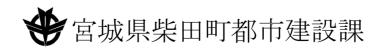
柴田町トンネル長寿命化修繕計画

令和4年度策定



令和5年2月



【目次】

																														^	ーシ
1.	はじ	めし	: -	٠.				•				•						-					•	•				•			1
	1.1.	計画	画の	位置	付	け	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
2.	. 計画	ī策ā	定の	背景	<u>!</u> .																										2
	2.1.	計画	画策	定の)背	景	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2
	2.2.	計画	画期	間・	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2
3.	. 計画		–		•																										3
	3.1.	計画	画策	定の	基	本	方	針	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3
	3.2.	F 3	ンネ	ル長	寿	命	化	修	繕	計	画	0)	考	え	方	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4
	3.3.	点机	負方	法·	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6
	3.4.	新担	支術	等の)活	用	方	針	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	7
	3.5.	費月	用の	縮洞	なに	関	す	る	具	体	的	な	方	針	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	7
4.	. 対象	施記	没の	状態	į •																										8
	4.1.	対針	象施	設の	諸	元	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8
	4.2.	直ì	丘に	おけ	トる	点	検	結	果	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8
5.	. 対策	-																													
	5.1.	対領	策内	容・	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	9
	5.2.	対領	策の	優先	順	位	0	考	え	方	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	10
	5.3.	対領	策に	係る	全	体	概	算	事	業	費	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	11
	5 4	維‡	寺補	修に	- 関	す	ろ	넴	報	\mathcal{O}	答	理		軍	新																13

1. はじめに

1.1.計画の位置付け

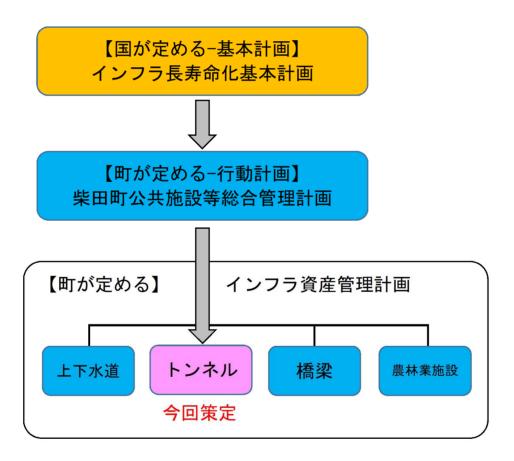
本町の「トンネル長寿命化修繕計画」は、国が定めた「インフラ長寿命化基本計画 平成 25 年 11 月」にもとづき策定しています。

「インフラ長寿命化基本計画」は、道路橋やトンネルなどの「インフラ」を安全に通行できる状態に保つことを目的としています。その目的に向けて2種類の計画を策定することとしています。

1つは「インフラ長寿命化計画(行動計画)」であり、道路管理者が受け持つインフラ全体を対象として、取組の方針を立案するものです。

もう1つの「個別施設計画」は、橋梁やトンネルごとに管理の実施計画を定めるものです。 計画の内容は、施設の状態、対策内容と時期、対策費用などです。

「トンネル長寿命化修繕計画」は、本町の「インフラ資産管理計画」の1つに位置付けられます。



トンネル長寿命化修繕計画の位置付け

2. 計画策定の背景

2.1. 計画策定の背景

道路は市民生活を支える基礎となる社会資本であり、全国に張り巡らされています。急峻な 地形が多い日本国内には、現在使用している道路トンネルは約1万箇所にのぼります。これら

の道路トンネルのうち、約 20%が建設後 50 年を超えています。今後もトンネルの老朽化が進み、補修が必要なトンネルは増えていきます。

そこで、限られた財源のなかで将来にわたりトンネルの機能を維持していくために、計画的にトンネル補修を 進めていくことが全国的に重要な課題となっています。

本町においても、道路トンネルの管理は重要な課題と 考えており、将来の管理計画を「トンネル長寿命化修 繕計画」として策定します。

日本の道路トンネル

道路種別	箇所数•延長	トンネル長の平均
高速自動車国道	1450 箇所	
	1454 km	1003 m/箇所
一般国道(直轄)	1656 箇所	
	1033 km	624 m/箇所
一般国道	2545 箇所	
	1184 km	465 m/箇所
都道府県道	2712 箇所	
	950 km	350 m/箇所
市町村道	2549 箇所	
	477 km	187 m/箇所
合計	10912 箇所	
	5098 km	467 m/箇所
0040 F 0 F + F		74+=1 /=+00000 -11

2019年3月末時点 国土交通省道路統計年報2020より

2.2. 計画期間

本計画では、令和5年度から令和9年度までの5年間を計画期間とします。

本町が管理する道路トンネル

					D - 1		1 - 1 /	51101					
番号	トンネル 名称	所在地	路線名	建設年	延長 (m)	幅員 (m)	施工方法	点検年度	判定区分	次回点検予定	補修内容	修繕 予定 年度	概算補 修費用 (千円)
1	白山 トンネル	柴田町 大字海 老穴字 根丁地	町道 海老穴 7 号線	1990	96. 5	5. 0	矢板 工法	R 4	Π	R 9	漏水対策	令和 22 年 度	4000



3.1. 計画策定の基本方針

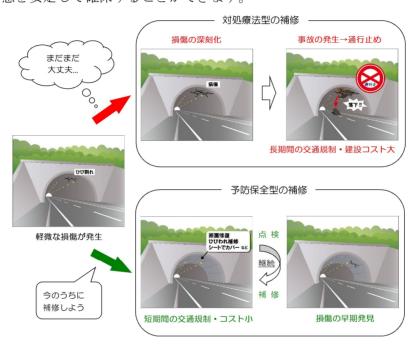
トンネル長寿命化修繕計画は、下記の項目を基本方針として策定します。

【①管内トンネルの長期間(30年程度)にわたる維持補修計画の立案】

トンネルを安全に通行できる状態を、長期間にわたり確保できる維持補修計画とします。

【②予防保全型の維持管理の実施】

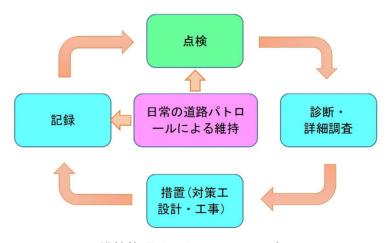
従来の「悪くなったら補修する」対処療法型(事後保全)ではなく、「悪くなる前に補修する」 予防保全型の維持管理を行うことで、大規模な補修工事の回避を目指します。原則として5年 毎に定期点検を行い、見つけた損傷に対して必要な補修工事を早期に実施することで、安全に 通行できる状態を安定して確保することができます。



対処療法型の補修と予防保全型の補修のちがい

【③維持補修に関する情報の管理・更新手法の立案】

予防保全型の維持管理で重要となる 「点検→診断→措置→記録→点検」の サイクルが長期にわたって有効に稼働 するよう、トンネル維持補修に関する 情報の管理・更新手法を立案します。



維持管理サイクルのイメージ



3.2.トンネル長寿命化修繕計画の考え方

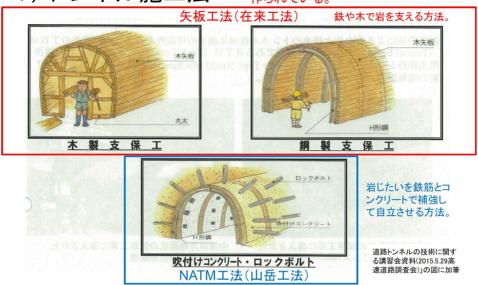
3.2.1.トンネルの特性

トンネルは、橋梁など他の土木構造物とは異なる特性を持ち、特殊な構造物と言えます。

●特性①:トンネルは、岩とコンクリート・鉄骨などの材料が一体となって形を保っています。

4)トンネル施工法

トンネルは大きく分けて2つの工法で作られている。



6)NATM工法(山岳工法)



山兵工法 (NATM T注) の断面積型と宝際の掘削車場

ロックボルトと 吹付けコンク リートで 地山を補強して 自立させる工法。 現在の主流。

> 山岳トンネル施工方法の概要 1980年代までは在来工法、1990年代以降は NATM工法が主流。



トンネル内の覆工は無筋コンクリート

地山が厚ければ、圧縮力のみ作用するため、鉄筋は不要。



坑口部の覆工は鉄筋コンクリート

地山が薄く、力の作用する方向 が複雑なため、コンクリートに曲 げる力が作用する。



- ●特性②:トンネルの不具合を「変状」と呼びます。代表的な変状は、コンクリートのひび割れ、はく離、漏水などです。トンネルの変状はコンクリートの劣化で発生しますが、交通量が多いほど変状が増えるわけではありません。
- ●特性③:トンネルが通る山の地質はトンネルごとにすべて異なり、掘る方法も様々です。このためトンネル変状の原因を単純にパターン化することが難しくなっています。

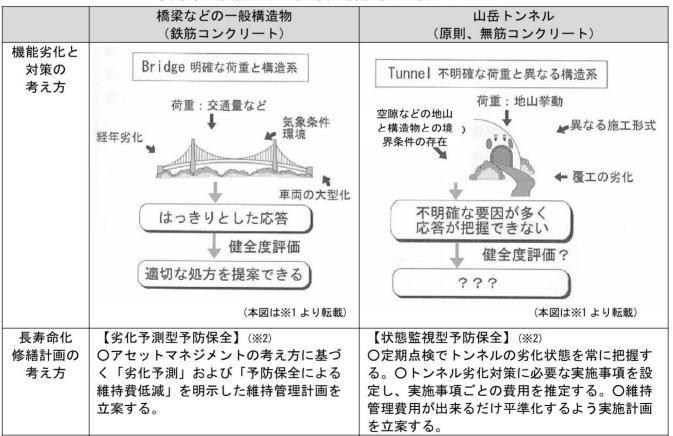
3.2.2.トンネル長寿命化修繕計画の考え方

トンネル変状の原因はトンネル毎に異なるため、「トンネルが何年先にどの程度劣化するかを予測する」方法は、現状では確立していません。したがって、トンネル長寿命化修繕計画の 策定は、次の考え方に沿って行います。

【計画立案の考え方】

- ①状態を監視しながら修繕を行う「状態監視型予防保全」の考え方に基づき計画する。
- ②修繕計画の立案目的は、「大規模工事の回避」とし、「コストの平準化」は可能な範囲で行う。
- ③定期点検実施により、トンネルの劣化状態を常に把握する。
- ④トンネル劣化対策に必要な実施事項を設定し、実施事項ごとの費用を推定する。
- ⑤各年の維持管理費用が出来るだけ平準化するよう実施計画を立案する。

長寿命化修繕計画の対比表(橋梁等と山岳トンネル)



(※1)図の出典:「地下構造物のアセットマネジメント」土木学会(2015) p33 (※2)参考文献: 山形市道路トンネル長寿命化修繕計画 令和3年11月改訂

市職員・専門技術者

3.3. 点検方法

(1) 点検の種類

トンネルの劣化状態を常に把握するためには、点検が必要となります。トンネル点検には下 記の種類がありますが、平成26年の改正道路法施行により、道路管理者には5年に1回の「定 期点検」が義務付けられ、長寿命化計画において重要な役割を担っています。

点検種別 方法 実施者 頻度 道路パトロールの際 ①通常点検 日常 市職員 に地上から目視 5年に1回 市職員・専門技術者 ②定期点検 高所作業車を使った 近接目視が基本 支援技術の活用可 ③異常時点検 異常発生時(災 定期点検と同様 市職員・専門技術者 害、大事故等)

トンネル点検の種類

(2) 定期点検の方法

④詳細点検・調査

トンネル定期点検は、「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」に 基づき実施します。

近接目視の他、調査

項目ごとの方法

①初回点検

トンネルの全延長を対象として近接目視やハンマーによる打音点検を行い、トンネル変状位置の特定とトンネル健全度評価を行います。

②2 回目以降点検

トンネルの全延長を対象とした近接目視を基本に、前回定期点検からの変状の進行状況や、 新たな変状の発生を確認します。

(3) トンネル健全度の評価

トンネルの健全度は、下表に示した5段階評価 $(I \sim IV)$ で評価します。

重大変状の原因

を調査する時

補修工事が必要となるのは、IIa (計画的に対策)、III (早期に対策)、IV (緊急に対策)と評価した変状のあるトンネルとなります。

トンネル点検における判定区分 赤枠内:補修工事が必要

程度	判定	区分	状 態
軽	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
	(健≤	全)	状態
	П	Пb	将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、 <u>監視</u> を必
ļ	(予防保全		要とする状態
	段階)	II а	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 <mark>計画的に対策</mark> を必要とする状態
	Ш		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
	(早期措記	置段階)	講じる必要がある状態
重	IV	•	利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、 <mark>緊急に対策</mark> を講じる
<u> </u>	(緊急措置	置段階)	必要がある状態

「道路トンネル定期点検要領(国土交通省: 平成31年3月)」に加筆。

3.4. 新技術等の活用方針

- (1) 方針
- ①定期点検や補修・補強を実施する際には、トンネル維持管理に有用な新技術等の活用を検討します。
- ②新技術等の採否は、費用の縮減や事業の効率化が見込めるかを指標として判断します。
- (2) 新技術の動向

新技術の検討に際しては、最新の技術開発動向に注視する必要があります。その際に参考となる資料を下記に示します。

- ○点検支援技術性能カタログ(橋梁・トンネル) 令和4年9月 国土交通省道路局
- ○「NETIS」検索サイト https://www.netis.mlit.go.jp/NETIS
- (3) 新技術の種類

トンネル維持管理に有用な新技術は、下記の分野が挙げられます。

- ①点検支援技術(画像計測技術、非破壊検査技術、計測・モニタリング技術など)
- ②補修に関する新工法(はく落防止工、漏水対策工、ひび割れ注入工など)
- ③補強に関する新工法(補強パネル工、裏込め注入工など)
- (4) 新技術活用に関する具体的な短期目標

令和9年度までの5年間において、管理するトンネル1箇所を対象に新技術の活用を検討します。新技術活用の目的は、費用の縮減と事業の効率化です。

3.5.費用の縮減に関する具体的な方針

(1) 方針

今後、定期点検や補修・補強を実施する際には、ライフサイクルコストの縮減が見込める手 法を検討します。

前述の通り、トンネルの長寿命化修繕計画は「状態監視型予防保全」の考え方で立案します。 この考え方では、点検により発見した変状を対策する対処療法を主に行うため、劣化を予測して事前に対策を行うことによる費用縮減は望めません。

したがって費用の縮減手法としては、前述の新技術等の活用のほか、工程調整や付属施設更 新間隔の延長等、新技術によらない方法も選択肢として柔軟に検討します。

(2)費用の縮減に関する具体的な短期目標

令和9年度までの5年間において、管理するトンネル1箇所を対象にして、補修工事への新技術適用による費用縮減を検討します。

トンネル管理費用の縮減に関する具体的な短期目標

	費用縮減目標
白山トンネル	※補修工事への新技術適用による費用縮減を検討する。



4. 対象施設の状態

4.1.対象施設の諸元

(1) 本計画で対象とする施設は、道路法第2条に定めるトンネルのうち、町が管理する道路トンネル1箇所としています。

本町が管理する道路トンネル

整理 番号	トンネル名称	延長(m)	施工方法	建設年度	経過年数 (2023 年現在)
1	白山トンネル	96.5	矢板工法	1990	33



国土地理院電子地図閲覧サービスより出力した地形図に、トンネル位置を追記。

4.2. 直近における点検結果

対象トンネル諸元および占権結果概要表

					7127			70 X 5	_			
	トンネル名	路線	完成 年	延長 m	幅員 m	施工 方法	トンネル写真(坑口)	前回 判定		最新 判定	主な変状	付属物
1	白山 トンネル	町道 海老穴7 号線	1990	96.5	5.0	矢板 工法		П H29	⇒	II R4	【判定Ⅱa】 「漏水」2箇所 【判定Ⅱb」箇所 材質劣化41箇所 漏水18箇所 対策工は無し	【判定×】 ・添架管取付ポルト級 み1箇所

トンネル点検における判定区分 赤枠内:補修工事が必要

程度	判定	区分	状 態							
軽	I (健:	全)	利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、 <u>措置を必要としない</u> 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、 <u>監視</u> を必要とする状態							
	(予防保全 段階) 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 <mark>計画的に対策</mark> を必要とする状態							
	Ⅲ (早期措置段階)		早晩、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、 <u>早期に対策</u> を 講じる必要がある状態							
重	IV (緊急措		利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、 <mark>緊急に対策</mark> を講じる 必要がある状態							

「道路トンネル定期点検要領(国土交通省:平成31年3月)」に加筆。

5. 対策内容と実施時期

5.1. 対策内容

「道路トンネル定期点検要領」にもとづき、トンネルの点検時期・補修時期は、下記(1)~(5) の考え方に沿って計画します。

(1) 日常点検

日常の道路パトロールで、トンネルの異常の有無を確認します。特に健全度Ⅱ以上のトンネ ルは、修繕工事を実施するまでは日常のパトロールで重点的に監視を行います。

(2) 定期点検

「道路トンネル定期点検要領」に基づき、5年ごとに定期点検を行い、トンネルの健全性を 確認します。

(3) 変状確認~対策所要年数

「道路トンネル定期点検要領」では、判定が Ⅱa 以上の変状については本対策工事の対象と なります。点検における変状確認から対策実施までの所要年数は、健全度により異なり、重い 変状ほど短くなります。本計画では、下記の通り定めます。

			トンネル	判定区分ごとの対策所要年数 赤枠内:補修工	事が必要
程	度	判定區	区分	状 態	対策所要 年数
軽	Z.	I (健全	È)	利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、 <u>措置を必要としない</u> 状態	_
		П	Πb	将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性が あるため、 <u>監視</u> を必要とする状態	30 年
		(予防保全 段階)	IIa	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 <u>計画的に対策</u> を必要とする状態	5 年
1	۲	Ⅲ (早期措置		早晩、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、 <mark>早期に対策</mark> を講じる必要がある状態	3 年
重	Î	Ⅳ (緊急措置		利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、 <mark>緊急に対策</mark> を講じる必要がある状態	1 年

「道路トンネル定期点検要領(国土交通省:平成31年3月)」に加筆。

【対策所要年数の解説】

- ・トンネル寿命は永年とし、必要な補修を実施しながら使用する。
- 対策区分Iのトンネルは計画期間内での対策が必要ないため、年数を設定しない。
- ・対策区分IIb のトンネルは、計画期間の 30 年間で監視を継続すると考え、対策所要年 数を30年とする。
- ・対策区分IIaのトンネルは、5年に1回の点検サイクル以内に措置(維持工事か重点監 視)を行うため、対策所要年数は5年とする。
- ・対策区分皿のトンネルは、点検後2~3年以内に措置(維持工事)を行うため、対策所 要年数は3年とする。
- ・対策区分IVのトンネルは、点検した年度~次年度に措置(応急工事と維持工事)を行う ため、対策所要年数は1年とする。

5.2. 対策の優先順位の考え方

複数のトンネルを管理する場合の対策優先順位は、トンネルの重要度に基づき順位を決定します。本計画における対策の優先順位は、次の通り考えます。

【対策優先順位の考え方】

検討の指標で重視する順番は、①路線重要度、②現状の健全度、③特記事項、④経年、とします。

ただし、本町が管理するトンネルは「白山トンネル」1箇所であり、対策優先順位を付ける ことはできません。

よって、「白山トンネル」に関する各指標について整理します。

要素 評価 白山トンネル 海老穴 7 号線 重要度は普通 路線 ①緊急指定無し 重要度 ②交通量不明 ③迂回路あり Ⅱ予防保全段階 2 健全度 概ね健全 軽微な変状のみ 3 特記 地区の生活道路 海老穴地区から船迫 地区への短絡道路 事項 4 経年 比較的新しい 33 年 ;1990 年完成 優先順位 1番目

優先順位検討表

(1) 路線の重要度

路線の重要度は、①緊急輸送路指定の有無、②交通量の多少、③迂回路の有無で判断します。 白山トンネルは、緊急輸送路ではなく迂回路があるため、重要度は普通と言えます。

(2) トンネル健全度

Ⅱ:予防保全段階であり、軽微なひび割れや漏水のみが見られ、ほぼ健全な状態です。

(3) 特記事項

海老穴地区の生活道路としての役割が重要と考えられます。

(4) 設置年

1990年完成で経年33年と、トンネルとしては比較的新しいといえます。

5.3.対策に係る全体概算事業費

本町のトンネル維持費用の推定額は下表の通りです。

トンネルを30年間維持するための推定費用(2017年~2046年)

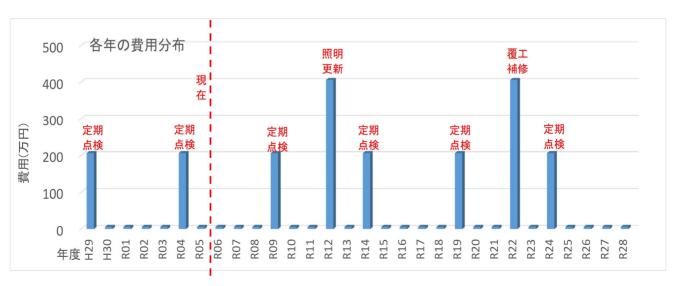
C 1 1034 E 3 3	,, ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	C/10 (=====
	白山トンネル	計
点検工事費	2,000万円	2,000万円
維持費	180 万円	180 万円
計	2, 180 万円	2, 180 万円

以下に、トンネルごとの「長寿命化修繕計画年表」および「各年の費用分布を示したグラフ」 を掲載します。10~20年ごとの工事時期に費用が増加する傾向が見られます。

【白山トンネル 長寿命化修繕計画年表】

トンネル長寿	命化修繕計画	年表 吳	田町					現在						
トンネルを30年	建設後経年数	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
間維持するた	和暦	H29	H30	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11
めの費用	西暦	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
白山トンネ ル 延長 96.5m 1990 年完成	点検工事費(万円); 諸経費と10% 税込み。	定期 点検 判定 Ⅱ					定期 点検 判定 Ⅱ					定期 点検		
	2,000	200					200					200		
	維持費(万円): 照明灯5台電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費
	180	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R28
2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
照明 更新 工事		定期 点検					定期 点検			補修設計/工事		定期 点検				
400		200					200			400		200				
電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費	電力費
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6



【解説】

(1)費用の設定条件

トンネルの運用に必要なコストは、①点検工事費と②維持費に分けて考えます。

①点検工事費と②維持費を修繕計画表に整理します。

(2) 本体点検費

5年毎に定期点検を繰り返し、その間の年に補修設計・施工を実施すると考えます。 点検費は、点検業務に要した金額の実績を目安に設定し、以降の費用は同じ程度と想定し ました。

(3) 本体補修設計費・工事費

将来の設計費・工事費は、現時点で変状と対策工種を特定できないため、軽微な補修工の 推定額としました。竣工後50年後に小規模な補修工が必要になると想定しました。なお、突 発事故による破損の補修は考慮しません。

(4) 設備維持費

照明灯を設置したトンネルでは、電気料金を月0.5万円程度と推定しました。

(5) 設備更新費

トンネル内に設置した設備(照明設備や非常用設備など)の寿命は、おおむね20年~30年程度とされています。したがって、各設備の劣化状態を確認しながら、適切な時期に設備更新工事を行います。

照明設備は 1990 年の建設当時から使用しており、40 年間の使用が限界と想定しました。更新工事費は最小限必要な灯数とし、トンネル延長に基づく統計額の×20%から、400 万円程度と推定しました。

(6) 対策工の更新時期

対策を行った変状は判定 I となりますが、対策効果は永年ではない工法が多いため、点検時に対策効果を維持しているかを確認します。

(7)対策費用の検討期間

対策費用の検討期間は、対策着手年度から 30 年間とします。対策着手年度は、定期点検制度開始の平成 26(2014)年度とします。30 年間とした理由は、社会における世代交代のサイクルをおよそ 30 年間とみなしたことによります。現状で実施すべき事項を計画として定め、管理を次世代に引き継ぐと考えた場合に、世代交代のサイクルが妥当な期間と考えたためです

5.4.維持補修に関する情報の管理・更新

予防保全型の維持管理で重要となる「点検→診断→措置→記録→点検」のサイクルが長期に わたって有効に稼働するためには、トンネル維持補修に関する情報の管理・更新が重要になり ます。そこで、トンネル情報の管理・更新手法を下記に示します。

- (1)「トンネル管理台帳」を作成する。
 - トンネルの基本情報、点検結果、損傷状態、補修工事履歴を1冊のバインダーで管理する。
- (2) 「トンネル管理台帳」のバインダーは常時見える場所に備え付ける。
- (3) 「トンネル管理台帳」のバインダーには、管理台帳の原稿である電子データを収録した CD も合わせて収録する。
- (4)「トンネル管理台帳」は次の場合に情報を更新する。
 - ①日常点検で異常を発見した場合 ②定期点検を行った場合 ③補修工事を行った場合



トンネル管理台帳のイメージ図

以上