
トンネル長寿命化修繕計画

(概要版)

令和5年3月

岩手県田野畑村

1. 背景と目的

1.1 背景

社会資本は、社会・経済活動や安全で快適な村民生活を支える最も重要な基盤であり、これまで橋梁・道路トンネル(以下「トンネル」と言う)などの社会資本を計画的に整備してきた。トンネルは、一般的に地形の制約を受ける箇所であり、通行が困難となった場合に適当な迂回路がないことが多く、交通に与える影響が大きいため、きめ細かい維持管理が必要とされている。

今回対象となる田野畑村が管理するトンネル2本(トンネル合計延長L=1889.0m)のうち、羅賀トンネルは供用後26年、袋森トンネルは供用後12年である。

30年後には、2本とも供用後40年を超えることとなり、従来の事後保全型の維持管理を継続した場合、大規模な補修が一時的に集中することとなり、限られた予算の中でトンネルを適切に維持管理できなくなる恐れがある。

昨今の厳しい財政状況の下、今あるトンネルを計画的・効果的に修繕しながら長期的に利用するため、これまで以上に戦略的な取り組みが求められている。

1.2 目的

本計画の目的は、以下の通りである。

- ・ 田野畑村が管理するトンネルに対して計画的な点検および診断を実施する。
- ・ 点検および診断結果を踏まえて、必要な対策を適切な時期に着実かつ効率的・効果的に実施する。
- ・ これらの取組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、持続的に発展させる。
- ・ 村民の安全・安心を確保し、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、村民の財産であるトンネルを適切に管理することを本計画の目的とする。

2. 管理する道路トンネル等の現状

(1) 羅賀トンネル

- ・所在地: 田野畑村羅賀
- ・路線名: 村道羅賀平井賀線
- ・竣工年: 平成8年
- ・延長: L=426.0m
- ・道路幅員: W=6.5m
(車道5.5m+路肩0.5m×2、歩道2.0m)
- ・有効高: h=3.8m
- ・施工方法: 陸上トンネルNATM法



(2) 袋森トンネル

- ・所在地: 田野畑村奥地
- ・路線名: 村道袋森線
- ・竣工年: 平成22年
- ・延長: L=1463.0m
- ・道路幅員: W=7.0m
(車道6.0m+路肩0.5m×2)
- ・有効高: 3.8m
- ・施工方法: 陸上トンネルNATM法



(3) トンネル附属物の状況

対象となる道路トンネルに設置されている附属物は、以下の通りである。

表-2. 1 トンネルの附属物の状況

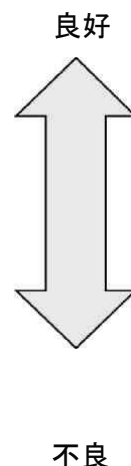
トンネル名	羅賀トンネル	袋森トンネル
トンネル延長	426.0m	1463.0m
トンネル等級	D	B
照明施設	○	○
非常用施設	○(消火器のみ)	○
換気施設	—	—
標識・看板	—	—
吸音内装板	—	—

3. 点検結果に基づくトンネル本体の健全度判定

田野畑村ではトンネルの現状を把握するため、近接目視点検及び打音検査(点検ハンマーを用いた打診)により定期点検を2021年12月に行い、点検結果をもとに点検要領に基づき判定を行った。

表 3.1 判定区分(トンネル)

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
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



※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。

出典:道路トンネル定期点検要領 国土交通省 H31.3 P19

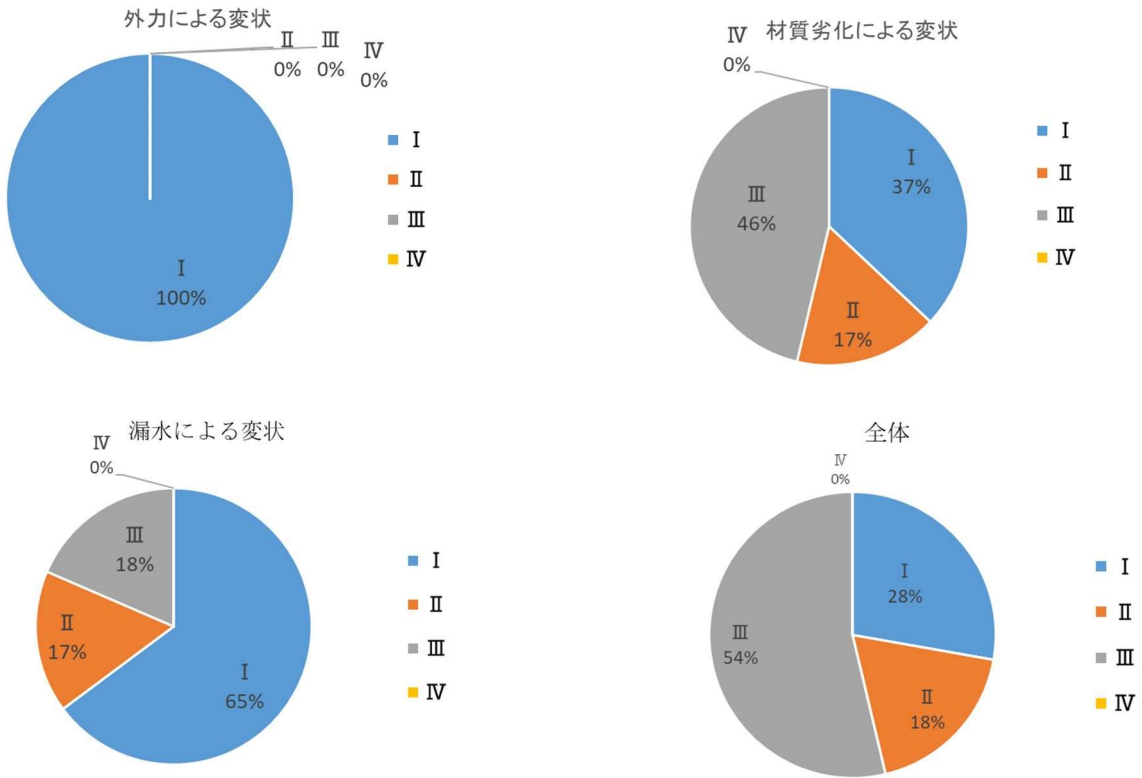
表3.2 附属物に対する異常判定区分

判定区分	判定の内容
×	附属物の取付状態に異常がある場合
○	附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合

出典:道路トンネル定期点検要領 国土交通省 H31.3 P20

判定の結果は以下の通りであり、スパン毎の判定から算出している。

■ 羅賀トンネル III判定 全54スパン L=426.0m



■ 袋森トンネル III判定 全130スパン L=1463.0m

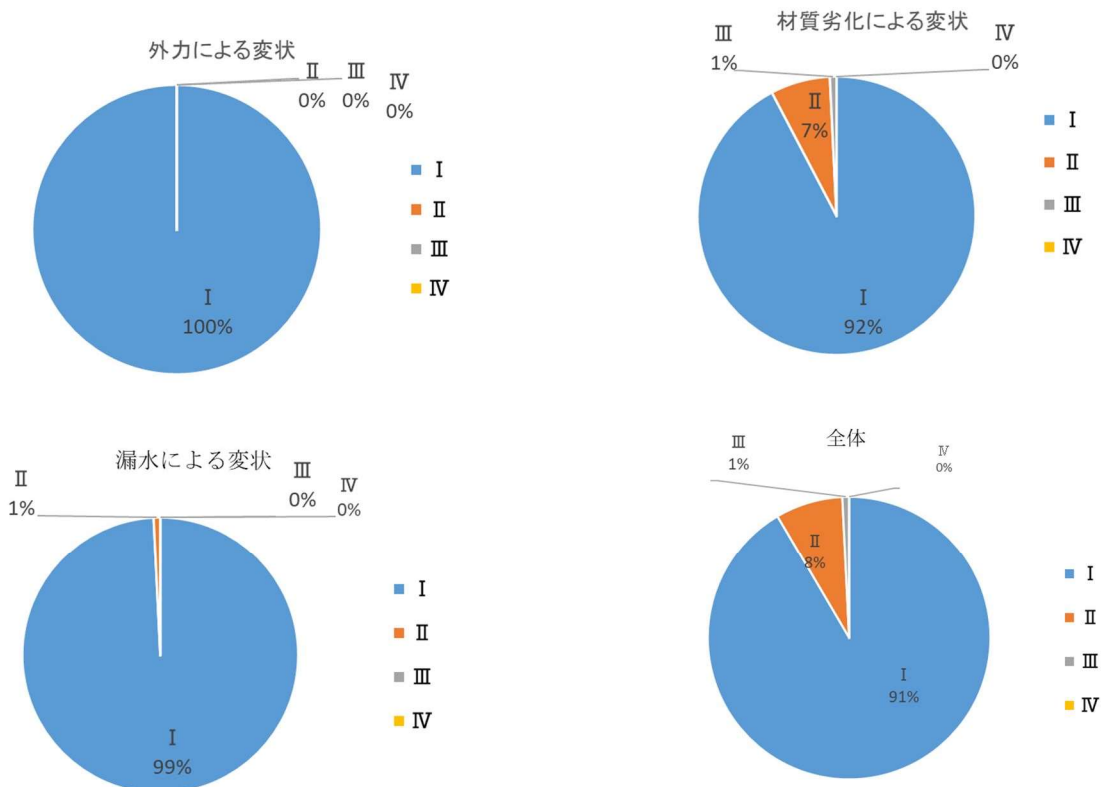


表 3.3 補修の対象とする変状

		トンネル名	羅賀トンネル	袋森トンネル		
		延長	426.0m	1463.0m		
		路線名	羅賀平井賀線	袋森線		
区分	変状名	対策区分	箇所数			
点検年度			H28	R3	H28	R3
材質劣化	はく離	Ⅲ	0	39	0	1
	豆板(打音異常を伴う)	Ⅲ		3		0
	補修材のうき	Ⅲ		3		0
	はく離(側壁にあり)	Ⅱa	97	1	184	0
	鋼材腐食	Ⅱa		1		0
	打音異常(ひび割れ閉合の恐れあり)	Ⅱa		2		0
	ひび割れを伴う打音異常	Ⅱb		9		2
	亀甲状ひびわれ	Ⅱb	2	0		
	豆板	Ⅱb	2	3		
	ひび割れ	Ⅱb	12	20		
漏水	漏水(流下)	Ⅲ	0	1	0	0
	漏水(路面滞水)	Ⅲ		9		0
	漏水(にじみ)	Ⅱb	6	20	1	1
トンネルの健全性			Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ

※前回点検のⅡはⅡa、Ⅱbともに含む

表 3.4 健全性の診断における判定区分

区分	状態	
I	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
II	予防保全段階	構造物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	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、送気に措置を講ずることが望ましい状態
IV	緊急措置段階	構造物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、緊急に対策すべき状態

出典：道路トンネル定期点検要領 国土交通省道路局国道・技術課 H31.3 P2

羅賀トンネル・袋森トンネルの健全性の診断結果は、Ⅲ判定【早急措置段階】となる。

4. 管理方針の検討

4.1 点検について

点検と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本体や附属物の状態を確認し、必要に応じて応急措置を実施することである。

また点検には、定期点検のほか、日常点検、異常時点検、臨時点検がある。

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示す。

日常点検は、変状等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本体工全延長を対象とする目視点検を指す。

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実施する点検を指す。

臨時点検は、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行う点検を指す。

表-4.1 点検の種類と目的

点検の種類	目的
定期点検	定期点検を行う者が、近接目視を基本として状態の把握(点検)を行い、かつ、道路トンネル毎の健全性を診断することの一連を言い、予め定める頻度で、道路トンネルの最新の状態を把握するとともに、次回の定期点検までの措置の必要性の判断を行ううえで必要な情報を得るために行うこと。
日常点検	原則として道路の通常巡回を行う際に併せて実施する目視点検。
異常時点検	日常点検等により変状等が発見された場合に実施する点検。
臨時点検	集中豪雨、地震等の自然災害およびトンネル内の火災その他の事故等が発生した場合に実施する点検。

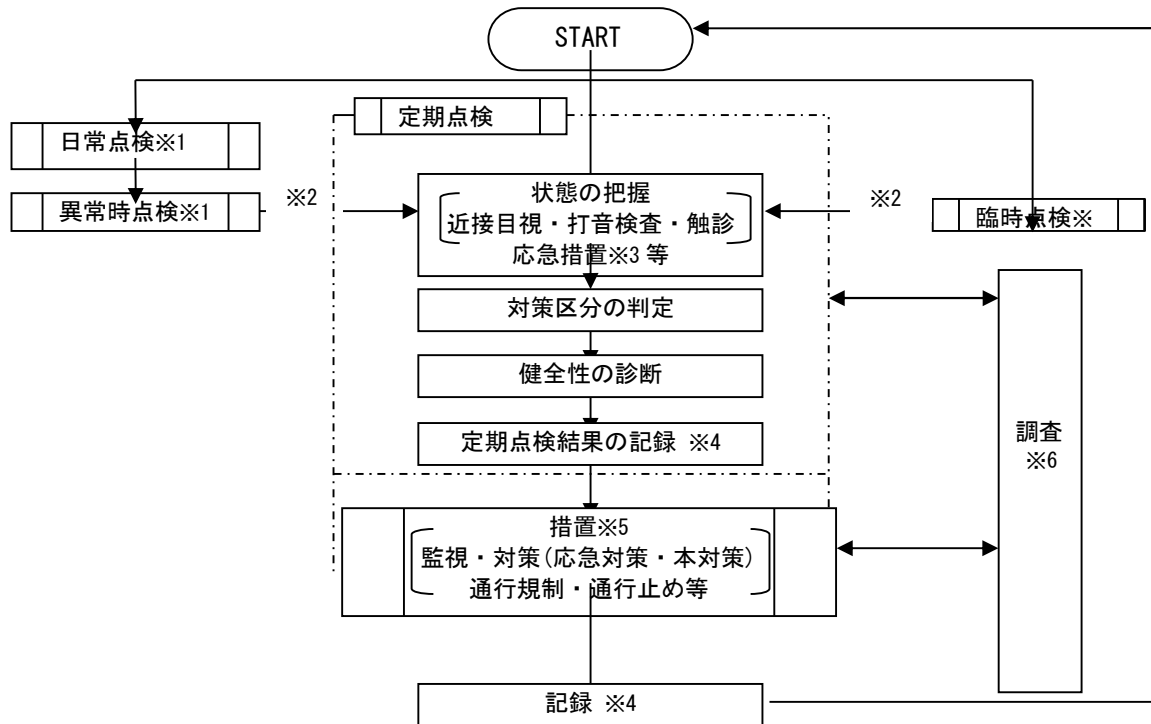
出典：道路トンネル維持管理便覧 (公)日本道路協会 R2.8 P8 抜粋

4.2 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ある。

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す。

下図に、道路トンネルメンテナンスサイクルの基本的なフローを示す。



- ※1 各点検を行った結果は、所定の記録様式に記録する。
- ※2 近接目視が必要になった場合
- ※3 本体工の変状に対しては覆工コンクリートのうき・はく離箇所のたたき落とし、附属物等の取付状態の異常に対してはボルトの締直し、番線による固定等がある。
- ※4 当該トンネルが利用されている期間中は保存する。措置の実施内容および措置後の「対策区分の判定」や「健全性の診断」の再評価の結果については、定期点検結果の記録とは別に記録する。
- ※5 本体工に対する措置は監視、補修・補強等の対策(応急対策・本対策)が、附属物等の取付状態に対する措置は再固定、交換、撤去、設備全体の更新等がある。
- ※6 変状の原因等の把握、措置(対策)を実施するための設計・施工に関する情報等を得るために必要に応じて行う。

出典:道路トンネル維持管理便覧 【本體工編】 (社)日本道路協会 R2.8 P26

図4.1道路トンネルの維持管理に関する一般的な手順

4.3 長寿命化修繕計画策定の方針

マネジメントの流れ

田野畑村が管理するトンネル2本を対象として、図3.1に示すフローに従って長寿命化修繕計画の策定を行うこととする。

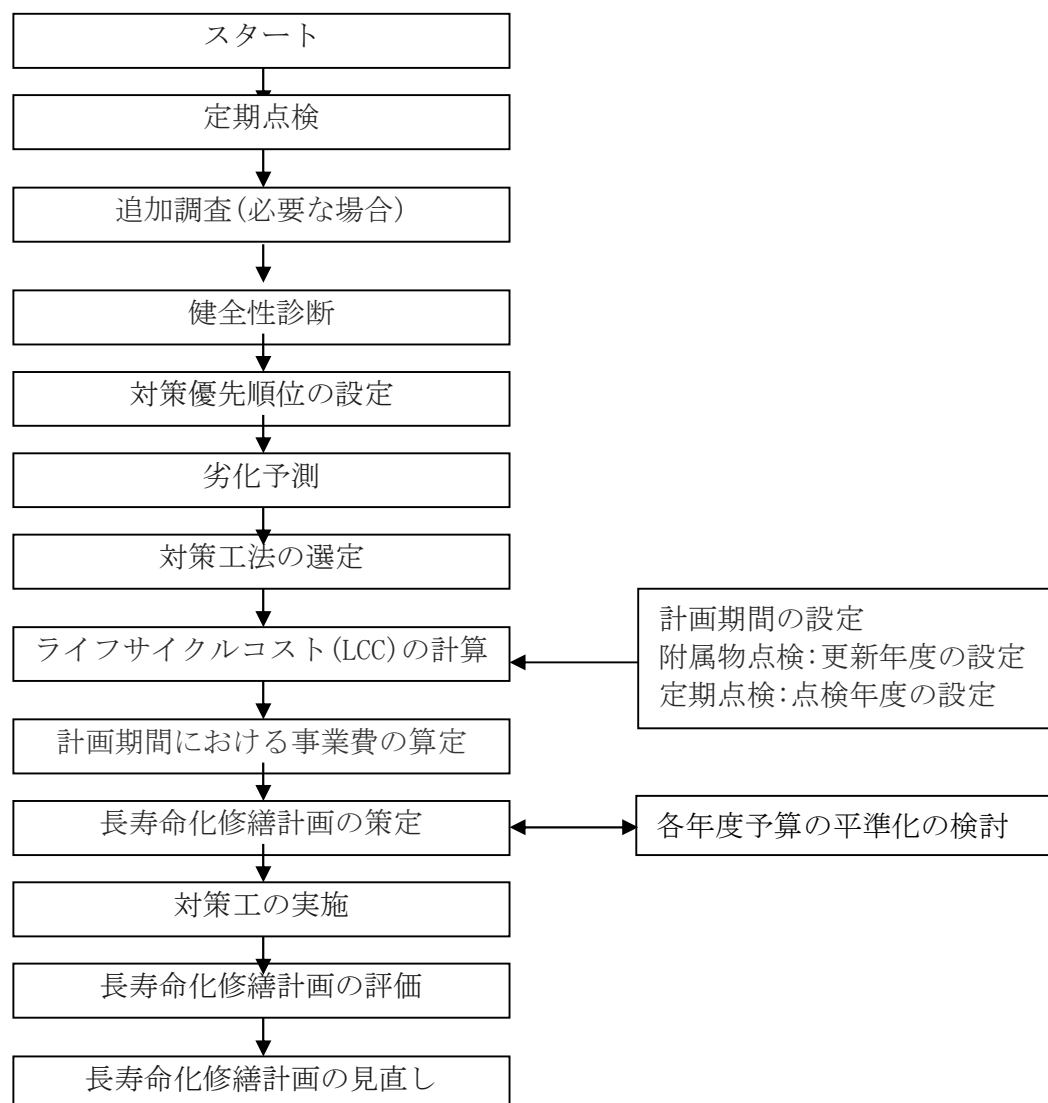


図4.2マネジメントのフロー

4.4 新技術の活用方針及び集約化・撤去に関する方針

(1) 新技術の活用方針

定期点検及び修繕の実施にあたっては、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等を活用し、従来の点検手法及び工法と新技術等との比較検討を行うこととする。その結果、事業の効率化や費用の縮減等が見込まれる場合には、積極的に新技術の導入を推進するものとする。

次回の法定点検においては、新技術等の活用により点検作業の効率化が期待される延長800m以上の道路トンネル1箇所を対象に、新技術の導入検討を進め、従来手法と比較して約80万円（約5%）のコスト縮減を目指す。

また、修繕設計時においては、全ての道路トンネルを対象に、現場条件等を踏まえた新技術等の活用を検討し、工事実施時において従来工法と比較して、今後5年間で約100万円（約10%）のコスト縮減を図ることを目標とする。

(2) 集約化・撤去方針

集約化・撤去対象の検討を行った結果、当該道路トンネルは、他市町村や観光地とを結ぶ重要なインフラであり、社会活動等に大きな影響を及ぼす路線であることから、現時点においては集約化・撤去は困難である。なお、今後の法定点検の結果や周辺道路の整備状況、道路トンネルの利用状況等を踏まえ、必要に応じて集約化・撤去について検討を進めることとする。

4.5 費用の縮減に関する具体的な方針

厳しい財政状況や技術者不足が深刻化する中、老朽化が進むインフラを適切に維持管理するためには、効率的な維持管理を行っていくことが重要である。

トンネルの変状は、劣化進行（健全度の低下）により、対策範囲、対策工法及び対策費が変わることが無い変状がほとんどである。

また、変状対策後は、実施した対策工の再補修が必要となることが多い。

そのため、トンネルの維持管理は、トンネルの変状に管理上対策が必要と判断された段階（目標管理水準）で対策を実施することが効果的である。

図 3.2 にトンネル定期点検の変状ランクと管理水準の関係を示した。

Ⅱb の場合は、Ⅱa にいたらない変状も含まれるため費用が増大する。

Ⅲの段階では、早急な対応が必要となり、計画的な対策が難しい。

したがって、費用の平準化と縮減を図るためには、Ⅱa 以上と判定された変状に対して計画的に対策工を施工することが必要であると考ええる。

そこで、目標管理水準となった変状に対し、対策を実施することを基本とし、各トンネル毎にトンネルの中長期（50年）に必要な事業予算を算出し、特定の年度に予算が集中し、適切な維持管理予算が損なわれることが無いように、必要予算の平準化を行うこととする。

また、定期点検においては、主に新技術による業務の効率化及びコスト縮減、修繕においては新工法や新材料等による品質の向上を図り、ライフサイクルコストを踏まえた費用縮減を目指すこととする。

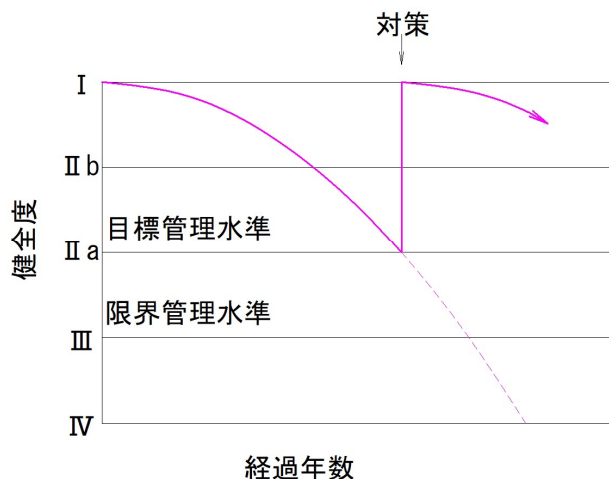


図4.3 トンネル変状の健全度ランクと維持管理水準との関係

5. 個別施設計画

5.1 劣化予測

トンネルは更新を考慮しない構造物であることやトンネルの劣化要因が明確ではないことから、変状の劣化予測は困難である。

そこで過去の点検結果を参考として、建設年からの点検時までの劣化進行度を分析し、劣化予測の進行性を設定するものとした。

トンネル本体工の耐用年数の考え方は、竣工年から現時点までの経過年数と現在の健全性の診断結果を基に劣化曲線を作成した。

劣化曲線は、劣化現象は加速するものと仮定し、2次曲線で近似することとした。

加速する劣化 : 曲線(2次曲線)

加速しない劣化: 直線(1次曲線)

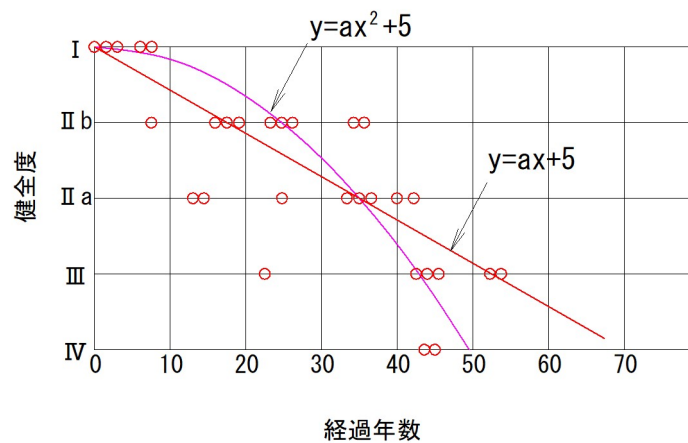





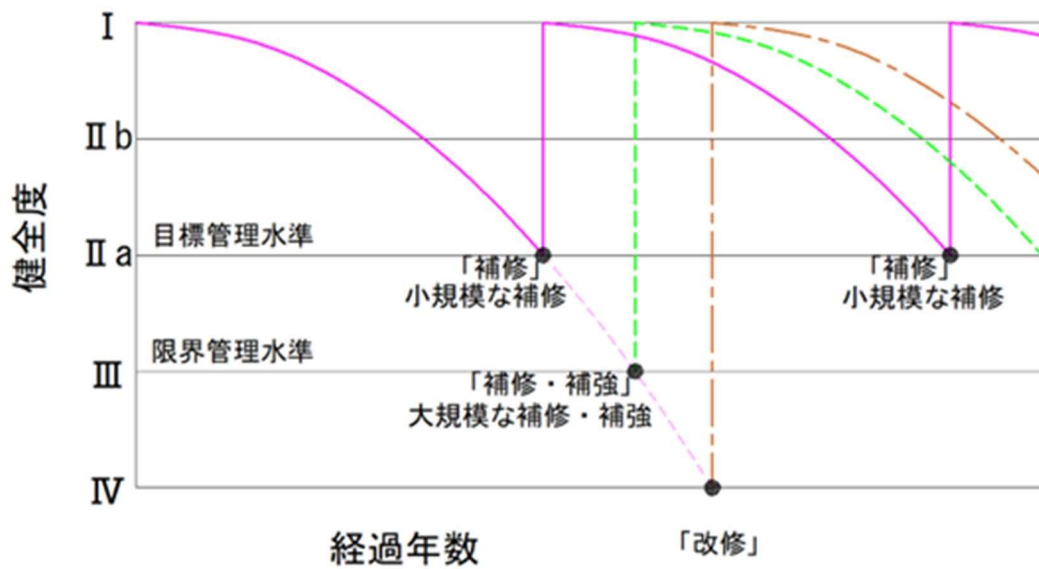
図5.1健全度ランクと経過年数との関係

5.2 保全対策シナリオ設定

対策工法及び費用については、変状ごとに算出した健全度に応じた補修・補強工法を下記のように段階的にシナリオを設定し、検討を行う。

なお、実施年数については、耐用年数等も加味して想定することとする。

	シナリオ I (予防保全型) : トンネル補修段階(判定 II a 相当)で「補修」を実施
	シナリオ II (事後保全型①): トンネル補強段階(判定 III 相当)で「補強・補修」を実施
	シナリオ III (事後保全型②): トンネル改修段階(判定 IV 相当)で「改修」を実施



5.3 修繕優先度の検討

1) 優先度の設定

対策工を実施する優先順位については、トンネル・カルバートの役割・機能・利用状況・重要性を考慮して設定します。

優先度は以下の式より計算します。

優先度式

$$P = \alpha_1 \times P_1 + \alpha_2 \times P_2$$

$$= 0.6 \times (100 - \text{健全度}) + 0.4 \times \text{重要度}$$

【健全度(性能)の評価】

【重要度の評価】

なお、健全度と重要度の重み係数 α 、 β は、健全度を重視することを基本とし、重み係数を $\alpha=0.6$ 、 $\beta=0.4$ と設定します。

参考：「地下空間・ライブラリー第1号地下構造物のアセットマネジメント-導入に向けて-、2015年、土木学会」(p. 163~164)長崎県における事例

2) 健全度(性能)の評価

定期点検より確認された変状の程度を基に数値化した「健全度(性能)」という指標を用いて評価します。全く損傷がなく健全な状態を『健全度=100』とし、点検で得られた結果を基に算出した損傷度を100から減点したものを健全度(性能)の評価とします。

判定区分対比の目安 岩手県道路トンネル点検要領(案)平成28年7月		地下構造物のアセットマネジメント 事例 道路トンネル維持管理便覧(H5)【旧要領】			評価手法
健全性の診断	対策区分の判定	判定区分	判定の内容	性能	
IV	IV	3A	変状が大きく、通行者・通行車両に対して危険があるため、直ちになんらかの対策を必要とするもの。	50	健全性の診断：IV 性能：50 【健全度(性能)の評価】 $100 - \text{健全度(性能)} = 100 - 50 = 50$
III	III	2A	変状があり、それらが進行して、早晚通行者・通行車両に対して危険を与えるため、早急に対策を必要とするもの。	60	
II	II a	A	変状があり、将来通行者・通行車両に対して危険を与えるため、重点的に監視をし、計画的に対策を必要とするもの。	70	健全性の診断：I 性能：100 【健全度(性能)の評価】 $100 - \text{健全度(性能)} = 100 - 100 = 0$
	II b	B	変状がないか、あっても軽微な変状で、現状では通行者・通行車両に対して影響は無いが、監視を必要とするもの。	80	
I	I	S	健全で機能的にも問題ない。	90	
				100	

↑ 優先度が高いと評価

引用：「地下空間・ライブラリー第1号 地下構造物のアセットマネジメント-導入に向けて-、2015年、土木学会」(p. 162) に、岩手県トンネル点検要領・健全性の診断を反映

3) 重要度の設定

重要度は、「交通容量(車道幅員)」「施設延長」「緊急輸送道路の有無」「冬季通行止めの有無」に着目した路線の重要度の評価を考えます。下表に示す具体的内容に対して重み係数を設定し、加重平均法により100点満点で算定します。

表5.2 路線の重要度の決定

重要度指標	重み	具体的事項	評価点
交通容量 (車道幅員)	0.2	4m 未満	25
		4m 以上 6m 未満	50
		6m 以上 12m 未満	75
		12m 以上	100
施設延長	0.2	100m 未満	25
		100m 以上 500m 未満	50
		500m 以上 1000m 未満	75
		1000m 以上	100
緊急輸送道路の有無	0.3	無	0
		有	100
冬季通行止めの有無	0.3	有	0
		無	100

出典：岩泉町長寿命化修繕計画 令和2年3月 P8

表5.3 優先順位条件一覧表

トンネル名	場所	健全性		交通容量 (車道幅員)		施設延長		緊急輸送道路 の有無		冬季通行止 めの有無		合計ポイン ト	優先順位
		III	60	5.5m	50	426.0	50	指定外	0	無	0		
羅賀トンネル	田野畑村羅賀	III	60	5.5m	50	426.0	50	指定外	0	無	0	32	2位
袋森トンネル	田野畑村奥地	III	60	6.0m	75	1463.0	100	指定外	0	無	0	38	1位

・羅賀トンネル

交通容量 重み 施設延長 重み

$$\text{重要度 } 50 \times 0.2 + 50 \times 0.2 = 20$$

優先度 前頁優先度式より

$$P = 0.6 \times (100 - \text{健全度}) + 0.4 \times \text{重要度}$$

$$= 0.6 \times (100 - 60) + 0.4 \times 20 = 32$$

・袋森トンネル

交通容量 重み 施設延長 重み

$$\text{重要度 } 75 \times 0.2 + 100 \times 0.2 = 35$$

優先度

$$P = 0.6 \times (100 - \text{健全度}) + 0.4 \times \text{重要度}$$

$$= 0.6 \times (100 - 60) + 0.4 \times 35 = 38$$

袋森トンネルが優先度が高くなります。

6.2 短期維持管理計画

羅賀トンネル、袋森トンネルについて令和5年度から令和14年度の10年間で予定される短期維持管理計画を次に整理する。

2トンネルとも、令和5年度に補修工事が行われ、令和8年度と令和13年度に定期点検が実施される。

袋森トンネルはこれ以外に令和12年度に付属施設更新工事、令和14年度に補修設計が行われる。

表6.2 短期維持計画表

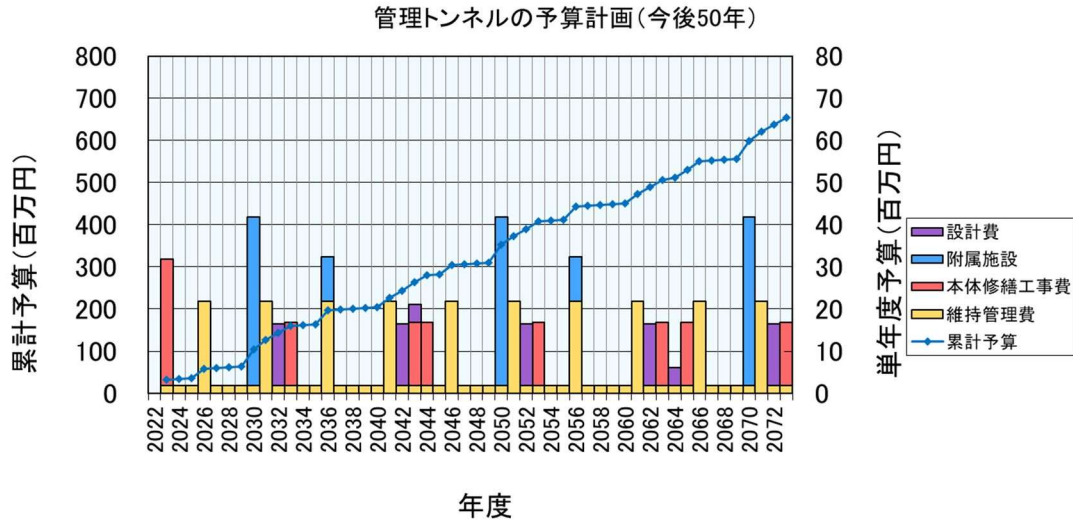
年度	事業内容	羅賀トンネル	袋森トンネル	事業費 (千円)	事業費合計 (千円)
令和5年度 (2023)	維持管理	保守点検		1,889	31,889
	補修設計	—	—	0	
	本体修繕工事	本体補修工事		30,000	
	付属施設更新工事	—	—	0	
令和6年度 (2024)	維持管理	保守点検		1,889	1,889
	補修設計	—	—	0	
	本体修繕工事	—	—	0	
	付属施設更新工事	—	—	0	
令和7年度 (2025)	維持管理	保守点検		1,889	1,889
	補修設計	—	—	0	
	本体修繕工事	—	—	0	
	付属施設更新工事	—	—	0	
令和8年度 (2026)	維持管理	保守点検・定期点検		21,889	21,889
	補修設計	—	—	0	
	本体修繕工事	—	—	0	
	付属施設更新工事	—	—	0	
令和9年度 (2027)	維持管理	保守点検		1,889	1,889
	補修設計	—	—	0	
	本体修繕工事	—	—	0	
	付属施設更新工事	—	—	0	
令和10年度 (2028)	維持管理	保守点検		1,889	1,889
	補修設計	—	—	0	
	本体修繕工事	—	—	0	
	付属施設更新工事	—	—	0	
令和11年度 (2029)	維持管理	保守点検		1,889	1,889
	補修設計	—	—	0	
	本体修繕工事	—	—	0	
	付属施設更新工事	—	—	0	
令和12年度 (2030)	維持管理	保守点検		1,889	41,839
	補修設計	—	—	0	
	本体修繕工事	—	—	0	
	付属施設更新工事	—	照明設備・ 非常用設備更新	39,950	
令和13年度 (2031)	維持管理	保守点検・定期点検		21,889	21,889
	補修設計	—	—	0	
	本体修繕工事	—	—	0	
	付属施設更新工事	—	—	0	
令和14年度 (2032)	維持管理	保守点検		1,889	16,519
	補修設計	—	補修設計	14,630	
	本体修繕工事	—	—	0	
	付属施設更新工事	—	—	0	

6.3 シミュレーション結果

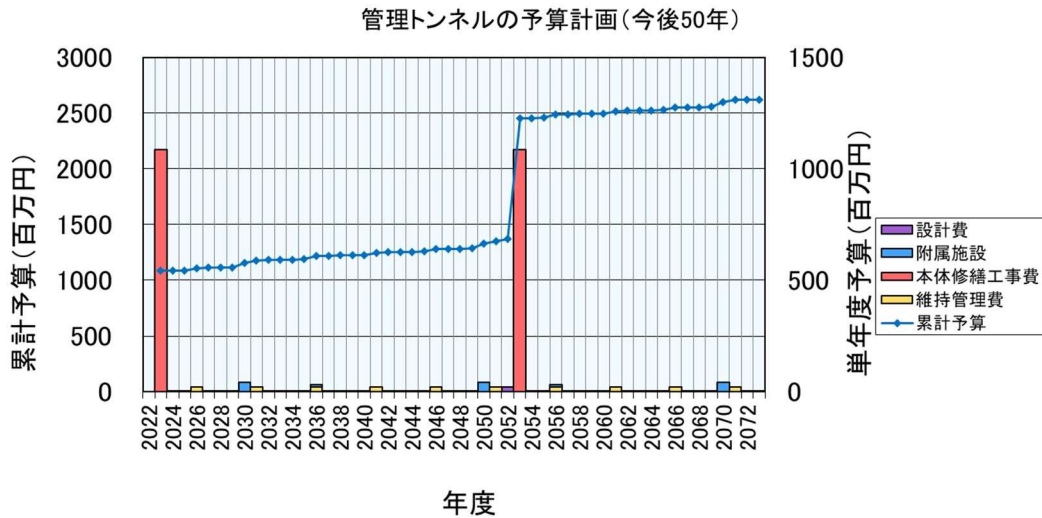
シナリオ1の補修対策（予防保全型）の維持管理を行うことで、シナリオ2、3の事後保全型の維持管理を実施した場合と比較して、今後50年間で大幅に維持管理費の低減が図れる結果が得られた。

各シナリオ毎の累計結果

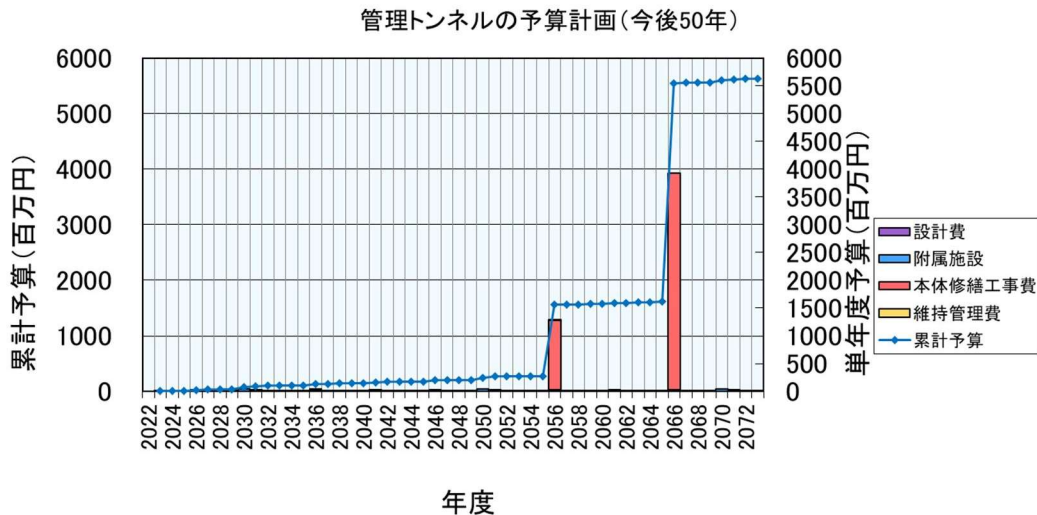
シナリオ1：予防保全型



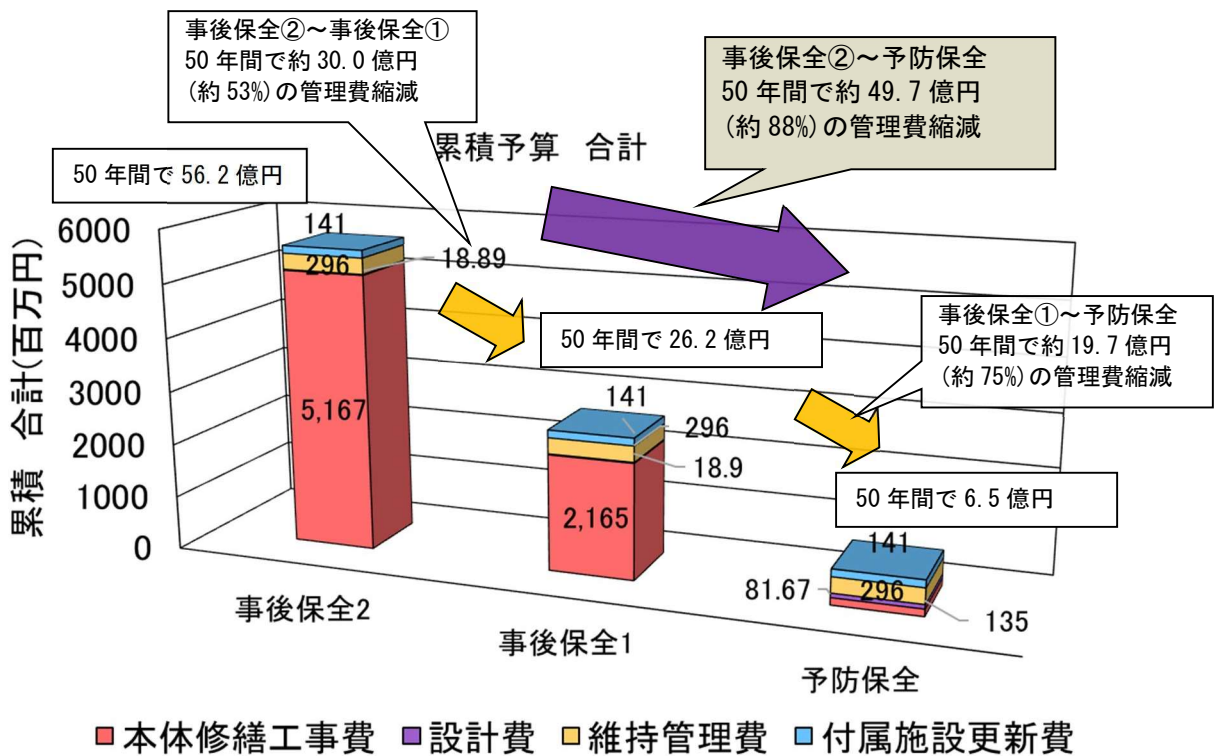
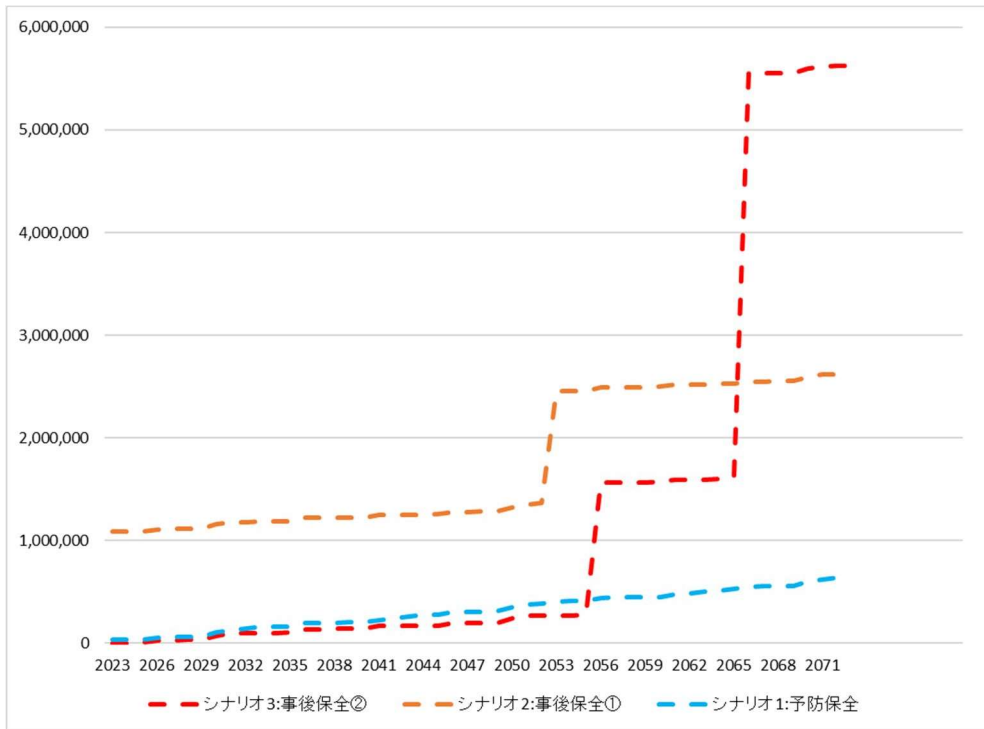
シナリオ2：事後保全型①



シナリオ3：事後保全型③



各シナリオの累計結果



7 今後の取り組み方針

事後評価

トンネル機能保全計画の成果と有効性を評価するため、PDCA サイクル[Plan(計画), Do(実行), Check(評価), Action(改善)]の考え方をもとに事後評価を行い、維持管理の最適化を目指すことが重要である。

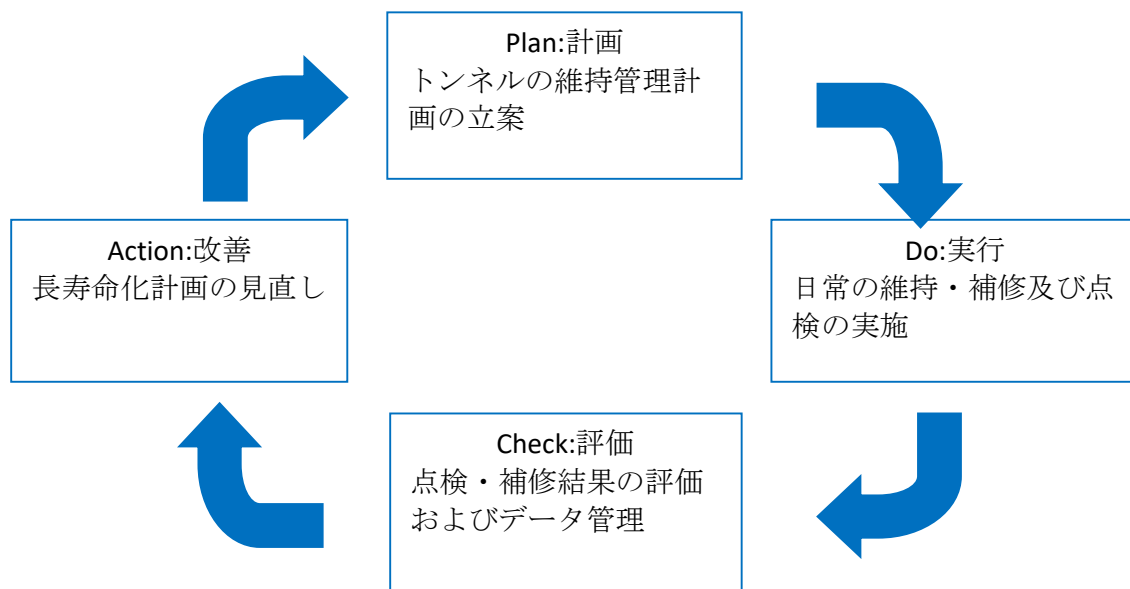


図 7.1 PDCA サイクル

8 計画策定担当部署及び意見聴取した学識経験者

1) 計画策定担当部署

田野畑村役場 地域整備課 TEL: 0194-34-2113

2) 意見を聴取した学識経験者等の専門知識を有する者

岩手大学 理工学部 大西 弘志 教授

岩手大学 理工学部 小山田 哲也 准教授

