

宇部市  
トンネル長寿命化修繕計画



令和5年3月



宇部市  
UBE CITY

# 目次

第1章 長寿命化修繕計画策定の背景・目的	1
1.1 背景	1
1.2 目的	1
1.3 長寿命化修繕計画の対象範囲	2
第2章 道路トンネルの維持管理の考え方	3
2.1 点検について	3
2.2 維持管理の基本方針	4
第3章 宇部市が管理するトンネルの概要および点検結果	6
3.1 トンネルの概要	6
3.2 健全度判定	8
3.3 点検結果	9
第4章 トンネル長寿命化修繕計画の内容	10
4.1 トンネルマネジメントの流れ	10
4.2 健全度評価	11
4.3 劣化予測	11
4.4 対策工法の選定	12
4.5 LCCの算出	13
4.6 優先順位の設定	14
第5章 事業計画の策定	14
5.1 予防保全の考え方	14
5.2 事業費の算定	15
5.3 中長期計画の策定	16
第6章 今後の取り組み	17
6.1 事後評価について	17
6.2 長寿命化修繕計画のスケジュール	17
6.3 新技術等の活用方針	17
第7章 計画策定担当部署および意見聴取した 学識経験者等の専門知識を有する者	18

# 第 1 章 長寿命化修繕計画策定の背景・目的

## 1.1 背景

- 宇部市は、石炭産業の発展を基盤に工業都市として発展し、都市緑化や公園整備など様々な分野に幅広い展開を見せています。本市は、山口県の西部に位置しており、周防灘（瀬戸内海）に面しています。そのため、本市南部の沿岸地域では季節風の影響を受け飛来塩分による塩害環境下にあります。
- 一方、高度経済成長期以降に集中的に整備を進めたインフラの老朽化が急速に進行することから、その適切な対策が喫緊の課題となっています。
- 市内には、総合公園であるときわ公園が存在します。園内には彫刻や動物園、遊園地などが併設されていることから、県内外から多くの観光客が訪れます。
- 観光客の交通基盤でもある道路には、「橋梁」や「トンネル」などが存在します。なかでも「トンネル」は、「橋梁」などの道路構造物と比べて、更新が容易ではありません。そのため、劣化などにより著しい変状が生じ、通行規制が余儀なくされる場合には、交通渋滞の発生や長距離の迂回など、市民や観光客の交通に及ぼす影響は多大なものとなります。
- 本市では、「猪ノ木トンネル」（延長 386m）1 本を管理しています。この「猪ノ木トンネル」は、2000 年度に建設されており、20 年が経過しています。経年劣化により、変状の発生が認められています。
- 今後さらに顕著な変状へと進行することで、上記のような多大な影響を及ぼすようになる前に、計画的に対策を講じていく必要があります。
- そこで、今後増大が見込まれるトンネルの維持管理に要するコストの縮減を図るために、従来の事後保全型から予防保全型の維持管理への転換を図る必要があります。

## 1.2 目的

前述したトンネルの長寿命化修繕計画策定に至る背景と、後述する点検結果による損傷状況を踏まえ、長寿命化修繕計画の目的を以下のとおり設定しました。

- **道路ネットワークの安全性・信頼性の確保**  
トンネルにおいても、橋梁等の道路構造物と同様に、市民の皆様へ安心・安全に利用していただけるように努めます。
- **維持管理コストの縮減、平準化**  
限りある財源で安心・安全を確保できる維持管理を行っていく必要があります。そのためには予防保全型維持管理への早期転換を図り、コストの縮減と平準化を目指します。

### 1.3 長寿命化修繕計画の対象範囲

本計画の対象範囲は、**図-1.1** および**写真-1.1** に示すとおりです。

道路トンネルは、大きく分けると「トンネル本体内」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。

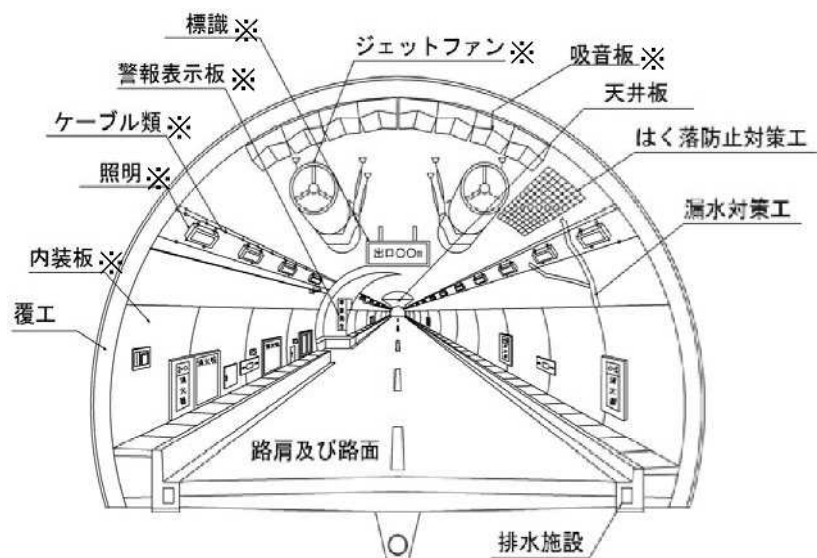
#### ①トンネル本体内

覆工、坑門、内装板、天井板、路面、路肩、排水施設および補修・補強材

#### 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、吸音板など、トンネル内や坑門付近に設置されるものの総称

（ただし、猪ノ木トンネルには、非常用施設、換気施設、標識、情報板および吸音板は設置されていません。）



※ トンネル内附属物は点検時に取付状態の確認を行う。

図-1.1 点検対象箇所（トンネル内）



写真-1.1 点検対象箇所（坑門）

## 第2章 道路トンネルの維持管理の考え方

### 2.1 点検について

#### (1) 宇部市の取り組み

宇部市では、近年山口県より猪ノ木トンネルを移管され、管理するようになりました。そこで、「山口県トンネル定期点検要領」（山口県土木建築部）に基づき、2020年9月に点検を実施し、利用者への安全確保の取り組みを始めています。

#### (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います。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工や附属物の異常を確認し、必要に応じた応急措置を行います。

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指します。

日常点検は、変状など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、別途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などが発生した場合に、主に通行の安全を確認するために行う点検を指します。

表-2.1 点検の種類と目的

点検の種類	目的
定期点検	健全性を把握し必要な措置等の判断を行ううえで必要な情報を得るために行うもの。初回の点検はすべ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併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。



### (3) 点検の流れ

以下に、各点検の基本的なフローを示します。

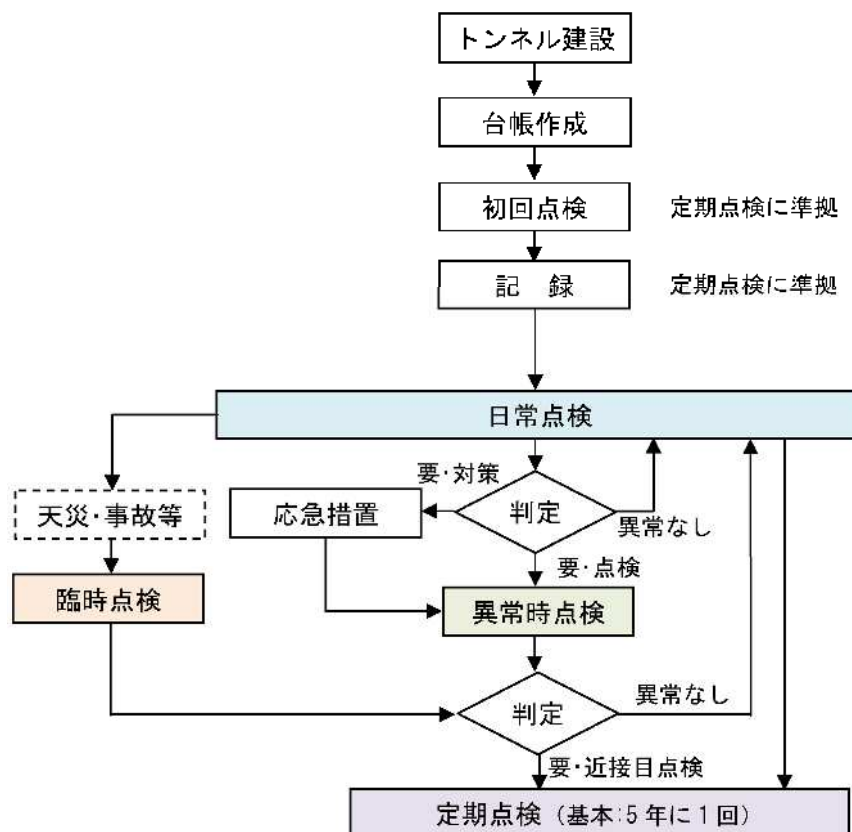


図-2.1 点検の基本的なフロー

## 2.2 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。トンネルの維持管理の基本的な考え方を以下に示します。

- 点検によりトンネルの状態を適切に把握したうえで、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などを防止し、安心・安全な道路交通の確保を行います。
- トンネルの維持管理の考え方を「事後保全型」から「予防保全型」に転換することにより、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ていくために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の構築を進めます。

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。

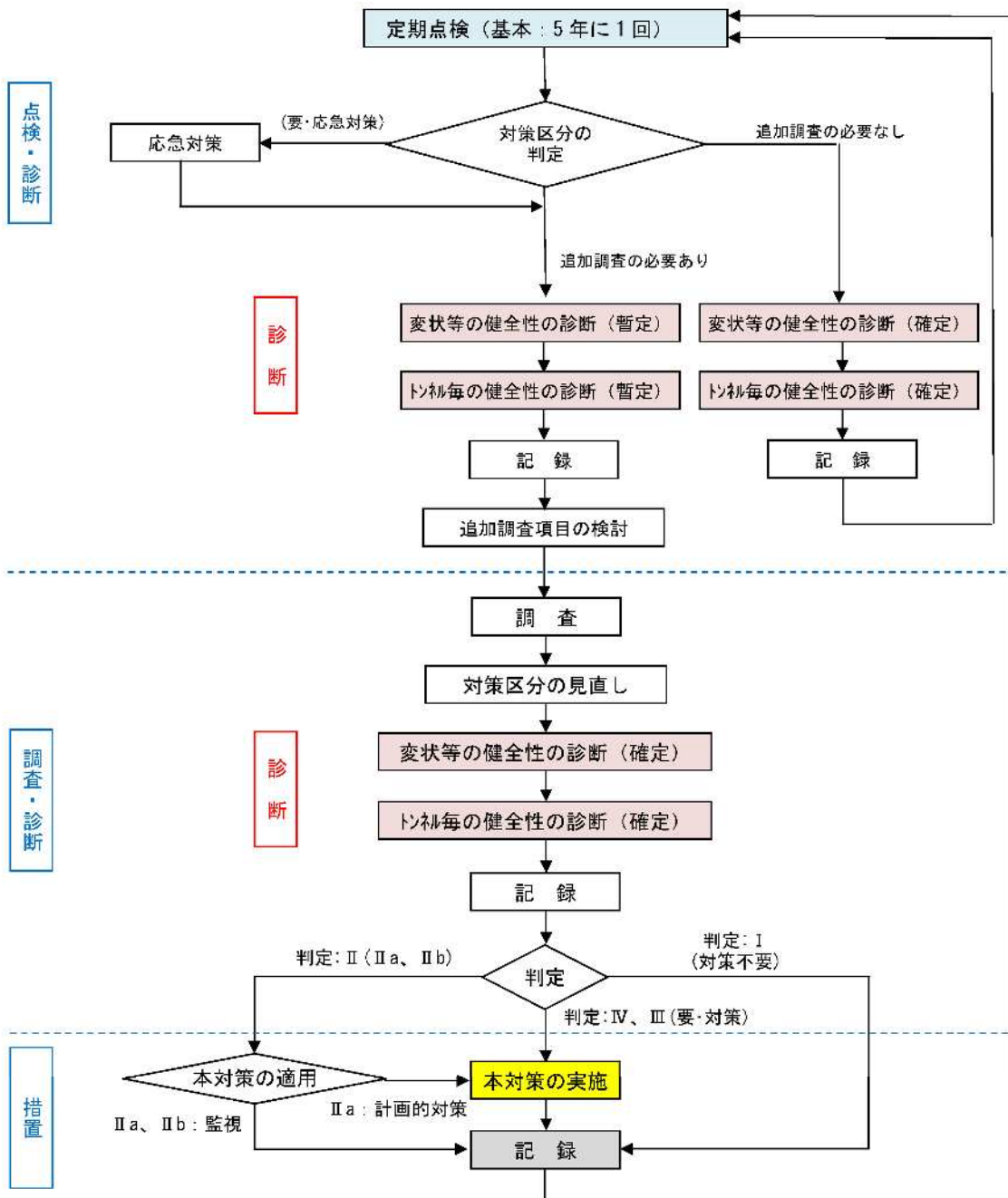


図-2.2 道路トンネルのメンテナンスサイクルの基本的なフロー

## 第3章 宇部市が管理するトンネルの概要および点検結果

### 3.1 トンネルの概要

宇部市が管理する猪ノ木トンネルの概要は、下記のとおりです。



図-3.1 位置図



猪ノ木トンネル

施工工法：NATM 延長：386.0m 建設年月：2001年2月



表-3.1 猪ノ木トンネルの諸元表

トンネル名称	猪ノ木トンネル
路線名	上山中大山線
完成年月	2001年2月
延長	386m
掘削工法	NATM
総スパン数	37
供用期間	20年（2021年3月現在）

## 3.2 健全度判定

### (1) 判定区分の考え方

トンネルに発生する変状の原因は、以下の3項目に分類されます。

- 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、トンネル本体工については、点検結果に基づき、各部材に対して対策の要否や時期を検討するために、表-3.2 に示す区分で判定します。

表-3.2 対策区分

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

上述した各部材の判定結果を踏まえ、トンネル全体の健全性を表-3.3 に示す区分で診断します。

表-3.3 健全性の診断評価区分

区分	状態
I 健全	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	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	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	トンネルの機能に支障が生じている、また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

### 3.3 点検結果

2020（令和2）年度に実施した点検結果を以下に示します。

表-3.4 トンネルの健全性

トンネル名	健全性
猪ノ木トンネル	Ⅱ

表-3.5 対策区分ごとの変状数

対策区分	I	Ⅱb	Ⅱa	Ⅲ	Ⅳ
変状箇所数	25	69	0	0	0

表-3.6 対策区分Ⅰに対する変状原因の内訳

変状区分	外力	材質劣化	漏水	合計
変状箇所数	-	25	-	25

表-3.7 対策区分Ⅱbに対する変状原因の内訳

変状区分	外力	材質劣化	漏水	合計
変状箇所数	-	6	63	69

対策区分（各部材に対する対策の要否や時期を検討するために判定したもの）ごとの変状については、対策区分Ⅱbの変状箇所数が69と最も多くなっており、対策区分Ⅰの変状箇所数は25となっています。対策区分Ⅰに対する変状原因の内訳（表-3.6）については、全て材質劣化となっています。対策区分Ⅱbに対する変状原因の内訳（表-3.7）については、漏水によるものが最も多くなっていきます。

## 第4章 トンネル長寿命化修繕計画の内容

### 4.1 トンネル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、宇部市が管理する「猪ノ木トンネル」を対象とします。
- 計画の策定は、以下に示すトンネルマネジメントの流れに沿って行います。

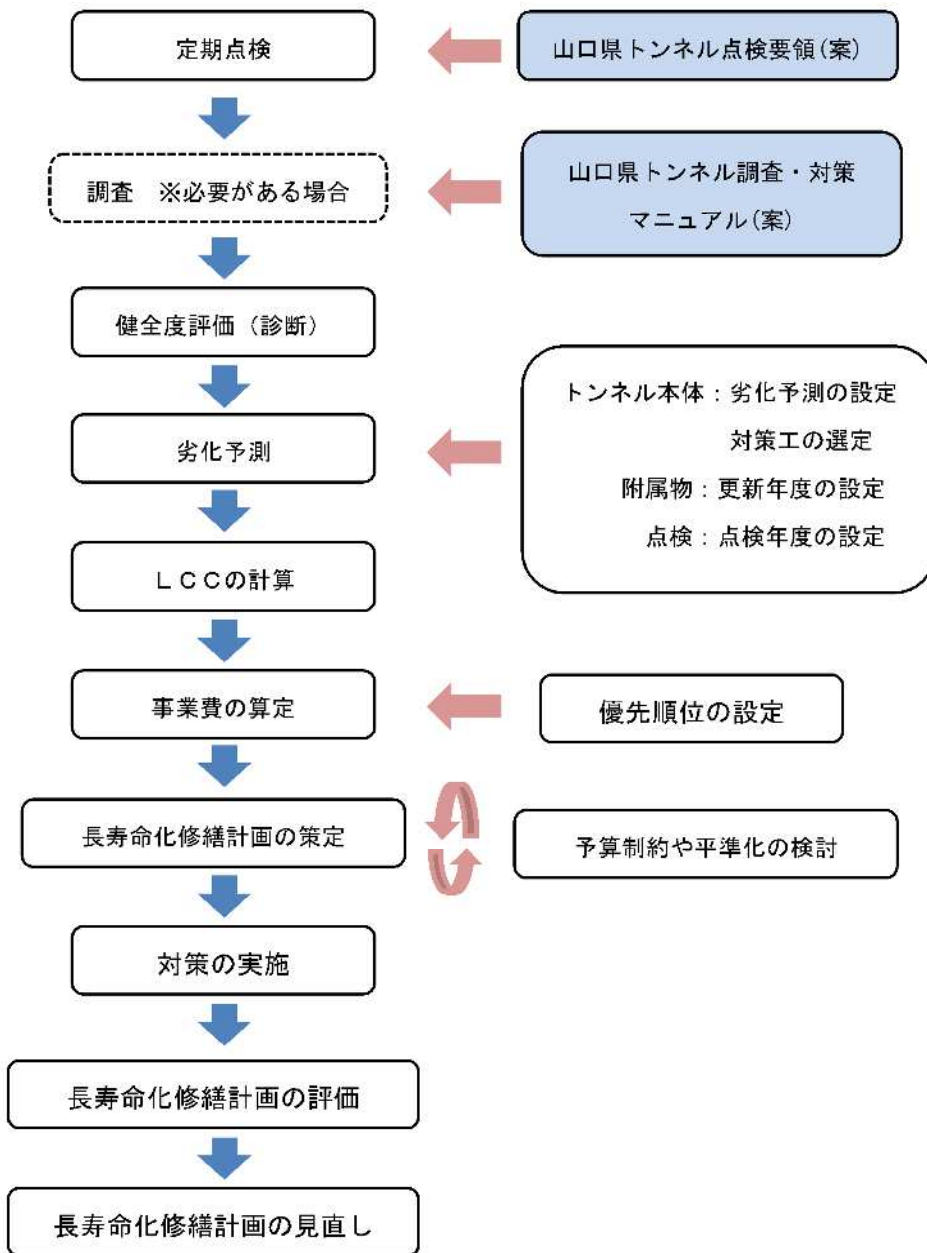


図-4.1 トンネルマネジメントの流れ

## 4.2 健全度評価

- 健全度評価は、「3.2 健全度判定」で前述した「対策区分」および「健全性の診断評価区分」に沿って判定します。

## 4.3 劣化予測

- トンネルは、目視確認ができない背面の地山の状況などの影響を受けて劣化が進行する特徴を有しているため、劣化を予測することは非常に困難です。
- そのため、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）を設定する方法を採用します。この方法を、劣化予測の代替とします。

上記の対策必要年数については、他の自治体などでのこれまでのトンネル点検による健全度評価からの回帰分析結果などを踏まえ、表-4.1 に示すとおり設定しました。

表-4.1 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

- トンネルの対策工については、変状原因を勘案して決定する必要があります。そこで、3種類の変状区分（外力・材質劣化・漏水など）に対して検討します。
- 具体的な対策工法は、近年の施工実績を勘案し、表-4.2 に示すように設定しました。
- 点検で認められた変状に応じて、表-4.2 から最適な対策工法を選定し、後述するLCC（ライフサイクルコスト）の算定を行います。
- また、対策工によっては耐用年数があるため、再施工が必要になるまでの「再対策期間」を表-4.2 に併記しています。

表-4.2 対策工の種類と再対策年数

外力	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
				発砲ウレタン	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	うき 剥離	剥落除去後の処理	断面修復工		30
		支持材による保持	ネット工	エクスパンドメタル工	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	
漏水等	漏水 滞水	漏水	導水樋工	20	
			溝切り工	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	
			水抜きポーリング工・水抜き孔	50	

## 4.5 LCCの算出

- 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うえで、補修費用、設備更新費用、維持管理費などのコストを算出します。

### (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ます。ただし、LCC算定による経済性評価に際しては、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年数などを勘案して、計画期間を50年間とします。

### (2) LCC算定方法

トンネルのLCCについては、以下に示す式により算定します。

➤ **LCC＝補修費用＋設備更新費用＋維持管理費用**

補修費用：トンネル本体の各変状に対する対策工費用

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

（ただし、「猪ノ木トンネル」においては非常用設備と換気設備は設置されていないため対象外となります）

維持管理費用：点検費

### (3) 補修費用の算定方法

補修費用の算定手順は、以下に示すとおりです。

- 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、前掲の表-4.1に示す対策必要年数を考慮して、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 対策工の数量を計算し、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。

### (4) 設備更新費用の算定方法

設備更新費用の算定手順は、以下に示すとおりです。

- ① トンネルの建設年度を基点として、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) 維持管理費用の算定方法

定期点検の頻度を5年に1回として、トンネルの点検費用を計上します。

## 4.6 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、利用状況および重要性を考慮して設定します。
- 宇部市においては、現時点での管理対象は「猪ノ木トンネル」のみであるため、優先順位の設定は該当しません。

## 第5章 事業計画の策定

### 5.1 予防保全の考え方

他の道路構造物と同様にトンネルにおいても、これまでの対症療法的な維持管理（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、中長期的な維持管理のトータルコストを縮減する必要があります。

#### (1) 事後保全型と予防保全型

図-5.1 に事後保全型と予防保全型のイメージを示します。

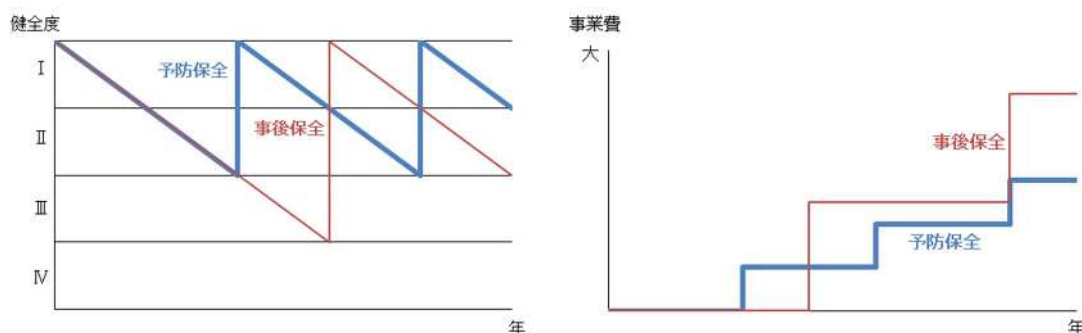


図-5.1 事後保全型と予防保全型のイメージ

トンネル本体工は外力、材質劣化、漏水などの原因により経年劣化が進行します。その変状進行の過程において、変状が顕著になってから対策を講じると大規模な補修が必要となります。そのため、評価期間全体で評価すると対策費用が増大する傾向が認められています。そのため、定期的に点検を実施し、異常を早期に確認するとともに計画的な修繕を行うことが重要です。

## (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など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。

「猪ノ木トンネル」に対する事業計画では、「予防保全型」維持管理水準を以下のとおり設定しています。

- ① トンネル本体工に係る補修・補強対策時期については、前掲の表-4.1 に示した、判定区分に応じた対策必要年数に基づき算定します。
- ② 判定区分Ⅱb（要監視段階）以上を確保することとします。
- ③ 附属物に係る設備更新費用は、減価償却施設の耐用年数に基づき算定します。
- ④ 維持管理費は、定期点検に係る費用を計上します。
- ⑤ トンネル本体工に係る補修費用は、前掲の表-4.2 に基づき各変状に対応した代表的工法の費用を算定します。

## 5.2 事業費の算定

- これまでの条件に基づき、「猪ノ木トンネル」の中長期（50年間）に必要な事業費（補修費・設備更新費・維持管理費）を算定しています。
- 今後50年間に必要となる事業費は、約2億2千6百万円となっています。
- 設備更新費については、単年度で更新工事を実施すると多額の予算（57百万円/年）が集中的に必要なため、3箇年で分割施工を行い、予算の分散化（19百万円/年・3箇年）を図っています。同時に、他の道路構造物に要する維持管理費との平準化も図っています。
- なお、トンネルは更新を必要と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。

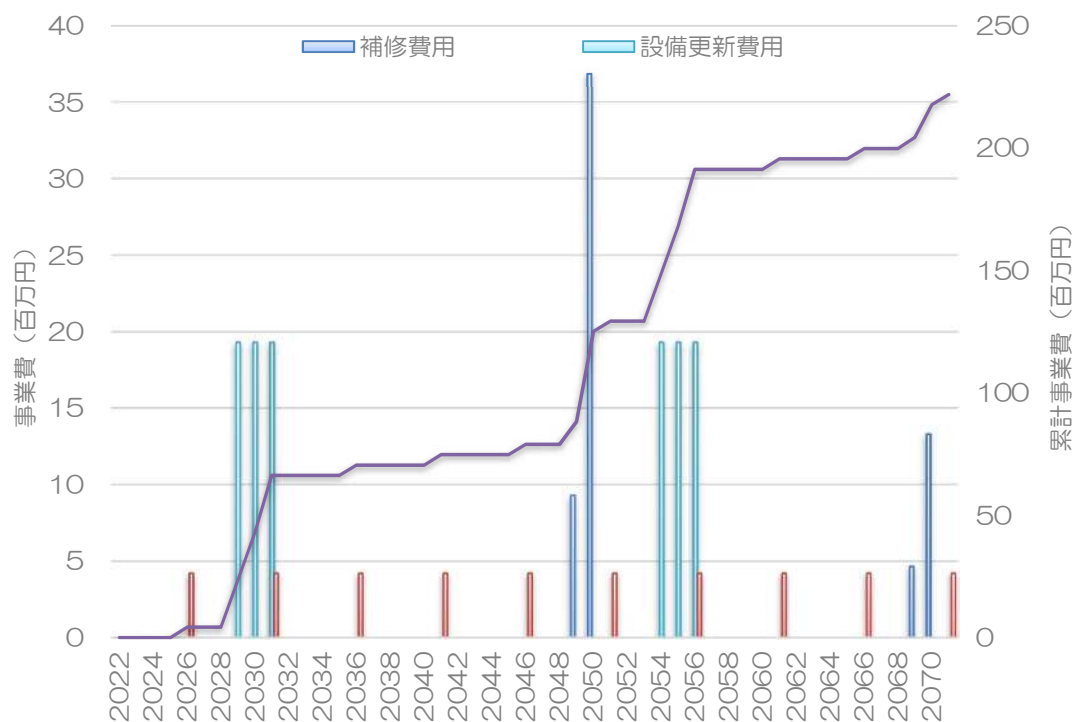


図-5.2 猪ノ木トンネルの維持管理予算の推移

### 5.3 中長期計画の策定

- 現段階の対策判定区分が「Ⅱb」であるため、当面は監視を行います。
- 「Ⅱb」段階における対策必要年数が30年であるため、30年後に補修対策を講じる計画としています。
- ただし、監視の過程において変状の進行や異常が確認できた場合には、速やかに適切な対策を講じる検討を行います。
- 設備更新費（照明設備）については、耐用年数に基づき定期的に更新を行います。
- 今後も定期的に継続して点検を行います。点検により新たに変状などが確認された場合には、必要に応じて詳細調査を行ったうえで効果的な対策を行います。このような取り組みにより、「猪ノ木トンネル」の安全性を確保していきます。



## 第6章 今後の取り組み

### 6.1 事後評価について

宇部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。

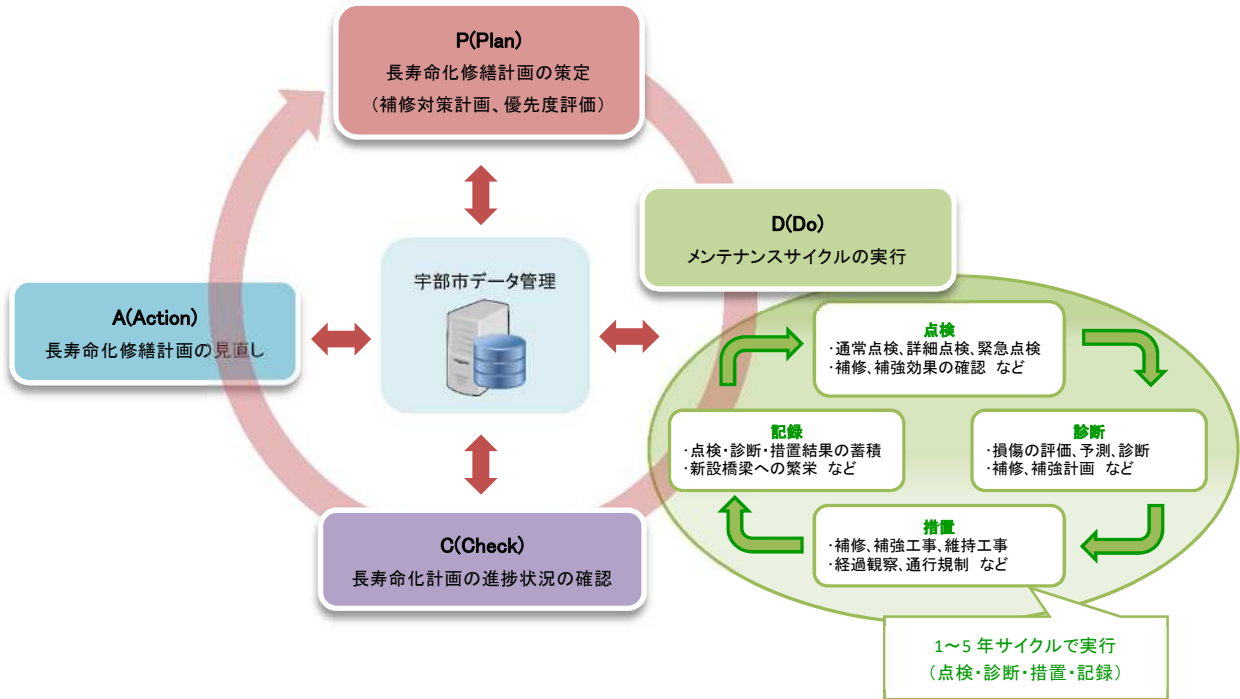


図-6.1 維持管理のPDCA マネジメントサイクル

### 6.2 長寿命化修繕計画のスケジュール

トンネル長寿命化修繕計画の今後のスケジュールの概要は、表-6.1 に示すとおりです。

表-6.1 トンネル長寿命化修繕計画のスケジュール

項目	西暦（下2桁）（年度）																				
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40以降
点検	●					○					○					○					○
長寿命化修繕計画	策定	●																			
	見直し					○					○					○					○
対策内容	照明設備更新									○	○	○									

なお、本計画は2020（令和2）年度の点検結果により作成していますが、今後の修繕・更新や定期点検によりデータを蓄積・管理していく中で、必要に応じて計画を見直します。

### 6.3 新技術等の活用方針

今後の老朽化対策においては、事業の効率化を図るため、従来工法のみではなく新工法や新材料などの新技術等を加えた比較検討などを実施します。

## 第7章 計画策定担当部署および

### 意見聴取した専門知識を有する学識経験者

- 計画策定担当部署  
宇部市 都市整備部 道路整備課 TEL：0836-34-8423
- 意見を聴取した専門知識を有する学識経験者  
山口大学大学院 創成科学研究科  
工学系学域 社会建設工学分野  
進士 正人 教授  
学術博士  
技術士：建設部門（トンネル）