

須坂市 トンネル長寿命化修繕計画



令和 5 年 3 月

長野県 須坂市



目 次

1.背景と目的	1
1-1. 背景	1
1-2. 目的	3
1-3. 長寿命化修繕計画の期間	3
1-4. 費用の縮減を図るための考え方	3
1-5. 費用の縮減効果	3
2.健全度評価に関する方針	4
2-1. 点検の手法	4
2-2. 健全度の把握	5
3.対象トンネルの点検結果	8
4.老朽化における基本方針	9
5.修繕方針	10
6.維持管理方針	11
7.コスト縮減効果	13
8.今後の展望	13
9.長寿命化に向けた短期的な数値目標	14
9-1. 基本方針	14
9-2. 新技術の活用・費用の削減	14

1.背景と目的

1-1. 背 景

平成 24 年 12 月に中央自動車道笹子トンネルの天井板落下事故を契機に、社会ストックの老朽化が露わとなり、継続的な維持管理の重要性が人々の中で認識されることとなりました。

その後、道路法改正および点検要項の改正により、長期的な維持管理における取組みの強化が求められるようになりました。

須坂市が管理するトンネルは、令和 2 年 3 月現在で1施設あります。現時点では老朽化していませんが、約 25 年後には建設後 50 年経過し、老朽化トンネルとなります。

老朽化を放置した場合、コンクリート片落下や漏水による冬期のつららや路面凍結等、第三者被害が生じる危険性が高くなります。更に、トンネルの大規模修繕や新設は財政的負担が大きく、適切な維持管理が困難になるおそれがあります。

須坂市管理トンネル一覧表

施設名	路線名	延長	建設年	車線数
鎌田山トンネル	市道 坂田原滝ノ入線	273.5m	2003 年	2 車線



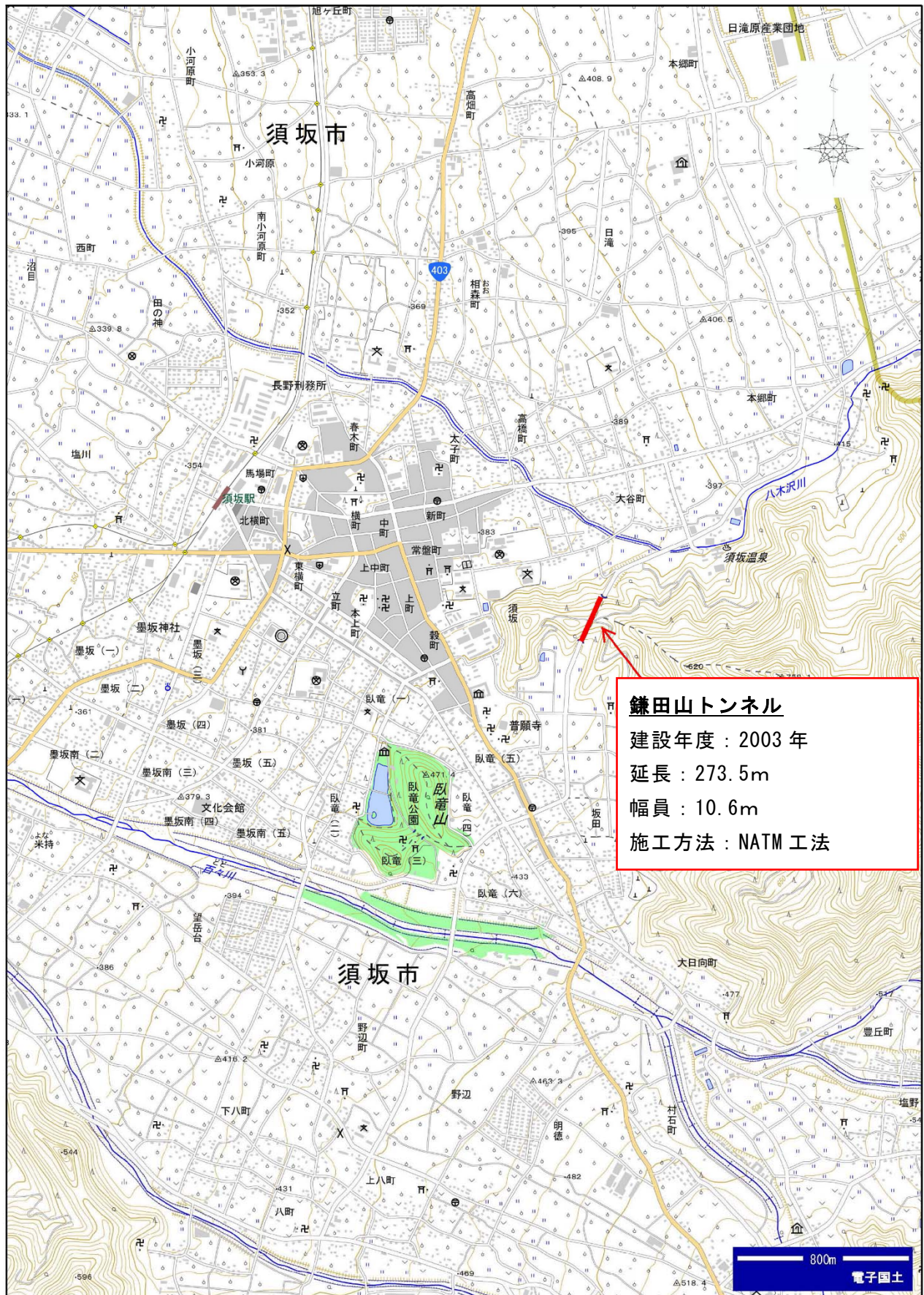
鎌田山トンネル坑門部



鎌田山トンネル覆工部

【 トンネル位置図 】

所在地：長野県須坂市大字坂田



1-2. 目 的

適切な維持管理を継続するためには、PDCA サイクル (Plan: 維持管理計画、Do: 修繕工事、Check: 効果の確認、Action: 点検・診断) で管理することが重要です。

長寿命化修繕計画では、PDCA サイクルを構築するために、事後保全型管理から予防保全型管理への転換を目的として計画を行います。転換を行うことにより、トンネルの健全性を高く保ち、維持管理コストの縮減・平準化を目的とします。

1-3. 長寿命化修繕計画の期間

今回の長寿命化修繕計画の期間は 10 年間 (R5.4~R14.3) とします。なお、点検結果を踏まえ、今後 5 年後を目途に計画を更新します。

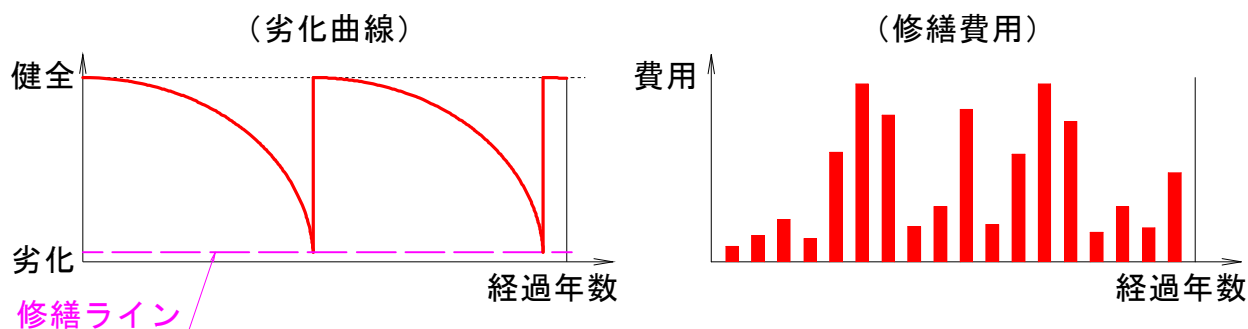
1-4. 費用の縮減を図るための考え方

費用の縮減のため、事後保全型管理から予防保全型管理への転換を図ります。事後保全型管理と予防保全型管理の違いは以下の通りとなります。

【事後保全型管理】

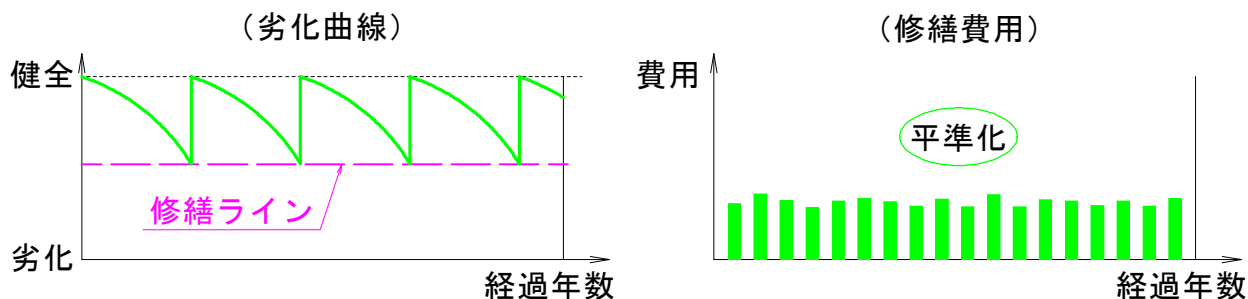
従来行われてきた方法で、トンネルに大きな損傷が確認されてから修繕する方法です。

損傷が確認された時、大きな損傷に至っている可能性があり、安全性が低いです。また、損傷の程度によっては、大規模修繕や新設といった高コストとなる可能性があります。



【予防保全型管理】

定期的に点検・診断を実施し、長寿命化計画で目指す方法です。致命的な損傷が発現する前に補修・補強を行うことによりコストを抑えられ、高い健全性を保つことが可能です。



1-5. 費用の縮減目標

令和 14 年までに、計画的な点検・補修等の維持管理をを行うことで、今後 10 年間の維持管理に係る修繕等の費用を約 60 万円縮減することを目標とします。

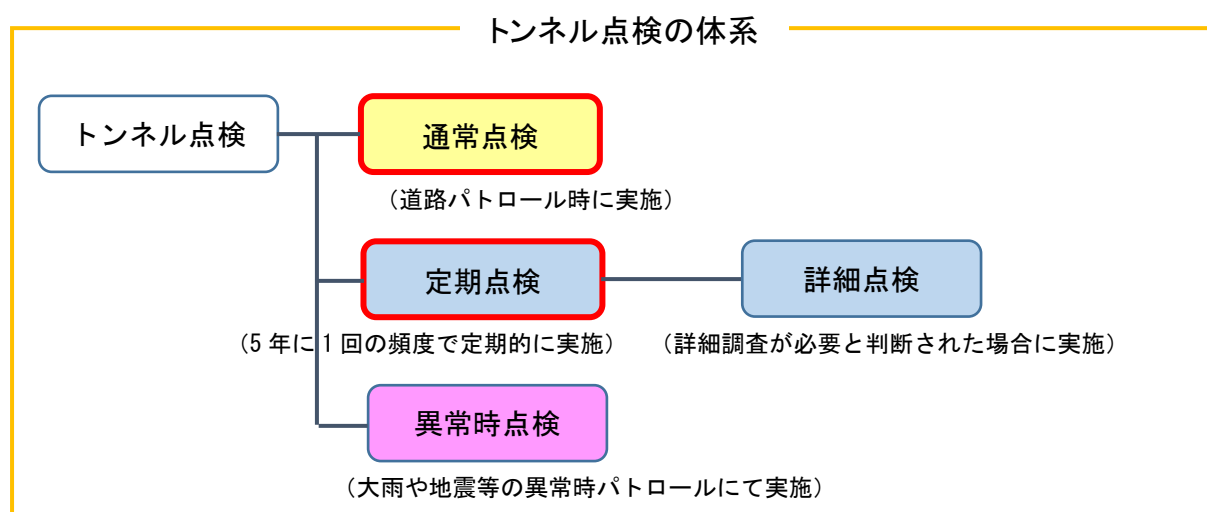
2.健全度評価に関する方針

トンネル長寿命化修繕計画を策定・実施するためには、点検を行い、トンネルの健全度及び今後の劣化進行程度を正確に把握し、状況に応じた対策を行うことが重要になります。

2-1. 点検の手法

本計画では、日常的に実施される「通常点検」と5年に1回の「定期点検」により、トンネルの状態（健全度）を把握し修繕計画に反映させます。

通常、点検は路上からの遠望目視、定期点検はトンネル点検車や脚立を用いた近接目視を基本としています。また、定期点検では、必要に応じて触診や打音検査等の非破壊検査等を併用して行います。



点検状況



ひびわれ幅計測状況

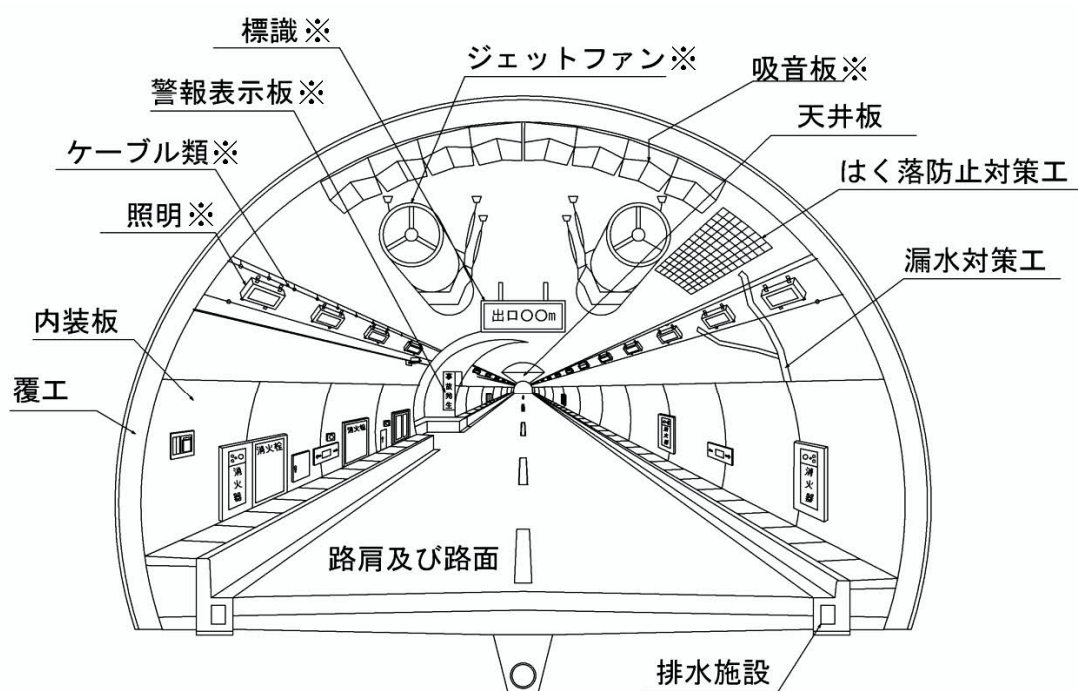
2-2. 健全度の把握

須坂市では、長野県道路トンネル点検マニュアル(平成 27 年 12 月)に準拠し、近接目視による定期点検を実施しました。

健全度の診断は、「外力」「材質劣化」「漏水」に変状を区分し診断を行います。トンネルの健全度は変状の中で最も厳しい評価をトンネル全体の健全度として採用します。

点検対象箇所は、下図に示すとおりです。

【点検対象箇所】



※トンネル内附属物は取付状態の確認を行う。

点検対象箇所(トンネル内)



点検対象箇所(トンネ坑口部)

(図は、国土交通省 道路局 道路トンネル定期点検要領 平成 26 年 6 月 p.13 より抜粋)

トンネル本体工の健全度ランクは表-2.2.1に示す5段階評価で行います。

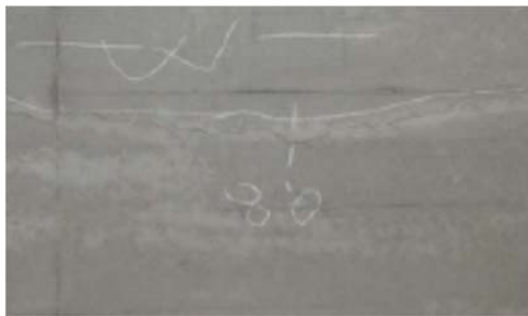
健全度ランク「Ⅱa」「Ⅲ」「Ⅳ」以上と診断された変状は、計画的に対策が必要な状態となります。

表-2.2.1 トンネル本体工の健全度ランク表

健全度ランク (判定区分)		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	Ⅱb	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
	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計画的に対策を必要とする状態	監視 計画的に対策
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	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、緊急に対策を講じる必要がある状態	直ちに対策

(長野県トンネル点検マニュアル p.18)

表-2.2.2 変状箇所の健全度例（ひびわれの場合）

判定区分		変状写真	変状概要
I			ひび割れが生じていない、または生じていても軽微で、措置を必要としない状態
II	II b		ひび割れがあり、その進行が認められないが、将来的に構造物の機能が低下する可能性があるため、監視を必要とする状態
	II a		ひび割れがあり、その進行が認められ、将来的に構造物の機能が低下する可能性があるため、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			ひび割れが密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が低下しているため、早期に対策を講じる必要がある状態
IV			ひび割れが大きく密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が著しく低下している、または圧ざがあり、緊急に対策を講じる必要がある状態
備考		ひび割れについては将来的な進行を考慮の上、判定することが望ましい。	

（長野県トンネル点検マニュアル 巻末 p.1-7）

3.対象トンネルの点検結果

須坂市で管理している 1 トンネルについて、令和 2 年に定期点検を実施しました。
点検結果は、健全度ランクⅡbとなりました。

トンネルの諸元および点検・診断結果一覧表は表-3.1 の通りです。

なお、健全度の判定区分の割合は、「Ⅱb：100%」となります。

表-3.1 トンネルの諸元および点検・診断結果一覧表

鎌田山トンネル	・路線名：市道 坂田原滝ノ入線 ・建設年度：2003 年 ・延長：273.5m ・幅員：10.75m ・構造形式：NATM 工法による山岳トンネル
	・判定区分：Ⅱb ・所見：点検で確認された特徴的な変状は、アーチ部の縦断方向ひび割れや豆板、および側壁部の縦断・横断方向ひび割れおよびエフロレッセンスである。前回の定期点検からの進行性は確認されなかったが、将来的に利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要としている状態である。

○鎌田山トンネルの主な損傷例



アーチ天端付近のひびわれ
(ひびわれ長さ 10.5m、幅 0.8mm)
判定区分Ⅱb



アーチ天端付近の豆板
(0.05m × 0.5m)
判定区分Ⅱb

4.老朽化における基本方針

5年ごとに実施するトンネルの点検・診断結果とライフサイクルコストを基に、老朽化の対策を実施し長寿命化を図っていきます。

5年ごとの定期点検が一巡するタイミングで遅延なく計画を見直し、最新の定期点検結果を反映した優先順位の計画としていきます。

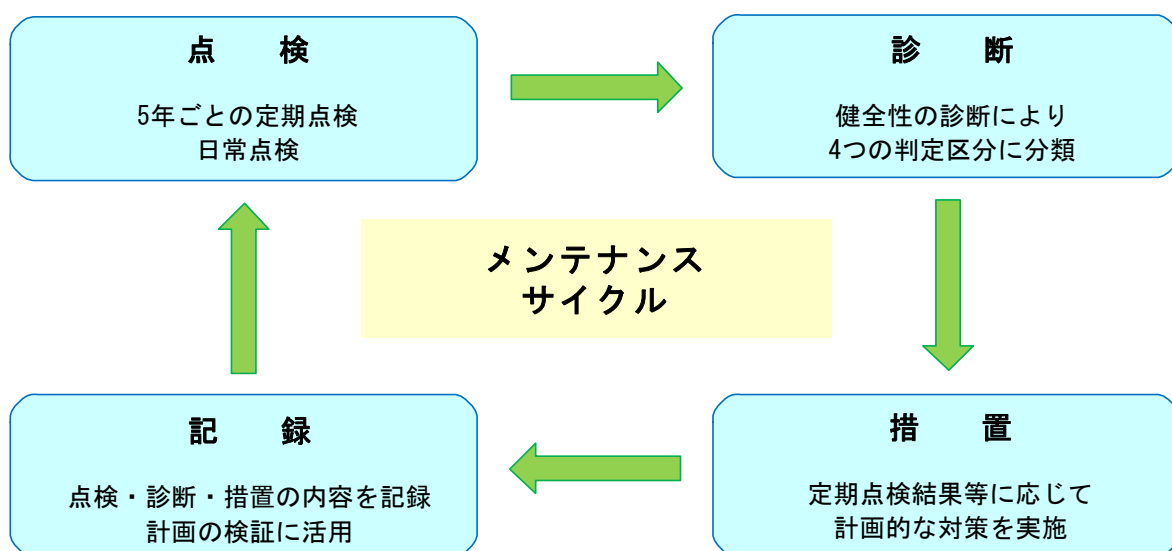
また、トンネルの損傷、危険箇所等の早期発見と迅速な対応を図るために、日常点検（パトロール）時に住民からの情報の得る等早期対応に努めます。

次の3つの基本方針を定めます。

基本方針 1

持続可能な維持管理の実現

トンネル維持管理の取組を計画的かつ効果的に進めるためには、点検・診断・措置・記録のメンテナンスサイクルを構築し、持続可能な維持管理を実現していきます。



基本方針 2

効率的な維持管理の実施

判定区分【Ⅲ】と判断したトンネルについては、損傷箇所数や損傷程度等を考慮し、優先的に対策を講じます。

判定区分【Ⅱ】と判断したトンネルについては、地域性・重要性等を考慮し、予防保全対策を講じます。

基本方針 3

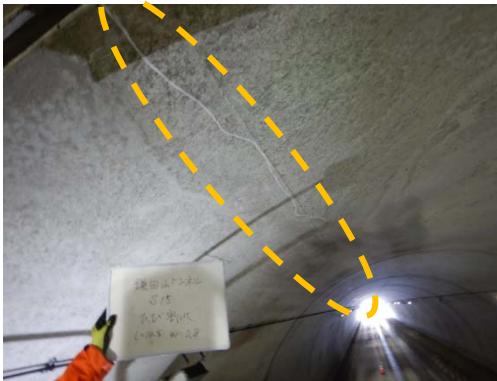
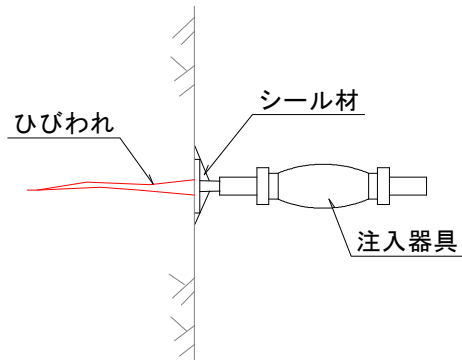
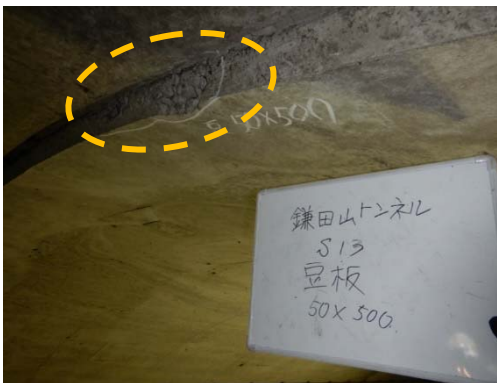
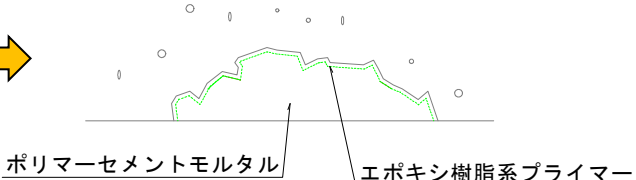
新技術の活用推進

トンネルの点検・診断や長寿命化修繕工事を実施するにあたっては、非破壊検査や人工知能(AI)による点検支援技術の活用、修繕工事における新材料や新工法等の活用に向け、新技術や技術動向を把握し導入の検討を進め点検作業の効率化や修繕コストの縮減に努めていきます。

5.修繕方針

須坂市のトンネルで見られた主な変状と修繕方法を示します。主な変状は、ひび割れ、コンクリート片のうき、はく離等です。今後、構造物や利用者に対して影響が及ぶ可能性が高い変状を優先的に修繕します。

主な変状と修繕方法

損傷：ひびわれ	修繕方法(補修)：ひび割れ補修工
	
損傷：うき、はく離	修繕方法(補修)：断面修復工
	

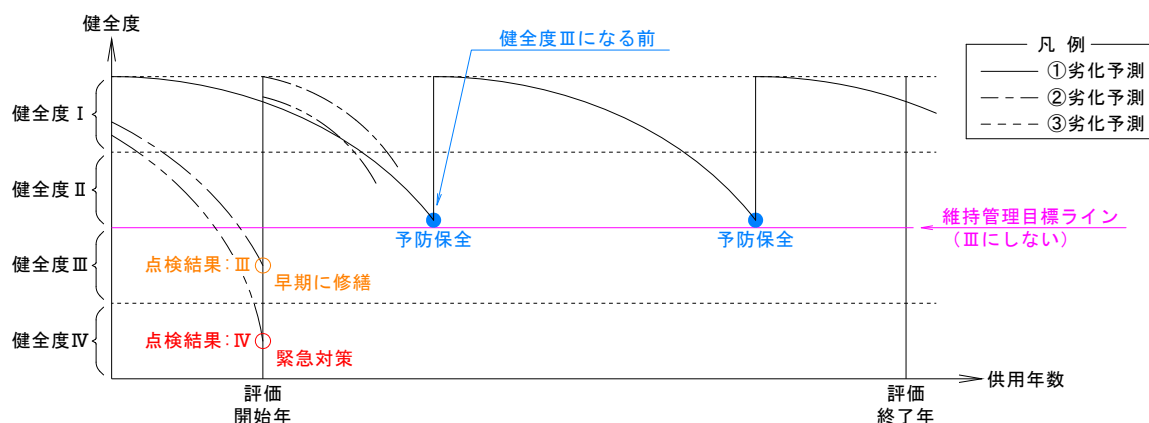
6.維持管理方針

長寿命化修繕計画の維持管理は「予防保全型管理」を基本として計画します。

維持管理方針のイメージ

< 予防保全 >

- ① 健全度Ⅲに到達する前に予防保全を実施
- ② 点検結果が健全度Ⅲの場合、評価開始年から早期に修繕を実施
- ③ 点検結果が健全度Ⅳの場合、評価開始年から緊急対策を実施



(1) 修繕方針

修繕方針としては、「予防保全型管理」で行います。具体的には、今回の定期点検で確認されたひび割れやうきの補修を行い、トンネル耐久性低下防止や第三者被害防止を目指します。

なお、予防保全型管理の効果を検証するため、事後保全型管理で行った場合の費用を算出します。算出方法は以下の通りです。

- ・事後保全型管理の修繕内容は、内面補強による耐荷力向上を目的とした補強工法を適用します。
- ・事後保全型管理の修繕時期は、コンクリートの標準的な耐用年数を 50 年と考慮し、竣工 50 年後に実施することを想定します。

具体的な修繕計画については、次頁に添付します。

修繕等措置の着手状況

優先 順位	トンネル名	延長 (m)	判定 区分	対策時期・対策内容・事業費(百万円)				
				H30	R1	R2	R3	R4
				2018	2019	2020	2021	2022
1位	鎌田山トンネル	273.5	Ⅱ a					定期点検
		合計(百万円)		0.0	0.0	0.0	0.0	3.0

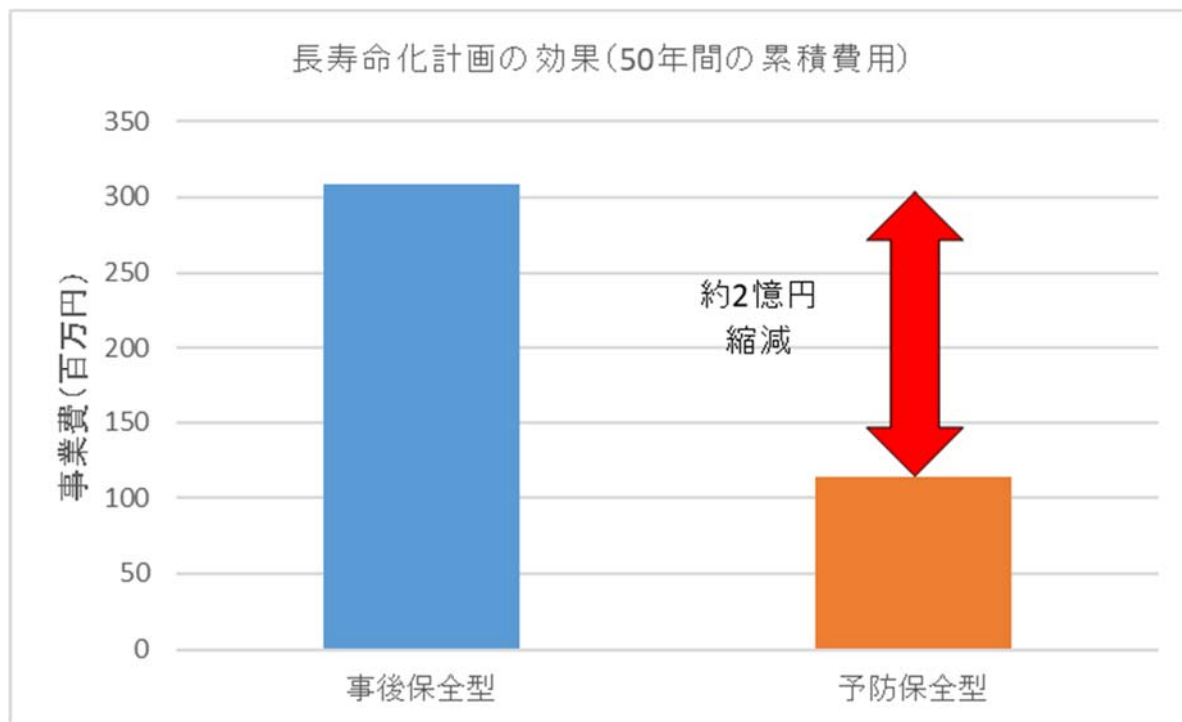
今後10年間の維持管理計画

優先 順位	トンネル名	延長 (m)	判定 区分	対策時期・対策内容・事業費(百万円)									
				R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14
				2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
1位	鎌田山トンネル	273.5	Ⅱ a					定期点検	補修設計	ひびわれ補修 断面修復	ひびわれ補修 断面修復	ひびわれ補修 断面修復	定期点検
									3.0	4.6	4.6	4.6	
		合計(百万円)		0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	4.6	4.6	4.6	3.0

※R10以降の補修計画している損傷は、判定区分Ⅱaの重点的な監視のレベルである。このため、R9の点検結果により補修計画の見直しを図る。

7.コスト縮減効果

予防保全型管理は事後保全型管理と比較して、今後 50 年間で約 3.1 億円→約 1.1 億円(▲2.0 億円)となり、約 65%のコスト縮減効果が期待されます。



8.今後の展望

今後は継続的に点検を行い、適切な対策を実施することでトンネルの安全性が高く保たれ、安心・安全な道路網が確保されるようになります。

また、安全面に加え、定期的な照明施設の更新や適正な日常の維持管理等により、人々がトンネルをより快適に利用することができます。

9.長寿命化に向けた短期的な数値目標

9-1. 基本方針

管理するトンネルについて、点検・修繕・更新の実施に当たっては、新技術情報提供システム(NETIS)や点検支援技術性能カタログなどを参考に、新技術等の活用を検討し、事業の効率化やコスト縮減を図ります。

- ・ 新技術情報提供システム(NETIS)
<https://www.netis.mlit.go.jp/NETIS>
- ・ 国土交通省「点検支援技術 性能カタログ」
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/>

9-2. 新技術の活用・費用の削減

点検専用ドローンや人工知能(AI)による点検支援技術、赤外線等を使用した非破壊検査技術等の新技術の活用を重点的に検討します。

また、3 巡目の定期点検において、ドローンや人工知能(AI)による点検支援技術、赤外線等を使用した非破壊検査技術等の新技術の活用を重点的に検討し、令和9年度までの5年間で約10%（約30万円）のコスト縮減を目指します。