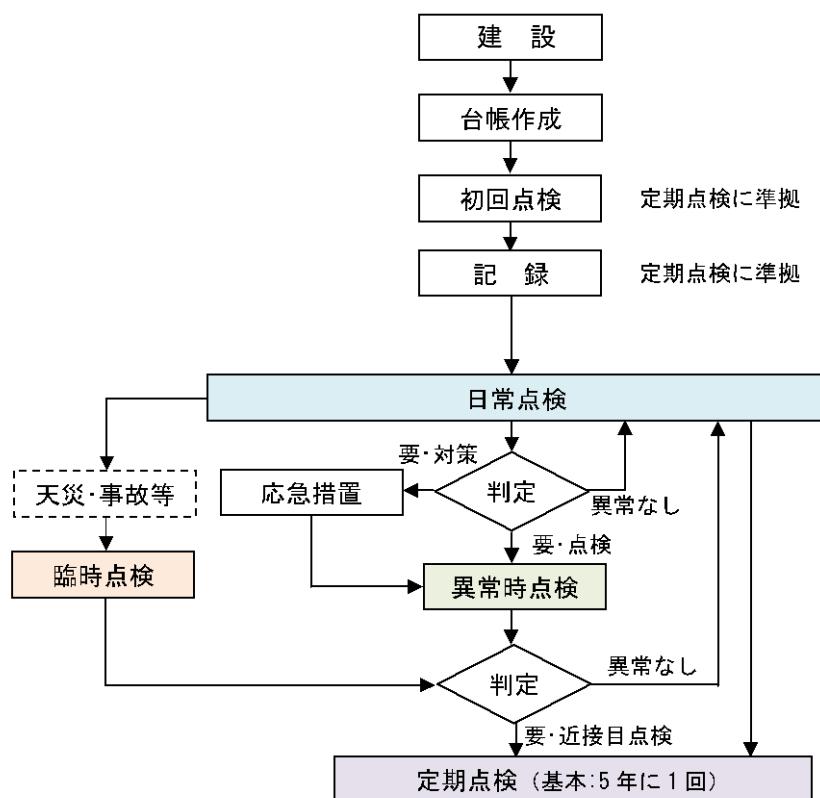


図1.2 点検の基本的なフロー（建設～定期点検）

1.5.2 維持管理の基本方針

トンネルの維持管理では、メンテナンスサイクル（点検、診断、措置、記録）を確実に持続させていくことが重要です。

道路トンネルのメンテナンスサイクルの基本的なフローを以下に示します。カルバートについても準用します。

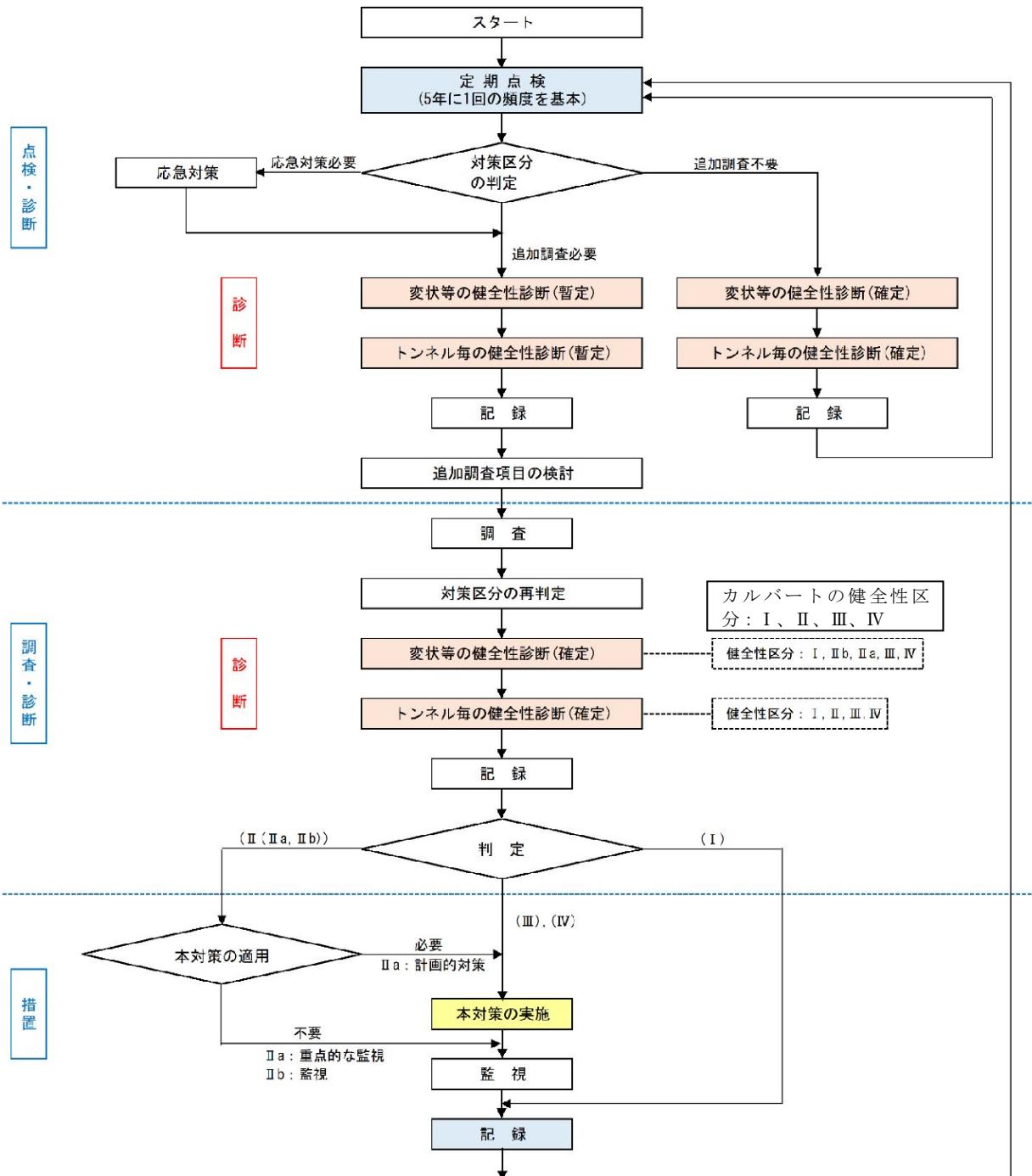


図1.3 道路トンネルのメンテナンスサイクルの基本的なフロー

1.6 点検結果に基づく損傷判定

1.6.1 判定区分の考え方（トンネル本体工）

(1) トンネル本体工

建設後のトンネルに発生する変状の原因は、変状形態で分類すると、以下の3項目に分類できます。

表1.3 トンネルの劣化および損傷原因

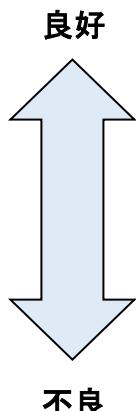
- ① トンネルに作用する外力によるもの
 - 緩み土圧、偏土圧、地すべり、支持力不足、水圧、凍上圧など
- ② コンクリートの材質劣化によるもの
 - 経年劣化、鋼材腐食、凍害、塩害など
- ③ 漏水自体が問題となるもの
 - 防水機能の低下、排水機能の低下など

またトンネル本体の場合、点検結果に基づき変状等の健全性の診断を「外力」「材質劣化」「漏水」等の変状に応じて、次の区分で判定します。

表1.4 判定区分（トンネル）

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	

※1 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。



(2) 附属物

附属物の取付状態に対する判定は、以下に示す判定区分を用いて行います。

表 1.5 附属物に対する異常判定区分

判定区分	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

附属物の取付状態に対する異常は、外力に起因するものが少ないと考えられ、原因推定のための調査を要さない場合があります。また、附属物の取付状態の異常は、利用者被害に直接つながる恐れがあるため、異常箇所に対しては、再固定、交換、撤去や設備全体の更新などにより早期に対策を実施する必要があります。こうした附属物の特性を踏まえ、判定区分は「×」（早期に対策を要するもの）と、「○」（対策を要さないもの）の2区分とします。

1.6.2 判定区分の考え方（カルバート）

カルバートの場合は点検結果に基づき変状等の健全性の診断を次の区分で判定します。

表1.6 判定区分（カルバート）

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、早期に措置を講すべき状態。
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、緊急に措置を講すべき状態。

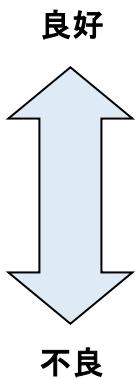


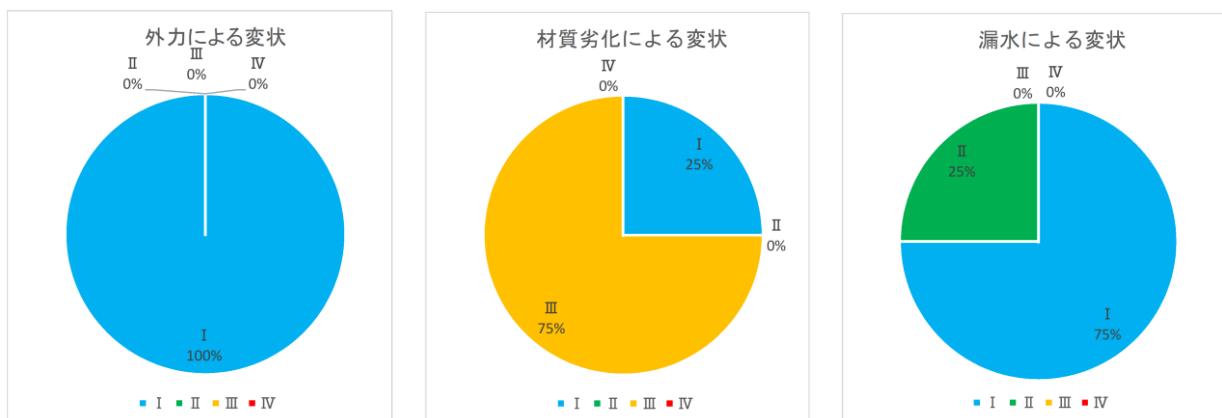
表1.7 カルバートの点検項目（変状の種類）

部位・部材区分		対象とする項目（変状の種類）		
		鋼	コンクリート	その他
カルバート 本体	頂版	腐食	ひびわれ	
	側壁	亀裂	その他	
	底版	破断		
	ストラット	その他		
	その他			
継手	連結部		ゴムなどの劣化	
	遊間部		継手の機能障害	
	縦方向連結部			
	その他			
ウイング				
その他	路上			
	その他			

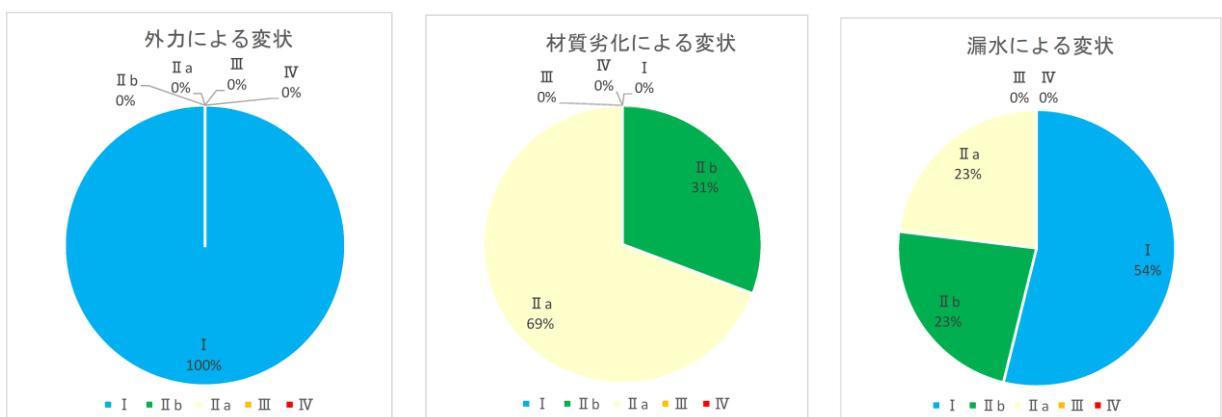
1.6.3 点検結果

周防大島町ではトンネルの現状を把握するため、近接目視点検及び打音検査（点検ハンマーを用いた打診）により定期点検を行いました。そして点検結果をもとに、点検要領に基づき判定を行いました。点検は2019年3月（1回目）に実施しました。判定の結果は下図の通りであり、スパン毎の判定から算出しています。

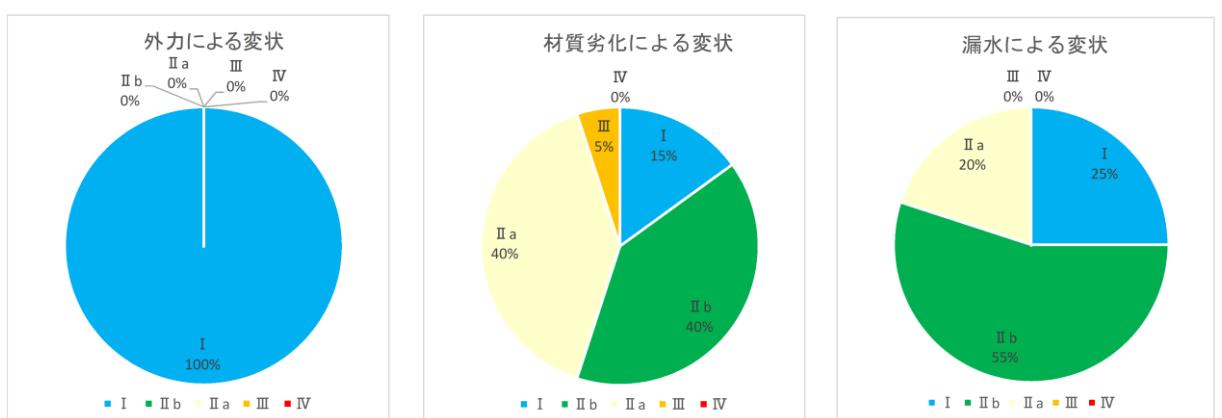
■火畠隧道（カルバート）Ⅲ判定 全4スパン L=18.0m



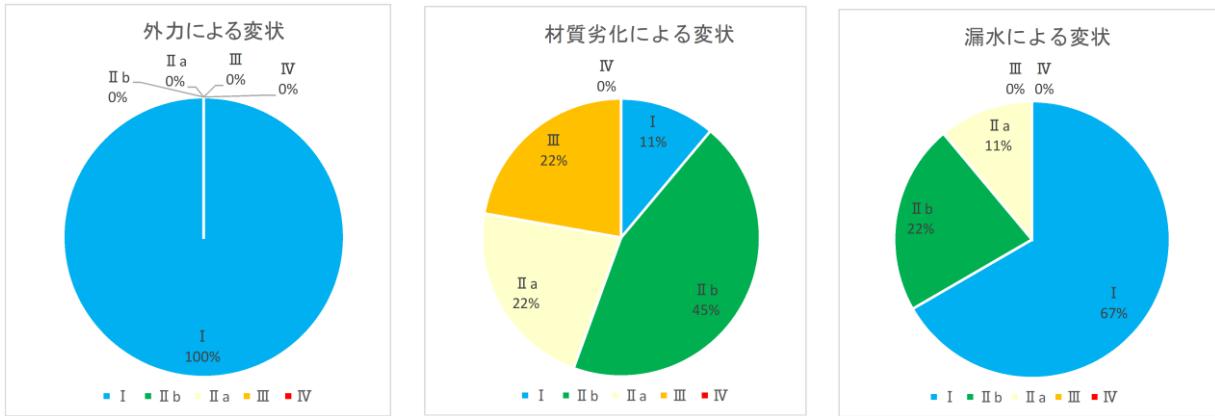
■志佐隧道（トンネル）Ⅱa判定 全13スパン L=97.0m



■和田隧道（トンネル）Ⅲ判定 全20スパン L=138.0m



■情トンネル（カルバート、トンネル）Ⅲ判定 全9スパン L=31.7m



点検結果による判定区分はほとんどがⅢであるため、今後、老朽化による維持管理費用の増大が予想されます。そのため、定期的な点検・診断により施設の状態を正確に把握し、その結果に基づき、必要な対策を適切な時期に、着実かつ効率的・効果的に実施する必要があります。

1.7 対策優先順位の設定

対策工を実施する優先順位については、トンネル・カルバートの役割・機能・利用状況・重要性を考慮して設定します。

具体的には、以下の項目により優先順位を決定します。なお、合計ポイントが同点の場合は、優先度の高い方から選定します。カッコ内の数字はポイントを表しています。

表 1.8 優先順位表

優先度① 健全性	IV (50) → III (25) → IIa (0)
優先度② 緊急輸送道路の緊急重要度	第1次 (50) → 第2次 (25) → 指定外 (0)
優先度③ 交通量	1000台以上: 50 ポイント 1000台未満: (当該交通量/1000) × 50 ポイント
優先度④ 車線数	2車線(対面交通): 0 ポイント 1車線: 25 ポイント
優先度⑤ 本体工延長の長さ	$L \geq 100m$ 以上 (50) → $50m \leq L < 100m$ (25) → $L < 50m$ (0)

検討の結果、優先順位については表 1.9 のようになります。

表 1.9 優先順位一覧表

トンネル名	場所	健全性		緊急輸送道路の重要度		交通量(平日台/日)		車線数		トンネル延長		合計ポイント	優先順位
志佐隧道	周防大島町 大字小松開作	IIa	0	指定外	0	1579	50	2車線	0	97.0	25	75	2位
火畑隧道	周防大島町 大字久賀畑能庄	III	25	指定外	0	7	1	1車線	25	18.0	0	51	3位
和田隧道	周防大島町 大字内入	III	25	指定外	0	111	6	2車線	0	138.0	50	81	1位
情トンネル	周防大島町 大字伊保田	III	25	指定外	0	0	0	1車線	25	31.7	0	50	4位

※交通量調査 2020/10/12 実施

トンネル名	時間帯	台数
志佐隧道	7時～9時	442台
	17時～19時	341台
火畑隧道	7時～9時	1台
	17時～19時	2台
和田隧道	7時～9時	31台
	17時～19時	16台

※ピーク率 (K 値) : 0.14

1.8 対策費用の概算

1.8.1 計画期間の設定

トンネルは更新を考慮しない構造物であるため、寿命は永年として考え、LCC計算による経済性評価に当たっては、トンネルの減価償却施設の耐用年数や既存トンネルの平均経過年数等を勘案して、計画期間を50年とします。カルバートについても50年とします。

1.8.2 LCC 計算方法

トンネルのLCCは以下のように計算するものとします。

$$LCC = [\text{補修費用}] + [\text{設備更新費用}] + [\text{維持管理費用}] + [\text{修繕計画策定費}] + [\text{補修設計費}]$$

補修費用：トンネル本体の各変状の対策工事費用

設備更新費用：照明設備の更新費用

※周防大島町の5トンネル・カルバートは、非常用（防災）設備、換気設備は設置されていないため計上しません。

維持管理費用：点検費

修繕計画策定費用：長寿命化修繕計画の策定費用

補修設計費用：トンネル本体の各変状の対策工詳細設計費用

1.8.3 補修費用の計算方法

補修費用の計算手順は以下に示す通りとします。

- ① トンネル本体の各変状に対する健全度評価結果（判定区分）を踏まえ、劣化予測を行った上で、対策必要年数や施工年度を設定します。
- ② 各変状の対策工は、対策工法リストの代表的工法を選定します。
- ③ 対策工の数量を算定し、対策費用を算定します。
- ④ 対策工が必要となる年度に対策費用を計上します。
- ⑤ 対策工に応じた再対策年数が経過した年度に、再度同額の対策費用を計上します。

1.8.4 設備更新費用の計算方法

設備更新費用の計算手順は以下に示す通りとします。

- ① トンネル建設年度を基点とし、各設備の更新年数や更新年度を設定します。
- ② 各設備の更新費用を算定します。
- ③ 更新が必要となる年度に更新費用を計上します。
- ④ 各設備の更新年数が経過した年度に、再度同額の更新費用を計上します。
- ⑤ ただし、現在設置されていない設備等を追加設置することはLCC計算に考慮していません。

1.8.5 維持管理費用の計算方法

定期点検の頻度を5年に1回として、各トンネルの点検費用を計上します。

1.8.6 長寿命化修繕計画策定費用の計算方法

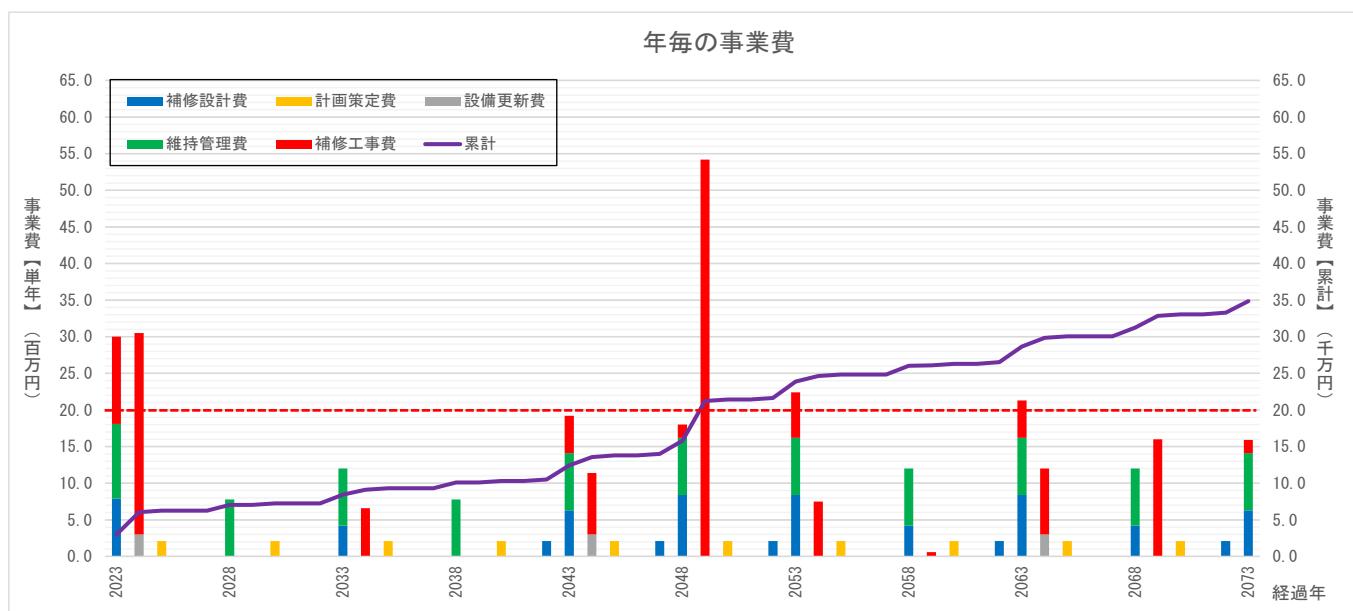
定期点検の結果を基に劣化予測、トンネルの対策の優先順位決め及び事業費の平準化等を算出するために必要な計画策定費用を計上します。

1.8.7 補修設計費用の計算方法

定期点検において確認されたⅡa判定以上の変状に対して、対策工詳細設計に必要な設計費用を計上しますが、現時点では劣化予測が不可能なため、補修工事前に計画しています。

1.8.8 算定結果

上記の算定条件による対策費用の概算は下図のとおりです。



2. 新技術等の活用方針

2.1 方針

予防保全型管理においては、点検・診断等によりトンネル及びカルバートの状態を正確に把握することが不可欠です。構造物の維持管理・調査に関する技術は日々発展し続けており、構造物の状態変化を定量的に把握することが可能な技術も開発されています。

コスト縮減や維持管理の効率化を図るため、国土交通省の「NETIS（新技術情報提供システム）」を活用する等、維持管理に関する最新のメンテナンス技術の積極的な活用を図ります。

2.2 修繕・更新への活用

新技術を現場に展開していくためには、安全に対する信頼性や従来手法よりも高い効率性及び性能に見合った経済性を確保することが重要になります。このため、新技術の利用に際しては、国土交通省の新技術情報システム（NETIS）を活用するなどして、民間等が開発した新技術について情報収集やその活用を推進する必要があります。

NETISには、はく落防止対策、漏水対策、背面空洞対策、外力対策等の工法が掲載されています。

情報収集した結果、新技術・新工法の活用については、各材料に違いはありますが、耐久性や施工費等に大きな差は見られないため、現時点では対策費用には一般的な費用を見込んでいます。

2.3 点検・診断への活用

多くの施設の点検・診断は、目視点検や打音検査を基本として実施されていますが、近年、コンクリートの劣化診断のための非破壊検査技術や点検・計測等の効率化のためのロボットやICTの活用が進んできています。

そのため、国等が示す新技術を活用した具体的な点検方法や活用事例を参考として、維持管理への新技術の活用を検討し、コスト縮減や維持管理の効率化を進める必要があります。

国等が示す新技術には画像計測技術（22技術）、非破壊検査技術（19技術）、計測・モニタリング技術（8技術）「点検支援技術 性能カタログ R4.9 国土交通省」が掲載されています。

各技術について本トンネルにおいて活用効果の有無について検討した結果、点検対象構造物の画像を撮影又は計測する技術、画像を処理し調書作成を支援する画像計測技術であると考えていますが、従来方法（近接目視、打音検査）の点検費に加え、別途計測・解析費が必要となることや、トンネル延長が短いため割高となることから、現時点での活用効果は得られないため、対策費用には点検支援技術費を見込んでいません。

しかし、画像データ（変状スケッチの精度向上）を取得することで、今後の維持管理資料として活用できることから、次回点検時において支援技術を活用し、その画像データを基に5年ごとの従来方法を実施することで、コスト縮減や維持管理の効率化を進めようと考えています。

また5年ごとに長寿命化修繕計画を更新していくので、その都度新技術の活用を検討していきます。

3. 費用の縮減に関する具体的な方針

3.1 方針

事後保全型の維持管理から予防保全型の維持管理に移行することにより、中長期的な修繕費用の縮減を図ります。

3.2 予防保全の考え方

措置の実施手法について、これまでの対処療法的な維持管理手法（事後保全型：健全度IIIになってから補修）から、定期的な点検結果に基づく計画的な維持管理手法（予防保全型：健全度IIIになる前（IIa）に補修）に転換することにより、中長期的な維持管理のトータルコストを縮減することが可能となります。

図3.1に事後保全型と予防保全型のイメージを示します。

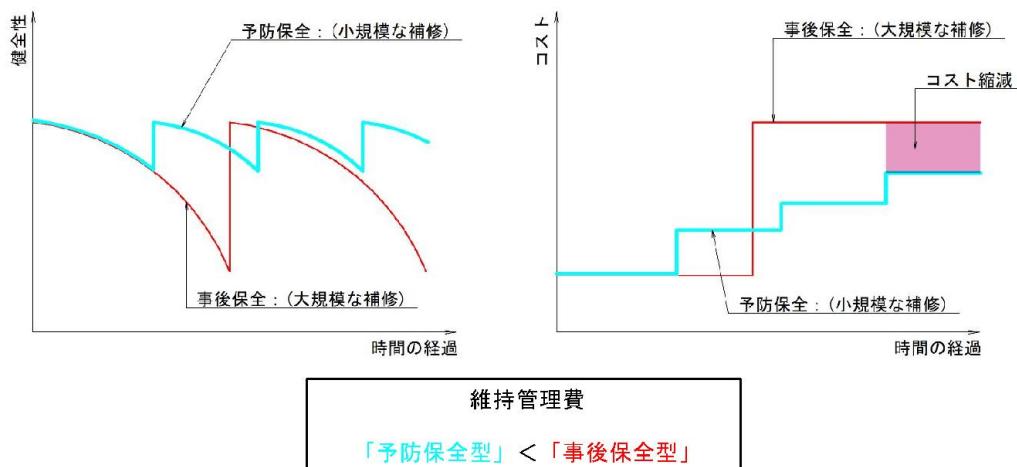


図3.1 事後保全型と予防保全型のイメージ

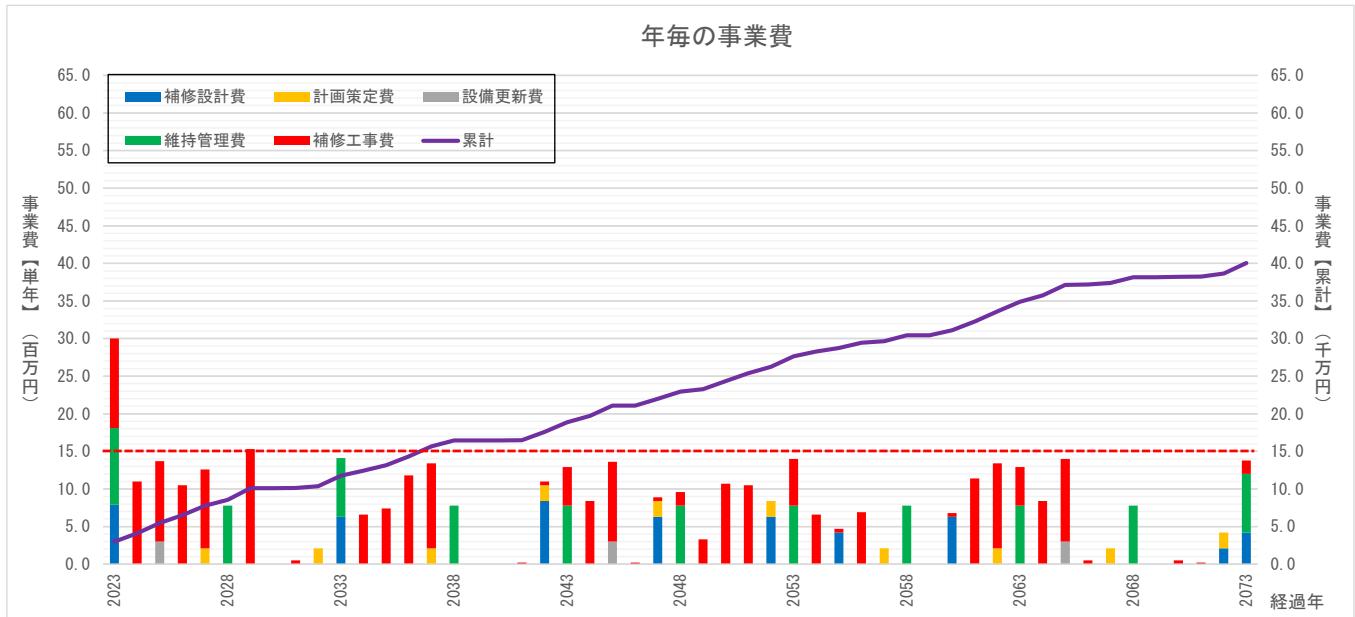
トンネルおよびカルバート本体工は様々な原因により経年劣化が進行しますが、変状が顕著になってから対策を講ずると大規模な補修が必要となり、評価期間全体で考えた場合、対策費用が増大することが懸念されます。このため、定期的に点検を行い、異常を早期に確認した上で、計画的な修繕を行うことが重要となります。

またトンネルおよびカルバート本体工の劣化予測は非常に難しく、今後ともデータの蓄積による検証が必要と考えられます。このため、本計画では定期点検の結果を踏まえた健全度評価に基づき、健全度が著しく低下する前に補修や補強等の適切な措置を実施していく「予防保全型」維持管理を進めることで、施設の長寿命化を図るとともに中長期的な維持管理のトータルコストの縮減が図れるものと考えます。

照明設備の附属物も設置されていますが、これらについては、トンネル本体工の劣化特性とは異なるため、耐用年数に基づく設備更新サイクルを考慮する必要があります。

3.3 中長期的な修繕費用

1. 9. 8算定結果における必要予算の平準化を行いました。



3.4 施設の集約化・撤去

本町の道路トンネルは4箇所（通行止めを含め5箇所）であり、設置場所やその必要性から、現時点では集約化・撤去の検討を進めていくことは困難ですが、上記の新技術等の活用を推進することで、費用の縮減や事業の効率化等を目指します。

4. 個別の構造物ごとの事項

定期点検後の健全度評価、劣化予測、ライフサイクルコストの算定、対策優先順位等を踏まえた周防大島町のトンネル長寿命化修繕計画一覧を別表に示します。

計画期間は直近5年(令和5年度～令和9年度：定期点検は5年/1回)とします。

施設名	路線名	建設年	延長 (m)	幅員 (m)	所在地	点検結果		次回点検時期	点検・補修等計画					補修内容 (主な措置内容)	備考欄			
						年度	判定区分		●定期点検 ○補修等工事 △調査設計									
									R5	R6	R7	R8	R9					
志佐隧道	町道小松開作志佐線	1982	97.0	7.5	周防大島町大字小松開作	2019	II a	2024	△●	○					漏水対策	定期点検前に 補修工事(覆工面)		
火畑隧道 (火のくばなわいとう)	町道火畑線	1977	18.0	3.5	周防大島町大字久賀畑能庄	2019	III	2024	△●	○					はく落防止対策	定期点検前に 補修工事(覆工面)		
和田隧道	町道内入小泊線	1990	138.0	9.0	周防大島町大字内入	2019	III	2024	○●		○	○	○		はく落防止対策 漏水対策 II b箇所(予防保全)	設計済(R4) II b対象設計(R5)		
情トンネル	町道本浦伊ノ浦線	1960	31.7	4.0	周防大島町大字伊保田	2019	III	2024	△●	○					はく落防止対策 漏水対策	定期点検前に 補修工事(覆工面)		
沖浦隧道	町道出井津海木線	1921	128.0	3.5	周防大島町大字戸田	2019	IV	—								通行止めのため 対象外		
						概算補修費用 (百万円)			12	11	11	11	11					