

# 藤里町トンネル長寿命化修繕計画



茂谷トンネル



松倉トンネル



峨瀧峡隧道



奥小比内トンネル

令和3年3月

藤里町生活環境課

## 目 次

1. 計画策定にあたって .....	1
1.1 背景 .....	1
1.2 目的 .....	1
1.3 対象とする施設 .....	1
1.4 計画期間 .....	3
1.5 施設の課題 .....	3
2. 長寿命化修繕計画の策定 .....	4
2.1 対象施設の詳細 .....	4
2.2 トンネル長寿命化修繕計画策定の考え方 .....	5
2.3 個別施設の状況等 .....	7
2.4 維持管理計画 .....	8
2.5 LCC評価期間 .....	8
2.6 対策の優先順位の考え方 .....	8
2.7 対策内容と実施時期 .....	9
2.7.1 本工補修対策 .....	9
2.7.2 更新時期 .....	11
2.7.3 点検計画 .....	12
2.8 対策費用 .....	12
3. LCCの検討 .....	13
4. 計画全体の基本方針 .....	13

## 1. 計画策定にあたって

### 1.1 背景

我が国の社会資本は、戦後の高度経済成長とともに着実に整備され、膨大な量の社会資本ストックが形成されてきた。しかしながら、これらの社会資本は老朽・劣化が進行しつつあり、今後、社会資本が一斉に老朽化する事態に直面することになる。

藤里町においてもこれまで橋梁や道路トンネル（以下、トンネルという）などの社会資本を計画的に整備してきた。町が管理するトンネルは4本（総延長：369.6m）であり、そのうち3本は昭和35年～昭和39年に施工されていることから今後さらに老朽化が進行して行くことが懸念される。

こうした状況下で、町民の安全・安心を確保し、限られた予算の中で維持管理を行うため、トータルコストの縮減、平準化が求められている。

### 1.2 目的

今後老朽化するトンネルに対応するため、藤里町が「長寿命化修繕計画」を策定することによって、トンネルの長寿命化ならびに維持管理に係る費用の縮減及び予算の平準化を図り、地域道路網の安全・信頼性を確保することを目的とする。

### 1.3 対象とする施設

本計画は、以下の施設を対象とする。

表 1.1 対象施設一覧表

No.	施設名	延長(m)	施工時期	構造	路線
1	茂谷トンネル	157.7	S39	覆工	熊の岱・素波里線
2	峨瀧峡隧道	20.8	H5	覆工	滝の沢3号線
3	松倉トンネル	168.0	S38	覆工	湯の沢・素波里線
4	奥小比内トンネル	23.1	S35	覆工	湯の沢・素波里線
計	4箇所	369.6			



0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 km  
1:35000

「この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分の1地形図を使用した。(承認番号 平30°情使、第72-GISMAP40861号)」

図 1.1 位置図

#### 1.4 計画期間

藤里町が管理するトンネル4本のうち3本が建設後50年近く経過している。今後これらのトンネルをさらに50年延命化させることを念頭に修繕計画を検討する。なお、法令で定められた定期点検は5年に1度実施されるため、中期的な計画期間としては、定期点検の結果を基に適宜計画の見直しを行う方針とし、本計画では計画期間を令和3年度から令和12年度の10年間とする。但し、必要に応じて随時見直しを行うこととする。

#### 1.5 施設の課題

道路トンネルは、地山起因の外力性の変状と、漏水や凍害などの環境に起因した変状（材質劣化による変状）が発生しやすい。対象とするトンネルにはトンネル周辺のゆるみ荷重による外力性の変状と、鋼材腐食などの材質劣化による変状が確認されている。

覆工部材は、ライナープレートとコルゲート管が主体であり、変形や劣化の進行が懸念され、部材の交換が必要となる。

## 2. 長寿命化修繕計画の策定

### 2.1 対象施設の詳細

本計画の対象トンネルの詳細を、表 2.1 に示す。

表 2.1 藤里町管理のトンネルの内訳（令和 2 年 11 月現在）

	トンネル延長 (m)		トンネル本数	
	矢板工法※1	NATM※2	矢板工法※1	NATM※2
一級市道	0	0	0	0
二級市道	0	0	0	0
その他町道	369.6	0	4	0
合計	4	0	4	0

※1 矢板工法：矢板類を併用した鋼アーチ支保工と覆工コンクリートを主たる支保構造部材とする工法である。対象トンネルはいずれもライナープレートを覆工部材としており、ロックボルトおよび吹付コンクリートを使用していないため、「矢板工法」に分類した。支保部材に関する記録がないため、詳細は不明であるが、素掘りで施工してライナープレートを施工した可能性もある。

※2 NATM (New Austrian Tunneling Method)：主に吹付けコンクリートとロックボルトによる支保工で地山を補強するトンネル工法。従来の矢板工法（支保工に矢板を使用）に代わり、概ね平成年代より山岳トンネルの標準工法となった。なお、素掘り・吹付けのみのトンネルは矢板工法に分類している。

また、トンネルを構成する一般的な要素と本計画の対象施設を表 2.2 に示す。

なお、照明施設については、松倉トンネルに設置されているが、現在は使用されておらず、今後再設置をするかについては、検討中であることから、本計画からは除外する。

よって、対象施設は「覆工（ライナープレート）」および「坑門」とする。

表 2.2 トンネル長寿命化修繕計画の対象施設

分類		構成要素
トンネル 本体工	覆工	アーチ、側壁、 <b>ライナープレート</b>
	<b>坑門</b>	
附属物	附属施設	照明、ケーブル
	その他	標識、その他

※本体工の対象施設を赤字で示した。



図 2.1 トンネル各施設の名称

## 2.2 トンネル長寿命化修繕計画策定の考え方

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）を確実に持続させることが重要となる。（図 2.2 にフロー図を示す。）

通常、山岳工法で構築されたトンネルの維持管理については、ライフサイクルコスト（以下、「LCC」という）の最適化を目指す予防保全的手法※による維持管理が多い。しかし、当該施設の覆工はライナープレートからなり、鋼材の腐食対策など予防保全による管理が難しい。

そこで、本トンネル群の長寿命化修繕計画の策定においては、一定期間内でライナープレートを更新していく管理方針とする。

※予防保全的手法：構造物の変状が現れる前や劣化の初期段階で補修対策を行うこと。

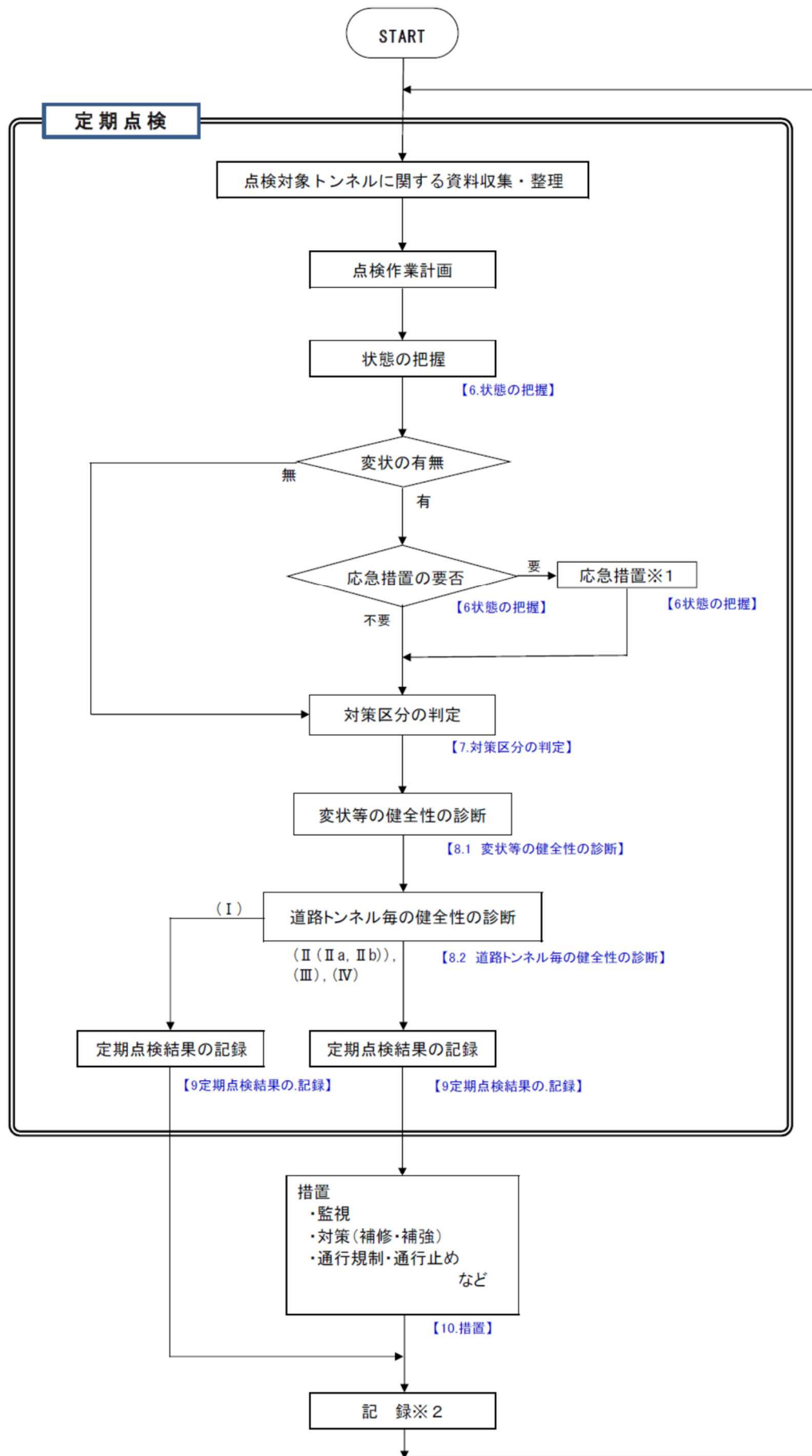


図 2.2 メンテナンスサイクルフロー図

出典：道路トンネル定期点検要領 平成 31 年 3 月 国土交通省 道路局 国道・技術課 P5



## 2.3 個別施設の状況等

本計画では、令和元年度に実施された定期点検結果に示された健全性に基づいて検討を行った。定期点検結果は「道路トンネル定期点検要領」（以下、国定期点検要領という）に準拠して変状毎に対策区分の判定（表 2.3 参照）を行っている。

表 2.3 変状毎の対策区分

区分		状態・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、次回も点検を行う必要がある状態。
	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		利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、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 平成 31 年 3 月 国土交通省 道路局 国道・技術課 P19

また、変状毎の対策区分の判定結果をもとに、最も対策区分の大きい判定 2 2 区分をトンネルの健全性と判定した。健全性の判定区分を表 2.4 に示す。

表 2.4 変状等の健全性の診断の判定区分（トンネル全体の健全性の判定区分）

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 平成 31 年 3 月 国土交通省 道路局 国道・技術課 P22

令和元年度の定期点検による対策区分を表 2.5 に示す。これによると対象の 4 施設は全て III 判定（早期措置段階）であり、早期に対策が必要な状況である。

表 2.5 点検結果

トンネル名 (区分)	総合 判定	変状			
		外力	材質劣化	漏水	その他
茂谷トンネル	III	III	III	II a	I
峨籠峡隧道	III	III	II b	I	I
松倉トンネル	III	II a	III	II a	I
奥小比内トンネル	III	II a	III	III	I

変状の「外力」はライナープレートの変形を判定したものである。変状原因はトンネル周辺地山の緩みであり、ライナープレートを更新することで対応可能と判断した。

## 2.4 維持管理計画

トンネルの次回定期点検年度の策定及び日常的な維持管理として、監視、巡視等の日常点検方法を以下に示す。

表 2.6 維持管理計画一覧表

項目	実施時期	内容
定期点検	5年に1回 (次回点検年度：令和6年)	
監視、巡視	適宜（住民等からの通報時）	トンネル内の異常、通行への支障の有無の確認
維持修繕工事	適宜（異常確認時）	トンネル内に通行の支障となる事象が発生した場合、応急もしくは恒久的な処理

## 2.5 LCC評価期間

トンネル本体工のLCC評価期間は、定期点検結果に基づいて判定される健全度毎に設定した対策余寿命（対策が必要とされるまでを推計した期間）およびライナープレートの次回更新時期等を考慮し、50年に設定する。なお、今後定期点検を繰り返す中で、対策余寿命等の精度を向上し、LCCの見直しを適時実施していく方針とする。

但し、1回目のライナープレートの更新は計画期間（令和3年～令和12年）10年の間で完了できるよう計画する。

## 2.6 対策の優先順位の考え方

対策優先順は、緊急輸送路の指定道路、緊急時における迂回路の有無、ユーザーの利用状況、トンネルの健全度等を総合的に考慮して、優先順位を決定する方針とする。優先度の検討結果を表 2.7 に示す。

表 2.7 トンネル対策優先度一覧表

トンネル名 (区分)	総合判定	対策方針	環境条件		優先順位	備考
			交通量・利用頻度	迂回路の有無		
茂谷トンネル	Ⅲ	廃道予定のため無対策。	当該トンネルの利用は少ない。※現在は入り口を封鎖して利用不可	有	4	当該トンネルは現在、通行止めをしており、今後も利用する予定はないためこのまま廃道にする予定である。現状、大型土嚢を設置しているため今後の対策は特に実施しない。
峨嵋峡隧道	Ⅲ	裏込め注入工、ライナープレートの交換。	ほとんどない	無	2	4トンネル中最も新しいトンネルであり、ライナープレート自体は腐食も少なく健全である。空洞充填をして変形したライナープレートを交換すれば、延命化が図れるため、早めに対策する方針とする。
松倉トンネル	Ⅲ	ライナープレートの交換、断面修復工、漏水対策他	多い。集落があり重要なライフラインである。	無	1	利用頻度が高く、集落へ続く唯一の道路であるため、最も優先度が高い。
奥小比内トンネル	Ⅲ	ライナープレートの交換、断面修復工、路面の凹凸整正。	ほとんどない。幹線道路に繋がる道路の一部が落橋により通り抜けできなくなっている。	有	3	使用している材料が、コルゲート管であるため更新が困難（ボルトナットが外側にあり取り外しができない）。路面の凹凸については、当該施設の利用頻度が低いため、舗装工は行わず、維持管理にて路面整正程度に留める。

## 2.7 対策内容と実施時期

### 2.7.1 本體工補修対策

#### (1) 標準的な対策工法の設定

トンネル本體工の変状の評価は、表 2.8 に示すように外力、材質劣化、漏水に区分して実施するため、補修対策もそれぞれの変状区分に対する対策工法を変状毎に適用することになる。

しかし、茂谷トンネル、峨瀦峡隧道、松倉トンネルについては内空がライナープレートで覆われており、対策工はライナープレートの更新に限定されるため本計画（対策工）では「ライナープレートの更新」とする。

奥小比内トンネルについては、コルゲート管でボルトナットが外側にあることから内側からの取り外しによる更新が出来ない。そのため当該施設については、トンネルの内側に新設でライナープレートを設置する方針とする。なお、内側にライナープレートを設置すると建築限界が縮小するため、詳細設計を行って、支障がない工法を検討することとする。

表 2.8 変状区分と標準的な対策工の例

区分	外力	材質劣化	漏水
変状状況例			
	土砂による外力により変形	覆工面がはく落し、鉄筋が露出	接合部からの滴水
対策方法	ライナープレートを更新し、裏込め注入を行い、地山と一体化させる。	内側にライナープレートを設置し、裏込め注入により既往施設と一体化させる。	ライナープレートを更新し、裏込め注入を行い、地山と一体化（水みちを遮断）させる。

## (2) 対策余寿命の設定

実施時期に関しては、道路トンネル（山岳工法）の特徴を考慮して、変状ごとに判定した対策区分ごとに、対策が必要となるまでの期間を推計した「対策余寿命」を設定する（表 2.9 参照）。

表 2.9 対策区分の判定区分と対策余寿命

健全度ランク	状態	措置の内容	対策余寿命（LCC計算上の対策までの年数）の目安 <sup>※</sup>
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。	—	— (対策費は考慮しない)
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。	15～ <u>30</u> ～50年
	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、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。	5～ <u>10</u> ～14年
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。	早期に対策	2～ <u>3</u> ～4年
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。	直ちに対策	1年以内

※：各年数はLCC計算において、対策工実施までの期間の目安を示すものであり、□内年数を仮にほぼ中央値として設定した。なお、これに対応する健全度ランクの状態は、以下に示すとおりである。

- ・健全度ランクIV（緊急に対策を行う必要がある状態）の変状は緊急に対応する必要がある。
- ・健全度ランクIIIの変状は、5年後の2回目の定期点検前までに対策を行う必要がある。
- ・健全度ランクII aの変状は、2回目～4回目の定期点検の間で要対策となると想定。
- ・健全度ランクII bの変状は、II aの対策余寿命以降に変状進行が明らかになると想定。

出典：社会資本長寿命化計画「トンネル」改訂版 平成28年3月 静岡県交通基盤部道路局道路保全課 P16 に一部加筆修正

## (3) 対策年の設定

点検年より対策余寿命に達した年を対策年として、LCC上の対策費を計上する。なお、表 2.9 に示す健全度ランクに対して、トンネル維持管理を行う上での管理水準は以下のように設定する。

- ✓ 目標管理水準：健全度ランクIIIになった時点で対策を実施し、健全度ランクIIを維持する。
- ✓ 限界管理水準：健全度ランクIVの変状が把握された場合は直ちに対策する。

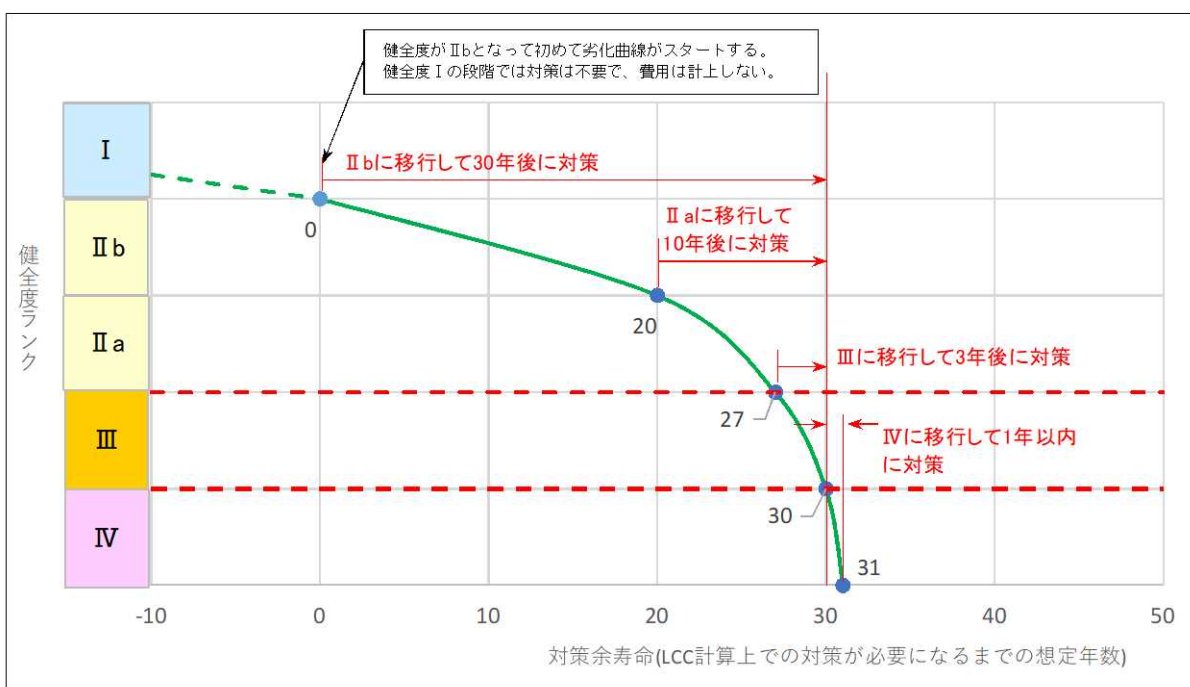


図 2.3 LCC計算上で想定した変状の劣化曲線概念図（変状単位で評価）

なお、対策余寿命及び対策年の設定については、今後、点検データ等の蓄積により適時、再評価・見直しを行う必要がある。

## 2.7.2 更新時期

更新時期は現在のライナープレートの劣化状況および表 2.10 を基に標準耐用年数を 35 年に設定することとし、全面更新を行う。対策優先順位については、定期点検の結果を基本とするが、予算やトンネルの重要度も加味して検討する。

表 2.10 亜鉛めっき付きコルゲートパイプの耐用年数

板厚 (mm)	pH ≥ 5.8 の土質および水質のとき		pH < 5.8 の土質および水質のとき
	通常の場合 (孔食度 = 0.0013in/yr)	腐食性の場合 (孔食度 = 0.003in/yr)	
1.6	49 年	21 年	耐用年数 = $11.35 [\log R - \log(2160 - 2490 \log \text{pH})] \cdot t$  R ; 土の比抵抗 (ohm·cm) pH ; 5.8 以下 t ; 板厚 (mm)
2.0	60 年	26 年	
2.7	82 年	35 年	
3.2	97 年	42 年	
4.0	100 年以上	52 年	
4.5	100 年以上	59 年	
5.3	100 年以上	70 年	
6.0	100 年以上	79 年	
7.0	100 年以上	92 年	

出典：ライナープレート設計・施工マニュアル コルゲート・ライナー技術協会 P94

### 2.7.3 点検計画

トンネル本体内工及びトンネル内に設置されている附属物を対象とした道路トンネルの定期点検は、必要な知識及び技能を有する者が、近接目視により5年に1回の頻度で実施することを基本とする。

また、照明施設等のトンネルに附属する施設については、動作状況等を確認するため道路パトロール等で適宜確認する。

### 2.8 対策費用

LCC評価期間内に発生する概算対策費用を推計した上で、予算水準を設定して年間予算の最適化を図る。本計画では、この最適化された予算に基づいて、前述の優先順位を考慮して対策を計画する。対策費用の構成を以下に示す。

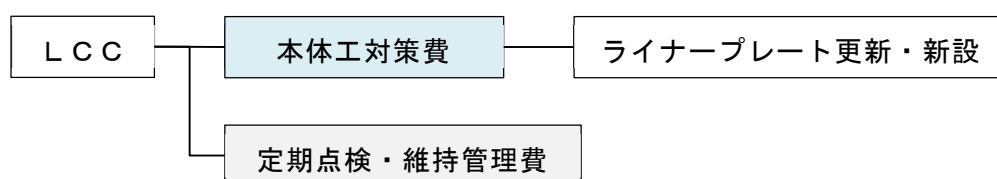


図 2.4 LCCの構成

#### (1) 本体工対策費

以下に各トンネル本体工の対策費（概算工事費）を示す。LCCの算出については延長1m当たりの工費より算出し、年度の対策費は藤里町の予算に応じて対策延長を決定する。なお、本費用には補修設計に掛かる費用は含んでいない。

表 2.11 概算工事費

トンネル名	延長	材料費	直接工事費	概算工事費	概算工事費	概算工事費
		単位：千円	単位：千円	(直工の2倍)	(採用値)	
		1m当たり				総延長
松倉トンネル	168.0	392	773	1,546	1,550	260,400
峨籠峡隧道	20.8	429	888	1,777	1,780	37,000
奥小比内トンネル	23.1	429	813	1,626	1,630	37,700
茂谷トンネル	157.7	453	889	1,778	1,780	280,700

#### (2) 定期点検・維持管理費（補修設計費用を含む）

本体工、対策費以外の費用として定期点検費、補修設計費、維持管理費を計上する。なお、茂谷トンネルは廃道予定であるため本費用は残りの3トンネルのみに計上する方針とする。

定期点検の費用については、既往実績を参考に600万とした。設計費用については、見積を徴集し金額を決定する。維持管理費については、土砂や落石の撤去および路面の整正等を想定して年間100万を計上する。

- ・定期点検費\_【設定単価：600万円】
- ・補修設計費\_【設定単価：600万円】
- ・維持管理費\_【設定単価：100万円】

### 3. LCCの検討

令和元年度までのトンネル定期点検結果に基づいて、トンネルの本体工対策費と維持管理費（点検費用等を含む）について、対象施設全ての対策工事を単年度で実施した場合と2ヶ年で実施した場合を図 3.1、図 3.2 に示す。

費用の大半はライナープレート工事費であるため、費用の凹凸がはっきりしている。単年度で対象施設全てに対策工事を実施する場合、年間の維持管理費用は3億円を超えており予算確保が困難であるため、単年度の予算上限を2億円以下に設定して検討した。

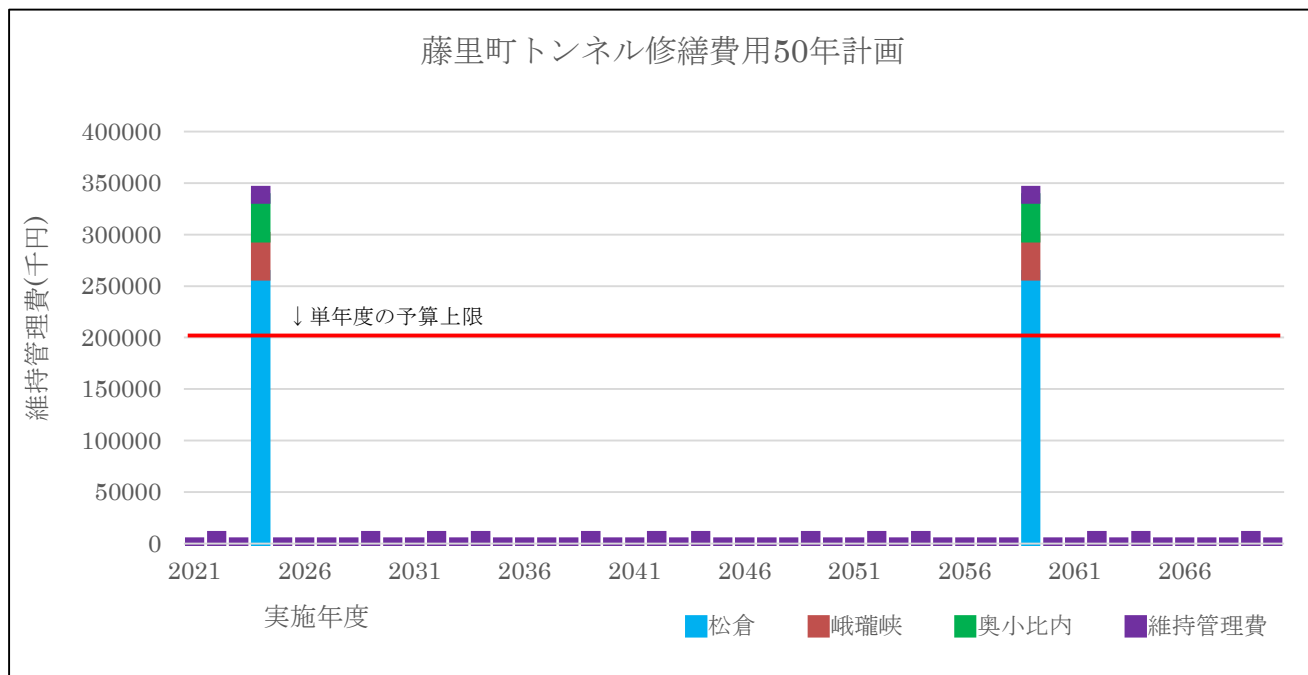


図 3.1 LCC計算結果：単年度で対象施設全ての対策工事を実施する場合

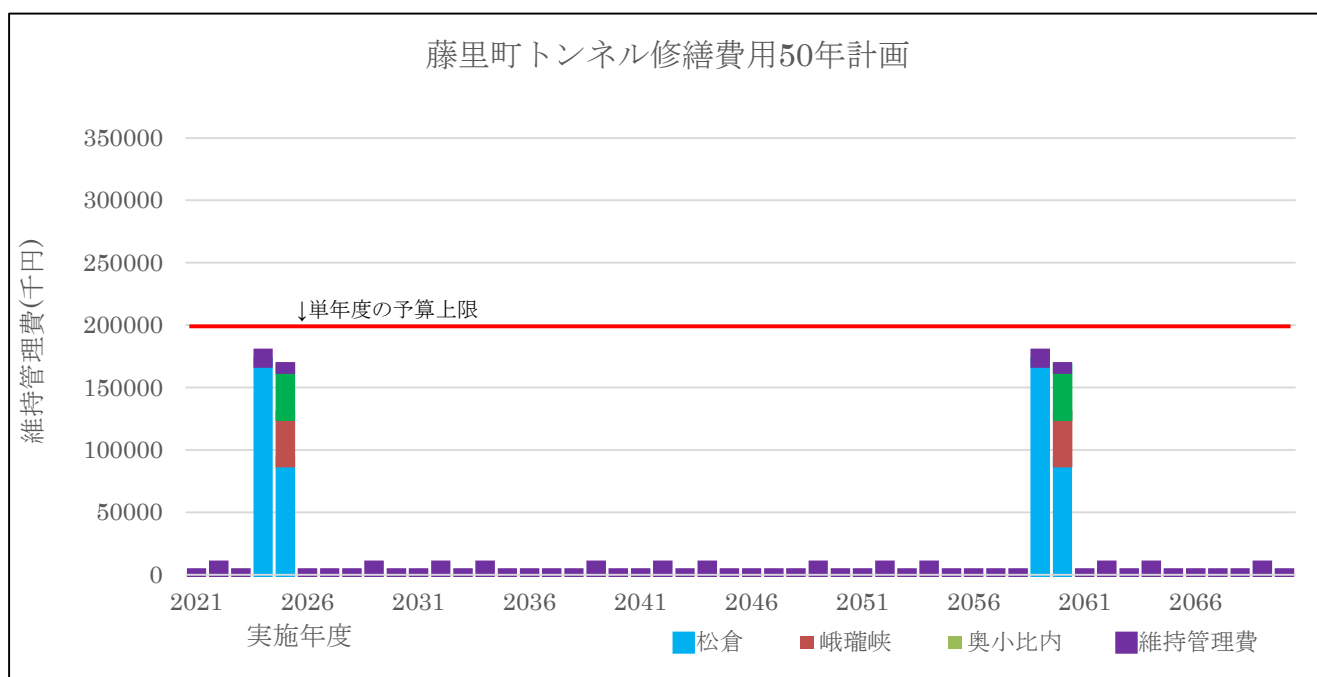


図 3.2 LCC計算結果：2ヶ年で対象施設全ての対策工事を実施する場合

## 4. 計画全体の基本方針

### 基本的な方針

本計画における個別施設の状況等から、長寿命化修繕計画に基づく修繕を行うことにより、修繕及び維持管理等に要するコスト縮減を図ります。また「集約化・撤去」「新技術等の活用」「費用縮減」など、事業コストや効率化に資するものはないかの検討を行います。

### ◇集約化・撤去

トンネルの維持管理コスト縮減を図るため、迂回路が存在し集約が可能なトンネルや利用状況等から、集約化・撤去可能かを検討します。

具体的な数値目標： 令和8年度までに管理する4本のうち、1本程度について、集約化・撤去が可能か検討。

### ◇新技術等の活用

点検の効率化や修繕等の措置の省力化や費用縮減を図るため、ドローン及び新材料・新工法の検討・活用を目指します。

具体的な数値目標： 令和8年度までに管理する4本について、新技術の活用が可能か検討し、効率化や費用縮減が見込まれる場合は活用。

### ◇費用縮減

「集約化・撤去」「新技術等の活用」を検討し、取り組みを実施することで、費用縮減を図ります。

具体的な数値目標： 令和8年度までに管理する4本で、「集約化・撤去」の取り組みを実施することで、費用を約2百万円程度縮減することを目指す。「新技術等の活用」を重点的に検討し実施することで、費用を約1百万円程度縮減することを目指す。  
また、その他費用縮減できるものがないか、積極的に検討実施し、費用の縮減を目指します。



