

北川村トンネル長寿命化修繕計画

令和5年3月

北川村役場 経済建設課

目 次

1. トンネル長寿命化修繕計画の概要	1
1.1 北川村の道路トンネルの現状と課題	1
1.2 北川村の道路トンネル維持管理計画の策定に向けて	1
1.2.1 道路トンネル維持管理計画の対象	1
1.2.2 道路トンネルの定期点検による健全性の診断	2
1.2.3 トンネル維持管理に係る予算の最適化	2
1.2.4 トンネル維持管理計画の策定と実施	2
2. 計画内容	2
2.1 対象施設	2
2.2 トンネル維持管理画策定の考え方	3
2.3 計画期間	4
2.4 対策の優先順位の考え方	4
2.5 個別施設の状態等	5
2.6 対策内容と実施期間	6
2.6.1 本体工補修対策	6
2.6.2 対象トンネルと対象期間	6
2.7 対策費用	8

1. トンネル長寿命化修繕計画の概要

1.1 北川村の道路トンネルの現状と課題

北川村では、計2本（総延長109.0m、2019年3月現在）の道路トンネルを管理しています。

今後、経年とともにトンネルの老朽化が進行し、これまでのような事後保全的管理（構造物の損傷が顕在化してから補修対策を実施）では、対策が一定期間に集中し維持管理予算を集中投資しなければならない可能性が考えられます。

このため、今後、安全性を確保しつつ合理的にトンネルの保守管理を継続的に取り組むための維持計画の策定が求められています。

1.2 北川村の道路トンネル維持管理計画の策定に向けて

北川村では、道路トンネル維持管理計画の策定に向けて、以下のような方針で臨みます。

1.2.1 道路トンネル維持管理計画の対象

道路トンネルでは、経年に伴ってトンネル本体工の老朽化（ひび割れ、材質劣化、漏水等）が進行するだけでなく、付属施設（照明施設）も標準的な耐用年数を過ぎると、機能低下・故障が発生する場合があります。このため、道路トンネル維持管理計画においては、本体工と付属施設の双方を対象として計画策定を行います。

1.2.2 道路トンネルの定期点検による健全性の診断

北川村では、高知県土木部道路課策定の「高知県道路トンネル点検要領（平成28年3月）」に準拠して、定期点検を継続して実施し、トンネル本体工（覆工、坑門工等）に発生している変状の状況を把握し、変状毎に表1.1に示す判定区分で健全性の診断を行います。また同表に示すIV判定の変状が確認された場合は、トンネル利用者被害を防ぐために応急対策を実施してトンネルの安全性を確保します。

表 1.1 トンネルの変状区分

健全度 ランク ^{注1)}	状態	措置の内容
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。	監視
	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、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。	監視 計画的に対策
III	早晚、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に対策を講じる必要がある状態。	早期に対策
IV	利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急 ^{注2)} に対策を講じる必要がある状態。	直ちに対策

注1) 「道路トンネル定期点検用要領」(H26.6、国土交通省道路局 国道・防災課)に定める対策区分の判定に用いる区分に対応。

注2) 判定区分IVにおける「緊急」とは、早期に対策を講じる必要がある状態から、交通開放できない状態までをいう。

(出典) 高知県土木部道路課：高知県道路トンネル点検要領、平成28年3月

1.2.3 トンネル維持管理に係る予算の最適化

定期点検結果に基づいて本体工の補修対策費を計上し、優先順位をつけて年間予算の最適化を図ります。

1.2.4 トンネル維持管理計画の策定と実施

年次計画を策定し、効率的にトンネルの本体工補修対策や付属施設更新を実施していきます。なお以上のような取組は、図 1.1 に示すようなメンテナンスサイクルの一環として、今後、継続的に取り組みを強化し、安全で合理的なトンネルの維持管理を進めていきます。

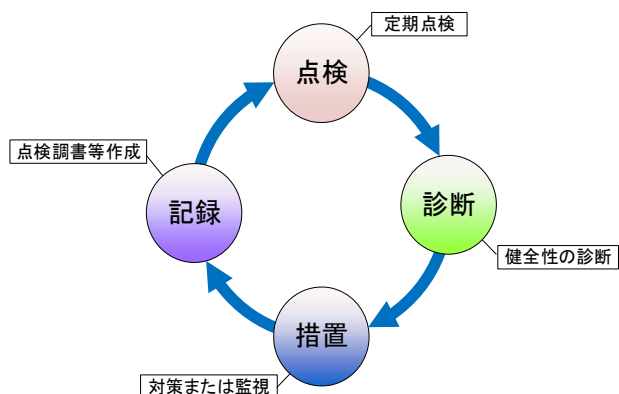


図 1.1 メンテナンスサイクル

2. 計画内容

2.1 対象施設

維持管理計画対象のトンネルは北川村が管理する、表 2.1 に示す道路トンネル（山岳工法）を対象とします。

表 2.1 対象トンネル一覧表

番号	路線	トンネル名	延長 (m)	幅員			有効高
				車道	歩道	路肩	
1	村道 釈迦ヶ生線	釈迦ヶ生トンネル	52.60	3.70	0.00	0.50	3.25
2	村道 竹屋敷線	尾河トンネル	57.30	3.50	0.00	0.50	3.80

建設年次 釈迦ヶ生トンネル：不明

尾河トンネル：1961年

また、対象施設は下記の施設を対象とします。

- 1) トンネル本体工：覆工、坑門、路面、路肩、排水施設及び補修・補強材をいいます。
- 2) 付属施設：道路構造令第 34 条に示されるトンネルに付属する換気施設（ジェットファン含む）、照明施設及び非常用施設をいいます。また、上記付属施設を運用するために必要な関連施設、ケーブル類等を含めるものとします。ただし、北川村では換気施設及び非常用施設を有するトンネルはないため、同施設は対象外となります。

2.2 トンネル維持管理計画策定の考え方

山岳工法で構築された道路トンネル（以下、「トンネル」という）の維持管理計画の策定に際しては、予防保全的手法による維持管理を目指す方針とします。

ただし、トンネルは覆工が無筋コンクリートで中性化の影響を受けない、あるいは交通荷重が覆工に作用しない等、構造体の特徴および経年による機能低下（変状の発生と進行）のメカニズムが、橋梁等の一般土木構造物と異なることから、表 2.2 に示す考え方に沿ってトンネル長寿命化修繕計画を策定します。

また、新技術の活用、集約化・撤去等を含めた検討を行い費用の縮減を検討します。集約・撤去については、該当箇所迂回路がないため検討課題とします。

表 2.2 橋梁等一般構造物と山岳トンネルの長寿命化修繕計画の考え方の比較

		橋梁等の一般土木構造物 (鉄筋コンクリート構造物)	山岳トンネル（無筋コンクリート覆工）
維持管理上の 特徴	耐用年数	鉄筋等の腐食の進行等により、構造体としての耐荷力が著しく低下する時期が必ず到来するため、 更新（架け替え）時期＝耐用年数（寿命）を考慮する必要がある	トンネルは周辺地山と支保工・覆工等が一体となって地下空間を保持する構造体であるため、地すべり等の特殊要因で地山が不安定化しない限り構造体としての耐荷力が、著しく低下することはない。このため、 トンネルの耐用年数（寿命）は考慮しない
	劣化予測	中性化の進行による鉄筋腐食や、交通荷重の作用による疲労破壊等によって、 構造物の劣化は、ほぼ一律に進行するため、構造物として劣化予測が行える	地質・地下水、気象、コンクリート品質等の諸条件により、同一トンネルでも 変状毎に覆工の劣化の進行程度は異なるため、トンネル全体としての劣化予測は困難
長寿命化修繕計画の 考え方	事後保全に代わる合理的な維持管理手法	【劣化予測型予防保全】 構造物の劣化がほぼ一律に進行する特徴を有するため、 劣化の傾向を予測し、適切な時期に予防的に対策を実施し、（耐用年数の）延命化を図る	【状態監視型予防保全】 定期点検で各変状の状態を監視し、劣化の進行（健全度の低下）が確認された変状に対し、目標管理水準を下回った時点で予防的に対策を実施する
	対策時期	劣化予測により、所定の健全度に達する時期を推定	変状の状態（健全度）に応じて、対策が必要となるまでの推定期間（対策余寿命）を想定
	対策費の特徴	劣化の進行（健全度の低下）に伴い対策費は増加する （鉄筋発錆前と後では対策工種が大きく異なる：概念図参照）	無筋コンクリート主体のため、 変状の進行過程（健全度の低下）で、対策範囲、対策工法及び対策費は基本的に変わらない場合が多い^{注1)}
	長寿命化修繕計画の考え方	計算期間内で 予防保全と事後保全の対策費を比較し、最適な計画を立案 （予防保全による延命化により更新費を先送りする）	5年ごとの定期点検（状態監視）によって、 目標管理水準を下回った変状（判定区分Ⅲ、Ⅳ）の対策（短期修繕計画）と、目標管理水準に達する前の変状（Ⅱa、Ⅱb）の計画的対策（中長期修繕計画）とを併せて修繕計画を策定し、将来的に対策予算を確保する

注 1)突発性の崩壊など、一部の劣化を除く

2.3 計画期間

本計画期間における対策によりトンネルの状態を『Ⅰ』（健全）又は『Ⅱ』（予防保全段階）とすることを目指すことから、対策余寿命（対策が必要とされるまでを推計した期間）を考慮し、短中期対策として10年間に設定します。なお、今後の点検結果を踏まえ、5年後を目途に計画を更新します。

2.4 対策の優先順位の考え方

下記の判断基準をもとに定量的な対策順位の判断基準を設定し、表 2.3 に、トンネル毎の変状箇所数及び対策順位表を示します。

< 対策順位の判断基準 >

- ・トンネル毎の健全性診断結果が高い順に対策順位を設定する。
- ・同じ判定となったトンネルについては、100m 毎の変状個数（Ⅱa 以上）の多い順に対策順位を設定する。※計画的に対策を必要とする判定区分Ⅱa の変状を 100m 毎の変状個数に換算（[Ⅱa 以上の変状個数/トンネル延]×100m）

< 検討結果 >

- 対象トンネルについて、釈迦ヶ生トンネル及び尾河トンネルは共に「健全性Ⅲ」となる
- 変状判定区分Ⅱa 以上の変状を最も多く有するトンネルは尾河トンネルである。
- 対策優先度は尾河トンネルが最も高い結果となる。

表 2.3 トンネル毎の変状箇所数及び対策順位表

変状区分 トンネル名		材質劣化			漏水			外力			合計 (Ⅱa以上)	診断結果	100m毎の変状個数 (判定区分Ⅱa)	対策順位	概算工事費用 Ⅲ判定のみ (円)	概算工事費用 Ⅱa判定以上 (円)
		Ⅱb	Ⅱa	Ⅲ	Ⅱb	Ⅱa	Ⅲ	Ⅱb	Ⅱa	Ⅲ						
釈迦ヶ生トンネル	52.60	16	4	2	8	18	1	1	0	0	25	Ⅲ	47.5	2	307,496	3,135,000
尾河トンネル	57.30	17	0	0	3	28	2	0	0	0	30	Ⅲ	52.4	1	322,050	4,628,400

2.5 個別施設の状態等

平成 30 年に実施した点検調書より収集したデータを集計すると、北川村が管理するトンネル 2 本の健全度は、表 2.4 に示すように共に『Ⅲ』（早期措置段階）になります。また、トンネルごとの変状状況を表 2.5 および表 2.6 に示します。

なお、健全度ランクは、表 2.7 に示す 5 段階を用いました。

表 2.4 トンネル点検の結果一覧

トンネル名	建設年次	変状箇所数						覆工スパン数	変状スパン数					変状スパン比率(%)					診断結果	異常箇所数	異常スパン数	異常スパン比率(%)		異常判定区分
		西暦	I	IIb	IIa	III	IV		I	IIb	IIa	III	IV	I	IIb	IIa	III	IV				X	○	
釈迦ヶ生トンネル	不明	-	25	21	3	0	8	0	0	6	2	0	0%	0%	75%	25%	0%	III	-	-	-	-	-	
尾河トンネル	1961	-	20	28	2	0	13	0	1	10	2	0	0%	8%	77%	15%	0%	III	0	0	0%	100%	○	

表 2.5 釈迦ヶ生トンネルの変状状況

スパンNo.	S001	S002	S003	S004	S005	S006	S007	S008
外 力	I	I	I	I	I	I	IIb	I
覆工 材質劣化	IIb	I	I	III	I	IIa	IIa	III
漏 水	IIa	IIa	IIa	IIa	IIa	IIa	IIa	III
総合判定	IIa	IIa	IIa	III	IIa	IIa	IIa	III
附属物(○・×)	-	-	-	-	-	-	-	-

変状写真	変状写真	変状写真	変状写真
S4-3 覆工表面の欠損及びうき (III)	S7-7 縦断目地周辺の欠損 (IIb)	S8-6 覆工表面のうき (III)	S8-12 覆工表面からの噴出 (III)

表 2.6 尾河トンネルの変状状況

スパンNo.	S001	S002	S003	S004	S005	S006	S007	S008	S009	S010	S011	S012	S013
外 力	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
覆工 材質劣化	I	I	IIb	I	IIb	IIb	I	IIb	IIb	IIb	IIb	IIb	I
漏 水	IIa	IIa	IIa	IIa	IIb	III	IIa	IIa	IIa	IIa	III	IIa	IIa
総合判定	IIa	IIa	IIa	IIa	IIb	III	IIa	IIa	IIa	IIa	III	IIa	IIa
附属物(○・×)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

変状写真	変状写真	変状写真	変状写真
S6-1 覆工表面からの漏水【滴水】 (III)	S10-2 縦断目地周辺のうき (IIb)	S10-5 縦断目地周辺のうき (III→ハツリ I)	S11-7 覆工表面の豆板 (IIb)

表 2.7 判定区分（対策区分の判定）¹⁾

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.	

2.6 対策内容と実施時期

2.6.1 本體工補修対策

予防保全の観点から対策を必要とする状態（判定Ⅱa に該当する状態）の変状や早期に対策を講じる必要がある状態（判定Ⅲに該当する状態）の変状に対して、下記の対策工法を設定します。

<剥落対策工>

対策工マニュアルでは、繊維シート系接着工を標準としているが、対象トンネルにおいては、目地部におけるシートはがれが想定されるため、高知県での施工実績を考慮して、判定Ⅱa 及び判定Ⅲの剥落対策はネット系の当て板工を計画する。

<漏水対策>

線状の対策工法には、導水樋工または溝切り工であるが、これらの工法はともに道路トンネルでの実績が十分である。判定Ⅱa 及びⅢ判定の漏水対策は施工性、経済性の面で優位である導水樋工を計画する。

2.6.1 対象トンネルと対象期間

長寿命化修繕計画は北川村が管理するトンネル2本を対象とし、トンネルの状態を『Ⅰ』（健全）又は『Ⅱ』（予防保全段階）に保つことを目指します。

対策時期に関しては、表 2.2 で述べたように道路トンネル（山岳工法）の特徴を考慮して、変状毎に判定した対策区分ごとに、対策が必要となるまでの期間を推計した「対策余寿命」を設定しました（表 2.7 参照）。

表 2.7 対策区分の判定区分と対策余寿命

区分	定義	対策が必要になるまでの年数の目安 (対策余寿命)
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.	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.	10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

※1 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る状態から、交通開放できない状態までを言う。

表 2.8 北川村トンネル長寿命化修繕計画

(単位：千円)

トンネル名	路線名	建設年次	延長(m)	診断結果	対策順位	維持修繕計画									
						H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
釈迦ヶ生トンネル	村道釈迦ヶ生線	不明	52.60	III	2	● 1,350	◇ 1,500			○ 3,450	● 1,350				
尾河トンネル	村道竹屋敷線	1961	57.30	III	1	● 1,350	◇ 1,500		○ 4,950		● 1,350				
計						2,700	3,000	0	4,950	3,450	2,700	0	0	0	0

◇：修繕設計 ○：修繕工事 ●：定期点検

2.7 対策費用

「表2.8 北川村トンネル長寿命化修繕計画」の対策費用の考え方について、「2.6.1 本体工補修対策」を踏まえ、以下に概算工事費算出の方針を整理し、概算工事費を算出する。
なお、定期点検費用については実績を踏まえて計上する。

そのため、定期点検、修繕等の措置を行う全ての施設に対して、「点検支援技術性能カタログ(案)」、「新技術情報提供システム(NETIS)」などを参考に新技術を抽出し、従来技術との比較を適切に行ったうえで、新技術の活用を検討します。また、修繕等の措置を行う全ての施設に関して、集約・撤去を含めた検討も行います。

<剥落対策工>

判定Ⅱa 及びⅢの剥落対策は、FRP メッシュ工による対策を計画する。

<漏水対策>

判定Ⅱa 及びⅢの漏水対策は、導水樋工による対策を計画する。

1) 釈迦ヶ生トンネル (概算事業費)

□剥落対策工 (Ⅲ)

・FRPメッシュ工 (変状箇所面積 ; S4-3 : 1.56㎡ + S8-6 : 3.52㎡)

$$\text{Ⅲ判定 箇所} \quad 23,000 \text{ 円/m}^2 \times 5.08 \text{ m}^2 = 116,840 \text{ 円}$$

□漏水対策工 (Ⅲ)

・樋工 (S8-12 : トンネル下部から3.0m)

$$\text{Ⅲ判定 箇所} \quad 15,000 \text{ 円/m} \times 3.0 \text{ m} = 45,000 \text{ 円}$$

$$\text{概算工事費 (直工} \times 1.9) \quad 307,496 \text{ 円}$$

□剥落対策工 (Ⅱa)

・FRPメッシュ工 (変状箇所面積 ; 0.5m×0.1mを想定)

$$4 \text{ 箇所} \times 23,000 \text{ 円/m}^2 \times 1.5 \text{ m}^2 = 138,000 \text{ 円}$$

□漏水対策工 (Ⅱa)

・樋工 (目地の半周)

$$18 \text{ 箇所} \times 15,000 \text{ 円/m} \times 5.6 \text{ m} = 1,512,000 \text{ 円}$$

$$\text{直接工事費} \quad 1,650,000 \text{ 円}$$

$$\text{概算工事費 (直工} \times 1.9) \quad 3,135,000 \text{ 円}$$

$$\text{概算工事費 (全体)} \quad 3,442,496 \text{ 円}$$

2) 尾河トンネル (概算事業費)

□漏水対策工 (Ⅲ)

- ・樋工 (S6-1 : トンネル下部から5.9m S11-2 : トンネル下部から5.4m)

$$\text{Ⅲ判定 箇所} \quad 15,000 \text{ 円/m} \quad \times \quad 11.3 \text{ m} \quad = \quad 169,500 \text{ 円}$$

$$\text{概算工事費 (直工} \times 1.9) \quad 322,050 \text{ 円}$$

□漏水対策工 (Ⅱa)

- ・樋工 (目地の半周)

$$28 \text{ 箇所} \quad \times \quad 15,000 \text{ 円/m} \quad \times \quad 5.8 \text{ m} \quad = \quad 2,436,000 \text{ 円}$$

$$\text{概算工事費 (直工} \times 1.9) \quad 4,628,400 \text{ 円}$$

$$\text{概算工事費 (全体)} \quad 4,950,450 \text{ 円}$$

< 策定・改訂履歴 >

平成 31 年 3 月 策定

令和 2 年 6 月 改訂

