

八幡平市道路構造物長寿命化修繕計画

令和 7 年 1 2 月（一部改訂）
[令和 5 年 3 月]

八幡平市産業建設部建設課

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市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。

カルバートは道路の下を横断するため、道路陥没等の著しい損傷が生じた場合、交通に大きな支障を及ぼす恐れがあることから、交通の円滑化や交通事故を防止する機能等を確実に発揮し、常時良好な状態に保つために、維持管理を適切に行う必要がある。

八幡平市が管理する桜窪トンネルおよび中畑1号線ボックスカルバート(トンネル合計延長L=14.0m、カルバート合計延長L=15.0m)のうち、桜窪トンネルは供用後49年、中畑1号線ボックスカルバートも35年程を経過している。

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、カルバートを計画的・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。

- ・ 八幡平市が管理する桜窪トンネルおよび中畑1号線ボックスカルバート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。
- ・ 市民の安全・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、市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. 管理するボックスカルバート、シェッド等の現状

(1) 桜窪トンネル（シェッド）

- ・所在地：八幡平市大更第47地割27番地
- ・路線名：桜窪線
- ・竣工年：昭和48年
- ・延長：L=14.0m
- ・道路幅員：W=3.0m
（車道2.5m+路肩0.5m）
- ・有効高：h=2.5m
- ・施工方法：陸上トンネル開削法



(2) 中畑1号線ボックスカルバート

- ・所在地：八幡平市松尾
- ・路線名：中畑1号線
- ・竣工年：昭和62年
- ・延長：L=15.0m
- ・道路幅員：W=10.0m
（車道6.0m+路肩1.5m+歩道2.5m）



(3) 附属物の状況

本計画において対象となる桜窪トンネル及び中畑1号線カルバートにおいて、照明施設・非常用施設等の附属物は設置されていない。

3. 点検結果に基づくトンネル本体の健全度判定

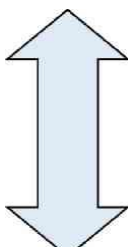
八幡平市ではシェッド・カルバートの現状を把握するため、近接目視点検及び打音検査(点検ハンマーを用いた打診)により定期点検を2022年12月に行い、点検結果をもとに点検要領に基づき判定を行った。

表3.1対策区分の判定区分

判定区分	判定の内容
A	変状が認められないか、変状が軽微で補修を行う必要がない。
B	状況に応じて補修を行う必要がある。
C 1	予防保全の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。
C 2	シェッド、大型カルバート等の構造の安全性の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。
E 1	シェッド、大型カルバート等の構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある。
E 2	その他、緊急対応の必要がある。
M	維持工事で対応する必要がある。
S 1	詳細調査の必要がある。
S 2	追跡調査の必要がある。

出典:シェッド、大型カルバート等定期点検要領 国土交通省 H31.3 P18

表3.2健全性の診断の判定区分

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、早期に措置を講ずべき状態。	
IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又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	

「健全性の診断」と「対策区分の判定」は、あくまでそれぞれの定義に基づいて独立して行うことが原則であるが、一般には次のような対応となる。

「I」: A、B

「II」: C 1、M

「Ⅲ」: C 2

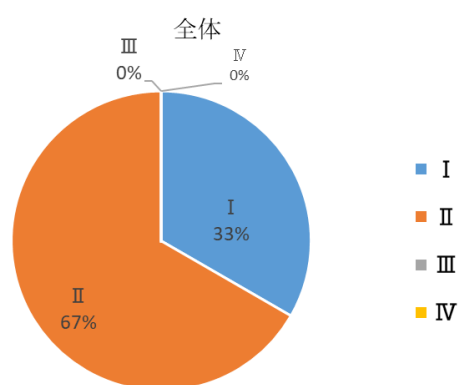
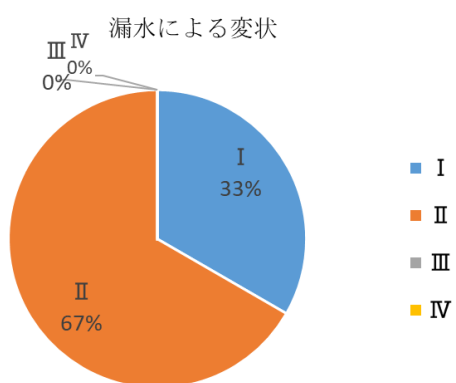
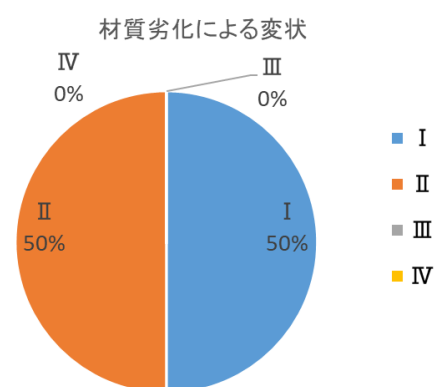
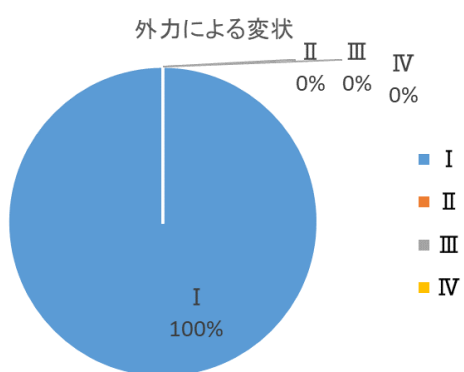
「IV」: E 1、E 2

出典:シェッド、大型カルバート等定期点検要領 国土交通省 H31.3 P25

判定の結果は以下の通りであり、部材毎の判定から算出している。

■桜窪トンネル II 判定 L=14.0m

上部構造、下部構造2、その他(起点側坑門、路面、終点側坑門)の6部材



■中畑1号線ボックスカルバート II 判定 L=15.0m

頂版、側壁2、路面、ウイング(起点側2、終点側2)の8部材

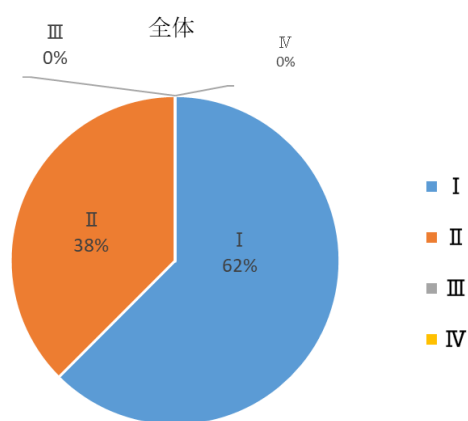
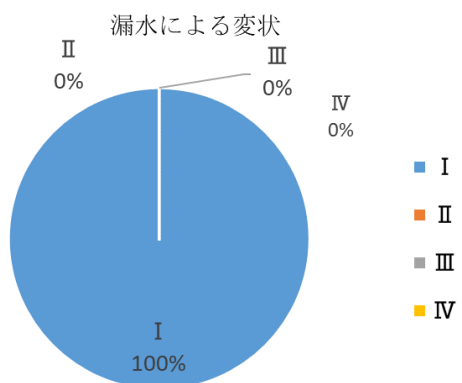
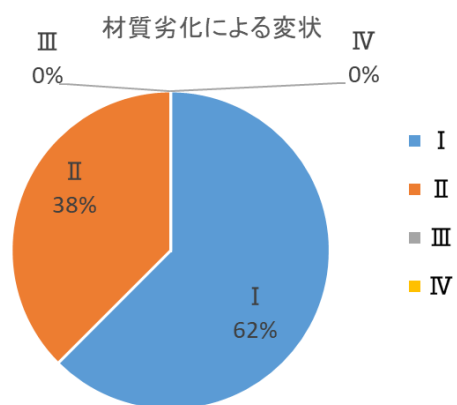
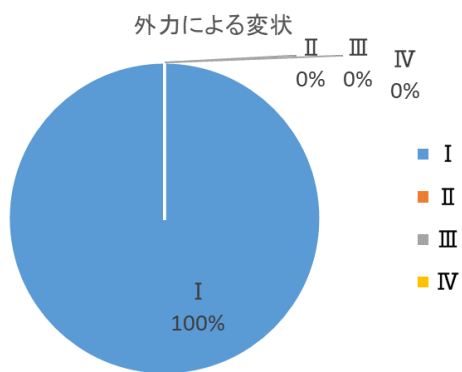


表 3.3 補修の対象とする変状

			名称	桜窪トンネル	中畑 1 号線 ボックスカル バート
			延長	14. 0m	15. 0m
			路線名	桜窪線	中畑一号線
区分	変状名	対策内容	対策区分	箇所数	
点検年度				R4	R4
材質 劣化	うき・はく落	断面修復	Ⅱ	6	0
	豆板	ひび割れ注入	Ⅱ	0	2
	ひび割れ	ひび割れ注入	Ⅱ	3	19
漏水	漏水（錆汁）	塗装塗替	Ⅱ	1	0
	漏水（にじみ）	漏水対策	Ⅱ	7	0
健全性				Ⅱ	Ⅱ

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：シェッド、大型カルバート等定期点検要領 国土交通省 H31.3 P26

桜窪トンネル・中畑 1 号線ボックスカルバートの健全性の診断結果は
Ⅱ判定【予防保全段階】となる。

4. 管理方針の検討

4.1 点検について

点検は、利用者への被害の回避、道路の長期にわたる機能不全の回避、長寿命化への時宜を得た対応などのシェッド、大型カルバート等の施設に係る維持管理を適切に行うために必要な情報を得ることを目的に実施する。

また点検には、定期点検のほか、通常点検や特定点検などがある。

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。

特定点検は、特定の事象に特化した点検を指す。

4.2 維持管理の基本方針

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。

大型カルバートの維持管理フローを下図に示す。

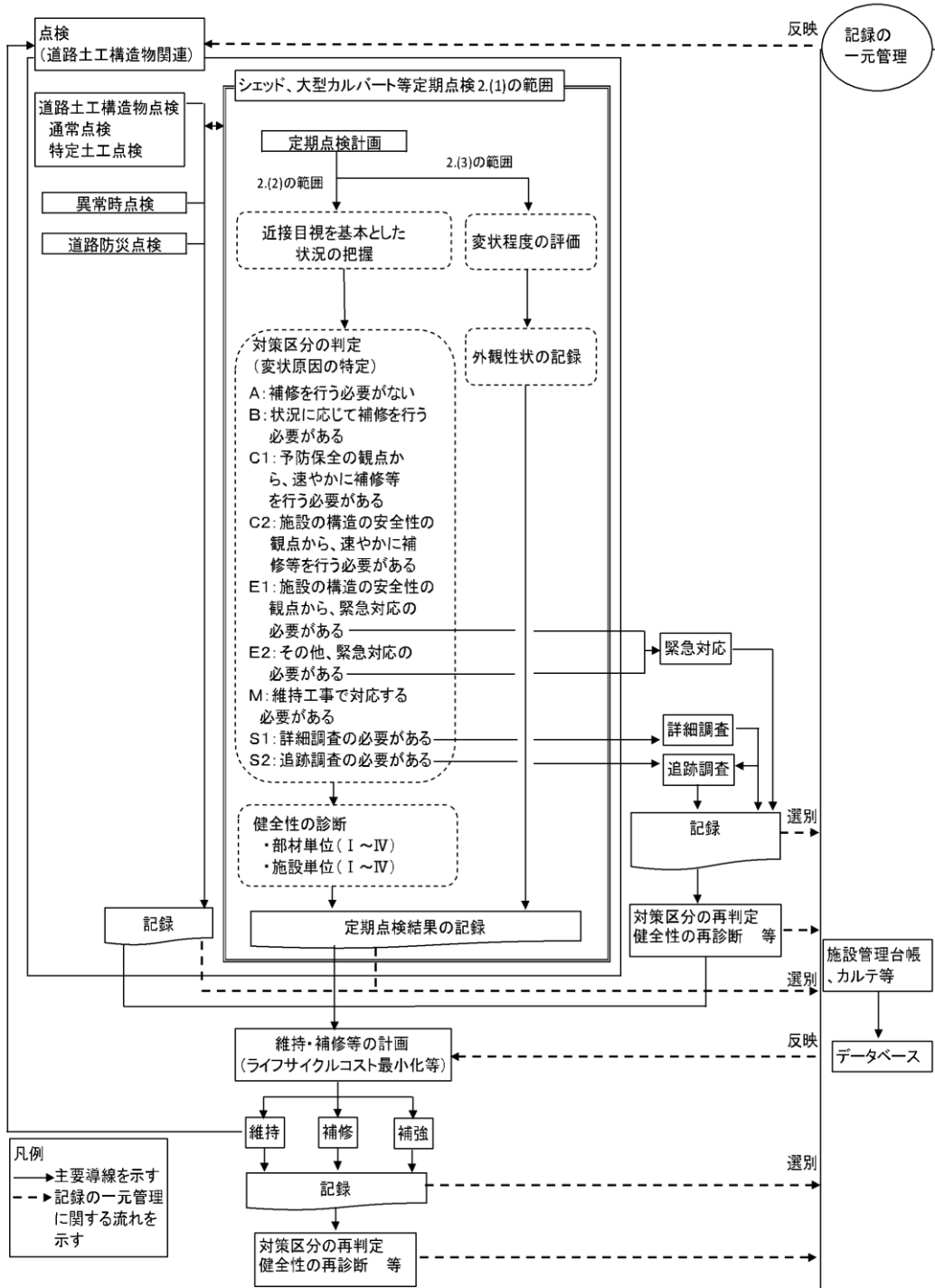


図 4.1 定期点検に関連する維持管理フロー

出典: シエツド、大型カルバート等定期点検要領 国土交通省 H31.3 P2

4.3 長寿命化修繕計画策定の方針

マネジメントの流れ

八幡平市が管理する桜窪トンネル・中畑1号線ボックスカルバートを対象として、図4.2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。

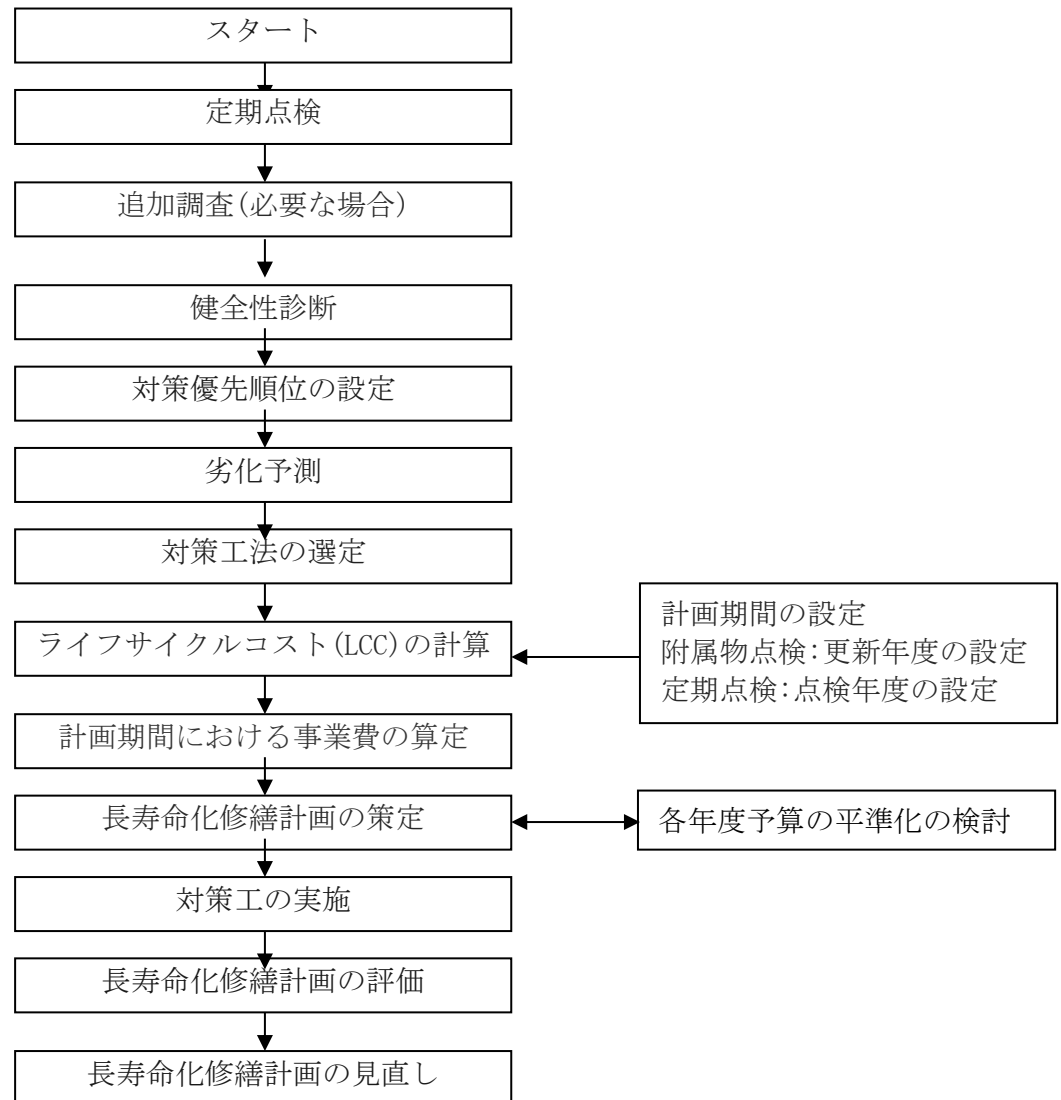


図4.2 マネジメントのフロー

4.4 新技術の活用方針

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により、従来点検及び工法と新技術等を含めた比較検討を実施することとする。

検討の結果、新技術の活用により、事業の効率化や費用縮減等図れる場合には、新技術の活用を推進することとする。

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。

カルバート等の変状は、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、維持管理は、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 4.3 に定期点検の変状ランクと管理水準の関係を示した。

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、Ⅱ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、各ボックス等毎に中長期(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。

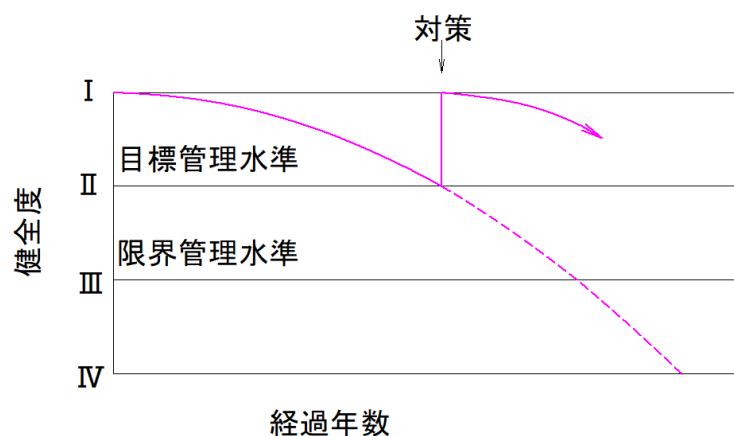


図4.3 変状の健全度ランクと維持管理水準との関係

4.6 全体計画の目標

1) 新技術等の活用

法定点検において、令和9年度までに新技術等の活用により、点検作業の効率化が期待されるシェッド、大型カルバートの2施設に対して新技術の活用を検討し、従来手法と比較して約30万円（1割程度）のコスト縮減を目指すものとする。

2) 集約化・撤去

シェッド、大型カルバートについて集約化・撤去の検討を行った結果、付近に迂回路のない路線であることから、現時点で集約化・撤去を行うことは困難であるが、今後の法定点検結果、利用状況等を踏まえ、必要に応じて集約化・撤去を検討していくものとする。

5. 個別施設計画

5.1 劣化予測

カルバート等は更新を考慮しない構造物であることや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。

ボックスカルバート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。

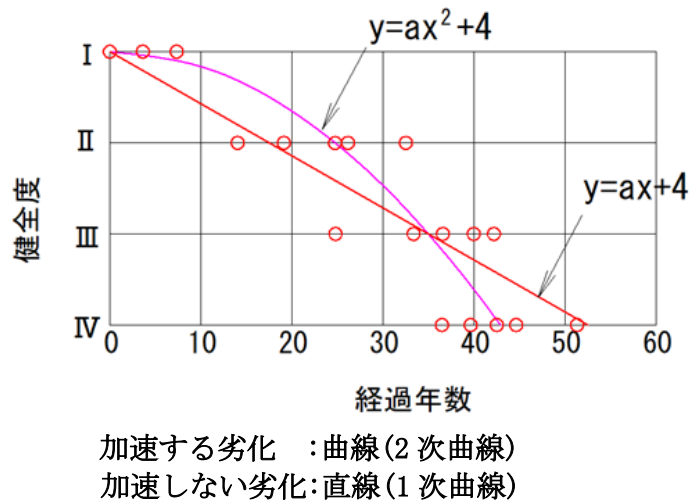


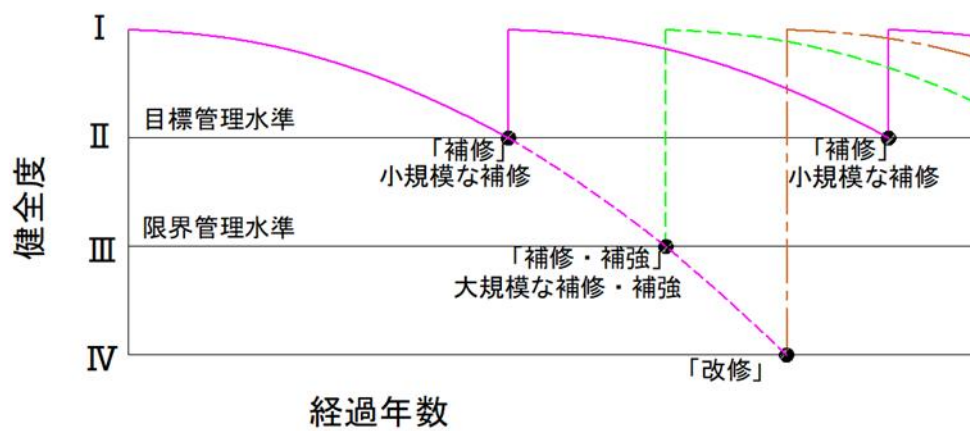
図5.1健全度ランクと経過年数との関係

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、カルバート等の役割・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

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

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

【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】		性能	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		
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	<div style="border: 1px solid red; padding: 5px;"> 健全性の診断：IV 性能：50 【健全度(性能)の評価】 $100 - \text{健全度(性能)} = 100 - 50 = 50$ </div>
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	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> 優先度が高いと評価 </div>
	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	<div style="border: 1px solid green; padding: 5px;"> 【健全度(性能)の評価】 $100 - \text{健全度(性能)} = 100 - 100 = 0$ </div>

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

名称	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		冬期通行止 めの有無		ポイント (下記計算式 より)	優先順位
桜窪トンネル	八幡平市大更	Ⅱ	70	3.0m	25	14.0	25	指定外	0	無	0	22	2 位
中畑1号線 ボックスカル バート	八幡平市松尾	Ⅱ	70	6.0m	75	15.0	25	2次路線	100	無	0	38	1 位

・桜窪トンネル

交通容量 重み 施設延長 重み

$$\text{重要度} = 25 \times 0.2 + 25 \times 0.2 = 10$$

優先度 前頁優先度式より

$$\begin{aligned} P &= 0.6 \times (100 - \text{健全度}) + 0.4 \times \text{重要度} \\ &= 0.6 \times (100 - 70) + 0.4 \times 10 = 22 \end{aligned}$$

・中畑1号線ボックスカルバート

交通容量 重み 施設延長 重み 緊急 重み

$$\text{重要度} = 75 \times 0.2 + 25 \times 0.2 + 100 \times 0.3 = 50$$

優先度

$$\begin{aligned} P &= 0.6 \times (100 - \text{健全度}) + 0.4 \times \text{重要度} \\ &= 0.6 \times (100 - 70) + 0.4 \times 50 = 38 \end{aligned}$$

中畑1号線ボックスカルバートが優先度が高くなります。

6. 長寿命化修繕計画の策定

6.1 機能保全計画案

八幡平市管理の桜窪トンネル、中畑1号線ボックスカルバートについては、下表のシナリオ1にて計画的に維持管理を行っていく。

表 6.1 八幡平市管内カルバート等機能保全計画案(対策内容と実施時期)

●:定期点検(法令点検)

■:対策工設計

▲:対策工事

シナリオ1(補修対策)

路線名	トンネル名	建設年次	延長(m)	概算工事費 (千円)	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'	35'	36'	37'	38'	39'	40'	41'	42'	43'	44'	45'	46'	47'	48'	49'	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'	62'	63'	64'	65'	66'	67'	68'	69'	70'	71'	72'	73'
桜窪線	桜窪トンネル	1973年	14.0	35,144	※	▲				●					●					●					●					●																	●					■	●	▲		
中畑一号線	中畑1号線 ボックスカルバート	1987年	15.0	37,040	※	▲				●					●					●					●					●																			●				●			

シナリオ2(補強対策)

路線名	トンネル名	建設年次	延長(m)	概算工事費 (千円)	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'	35'	36'	37'	38'	39'	40'	41'	42'	43'	44'	45'	46'	47'	48'	49'	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'	62'	63'	64'	65'	66'	67'	68'	69'	70'	71'	72'	73'
桜窪線	桜窪トンネル	1973年	14.0	41,680	※					●					●					●				■	●	▲				●																		●				●				
中畑一号線	中畑1号線 ボックスカルバート	1987年	15.0	45,330	※					●					●				■	▲	●				●					●																			●				●			

シナリオ3(更新・新設)

路線名	トンネル名	建設年次	延長(m)	概算工事費 (千円)	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'	35'	36'	37'	38'	39'	40'	41'	42'	43'	44'	45'	46'	47'	48'	49'	50'	51'	52'	53'	54'	55'	56'	57'	58'	59'	60'	61'	62'	63'	64'	65'	66'	67'	68'	69'	70'	71'	72'	73'
桜窪線	桜窪トンネル	1973年	14.0	50,030	※					●					●					●					●					●																						●				
中畑一号線	中畑1号線 ボックスカルバート	1987年	15.0	97,193	※					●					●					●					●					●	■	▲																		●				●		

概算工事費(千円)			
	桜窪トンネル L=14.0m	中畑1号線 ボックスカルバート L=15.0m	事業費合計
シナリオ1（補修対策）	35,144	37,040	72,184
シナリオ2（補強対策）	41,680	45,330	87,010
シナリオ3（更新・新設）	50,030	97,193	147,223

※事業費よりシナリオ1の予防保全型の補修対策案が最も安価となるため採用案とする。
また、1年あたりの事業費は、7,218万円/50年=144万円となる。

6.2 短期維持管理計画

桜窪トンネル、中畑1号線ボックスカルバートについて令和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。

桜窪トンネル、中畑1号線ボックスカルバートとも、令和5年度に補修工事が行われる。

また、令和9年度と令和14年度に定期点検が実施される。

表6.2 短期維持計画表

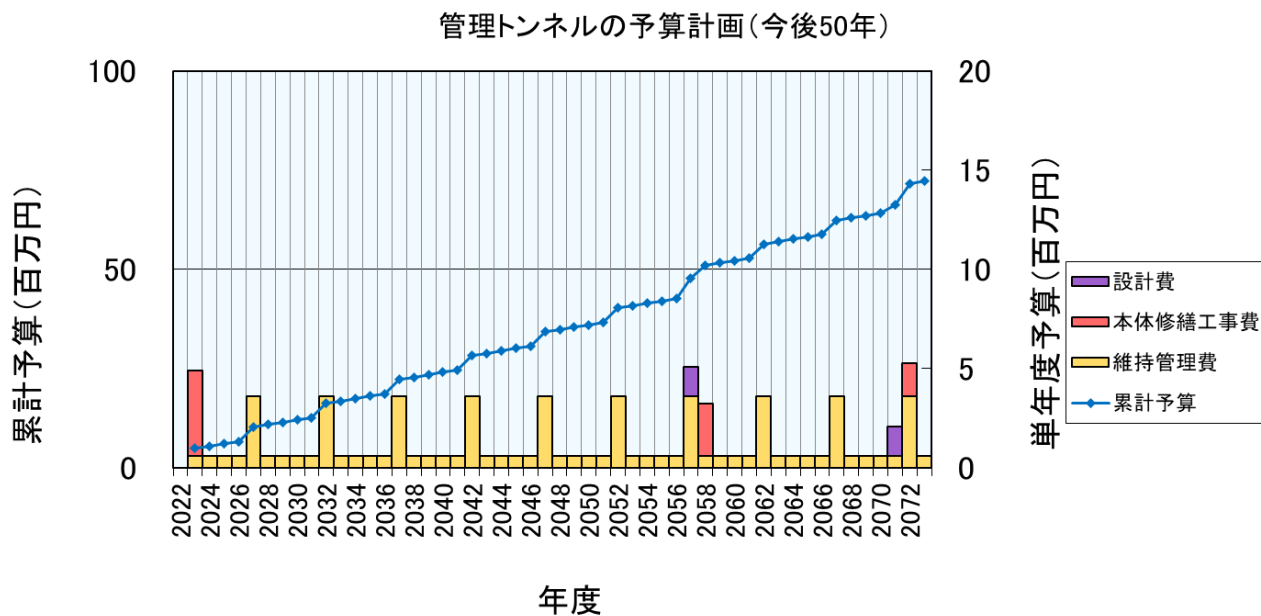
年度	事業内容	桜窪トンネル	中畑1号線 ボックスカル バート	事業費 (千円)	事業費合計 (千円)
令和5年度 (2023)	維持管理	保守点検		600	4,892
	補修設計	本体補修工事	本体補修工事	4,292	
	本体修繕工事	—	—		
令和6年度 (2024)	維持管理	保守点検		600	600
	補修設計	—	—		
	本体修繕工事	—	—		
令和7年度 (2025)	維持管理	保守点検		600	600
	補修設計	—	—		
	本体修繕工事	—	—		
令和8年度 (2026)	維持管理	保守点検		600	600
	補修設計	—	—		
	本体修繕工事	—	—		
令和9年度 (2027)	維持管理	保守点検・定期点検		3,600	3,600
	補修設計	—	—		
	本体修繕工事	—	—		
令和10年度 (2028)	維持管理	保守点検		600	600
	補修設計	—	—		
	本体修繕工事	—	—		
令和11年度 (2029)	維持管理	保守点検		600	600
	補修設計	—	—		
	本体修繕工事	—	—		
令和12年度 (2030)	維持管理	保守点検		600	600
	補修設計	—	—		
	本体修繕工事	—	—		
令和13年度 (2031)	維持管理	保守点検		600	600
	補修設計	—	—		
	本体修繕工事	—	—		
令和14年度 (2032)	維持管理	保守点検・定期点検		3,600	3,600
	補修設計	—	—		
	本体修繕工事	—	—		

6.3 シミュレーション結果

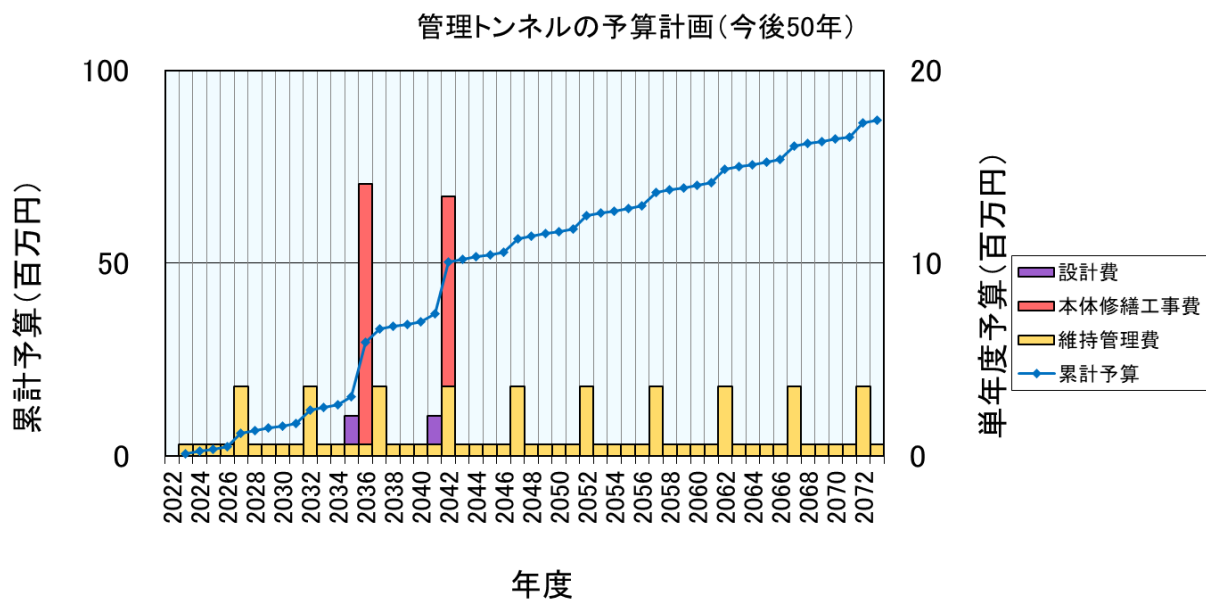
シナリオ1の補修対策（予防保全型）の維持管理を行うことで、シナリオ2、3の事後保全型の維持管理を実施した場合と比較して、今後50年間で大幅に維持管理費の低減が図れる結果が得られた。

各シナリオ毎の累計結果

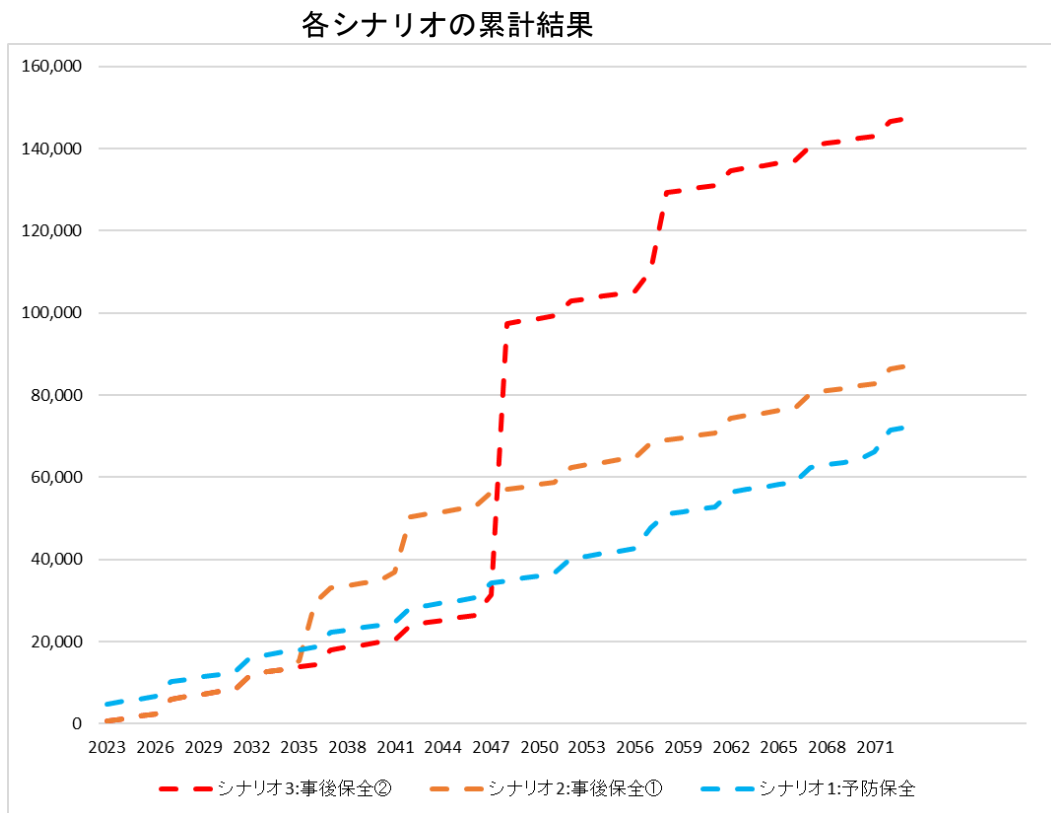
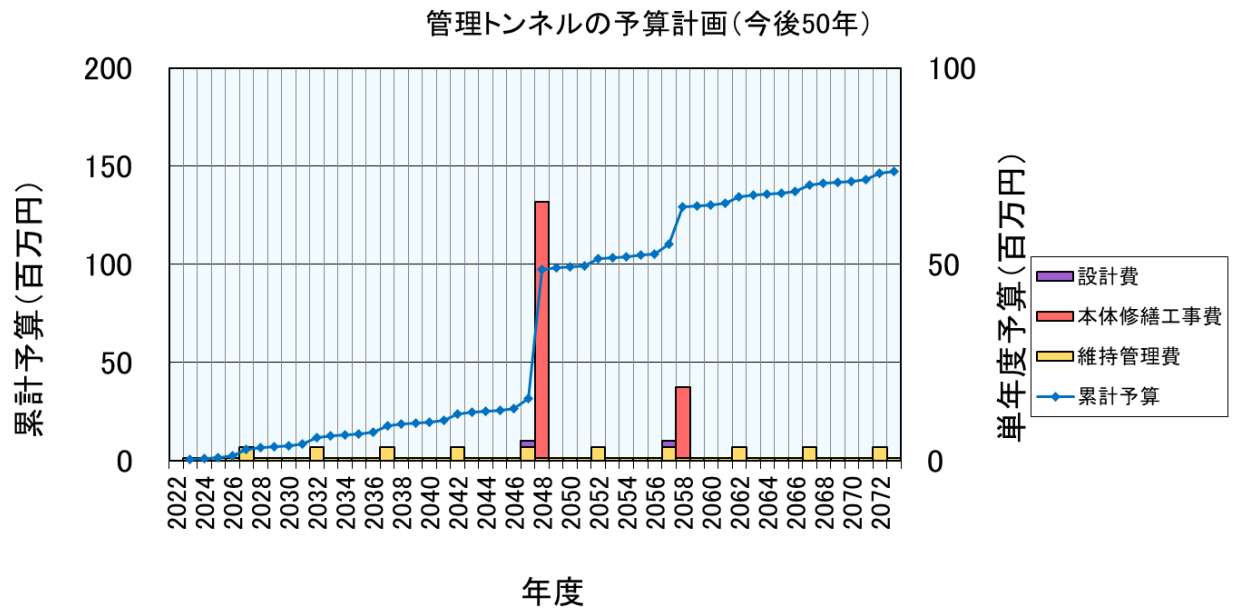
シナリオ1：予防保全型

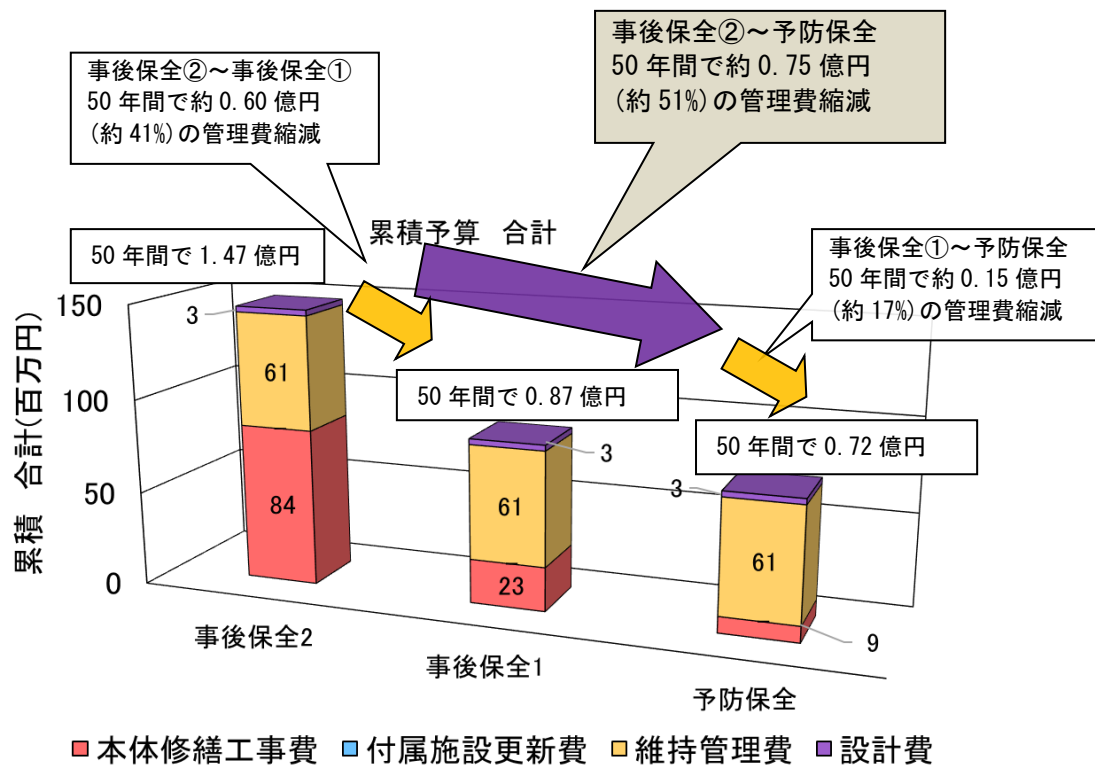


シナリオ2：事後保全型①



シナリオ3：事後保全型③





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。

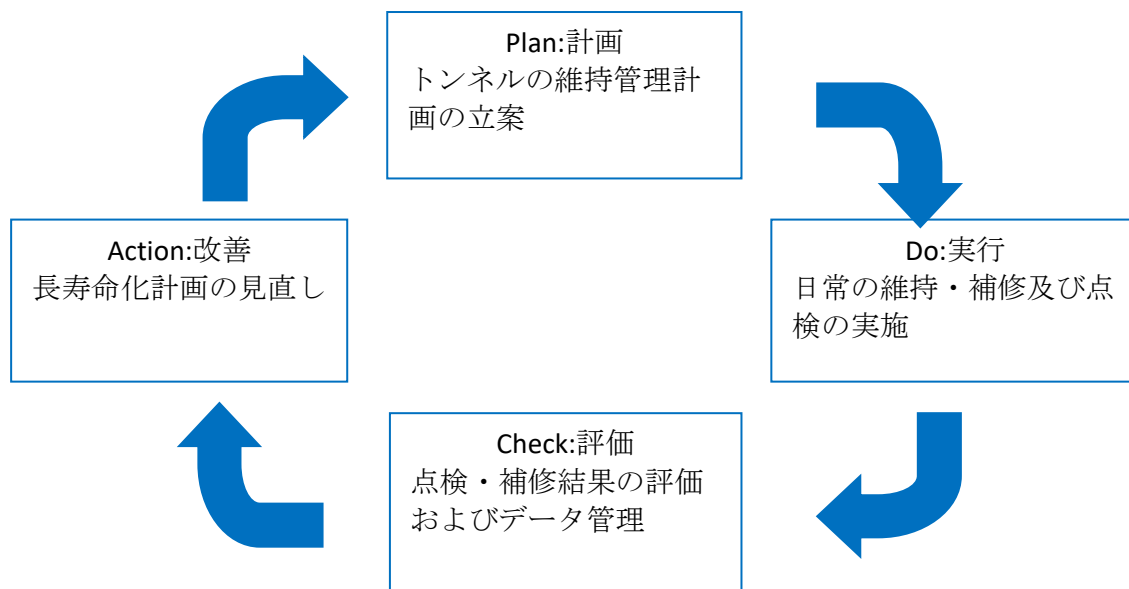


図 7.1 PDCA サイクル