

長門市トンネル長寿命化修繕計画



令和5年4月



長 門 市

目 次

第 1 章 トンネル長寿命化修繕計画の目的	1
1-1 背景	1
1-2 目的	1
1-3 修繕計画の対象範囲	2
第 2 章 管理する道路トンネルの現状	3
2-1 トンネルの整備状況	3
2-2 トンネル附属物の状況	4
2-3 トンネルの高齢化について	4
第 3 章 道路トンネルの維持管理の考え方	5
3-1 点検について	5
3-2 維持管理の基本方針	6
第 4 章 点検結果に基づく損傷判定	8
4-1 健全度判定	8
4-2 点検結果	9
4-3 総合判定結果	9
第 5 章 トンネル長寿命化修繕計画の内容	10
5-1 マネジメントの流れ	10
5-2 健全度判定	11
5-3 劣化予測	11
5-4 LCC 計算	11
5-5 優先順位の設定	12
第 6 章 事業計画の策定	13
6-1 予防保全の考え方	13
6-2 事業費の比較	14
6-3 中長期計画の策定	15
第 7 章 今後の取り組み	16
7-1 事業評価について	16
7-2 長寿命化修繕計画のスケジュール	16

第1章 トンネル長寿命化修繕計画の目的

1-1 背景

●長門市は、人口31,518人(2023年2月28日現在)であり、2005(平成17)年に旧長門市と大津郡三隅町、日置町、油谷町とが合併し新しい長門市が誕生しました。観光資源が多く存在する市であり、観光に力を入れています。

●本市は、山口県の北部に位置し、日本海に面しています。そのため、県内外からの観光客が海水浴や沿岸付近にある観光地へ訪れます。

●広域農道長門大津線は、農産物流通に効率良く活用いただいているほか、緊急輸送道路として国道191号の迂回路的な役割も担っています。

●道路にある“橋”や“トンネル”は、市民や観光客の安全で快適な生活や交通を支える重要な役割を担っています。長門市においても、これまで橋梁や道路トンネル(以下「トンネル」と省略する)などの社会インフラを計画的に整備してきました。

トンネルは、“橋”のように架け替えや更新などの対応策が容易にできない構造物であるため、劣化等により著しい損傷が生じた場合は、迂回路確保などの問題により交通に与える影響、すなわち日常生活への影響が大きいと言えます。

このことより、トンネルは適切な維持管理が必要とされています。

●現在、長門市が管理する農道トンネルは、2000年に完成した「椎ノ木トンネル」1本であり、完成から22年を経過しています。

また、近年の定期点検の結果、部材の経年劣化による損傷が確認されています。

従来の事後保全型の維持管理を継続した場合、大規模な補修が突如として必要になり、限られた予算によるトンネル維持管理が適切に行えなくなる恐れがあります。

1-2 目的

●長門市が管理するトンネルの長寿命化計画立案の目的

≫市民の安心・安全を確保し、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長寿命化計画の目的とします。

●目的達成への取組み

①「道路トンネル定期点検要領H31,4【国土交通省道路局】」および「山口県トンネル点検要領(案)」に基づき、トンネルの計画的な点検及び診断を実施していきます。

②「山口県トンネル調査・対策マニュアル(案)」等に基づき、必要な対策を適切な時期に着実かつ効率的・効果的に実施していきます。

③これらの取り組み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、継続的な維持管理を実施していきます。

1-3 修繕計画の対象範囲

修繕計画の対象施設は、図 1-1 に示すとおりです。

一般の道路トンネルは、「本体内」と「附属物」で構成されています。

具体的には下記に示す施設で構成されています。

(1) 本体内

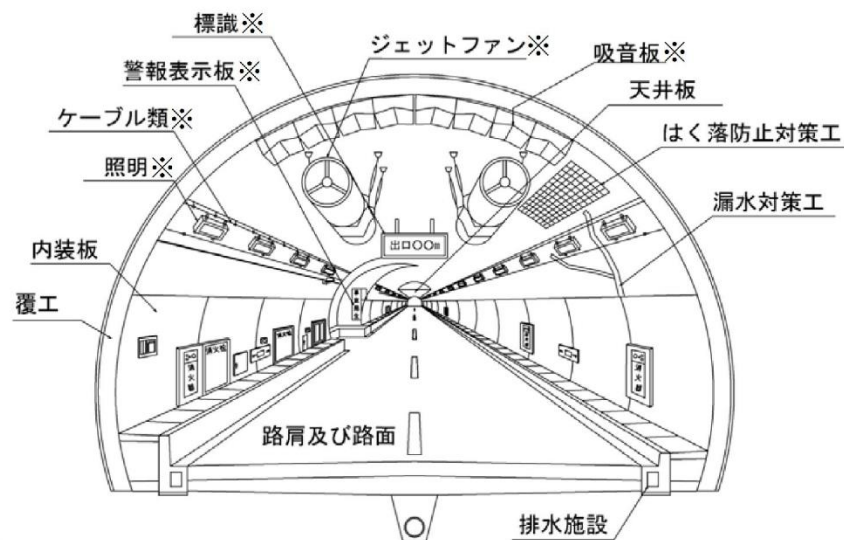
覆工、坑門、内装板、天井板、路肩、路面、排水施設 及び補修・補強材

※上記の内、覆工、坑門、内装板、路肩、路面、排水施設は各々トンネルに共通する施設です。

(2) 附属物

付属施設（照明施設、非常用施設、換気施設）、標識、情報板、吸音板等、トンネル内や坑門付近に設置されるものの総称

※椎ノ木トンネルに、非常用施設、換気施設はありません。



※附属物は取付状態の確認を行う。

図 1-1 点検対象箇所（トンネル内）

坑 門（面壁コンクリート）



起点側



終点側

第2章 管理する道路トンネルの現状

2-1 トンネルの整備状況

長門市が管理する道路トンネルは、以下に示す1本です。

(1) トンネル位置図



国土地理院の地理院地図（電子国土 Web）より

(2) トンネル諸元

表 2-1 トンネル諸元と供用年数

2023 年 3 月現在

トンネル名称	椎ノ木トンネル
路 線 名	広域農道長門大津線
完成年度	2000 年
延 長	L= 312 m
掘削工法	NATM 工法
総スパン数	32 スパン
年齢	22 歳

(3) 施工方法

トンネルの施工方法には、開削工法と非開削工法があり、非開削工法には「在来工法」と「NATM 工法」があります。

椎ノ木トンネルは、NATM 工法により建造されています。

2-2 トンネル附属物の状況

椎ノ木トンネルは、照明施設が設置されています。

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やトンネルの入口付近にある障害物を視認できるようにするための入口照明などが設置されています。

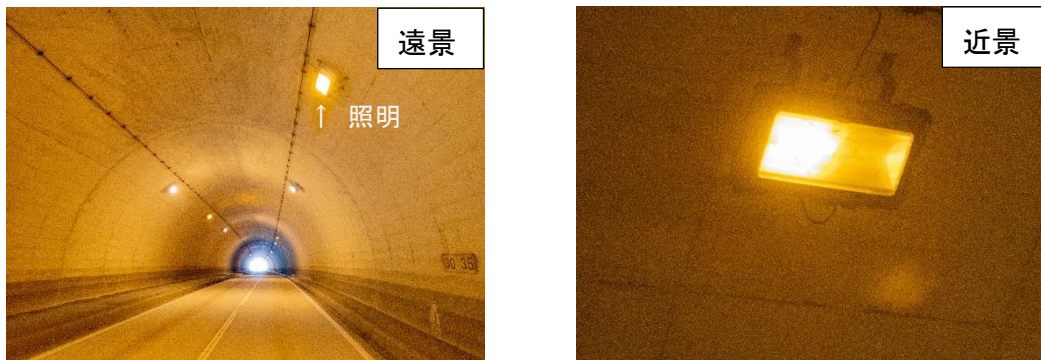


写真 2-1 照明施設

2-3 トンネルの高齢化について

椎ノ木トンネルは 2000 年（平成 11 年）に建造されており、現在も供用されています。

トンネル年齢は、建造後 22 年です。既に、点検の結果で劣化に伴う損傷が確認されており、対策が必要と判定される状況にあります。

第3章 道路トンネルの維持管理の考え方

3-1 点検について

(1) 長門市の取り組み

長門市は、管理するトンネルの状況を把握し、トンネルの損傷状況等に応じて適時適切に対応するため、平成 25 年度から点検を行い、第三者への安全確保に努めてきました。

また、「道路法施行規則の一部を改正する省令」及び「トンネル等の健全度の診断結果に関する告示」が平成 26 年 3 月 31 日に告示され平成 26 年 7 月 1 日に施行されたことに伴い、トンネルや橋等の構造物は 5 年に 1 回の定期点検が義務づけられたことを踏まえ、平成 30 年度からは「山口県トンネル点検マニュアル(案)：山口県土木建築部」に基づき、県管理トンネルと同様の定期点検を進めてきました。

(2) 点検の目的

トンネル点検は、トンネル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トンネル本体や附属物の異常を確認し、必要に応じた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。

下表に、点検の種類と各々の目的を示します。

表 3-1 点検の種類と目的

点検の種類	目 的
定期点検	健全度を把握し、必要な措置等の判断を行う上で必要な情報を得るために行うもの。初回の点検は全ての覆工コンクリート打込み完了後から 1～2 年以内に行い、2 回目以降は 5 年に 1 回の頻度で行うことを基本とする。
日常点検	原則として道路の通常パトロールを行う際に合わせて目視点検を行うもの。
異常時点検	日常点検等により変状や異常等が発見された場合に実施するもの。
臨時点検	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実施するもの。

以下に、各点検の基本的なフローを示します。

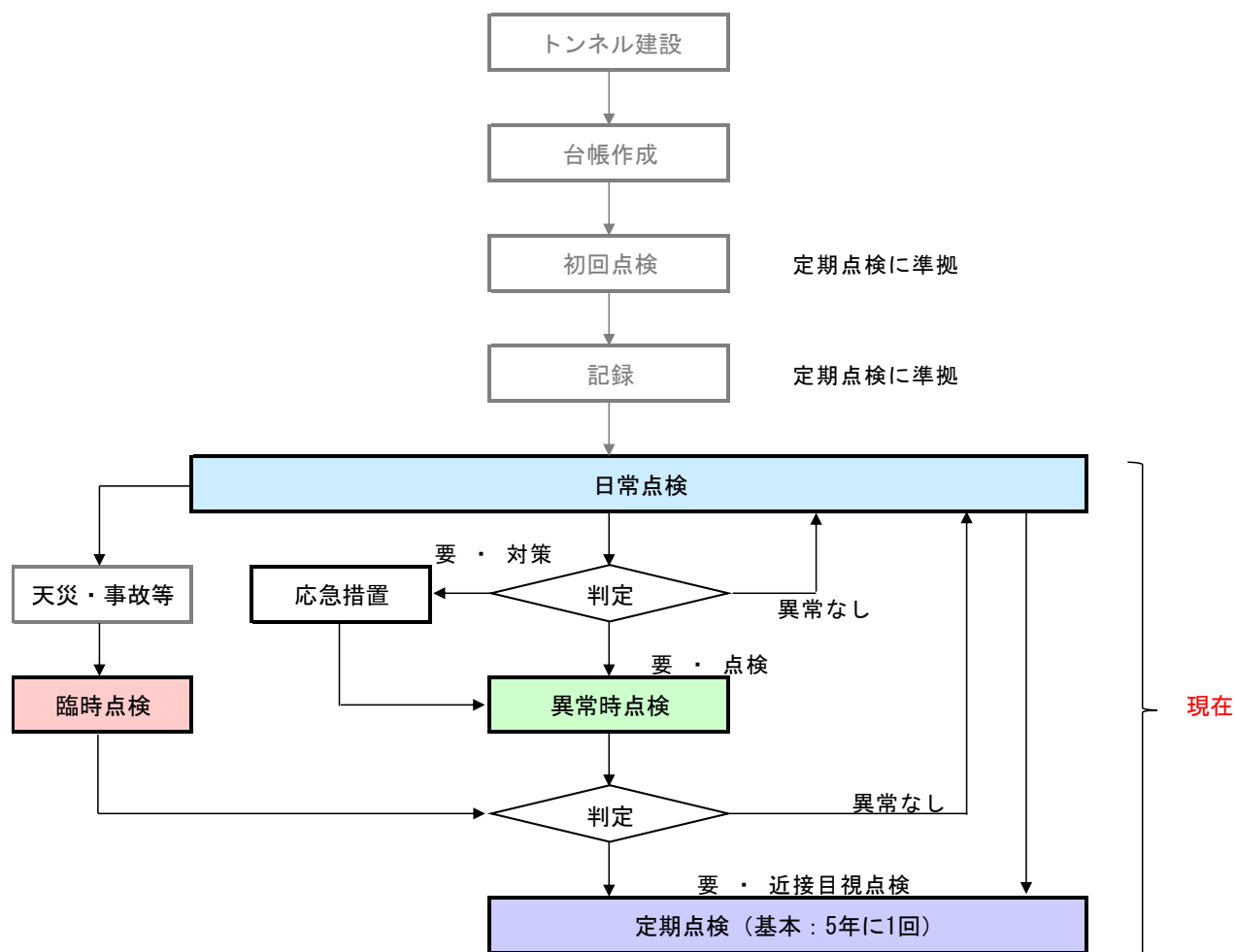


図 3-1 点検の基本フロー（建設～定期点検）

3-2 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）を確実に実施することが重要であり、トンネルの維持管理で基本的な考え方を以下に列挙します。

- 点検によりトンネルの状況を適切に把握した上で、計画的な補修・補強対策を実施することで、第三者被害や長期間の交通規制等を防止し、安全・安心な道路交通の確保を行います。
- トンネル維持管理の考え方を「事後保全型（対処療法型）」から「予防保全型」に転換することで、維持管理費用の平準化を図るとともに、ライフサイクルコストの縮減を図ります。
- 道路構造物の維持管理を効率的に進めるため、必要となるメンテナンスサイクル（点検～診断～措置～記録）を持続的に回す仕組みを構築します。

以下に、トンネルのメンテナンスサイクルの基本フローを示します。

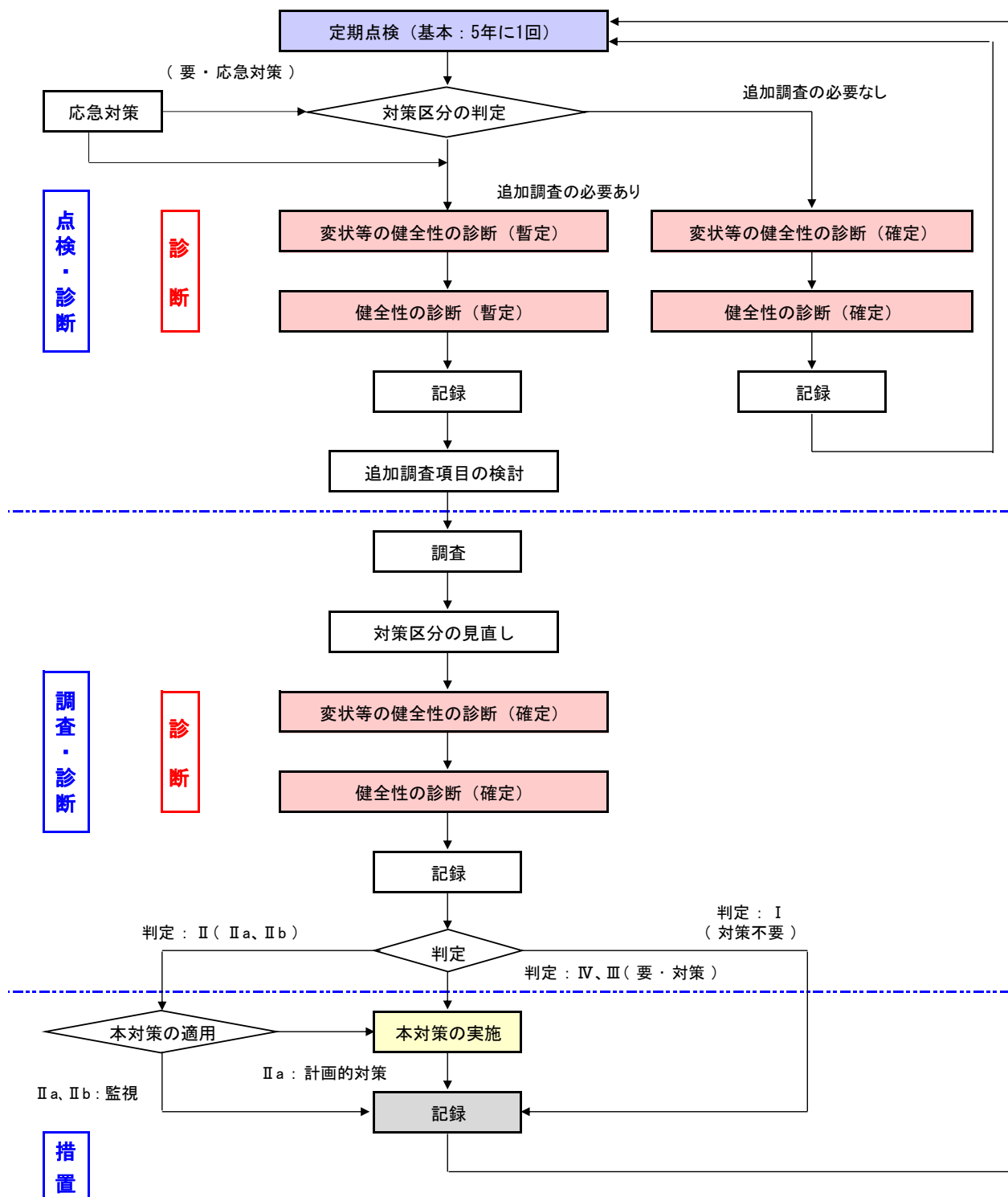


図 3-2 道路トンネルのメンテナンスサイクルの基本フロー

第4章 点検結果に基づく損傷判定

4-1 健全度判定

(1) 判定区分の考え方

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項目に分類されます。

表 4-1 トンネルの劣化及び損傷原因

- 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・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・凍害・塩害など
- ③ 漏水自体が問題となるもの

また、トンネル本体工の場合、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」などの変状に応じて、次の区分で判定します。

表 4-2 判定区分

区分		定 義	良好 ↑ ↓ 不良
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	

※ トンネル全体を評価するための判定区分です。

※ 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り、交通開放できない状態とします。

表 4-3 判定区分の対比

国土交通省 点検要領 (H31. 3)	長門市 (R04 策定時)
維持管理便覧 (R2. 8 改訂)	
山口県トンネル点検要領 (案) (R2 改訂)	
判定区分 (5 区分)	判定区分 (5 区分)
I : 健全	同 左
II b : 要監視段階	
II a : 予防保全段階	
III : 早期措置段階	
IV : 緊急措置段階	

4-2 点検結果

長門市では、トンネルの現状を把握するために、近接目視および打音検査（点検ハンマーを用いた打診）により定期点検（5年に1度の計画）を行っています。

令和4年度に実施した結果をもとに、点検要領に基づき健全性の判定を行いました。

判定の結果は、下記のとおりです。

表 4-4 点検結果による変状箇所の健全度

	覆工 スパン 番号	変状部位		変 状 の 内 容		健全度
		対象箇所	部位区分	変状区分	変状種類	
点 検 結 果	S1	覆工	天端アーチ	材質劣化	うき	Ⅲ
	S1	覆工	右アーチ	材質劣化	ひび割れ	Ⅱb
	S2	覆工	左アーチ	材質劣化	うき	Ⅲ
	S8	覆工	左アーチ	材質劣化	うき	Ⅲ
	S10	覆工	左アーチ	材質劣化	うき	Ⅲ
	S11	覆工	左アーチ	材質劣化	うき	Ⅲ
	S13	覆工	左アーチ	材質劣化	ひび割れ	I
	S16	覆工	横断目地	材質劣化	うき	Ⅲ
	S18	覆工	左アーチ	材質劣化	うき	Ⅲ
	S19	覆工	左アーチ	材質劣化	うき	Ⅲ
	S23	覆工	天端アーチ	材質劣化	ひび割れ	Ⅱb
	S27	覆工	左側壁	材質劣化	うき	Ⅲ
	S28	覆工	横断目地	漏水	にじみ	Ⅱb
	S30	覆工	天端アーチ	材質劣化	うき	Ⅲ
	S30	覆工	アーチ	漏水	漏水跡（滴水）	Ⅱa

4-3 総合判定結果

トンネルの点検に基づく、劣化損傷の項目の健全度は以下のとおりです。

表 4-5 点検結果による健全度

健全度評価	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	総合判定
椎ノ木トンネル	3	10	19	0	Ⅲ

第5章 トンネル長寿命化修繕計画の内容

5-1 マネジメントの流れ

- ≫ 道路トンネルの長寿命化修繕計画の策定は、市が管理する「椎ノ木トンネル」とします。
- ≫ 長寿命化修繕計画は、以下に示すマネジメントの流れに従って行います。

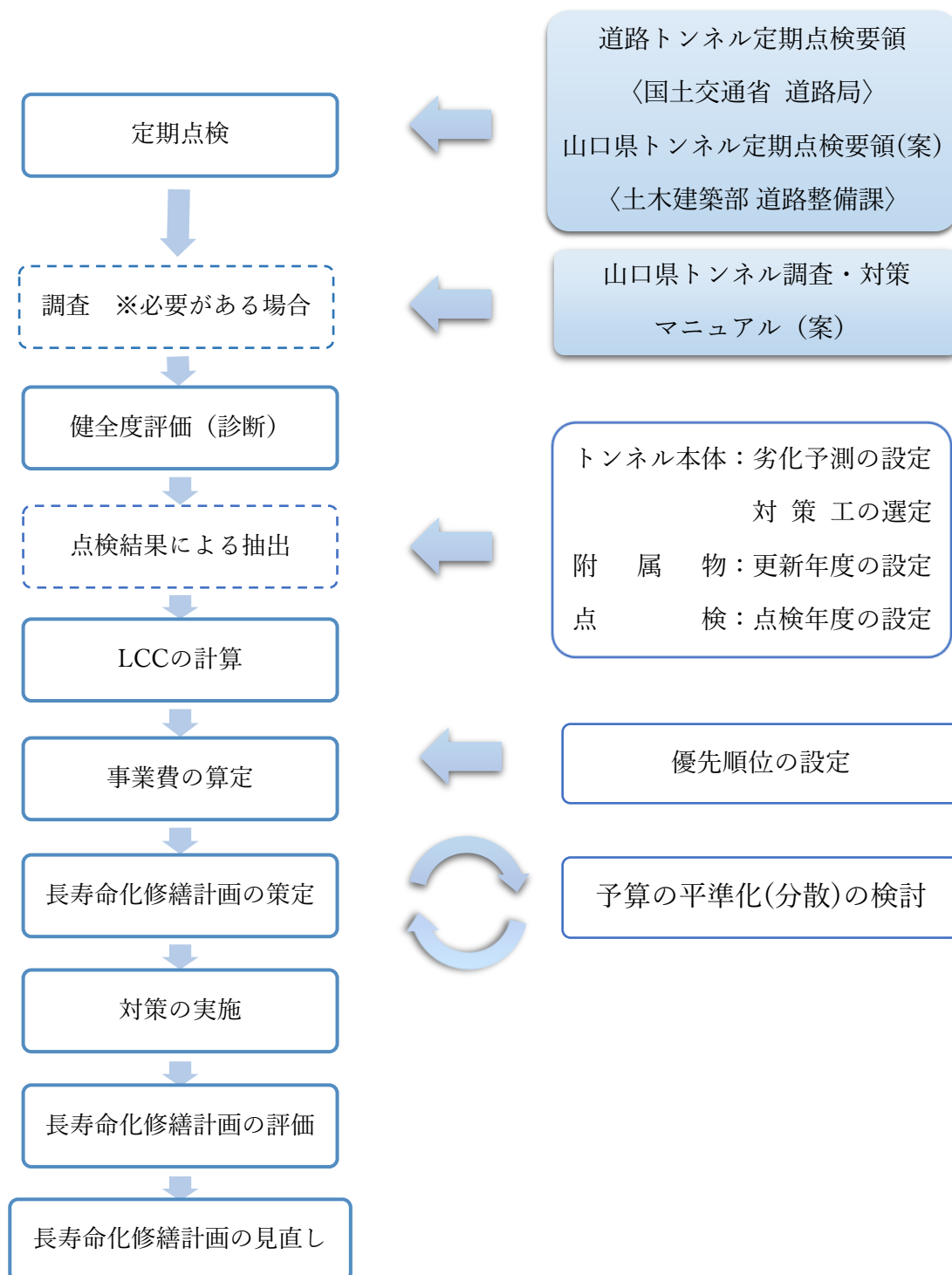


図 5-1 トンネルマネジメントの流れ

5-2 健全度判定

健全度評価は、点検結果の区分に沿って判定します。

※詳細は、「4.点検結果に基づく損傷判定」の 4-1 健全度判定に記載しています。

5-3 劣化予測

- ≫ トンネルは背面の地山の状況等に影響されて劣化が進む場合が多いため、トンネルの劣化を予測することは非常に困難です。
- ≫ このため、健全度評価ランク（判定区分）に応じて対策が必要となるまでの年数（対策必要年数）を設定する方法で、劣化予測を実施するものとします。

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）の設定は、今回のトンネル点検による健全度評価からの回帰分析結果等を踏まえて設定しました。

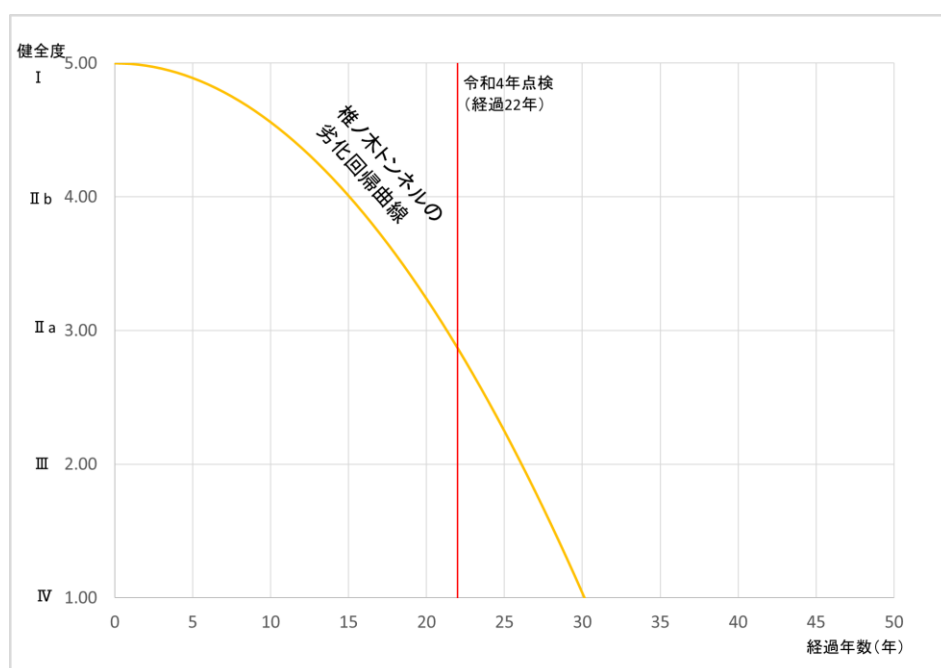


図 5-2 椎ノ木トンネルにおける劣化予測の回帰分析図

5-4 LCC 計算

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、維持管理費等のコストを計算します。

(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は、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。

(2) LCC 計算方法

トンネルの LCC は以下のように計算します。

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

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、換気設備は設置されていません。〕

維持管理費用：設計調査・点検費、長寿命化計画策定費、照明設備電気料金

(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とおりとします。

- 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 各変状の対策工は代表的工法から選定します。
- 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 劣化予測により再度対策必要年数が経過する年度に、再度同額の対策費用を計上します。

(4) 照明設備更新費用の計算方法

照明設備の更新費用の計算手順は以下に示すとおりとします。

- ① 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。
- 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) 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。

照明設備の電気料金を計上します。

5-5 優先順位の設定

トンネルの対策工を実施する優先順位は、トンネルの役割、機能、利用状況、重要性を考慮し設定します。

優先順位は、①緊急輸送道路の緊急重要度、②バス路線、迂回路、交通量等から決定します。

長門市の農道トンネルは「椎ノ木トンネル」のみなので、現時点での優先度の設定はありません。

第6章 事業計画の策定

6-1 予防保全の考え方

他のインフラストラクチャーと同様にトンネルについても、これまでの対症的な維持管理（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（予防保全型）に転換していくことで、安全性の高いインフラの提供と、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。

(1) 事後保全型と予防保全型

図 6-1 に事後保全型と予防保全型のイメージを示します。

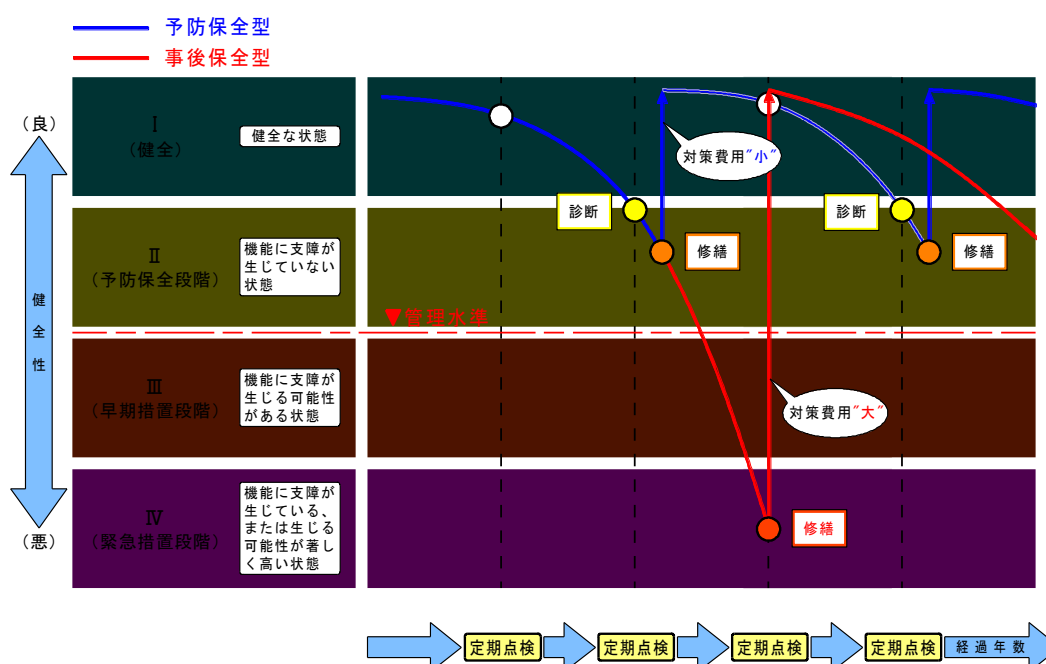


図 6-1 事後保全型と予防保全型のイメージ

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ます。また、評価期間全体でみると対策費用が増大することが考えられます。

このため、定期的に点検を行い、異常を早期に確認し計画的な修繕を行うことが重要となります。

(2) トンネルにおける保全手法の考え方

トンネル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を図ります。

維持管理修繕計画では「予防保全型」維持管理水準を以下の通り設定しています。

- ① トンネル本体工に係る補修・補強対策時期
「5.トンネル長寿命化修繕計画の内容」、表 5-1 判定区分の対策の必要年数で示したトンネル毎の判定区分毎の対策必要年数に基づき算定します。
- ② 判定区分Ⅰ（健全）を確保することとします。
これより、対策工はⅡb（要監視段階）を含む健全性の不良な損傷を補修の対象とします。
- ③ 付属物に係る設備更新費は減価償却施設の耐用年数に基づき算定します。
- ④ 維持管理費用は定期点検及び照明設備の稼働に伴う電気料金の費用を計上します。

6-2 事業費の比較

- これまでの条件に基づき、農道トンネルの中長期（50 年間）に必要となる事業費（補修費・設備更新費・維持管理費）を予防保全型と事後保全型それぞれで算定します。
- この結果、今後 50 年間に必要となる事業費は予防保全型で約 4.5 億円、事後保全型で 8.6 億円が算定されます。
- 予防保全型による維持管理を継続することによりトンネルの長寿命化を図り、今後約 50 年間で約 4 億円のコスト縮減の効果が期待できます。

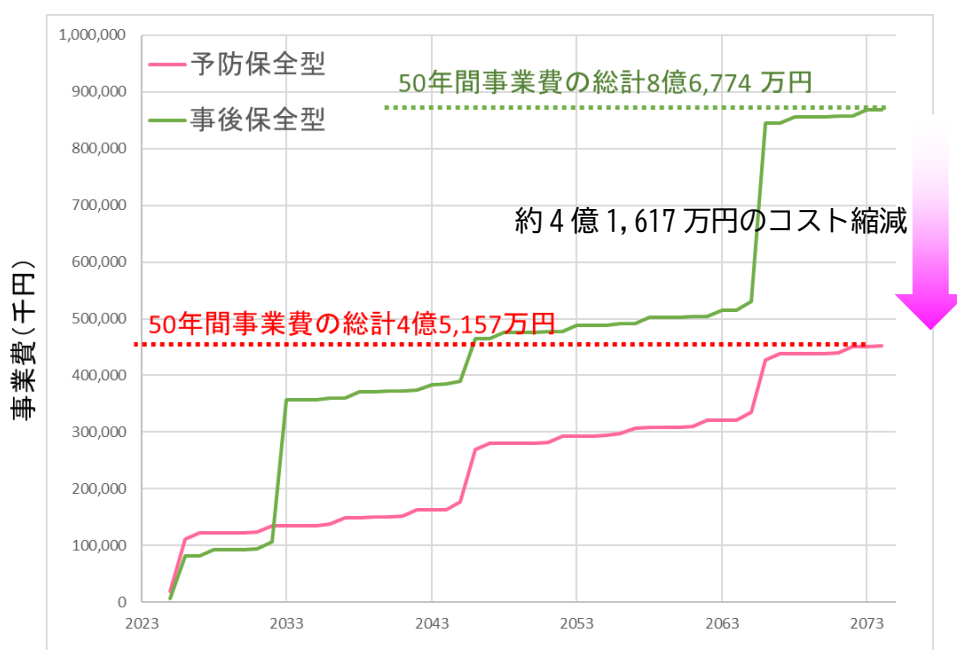


図 6-2 トンネルの維持管理予算の推移

6-3 中長期計画の策定

- 本市の管理する農道トンネルが1本であるため、補修・補強工事の予算を平準化すると工事が分割されることとなり、道路規制や機材調達にかかる費用（経費）が嵩み、工事費は増加してしまいます。
以上より、極力集約して工事を行う計画とします。
- 補修工事は次回定期点検まで（5年以内）に行うこととし、効率と早期効果発現を目的とした計画とします。
- トンネルは更新を考慮しない構造物であることや現時点ではトンネル本体工の劣化予測手法が確立できていないことから、コスト縮減額を考慮したLCC算定は行っていません。
- 対策が早急に必要と判断された損傷に対しては、長寿命化修繕計画（同年に定期点検を実施済み）後5年以内となる2023年度～2027年度の5年間で補修対策を実施することで、トンネルの安全性や信頼性の向上を図ります。
- 設備更新（照明の更新費用）については、耐用年数に基づき定期的に更新を行います。
- その後は、定期的に点検を行うことにより、新たに変状等が確認された場合は、必要に応じて詳細調査を行った上で効果的な対策を行うことで、トンネルの安全性を確保していきます。

第7章 今後の取り組み

7-1 事業評価について

長門市トンネル長寿命化修繕計画の成果と有効性を評価していくため、PDCA マネジメントサイクルに基づき事後評価（フォローアップ）を行い、維持管理の最適化を図ります。

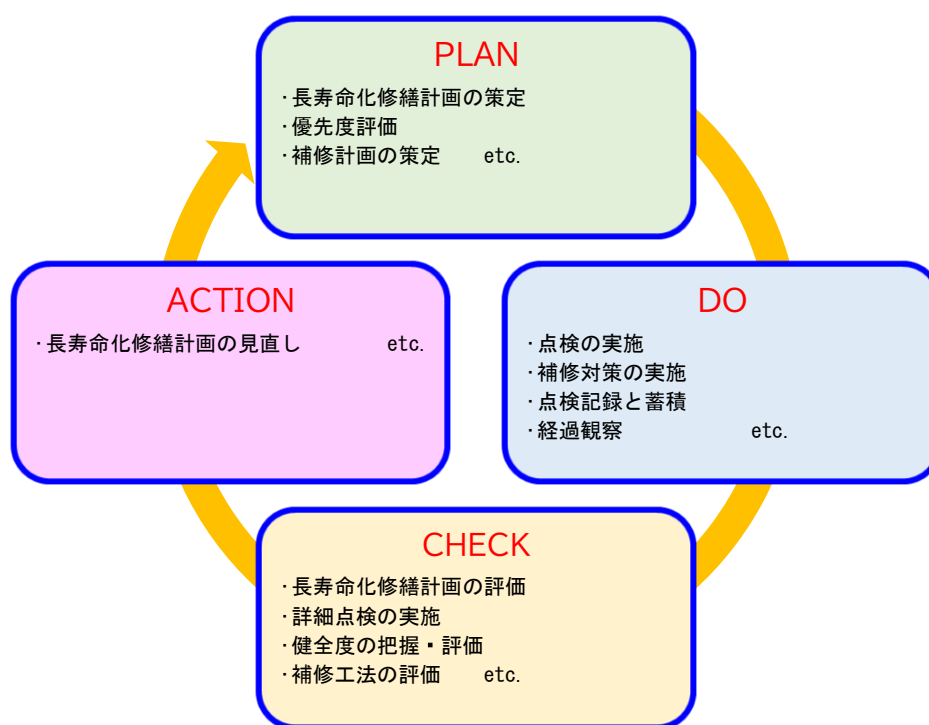


図 7-1 PDCA マネジメントサイクル

7-2 長寿命化修繕計画のスケジュール

「長門市公共施設等総合管理計画」に示される施設管理の方針に基づき、今後のトンネル長寿命化修繕計画を進めていきます。スケジュールの概要は以下のとおりです。

表 7-1 トンネル長寿命化修繕計画のスケジュール

項 目	西暦(20XX 年)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42 年以降
点 検		●					●					●					●					●
長寿命化 修繕計画	策 定	●																				
	見直し(予定)						●					●					●					●
老朽化対策	修繕・更新	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

なお、本計画は令和元年度までの点検結果と修繕工事により作成していますが、今後の修繕・更新や定期点検を行い、データを蓄積・管理していくなかで、必要に応じて計画を見直します。