

萩市 道路トンネル長寿命化修繕計画
公表資料



令和 7 年 3 月

萩市土木建築部土木課

目 次

1. 背景と目的	1
1.1 背景	1
1.2 目的	1
2. 萩市が管理するトンネルの現状	2
2.1 トンネル本数及び位置図	2
2.2 トンネル概要	3
3. 萩市におけるトンネル維持管理の考え方	7
3.1 維持管理の基本方針	7
3.2 定期点検の実施	8
3.3 点検結果に基づく健全性の診断	9
3.4 対策(措置)の実施	9
4. 萩市におけるトンネル長寿命化修繕計画	11
4.1 トンネルマネジメントのフロー	11
4.2 優先順位の設定	12
4.3 劣化予測	13
4.4 対策工法の選定	14
4.5 新技術等に活用に関する基本方針	15
4.6 集約化・廃止に関する基本方針	17
4.7 LCC(ライフサイクルコスト)の計算	17
4.8 長寿命化修繕計画の策定	19
5. 意見聴取した学識経験者	20
5.1 意見聴取した学識経験者	20

表紙写真:萩市で有形文化財に指定されている「鹿背ヶ坂トンネル」(明治 18 年完成)
(覆工形式:石積み、トンネル延長 L=184.0m)

1. 背景と目的

1.1 背景

社会資本は、社会・経済活動や安全で快適な市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があり、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。

萩市が管理するトンネル 9 本(合計延長 L=1.15km)の内、供用後 50 年以上を経過したものは、2025 年(令和 7 年)現在で 6 本(約 67%)ですが、10 年後には 8 本(約 89%)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。

このことから、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、以下のとおりです。

- ・萩市が管理するトンネルに対して計画的な点検及び診断を実施します。
- ・点検及び診断結果をふまえて、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、次期の点検・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。
- ・市民の安全・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、市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。

2. 萩市が管理するトンネルの現状

2.1 トンネル本数及び位置図

萩市では、令和7年3月1日現在、9本のトンネルを管理しています。
地域毎のトンネル数を表2-1に、トンネル位置を図2-1に示します。

表 2-1 地域毎のトンネル数

地域	トンネル数
萩地域	1
川上地域	3
むつみ地域	1
旭地域	1
福栄地域	3
合計	9

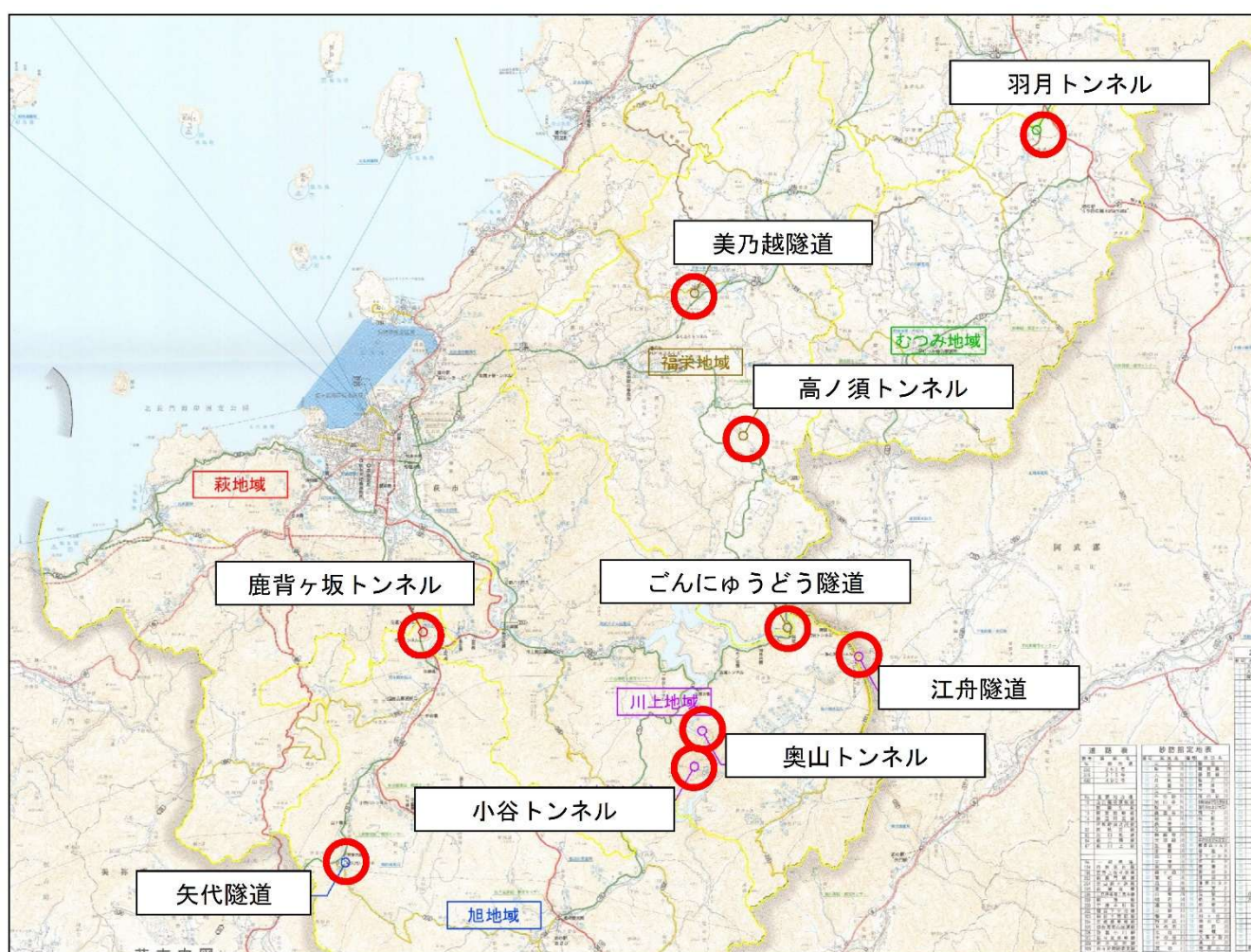


図 2-1 トンネル位置図

2.2 トンネル概要

(1) 鹿背ヶ坂トンネル

- ・所在地: 萩市大字椿地内
- ・市道名: 悴ヶ坂線
- ・竣工年(供用年数): 明治 18 年 (140 年)
- ・延長: $L=184.0\text{m}$
- ・道路幅員: $W=4.2\text{m}$
- ・有効高: $H=2.6\text{m}$



(2) 江舟隧道

- ・所在地: 萩市川上地内
- ・市道名: 江舟尻線
- ・竣工年(供用年数): 不明 (推定 50 年以上)
- ・延長: $L=28.0\text{m}$
- ・道路幅員: $W=3.1\text{m}$
- ・有効高: $H=3.3\text{m}$



(3) 奥山トンネル

- ・所在地: 萩市川上地内
- ・市道名: 小谷口ダム線
- ・竣工年(供用年数): 昭和 28 年 (72 年)
- ・延長: $L=63.0\text{m}$
- ・道路幅員: $W=3.6\text{m}$
- ・有効高: $H=4.3\text{m}$



(4) 小谷トンネル

- ・所在地: 萩市川上地内
- ・市道名: 小谷口ダム線
- ・竣工年(供用年数): 昭和 47 年 (53 年)
- ・延長: $L=67.0\text{m}$
- ・道路幅員: $W=3.6\text{m}$
- ・有効高: $H=4.0\text{m}$



(5) 羽月トンネル

- ・所在地: 萩市大字高佐上地内
- ・市道名: 羽月・長沢線
- ・竣工年(供用年数): 昭和 53 年 (47 年)
- ・延長: $L=80.0\text{m}$
- ・道路幅員: $W=7.1\text{m}$
- ・有効高: $H=5.2\text{m}$



(6) 矢代隧道

- ・所在地: 萩市大字明木地内
- ・市道名: 矢代 1 号線
- ・竣工年(供用年数): 昭和 47 年 (53 年)
- ・延長: $L=114.0\text{m}$
- ・道路幅員: $W=6.9\text{m}$
- ・有効高: $H=4.5\text{m}$



(7) 美乃越隧道

- ・所在地: 萩市大字紫福地内
- ・市道名: 美乃越線
- ・竣工年(供用年数): 昭和 12 (88 年)
- ・延長: $L=41.0\text{m}$
- ・道路幅員: $W=5.2\text{m}$
- ・有効高: $H=3.6\text{m}$



(8) 高ノ須トンネル

- ・所在地: 萩市大字福井上地内
- ・市道名: 山崎平わらび線
- ・竣工年(供用年数): 平成 14 年 (23 年)
- ・延長: $L=522.0\text{m}$
- ・道路幅員: $W=8.5\text{m}$
- ・有効高: $H=4.5\text{m}$



(9) ごんにゅうどう隧道

- ・所在地: 萩市大字福井上地内
- ・市道名: 田代渦ヶ原線
- ・竣工年(供用年数): 昭和 48 年 (52 年)
- ・延長: $L=48.0\text{m}$
- ・道路幅員: $W=3.6\text{m}$
- ・有効高: $H=3.5\text{m}$



萩市が管理するトンネルの一覧表を、表 2-2 に示します。

表 2-2 管理するトンネルの一覧表

整理 番号	トンネル名	市道名	トンネル延長 (m)	竣工年	2025年時点 の供用年数	2035年時点 の供用年数
1	鹿背ヶ坂トンネル	悴ヶ坂線	184.0	明治18年 (1885年)	140年	150年
2	江舟隧道	江舟尻線	28.0	不明	50年上 (推定)	60年以上 (推定)
3	奥山トンネル	小谷口ダム線	63.0	昭和28年 (1953年)	72年	82年
4	小谷トンネル	小谷口ダム線	67.0	昭和47年 (1972年)	53年	63年
5	羽月トンネル	羽月・長沢線	80.0	昭和53年 (1978年)	47年	57年
6	矢代隧道	矢代1号線	114.0	昭和47年 (1972年)	53年	63年
7	美乃越隧道	美乃越線	41.0	昭和12年 (1937年)	88年	98年
8	高ノ須トンネル	山崎平わらび線	522.0	平成14年 (2002年)	23年	33年
9	ごんにゅうどう隧道	田代渦ヶ原線	48.0	昭和48年 (1973年)	52年	62年
合計			1147.0			

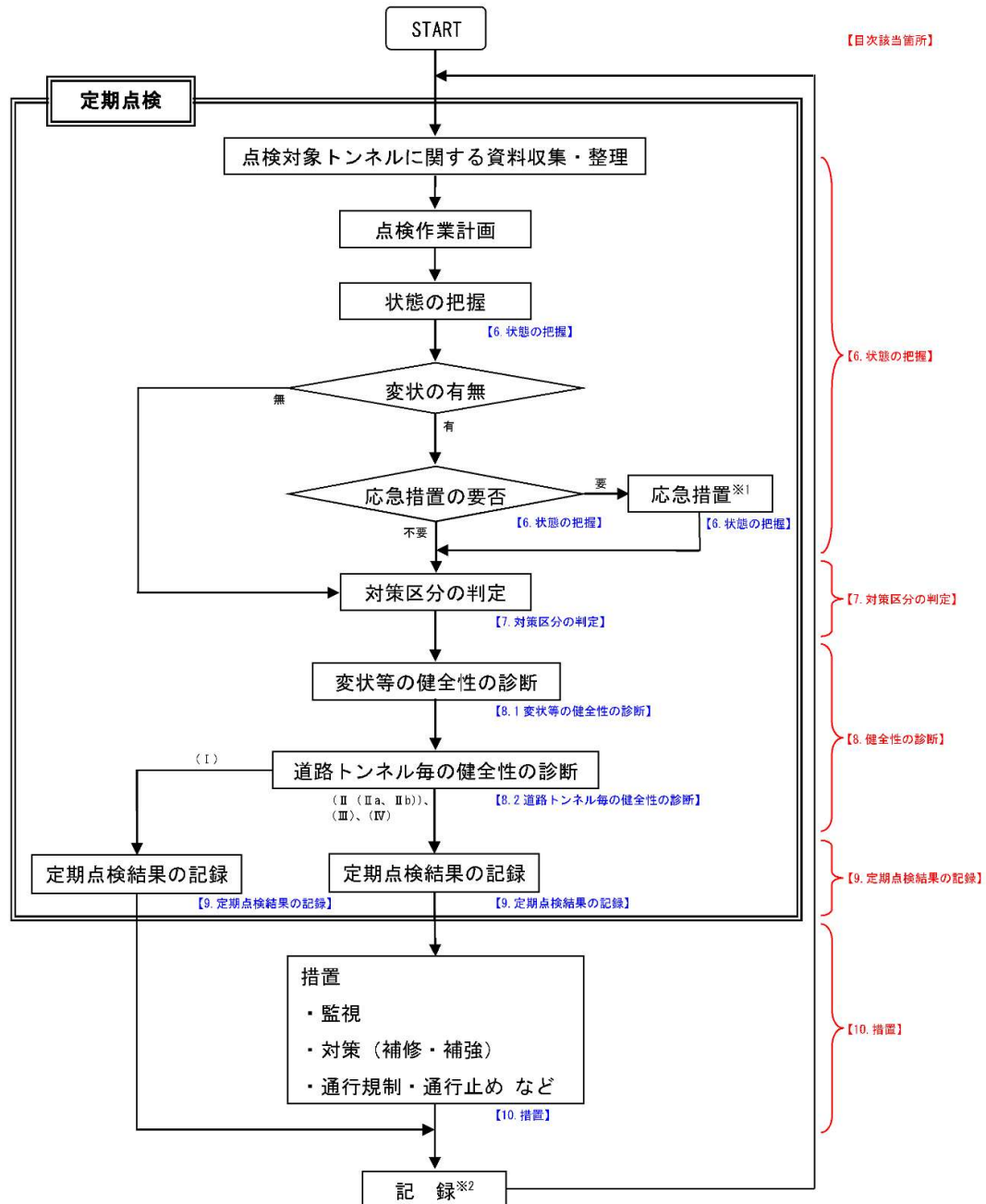
表 2-2 より、2035 年(現時点から 10 年後)には、高ノ須トンネルを除くトンネルの供用年数が 50 年以上となります。

3. 萩市におけるトンネル維持管理の考え方

3.1 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)を確実に持続させることが重要です。

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図 3-1 に示します。



※1 通行規制・通行止め等が必要となる場合には、道路管理者の判断の下で行う。

図 3-1 メンテナンスサイクルのフロー

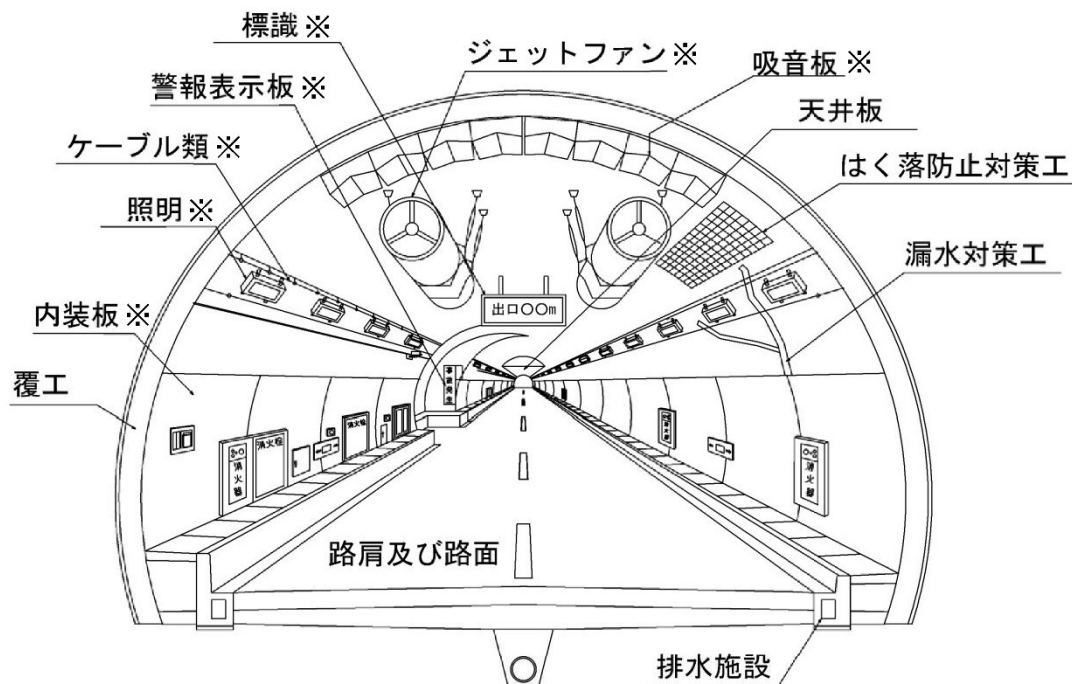
「山口県トンネル定期点検要領(案)」(令和 2 年 3 月 山口県土木建築部 道路整備課)より

3.2 定期点検の実施

定期点検については、5年に1回の頻度で実施することを基本とします。

点検方法については、高所作業車等の足場設備を用いて、トンネル本体工の変状を近接目視にて観察します。また、覆工表面のうき・剥離等の有無及び範囲等を確認する打音検査を実施するとともに、利用者被害の可能性のあるコンクリートのうき・剥離部を撤去するなどの応急措置を講じます。

点検対象箇所の標準については、図 3-2 のとおりとします。



※：附属物は取付状態の確認を行う。

点検対象箇所（トンネル内）



点検対象箇所（トンネル坑口部）

図 3-2 点検対象箇所

3.3 点検結果に基づく健全性の診断

点検結果に基づいてトンネル毎の健全性診断を、表 3-1 の判定区分により行います。

表 3-1 判定区分

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

令和 5 年度の定期点検結果に基づく健全度別トンネル数を、表 3-2 に示します。緊急または早急に修繕が必要な健全度Ⅳ・Ⅲのトンネルが、全体の 67%を占めています。

表 3-2 健全度別トンネル数

健全度				点検未実施	合計
I	II	III	IV		
0	3	4	2	0	9

3.4 対策(措置)の実施

点検・調査の結果に基づく措置(対策・監視等)については、変状毎の対策区分の判定に基づいて検討します。

表 3-3 対策の判定区分

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、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態。
III	早晩、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。

健全度Ⅳ・Ⅲと判定されたトンネルに対して、優先的に対策工事を実施します。

なお、措置の実施手法についても、これまでの対処療法的な維持管理手法(事後保全型)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)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 3-3 に、事後保全型と予防保全型のイメージを示します。

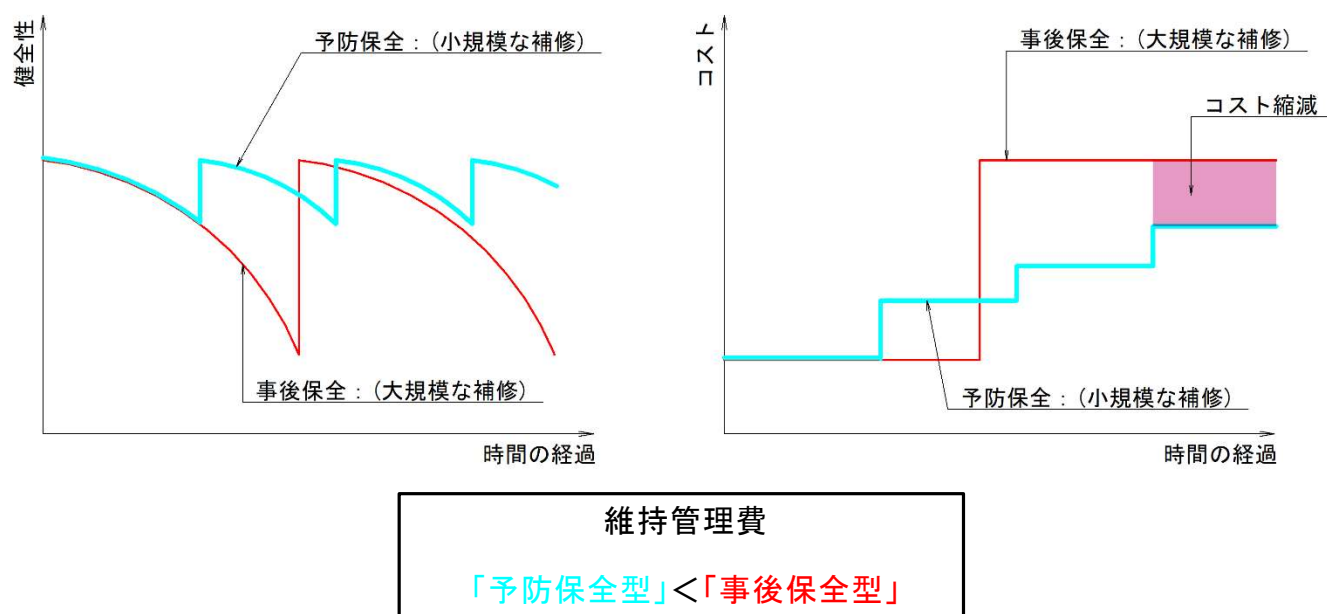


図 3-3 事後保全型と予防保全型のイメージ

トンネル本体工は外力、材料劣化、漏水等の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。

4. 萩市におけるトンネル長寿命化修繕計画

4.1 トンネルマネジメントのフロー

萩市が管理するトンネル 9 本を対象として、図 4-1 に示すフローに従って長寿命化修繕計画の策定を行います。

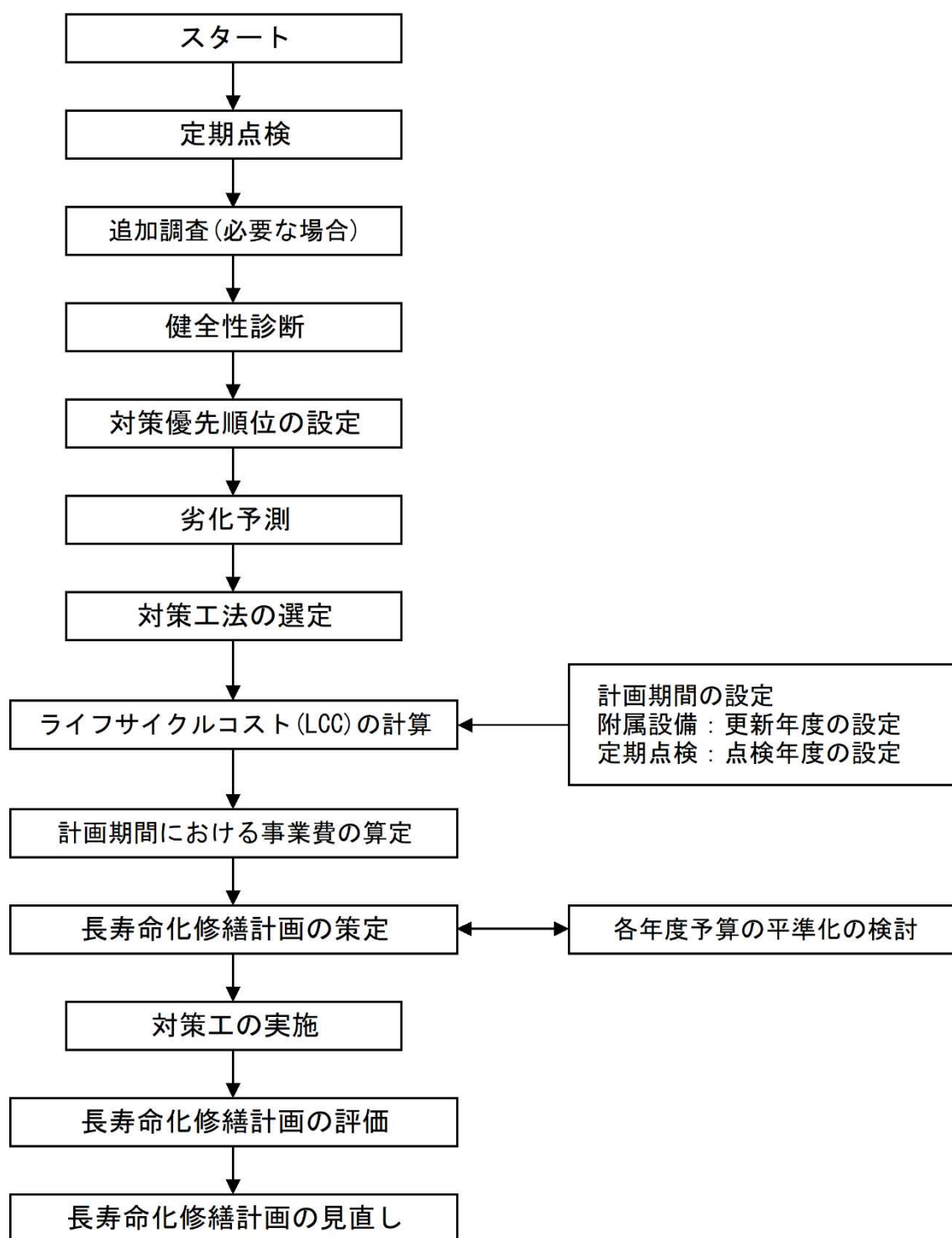


図 4-1 トンネルマネジメントのフロー

4.2 優先順位の設定

トンネルの対策工を実施する優先順位については、トンネルの役割・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。

① 緊急輸送道路の緊急重要度の順

第1次 → 第2次 → 指定外

② 緊急輸送道路の重要度が同じ場合は、下表に示すポイントの大きい順

表 4-1 トンネル優先度ポイント

項目	ポイントの考え方
バス路線	該当：25ポイント 非該当：ポイントなし
迂回路 (同等幅員程度かつ移動時間30分以内)	有：ポイントなし 無：25ポイント
交通量	大：50ポイント 中：25ポイント 小：0ポイント

③ ポイントが同じ場合はトンネル延長が長い順

検討の結果、優先順位については表 4-2 のようになります。

表 4-2 優先順位一覧表

整理番号	トンネル名	場所	緊急輸送道路の重要度	トンネル優先ポイント					トンネル延長 (m)	最終優先順位	トンネル健全性
				バス路線	迂回路 (同等幅員程度かつ移動時間30分以内)	交通量	合計ポイント	左記による優先順位			
8	高ノ須トンネル	萩市大字福井上	指定外	非該当	無	大	75	1位	522.0	1位	Ⅱ
				0	25	50					
6	矢代隧道	萩市明木	指定外	該当	有	中	50	2位	114.0	2位	Ⅲ
				25	0	25					
5	羽月トンネル	萩市大字高佐上	指定外	非該当	無	中	50	2位	80.0	3位	Ⅲ
				0	25	25					
4	小谷トンネル	萩市川上	指定外	非該当	無	小	25	3位	67.0	4位	Ⅱ
				0	25	0					
3	奥山トンネル	萩市川上	指定外	非該当	無	小	25	3位	63.0	5位	Ⅱ
				0	25	0					
9	ごんじゅうどう隧道	萩市大字福井上	指定外	非該当	無	小	25	3位	48.0	6位	Ⅳ
				0	25	0					
1	鹿背ヶ坂トンネル	萩市大字椿	指定外	非該当	有	小	0	4位	184.0	7位	Ⅲ
				0	0	0					
7	美乃越隧道	萩市紫福	指定外	非該当	有	小	0	4位	41.0	8位	Ⅲ
				0	0	0					
2	江舟隧道	萩市川上	指定外	非該当	有	小	0	4位	28.0	9位	Ⅳ
				0	0	0					

4.3 劣化予測

トンネルは通行車両の荷重等ではなく、覆工背面の地山状況に影響を受けて劣化が進行するため、劣化のメカニズムを明確することが難しく、トンネルの劣化予測を行うことは困難であります。このため、トンネル点検結果から評価された健全度評価ランク(判定区分)に応じて対応が必要になる年数(対策必要年数)を設定する方法で、劣化予測を実施します。

なお、健全度評価ランク(判定区分)に応じて対策が必要になるまでの年数(対策必要年数)については、表 4-3 を基本とします。

表 4-3 判定区分の対策必要年数

区分		定 義	対策必要年数
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	60 年
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	30 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、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	5 年
Ⅲ		早晩、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	3 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	1 年

4.4 対策工法の選定

トンネルの対策工は、変状原因をふまえて決定する必要があるため、3 種類の変状（「外力」、「材質劣化」、「漏水」）に応じて検討することとします。

長寿命化修繕計画の費用算定にあたって、近年の施工実績を考慮し、工法（在来工法・NATM）や部位（坑門・覆工）の特性をふまえて、代表的な工法または類似工法を選定するものとします。

表 4-4 に、変状区分に応じた代表的な対策工を示します。

表 4-4 対策工の種類と選定

変状区分	代表的な 変状種類	対策の分類	対策工の種類		再対策 年数
外力による変状	圧ざ ひび割れ	空洞充填	裏込め注入工	可塑性エアモルタル	永年
				発泡ウレタン	永年
		地山への支持	ロックボルト工		永年
		覆工内面補強	内面補強工	鋼板内面補強工	30
				繊維シート内面補強工	30
			内巻補強工	プレキャスト工	100
				鋼材内巻補強工	50
材質劣化による変状	うき 剥離	剥離除去後処理	断面修復工		30
		剥落防止	ネット工	エキスパンドメタル工	10
				FRPメッシュ工	25
				樹脂ネット工	25
			当て板工	パネル系当て板工	30
				繊維シート系当て板工	30
			補強セントル工	鋼アーチ支保工	50
漏水による変状	漏水 滞水	漏水	導水樋工		20
			溝切工		20
			止水注入工（ひび割れ注入工・充填工）		20
			面状漏水対策工（防水パネル工）		20
			水抜きボーリング・水抜き孔		50

注）再対策年数については、他機関の事例等を参考に設定したものであり、今後のデータの蓄積に基づき、必要に応じて、見直しを行うこととする。

長寿命化修繕計画において採用する代表的な工法（坑門）：



長寿命化修繕計画において採用する代表的な工法（覆工）：



位置	変状区分	トンネル工法	補修工法
坑門	外力による変状	在来・NATM	ひび割れ注入工
	材質劣化による変状		断面修復工
	漏水による変状		止水注入工（ひび割れ充填工）
覆工	外力による変状	在来	裏込め注入工（発泡ウレタン）
		NATM	繊維シート内面補強工
	材質劣化による変状	在来・NATM	FRPメッシュ工
	漏水による変状		導水樋工

4.5 新技術等に活用に関する基本方針

定期点検の効率化や高度化、修繕等の措置の省力化や費用縮減などを図るため、新技術等※の活用の検討を行います。

※新技術等とは、「点検支援技術性能カタログ(案)」(国土交通省 令和6年4月)や「新技術情報提供システム(NETIS)」に掲載されている技術等を示します。

走行型トンネル点検(画像計測技術)

走行型高速3D計測システムによるインフラ点検・診断技術

・ 走行型計測車両 MIMM-R



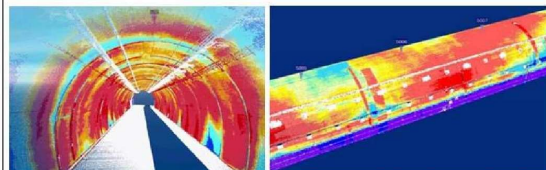
地形測量対応MMS (3Dマッピング)

- 高精度地形測量、地物認識
- ⇒道路管理の電子化、CIM導入への対応



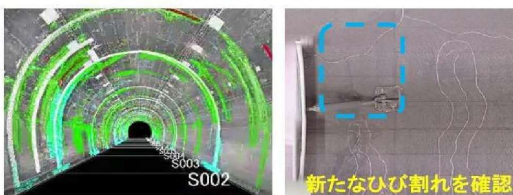
MMS: 3次元形状計測: 高精度レーザ(100万点/秒)

- トンネル形状、変形モード解析、段差検出
- ⇒ひび割れ変状原因、進行性が推定可能



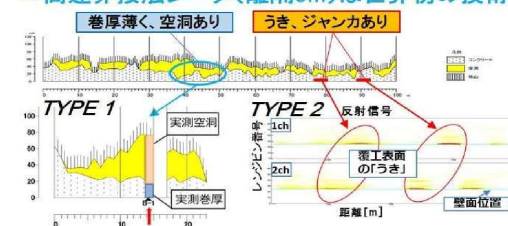
MIS: 3次元画像計測、損傷度評価

- 0.2mm幅のひび割れ検出精度(70km/h)
- ⇒近接目視点検の支援、効率化、正確な位置



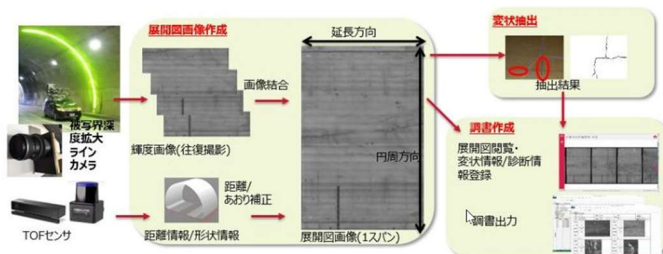
MRS: 非接触型レーダ: 2タイプ (50~70km/h)

- 巻厚・空洞探査 & 内部欠陥(うき、ジャンカ)
- ⇒高速非接触レーダ(離隔3m)は世界初の技術

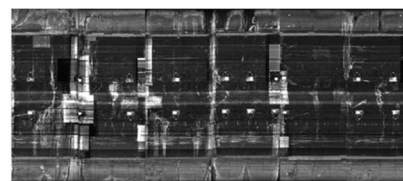


一般車両搭載型トンネル点検システム

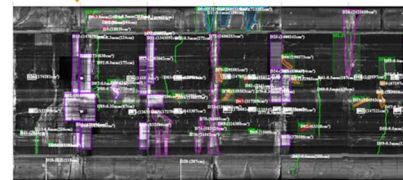
1. 一般車両に搭載した撮影装置でトンネルの全覆工部を撮影する事に変えたことにより、現場のスケッチやデジカメでの撮影の工数が低減する。
2. 覆工展開画像を基にトレースして変状展開図を作成することで、手書きのスケッチを見ながらCAD入力することがなくなったため、経済性が向上し、工程が短縮する。
3. 覆工展開画像上に変状情報・診断情報・位置情報を登録してトンネル点検結果総括表を自動で作成できるため、手入力でトンネル点検総括表を記載する事が無くなり、経済性・品質が向上し、工程が短縮する。



支援可能な点検上の作業							
外業						内業	
近接目視	打音検査	たたき落とし	触診	スケッチ	写真撮影等	変検調 形以査 計外（定期 測等） 行点	書 記 の 録 作（点検 調
○				○	○		○



自動化による変状の登録



CADへの自動生成



これら画像計測技術の活用により、トンネルの覆工全体の状況を撮影・計測できることから、点検者等の技量に左右されない点検結果を得ることが可能であり、トンネルの効率的な維持管理に効果が期待できます。

現在萩市が管理するトンネルは延長が短く、断面の小さなトンネルが多く存在します。このことから、画像計測技術を用いた技術の内、車両寸法が比較的小さな技術を用いることが有利であると考え、「一般車両搭載型トンネル点検システム」等を中心に活用の検討を行います。

令和11年度までに、萩市が管理するトンネルの内4本で新技術を活用し、従来技術を活用した場合と比較して、定期点検に係る費用の内、約500千円のコスト縮減を目標とします。

4.6 集約化・廃止に関する基本方針

迂回路が存在し、地域のトンネル利用状況等から集約化・廃止が可能と思われるトンネル※について、集約化・廃止の時期を検討します。

予防保全型の維持管理を行うことで道路トンネルの長寿命化を図り、トータルコストの縮減を図ります。

※令和 7 年 3 月時点、集約化・廃止が可能と思われるトンネルについて、今後、利用者・周辺住民との合意形成を予定するとともに、集約化・撤去の時期を検討します。

なお、集約化・廃止が可能と思われるトンネルについて、速やかな集約化・廃止を実施することで、今後 5 年間で必要となる補修・点検費用について約 41,060 千円の費用縮減を目標とします。

4.7 LCC(ライフサイクルコスト)の計算

道路トンネルの LCC(ライフサイクルコスト)は、計画期間を設定した上で、補修費用、設備更新費用、維持管理費用のコストを計算することとします。

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あたっては、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。

トンネルの LCC は、以下のように計算するものとします。

$$\text{LCC} = [\text{補修費用}] + [\text{設備更新費用}] + [\text{維持管理費用}]$$

補修費用 : トンネル本体の各変状の対策工費用

設備更新費用 : 照明設備、非常用(防災)設備、換気設備の更新費用

維持管理費用 : 定期点検費用、補修設計費用

補修費用の計算手順は、以下のとおりとします。

- ・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)をふまえ、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。
- ・各変状の対策工は、対策工法リストの代表的工法または類似工法を選定します。
- ・現在までに補修の計画や実施が行われたトンネルについては、同じ対策工を選定します。
- ・対策工の数量を算定し、対策費用を算定します。
- ・対策工が必要となる年度に対策費用を計上します。
- ・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。

設備更新費用の計算手順は、以下のとおりとします。

- ・トンネルの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。
- ・各設備の更新費用を設定します。
- ・更新が必要となる年度に更新費用を計上します。
- ・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。
- ・ただし、現況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。

維持管理費用について、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。また、対策工や数量を検討する補修設計費用について、各対策工の実施前に費用を計上します。

4.8 長寿命化修繕計画の策定

これまでの条件に基づき、トンネルの中長期(50 年間)に必要な事業予算(補修費用・設備更新費用・維持管理費用)を算定しました。

事業予算の平準化を行わず維持管理を進めた場合、補修が一時期に集中するため、適切な維持管理ができなくなる恐れがあります。

このため、「4.2 優先順位の設定」で検討したトンネルの優先順位に基づいて補修工事の順番を決定し、健全性ⅢやⅣのトンネルから優先的に補修工事を完了させることを想定して、事業費の平準化を行いました。

上記の想定における事業予算の推移を、図 4-2 に示します。

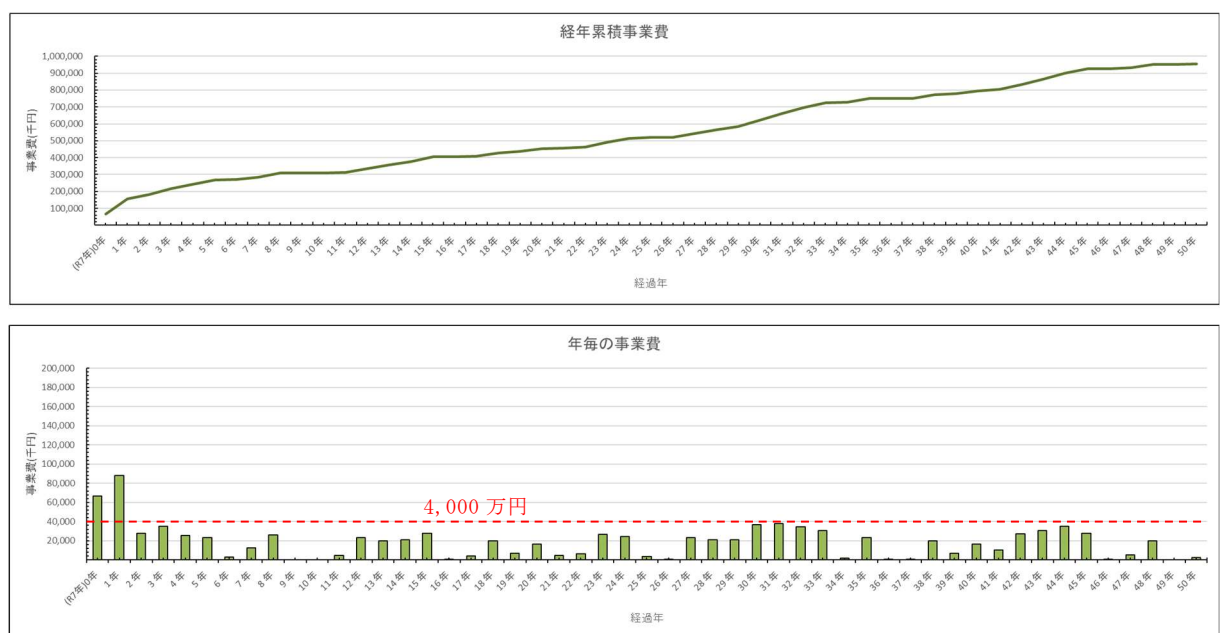


図 4-2 事業予算の推移

長寿命化修繕計画の策定により、今後 50 年の期間を通して事業予算の平準化を一定程度図ることができ、年間事業予算の最大を 4,000 万円程度に抑えることが可能になっています。なお、0 年目および 1 年目の事業費は現在実施済みもしくは実施予定の対策となっています。

また、図 4-2 に示している事業予算は、当該計画策定時における条件に基づいて算定されたものであり、今後の予算措置を裏付けるものではありません。

5. 意見聴取した学識経験者

5.1 意見聴取した学識経験者

山口大学大学院 創成科学研究科

吉武 勇 教授