

牧之原市 トンネル長寿命化修繕計画

令和5～14年度



令和5年 3月



牧之原市

MAKINOHARA CITY

【 目 次 】

1. トンネルの現状	1
1.1 トンネル長寿命化修繕計画の背景	1
1.2 トンネル長寿命化修繕計画の目的	2
1.3 トンネルの特徴（トンネル延長区分）	3
1.4 計画の対象施設	3
2. 維持管理目標	4
2.1 維持管理指標	4
2.2 維持管理水準	4
3. 老朽化対策における基本方針	5
3.1 メンテナンスサイクルの構築	5
3.2 点検の実施方針	6
3.3 健全性の診断	7
3.4 対策優先順位の考え方	8
4. 新技術等の活用方針	9
4.1 新技術等の活用における具体的な方針	11
5. 費用の縮減に関する具体的な方針	12
5.1 維持管理手法の転換による費用縮減	12
5.2 撤去・集約化による費用縮減	12
6. 対策内容と実施時期	14

1. トンネルの現状

1.1 トンネルの高齢化

牧之原市が管理するトンネルは、令和5年3月現在で2トンネルあります。牧之原市は管理するトンネルは、2023年現在から約20年前の1993年、2003年に、2トンネル（100%）が集中して竣工されています。

市の管理トンネルの内、竣工後50年を超える高齢化したトンネルは、現在0トンネルですが、30年後には2トンネル全てが50年以上経過することとなります。

しかし、我が国の少子高齢化等の社会情勢の変化により今後、公共事業費予算の大幅な増加が見込めない状況下でトンネルの維持管理費や更新費は年々増加傾向にあることを加味すると、今後寿命を迎えるトンネル全ての更新費を確保するのは困難です。

このような背景から、今後、増大が見込まれるトンネルの補修・修繕に要する維持管理費や更新費を縮減し、多大な費用を要する修繕が一時的に集中しないように計画的に長寿命化を図る必要があります。

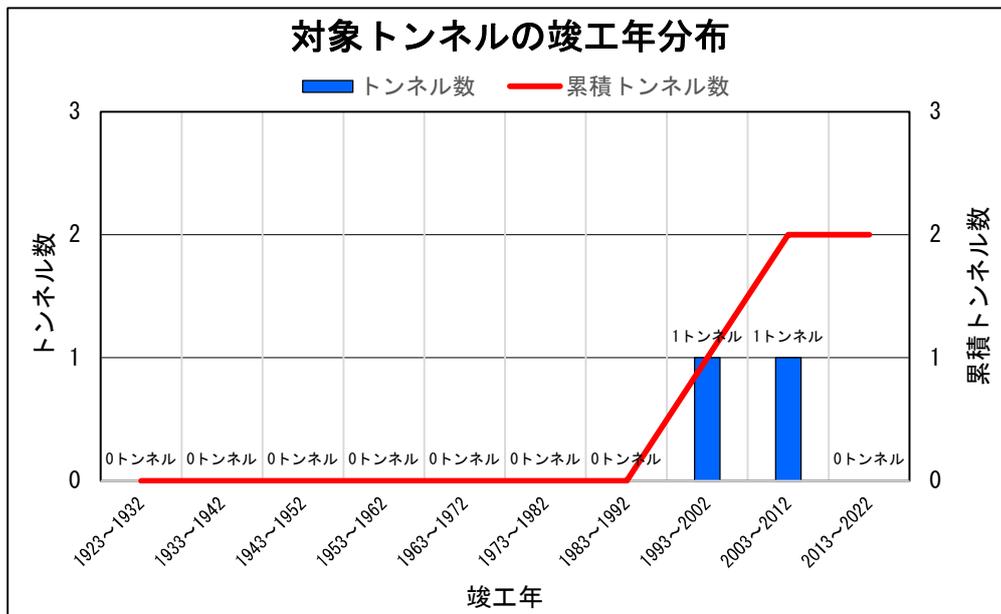
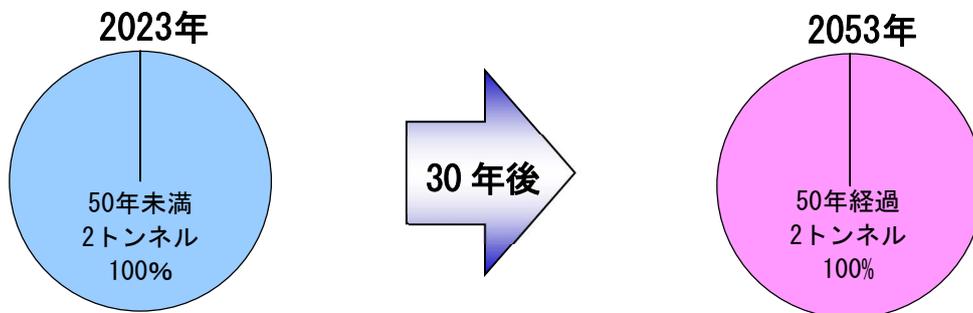


図 1. 1. 1 対象トンネルの架設年分布



今後 30 年で高齢化が進み、健全性^{※1}の低下が顕著になると、短期間に多額の修繕費用が必要となります。

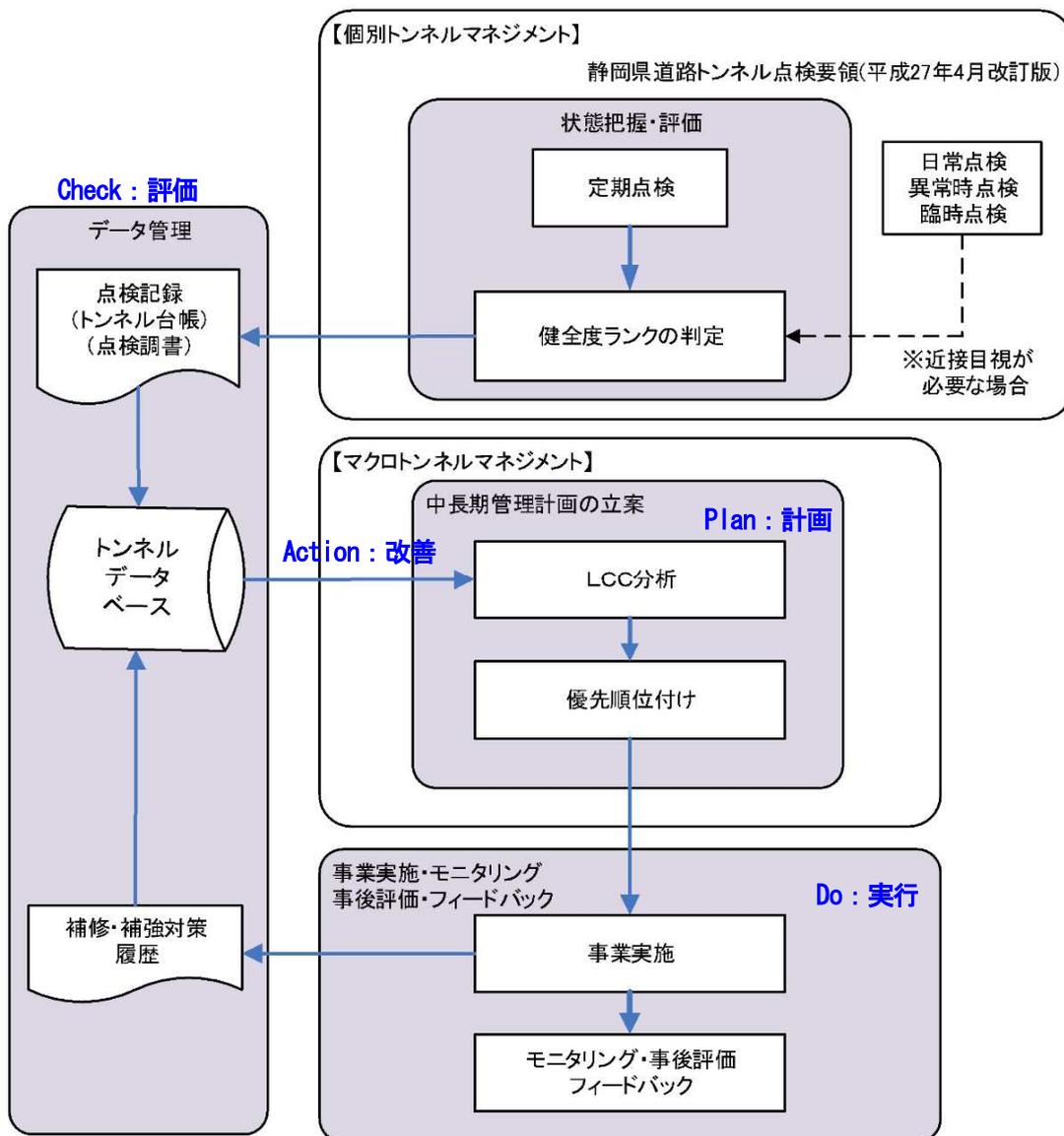
※1 健全性…トンネルの健康状態を示す数値

図 1. 1. 2 架設後 50 年を経過する老朽化トンネルの割合

1.2 トンネル長寿命化修繕計画の目的

牧之原市では、長寿命化修繕計画を効率的に実施していくために、維持管理における PDCA サイクル^{*}を構築します。トンネルマネジメントを体系化することで、効果的な維持管理業務の遂行を目指します。

※PDCA サイクル・・・品質管理のサイクルを構成する4つの段階（P：Plan（計画）D：Do（実行）、C：Check（評価）、A：Action（改善））を順次実施し、次のサイクルにつなげ、継続的に改善を図るという概念。



【静岡県社会資本長寿命化計画 トンネルガイドライン H28.3 P.10】

図1.2.1 トンネルマネジメントの体系

1.3 トンネルの特徴

牧之原市の管理するトンネルは、管理トンネル全てが覆工コンクリートで施工されています。工法は全て NATM 工法※であり、ロックボルトが打ち込まれていることから地山の保持力によって土圧に抵抗できるため、覆工厚が比較的薄く施工されているものと考えられます。

トンネル延長は、薬師トンネルが210.0m、空港トンネルが741.0mで整備されている状態です。

したがって、牧之原市の管理するトンネルは、延長に差はありますが、同様の工法、材料で竣工されたトンネルとなります。

※NATM 工法(New Austrian Tunneling Method 新オーストラリアトンネル工法)

…NATM 工法は、山岳工法の一つである。地山の掘削後、早期にコンクリート吹き付け→鋼製支保工の建て込み→ロックボルトの打設を実施し、地盤の安定を確保しながらトンネルを掘進する工法。

トンネル延長区分

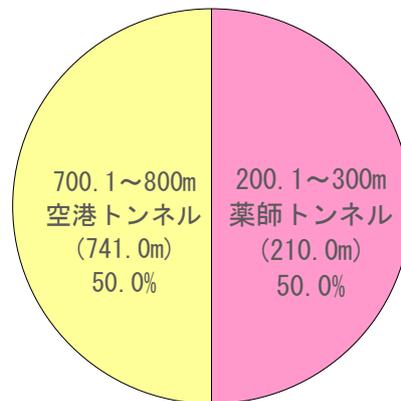
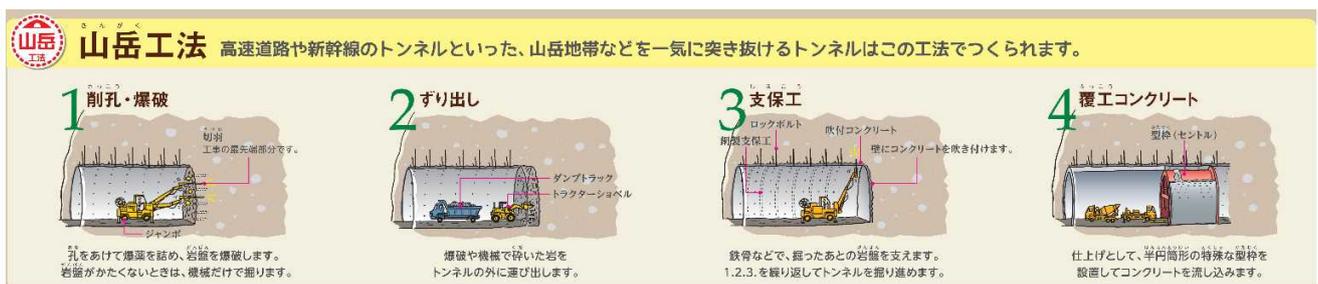


図 1.3.1 トンネル延長区分



【一般社団法人日本トンネル技術協会】

図 1.3.2 トンネルのつくりかた

1.4 計画対象および計画期間

「トンネル長寿命化修繕計画」は、牧之原市の管理するトンネル（全2トンネル）を対象とします。

計画期間は、策定年度を除く2023年度から2032年度までの**10年間**に設定します。

なお、定期点検により新たに措置が必要なトンネルが見つかる可能性を考慮し、最新の点検結果に基づく計画の見直し（フォローアップ）を適宜、実施します。

2. 維持管理目標

2.1 維持管理指標

トンネルの維持管理指標は、点検要領に基づき「健全性の診断の区分」の観点から、トンネルの機能に関する指標を設定するものとし、Ⅰ（健全）、Ⅱ（予防保全段階）、Ⅲ（早期措置段階）、Ⅳ（緊急措置段階）の4段階に区分します。

表 2.1.1 判定区分（維持管理指標）

区分		状態（定義）
Ⅰ	健全	変状が全くないかあっても軽微で、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	予防保全段階	Ⅱb 変状・損傷があり、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 変状・損傷があり、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	早期措置段階	変状・損傷があり、早晚、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に措置を講じる必要がある状態。
Ⅳ	緊急措置段階	変状・損傷が著しく、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。

【静岡県 社会資本長寿命化計画 トンネルガイドライン改訂版 平成 28 年 3 月 P.11】

※「静岡県 静岡県道路トンネル点検要領 令和 3 年 3 月 P.17」における健全度ランクの区分を参考に、維持管理指標を設定した。

※Ⅱ（予防保全段階）は、損傷の状況によりⅡaとⅡbに分類される。

2.2 維持管理目標

トンネルの維持管理は、定期点検結果による健全性（Ⅰ～Ⅳの4段階）を指標とし、Ⅰ（健全）またはⅡb（予防保全段階）の状態を保つことを目標とします。

なお、将来的にⅠまたはⅡの状態を維持し続けるには、従来の事後保全型の維持管理から予防保全型の維持管理への転換が必要となります。

表 2.1.2 維持管理目標と優先度

区分		状態（定義）
Ⅰ	健全	変状が全くないかあっても軽微で、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	予防保全段階	Ⅱb 変状・損傷があり、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 変状・損傷があり、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	早期措置段階	変状・損傷があり、早晚、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に措置を講じる必要がある状態。
Ⅳ	緊急措置段階	変状・損傷が著しく、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。

（注）緊急措置とは、設置路線の「通行止」、「通行規制」のいずれかの対応を行うことをいう。

（注）Ⅱb は、管理目標を示す。

3. 老朽化対策における基本方針

3.1 メンテナンスサイクルの構築

人もトンネルも健康（健全）であるためには適切な検査・治療（点検・措置）を継続することが重要になります。

牧之原市では管理トンネルを適切な維持管理を継続することにより長寿命化を図るため、点検⇒診断⇒措置⇒記録⇒（次回の点検）から成るメンテナンスサイクルを構築し回していくことで、トンネルの維持管理を効率的かつ効果的に遂行します。

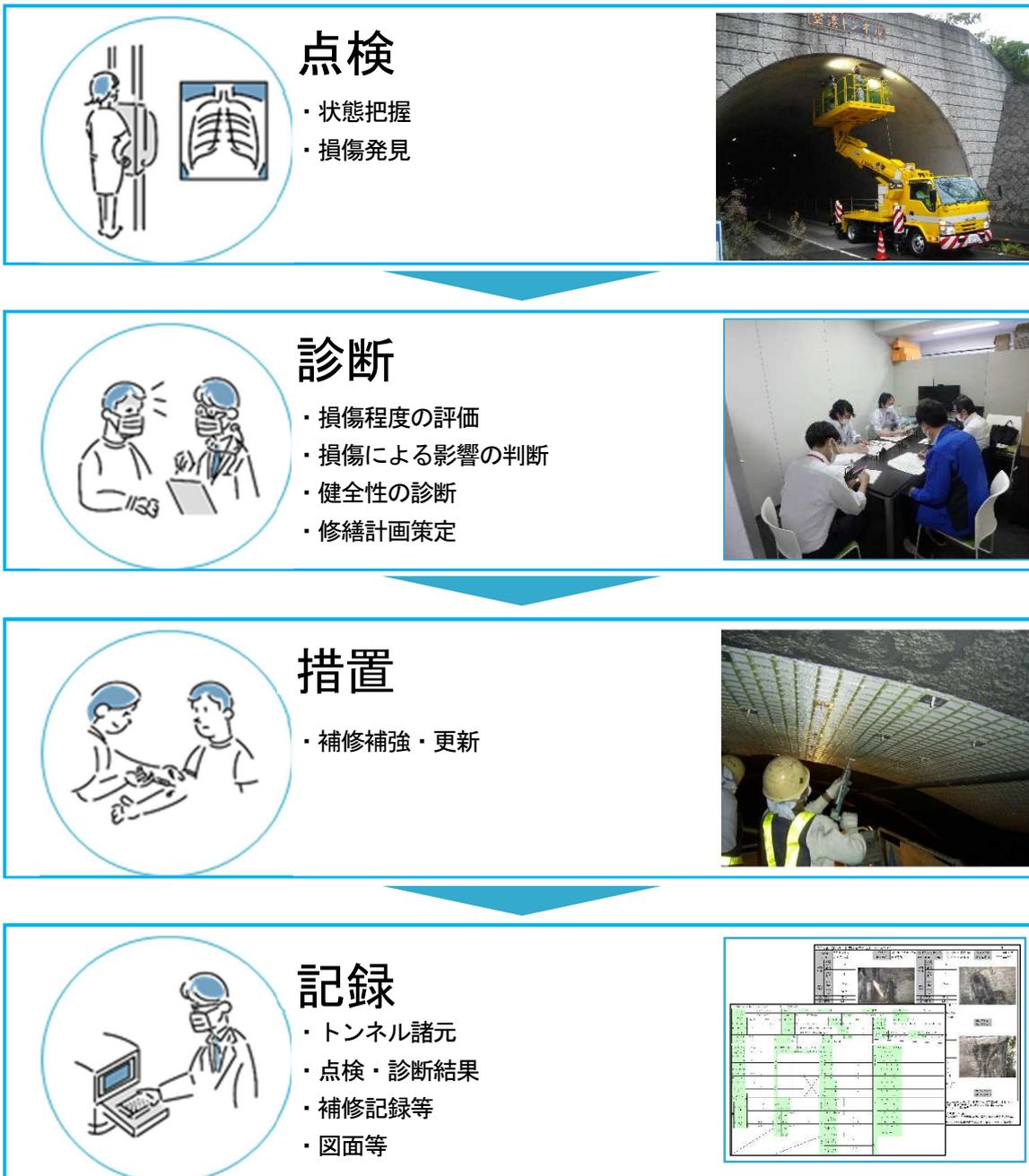


図3.1.1 トンネルメンテナンスサイクル

3.2 点検の実施方針

点検体系はトンネルの状態を把握することを目的とし、「静岡県道路トンネル点検要領 3年3月」、「静岡県 社会資本長寿命化計画トンネルガイドライン改訂版 平成28年3月」、「国土交通省道路トンネル定期点検要領 平成31年2月」及び「国土交通省 道路トンネル定期点検要領 平成31年3月」に基づき実施する。

点検は、「日常点検」、「定期点検」、「臨時点検」、「異常時点検」及び「監視」の5つに区分する。トンネルの点検体系は、以下の通り区分する。

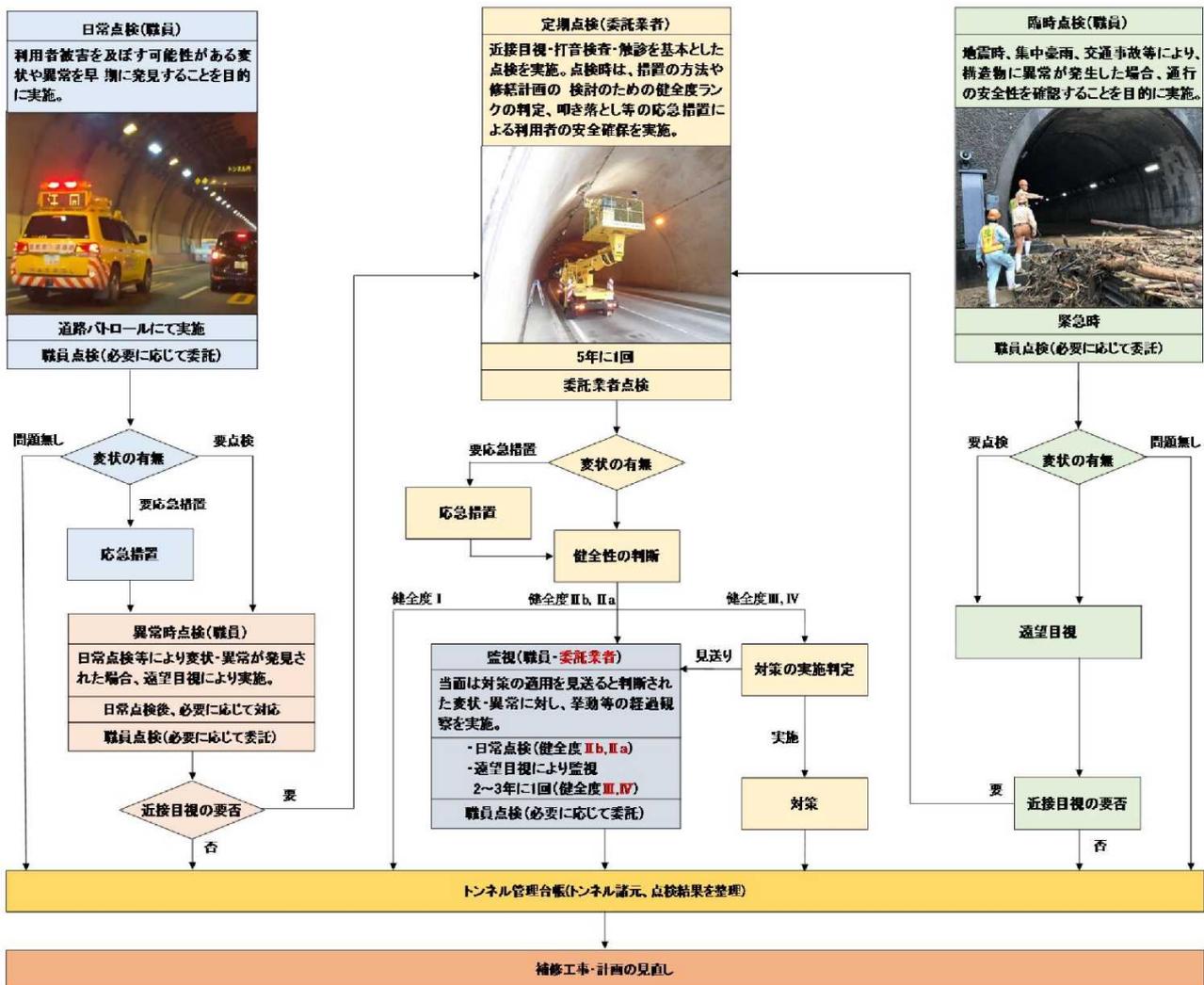


図3.2.1 点検体系のフロー

3.3 健全性の診断

定期点検結果及び修繕履歴を踏まえた健全性の悪い順（Ⅳ⇒Ⅲ⇒Ⅱa）で優先度を設定します。
 （Ⅳ（緊急措置段階）は直ちに修繕、Ⅲ（早期措置段階）は5年以内（次回の定期点検まで）の修繕、Ⅱa（予防保全段階）は、計画的な修繕が必要。）
 なお、健全性の悪い順での評価が同列だった場合、修繕実施予定年度の財政状況や、牧之原市との管理状況を考慮し、優先度の高いトンネルを整理します。

表 3.3.1 判定区分表

区分		状態（定義）
I	健全	変状が全くないかあっても軽微で、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	予防保全段階	II b 変状・損傷があり、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 変状・損傷があり、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	早期措置段階	変状・損傷があり、早晩、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に措置を講じる必要がある状態。
IV	緊急措置段階	変状・損傷が著しく、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）個別施設の状態等

過年度より実施してきた定期点検の結果および修繕実施状況を踏まえ、牧之原市の管理トンネルの最新の健全性を整理しました。健全性は、薬師トンネル、空港トンネル共にⅢ（早期措置段階）にあります。（令和5年3月現在）

表 3.3.2 牧之原市管理トンネルの健全性の分布

判定区分		トンネル数	
		前回点検結果	修繕履歴反映後
I	健全	0 トンネル	0 トンネル
II	II b	0 トンネル	2 トンネル
	II a	0 トンネル	0 トンネル
III	早期対策段階	2 トンネル	0 トンネル
IV	緊急措置段階	0 トンネル	0 トンネル
計		2 橋	

3.4 対策優先順位の考え方

定期点検における健全性の診断結果が悪い順に、対策優先順位を高く設定することを基本とします。また、牧之原市の事業計画の優先度やトンネルが施工されている路線の重要度などを考慮し、対策優先順位を設定します。

(1) 健全性の診断結果

定期点検結果及び修繕履歴を踏まえた健全性の悪い順（Ⅳ⇒Ⅲ⇒Ⅱa）で優先度を設定する。（Ⅳ（緊急措置段階）は直ちに修繕、Ⅲ（早期措置段階）は5年以内（次回の定期点検まで）の修繕、Ⅱa（予防保全段階）は、計画的な修繕が必要。）

なお、健全性の悪い順での評価が同列だった場合は、修繕実施予定年度の財政状況や、牧之原市との管理状況を考慮し、優先度の高いトンネルを整理する。

表 3.4.1 健全性の診断結果による対策優先度

判定区分		細分化	優先度
I	健全	-	修繕の必要なし
II	予防保全段階	II b	早期修繕対象外
		II a	3
III	早期措置段階	-	2
IV	緊急措置段階	-	1

※「II a」：将来的に利用者へ影響が及ぶ可能性があり、現状では監視と定期点検で問題がない損傷

「II b」：将来的に利用者へ影響が及ぶ可能性があり、監視を併用し、予防保全の観点より対策が必要な損傷

4. 新技術等の活用方針

4.1 対策優先順位の考え方

トンネル点検における点検作業の効率化および費用削減を目的に、新技術等の活用に関する方針を設定します。具体的な活用方針設定することで、牧之原市が抱える膨大な事業費用の縮減効果を図る一環として活用します。

(1) トンネル点検における具体的な活用方針

トンネル点検における主な業務内容は、現地での点検作業、点検後の調書・図面作成であり、業務内の作業として大半を占めている状態です。そのため、点検作業および調書・図面作成作業の効率化に特化した新技術を積極的に活用していきます。また、新技術等を活用することで、トンネル点検において従来の作業課題（施工時の数量誤差等）となっていた損傷図の作成等においても、精度の向上を図ります。トンネル点検における具体的な活用方針は、以下の通りとします。

- ①現場での点検作業に対する新技術等の抽出条件として、トンネル点検車による点検作業時間を削減できる技術（スクリーニング等）を活用します。
- ②点検後の調書・図面作成に対する新技術等の抽出条件として、点検作業に対する新技術等と併用して調書・図面作成へデータをインポートすることで作業手間を縮減し、効率的にトンネル点検における事業費用の縮減効果が図れる技術を活用します。

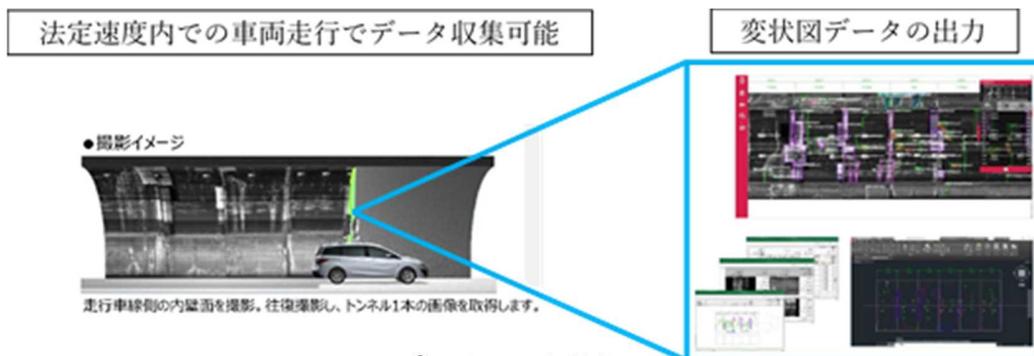


図6 ①における新技術（事例）

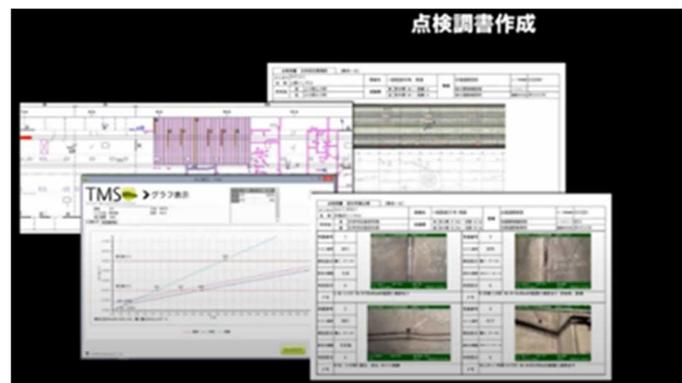


図7 ②における新技術

(2) 新技術等を活用できる対象トンネル

新技術等を活用できる対象トンネル2トンネルを、以下の抽出条件より選定しました。

【設定条件】

- ・過年度の定期点検にてトンネル点検車により点検を実施したトンネル



写真1 空港トンネル点検状況



写真2 薬師トンネル点検状況

(3) 点検作業に活用可能な新技術等の選定

点検作業に活用可能な新技術等は、「点検支援技術性能カタログ(案)-国土交通省」(以下、点検技術カタログと記す)より選定します。選定の結果、技術特徴を踏まえ画像計測技術の中から、以下の抽出条件に適した技術を9案抽出し、**トンネル点検システム(ロードビューワ)技術を新技術として選定**しました。

【抽出条件】

- ・抽出条件①：点検時の作業時間が削減できる技術
- ・抽出条件②：点検作業に対する新技術等と併用して調書・図面作成できる技術

表4 新技術等の選定結果

技術名	適用範囲	判定
走行型高精細画像計測システム (トンネルトレーサー)	覆工撮影・図面作成	×
道路性状測定車両イーグル(L&L システム)	覆工撮影・図面作成	×
社会インフラモニタリングシステム (MMSD® II)	覆工撮影・図面作成	×
走行型高速 3D トンネル点検システム MIMM-R (ミーム・アール) /MIMM(ミーム)	覆工撮影・図面作成	×
一般車両搭載型トンネル点検システム	覆工撮影・図面作成	×
トンネル覆工表面撮影システム	覆工撮影・図面作成	×
統合型トンネル点検・診断支援システム (iTAMS : データベースシステム、オンサイトシステム)	覆工撮影・図面作成	×
トンネル点検システム「ロードビューワ」 (覆工撮影～調書作成)	覆工撮影・図面作成・ 点検調作成 (国様式)	○
モービルインスペクションシステム GT-8K	覆工撮影・図面作成	×

(4) トンネル修繕工事における最適な新技術の選定

トンネル修繕工事に対する事業費縮減や事業の効率化、精度向上が見込める新技術を積極的に活用します。新技術の選定は、NETIS-新技術情報提供システム-（国土交通省ホームページ）や新技術・新工法情報データベース（静岡県ホームページ）で随時提供される情報を収集し、利用可能な新技術を選定します。

4.2 新技術活用による費用の縮減に関する具体的な方針

前項の計画を踏まえ、牧之原市の管理トンネル全てに対して新技術等の活用を目標とし、令和5年度から令和10年までに目標達成を目指すことで、従来の点検費用に対して約0.2%程度の事業費縮減を図ります。

5. 費用の縮減に関する具体的な方針

5.1 管理シナリオの設定

管理シナリオを設定することで、費用縮減効果を目的とした将来的な管理区分を設定する。将来的な修繕計画を策定するにあたり、予防保全型管理シナリオ、対症療法型管理シナリオの2種類に区分し、費用縮減の効果を踏まえて、最適な管理シナリオを設定する。

表5.1.1 管理シナリオ一覧

管理シナリオ	維持管理手法
予防保全型管理シナリオ	健全性Ⅱ（Ⅱa）の段階で、小規模補修・補強を行い、トンネルの長寿命化を図る管理手法。 損傷の補修に加え、トンネルの耐久性を向上させる技術の活用等により、トンネルに対して最小限の維持管理で最大限の長寿命化を図ることを目的とし、維持管理を継続する。
対症療法型管理シナリオ	健全性Ⅲの段階で大規模補修・補強を行う従来型の管理手法。 顕在化した損傷の補修は逐次行う。

対象2トンネルは、費用縮減効果を期待できる予防保全型シナリオで管理を行う。

5.2 集約化（統廃合）・撤去に関する方針※今回は対象外

牧之原市の将来計画や都市計画道路の方針を考慮し、実状に応じた適切な事業計画の立案を図るため、トンネルに対する集約化（統廃合）・撤去に関する方針を設定します。

管理トンネルの多い自治体では、集約化（統廃合）・撤去を実施することで、膨大な事業費用の縮減効果を図ることができますが、牧之原市では、以下の理由により集約化（統廃合）・撤去を実施することが困難です。

- ①管理トンネルが2トンネルであり、効率的な事業費用の縮減効果が見込めない
- ②迂回路となるトンネルが存在しない
- ③重要路線に位置する
 - ・薬師トンネル：市指定の3次緊急輸送路
 - ・空港トンネル：市で重要路線と位置付ける1級市道

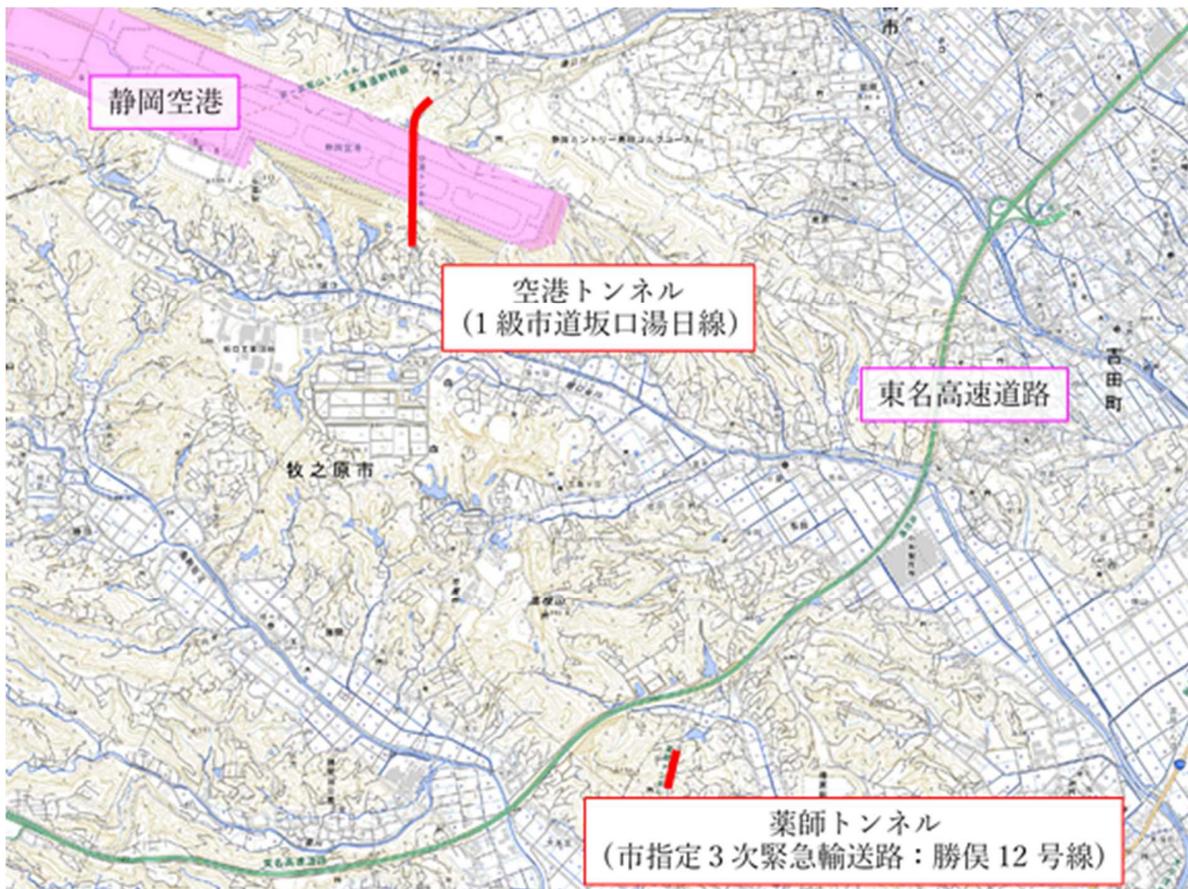


図5.2.1 空港トンネル、薬師トンネル位置図

6. 対策内容と実施時期

(1) 対策内容

本計画における対策は、5年に1回の頻度で実施する定期点検および5年以内に修繕が必要な健全性Ⅲ（早期措置段階）のトンネル、健全性Ⅱ（予防保全段階）の中で5年以内（次回の定期点検まで）に健全性Ⅲに進行する可能性が高い健全性Ⅱaのトンネルが修繕対象となります。

(2) 実施時期

- ・ 5年毎の定期点検を継続して実施します。
- ・ 定期点検（2巡目以降）は、前回の定期点検から5年以内かつ点検費の平準化を図った上で実施年度を調整します。
- ・ 健全性Ⅲのトンネルは、定期点検後5年以内に修繕を実施します。
- ・ 健全性Ⅱaのトンネルは、健全性Ⅲの修繕が完了後、対策優先順位の高い順に修繕を実施します。

(3) 対策費用

本計画の期間内に要する対策費用（点検費）の概算は、約1.4千万円程度です

計画区分	の建設区分性	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
点検計画 (定期点検)		2022年度 (業定年度)	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度	2032年度
橋梁 寿命 化修繕 計画	点検計画 (定期点検) Ⅲ Ⅱ	(設計: 7橋) (第) 中条川1号橋 (第) 才加前川1号橋 (第) 都々谷川1号橋 (第) 福見沢川1号橋 (第) 黒基谷川2号橋 (第) 江田田川1号橋 牧ヶ谷橋 (工事: 4橋) 菅ヶ谷(第) 黒沢川3号橋 湍先1号橋 湍先2号橋 湍先3号橋	(設計: 2橋) (第) 才加前川2号橋(第) 瀬戸橋(RC)	(設計: 4橋) 福見沢橋(RC) (二) 須々木川3号橋(第) (第) 才加川2号橋(第) 後川橋(RC)	(設計: 1橋) 西川橋(PC)	(設計: 1橋) 西川橋(PC) (工事: 4橋) 福見沢橋(RC) (二) 須々木川3号橋(第) (第) 才加川2号橋(第) 後川橋(RC)	(設計: 41橋) 南前玉橋(鋼)	(設計: 1橋) 筋違橋(PC)	(設計: 3橋) 高橋(PC) 西萩間橋(PC) (第) 新川1号橋(PC)	(設計: 1橋) 樋口橋(PC)	(設計: 1橋) 佐々木橋(PC)	(設計: 1橋) 佐々木橋(PC)
		修繕計画 設計費 (橋長5m未満 : 200万/橋) 設計費 (橋長5m以上15m未満 : 300万/橋) 設計費 (橋長15m以上50m未満 : 500万/橋) 設計費 (橋長50m以上 : 700万/橋)	定期点検 (3巡目) (58橋) 定期点検 (4巡目) (58橋)	定期点検 (3巡目) (58橋)	定期点検 (3巡目) (58橋)	定期点検 (3巡目) (58橋)	定期点検 (3巡目) (58橋)	定期点検 (3巡目) (58橋)	定期点検 (3巡目) (58橋)	定期点検 (3巡目) (58橋)	定期点検 (3巡目) (58橋)	定期点検 (3巡目) (58橋)
点検計画 (調査計画) (調査費: 60万/橋)	Ⅲ Ⅱ	8橋 6橋	8橋 6橋	8橋 6橋	8橋 6橋	8橋 6橋	8橋 6橋	8橋 6橋	8橋 6橋	8橋 6橋	8橋 6橋	8橋 6橋