

栃木県シェッド長寿命化修繕計画



令和5(2023)年3月

栃木県 県土整備部 道路保全課

目 次

1. 長寿命化計画の目的・概要	1
1.1. これまでの経緯と本計画の位置づけ	1
1.2. 目的	1
1.3. 対象施設及び計画期間	1
2. シェットの現状と課題	3
2.1. シェットの現状	3
2.2. 健全性の状況	5
2.3. 損傷事例	9
2.4. 措置の着手状況	10
2.5. 現状の課題と計画改定方針	10
3. 老朽化対策における基本方針	11
3.1. メンテナンスサイクルの構築	12
3.2. 将来にかかる維持管理・更新費用の縮減と平準化	13
3.3. 生産性の向上	17
4. 新技術の活用方針	18
4.1. 定期点検への活用方針	18
4.2. 修繕への活用方針	18
5. 費用の縮減に関する具体的な方針	19
5.1. 費用縮減に関する方針および目標	19
6. 長寿命化修繕計画の効果	20
6.1. 修繕・更新の時期	20
6.2. 計画の効果	21
7. 個別施設リスト	21

1. 長寿命化計画の目的・概要

1.1. これまでの経緯と本計画の位置づけ

栃木県では、限られた予算の中で適切な維持管理を行い、シェッド類（ロックシェッド、スノーシェッド及びスノーシェルター）の長寿命化を図るため、シェッド長寿命化修繕計画を平成 26 年に策定した。平成 26 年度から 5 年に一度の法定点検を行うとともに、点検結果に応じた修繕を実施してきたことと、点検や修繕に関する記録が蓄積され、施設の老朽化の特徴が明らかになってきたことから、蓄積されたデータをふまえて計画を改定するものである。

本計画は、「栃木県公共施設等総合管理基本方針」において、個別施設ごとの具体的な対応方針を策定するものとした「個別施設ごとの長寿命化計画」（個別施設計画）に当たるものである。

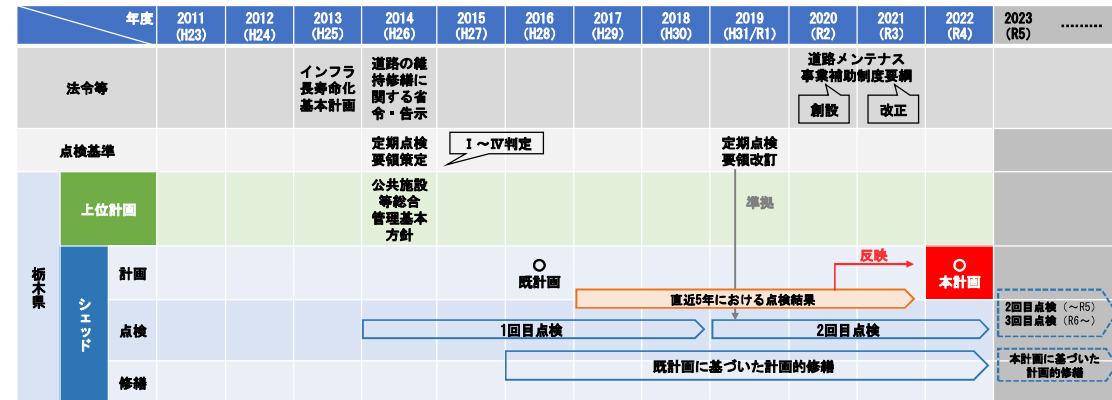


図 1-1 栃木県におけるシェッド長寿命化修繕計画の取組状況

1.2. 目的

道路施設の老朽化が進む中、限られた予算でトンネルの適切な維持管理を実現するため、予防保全によるメンテナンス手法を強化・推進し、施設の長寿命化ならびに修繕に必要な費用の縮減・平準化を図る必要がある。

そのため今回は、これまでの定期点検結果等を踏まえ、個別の構造物毎に効率的、効果的な予防保全手法を検討・実施するとともに、新技術などの積極的な活用を推進することで、既存ストックの長寿命化を図ることを目的として、計画の改定を行うものである。

1.3. 対象施設及び計画期間

1.3.1 対象施設

本計画の対象施設は、栃木県が管理するシェッド 34 施設（ロックシェッド：25 施設、スノーシェッド：6 施設、スノーシェルター：3 施設）とする。

1.3.2 計画期間

計画期間は令和 3 年度から令和 7 年度までの 5 年間とする。

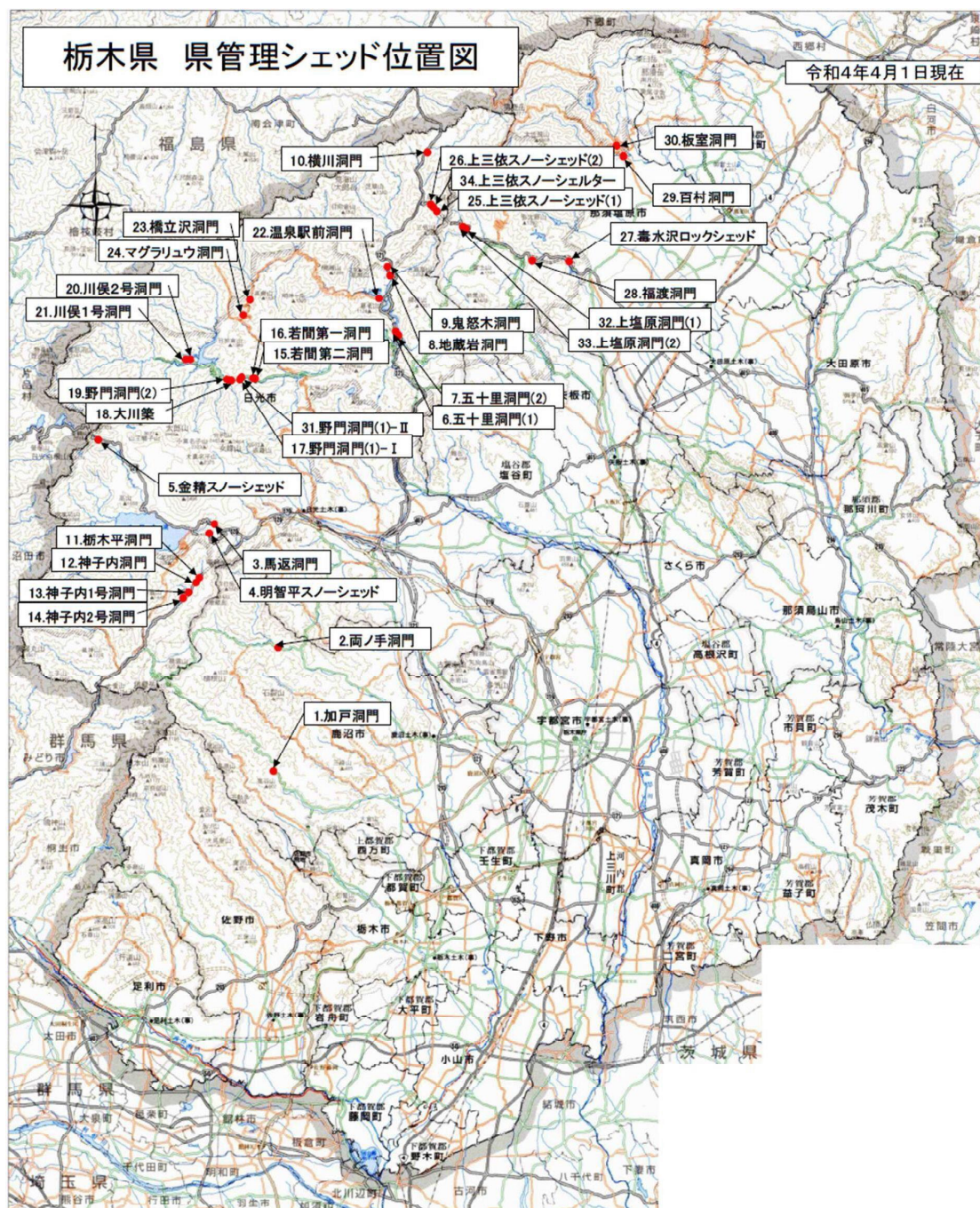


図 1-2 シェッド位置図

2. シェッドの現状と課題

2.1. シェッドの現状

令和5年3月現在、栃木県が管理するシェッド数は34施設である。事務所別では、管内の大部分が山岳地帯である日光土木事務所が最も多い26施設（76%）を管理している。

全施設のうち、PCが24施設、RCが8施設、鋼が2施設である。

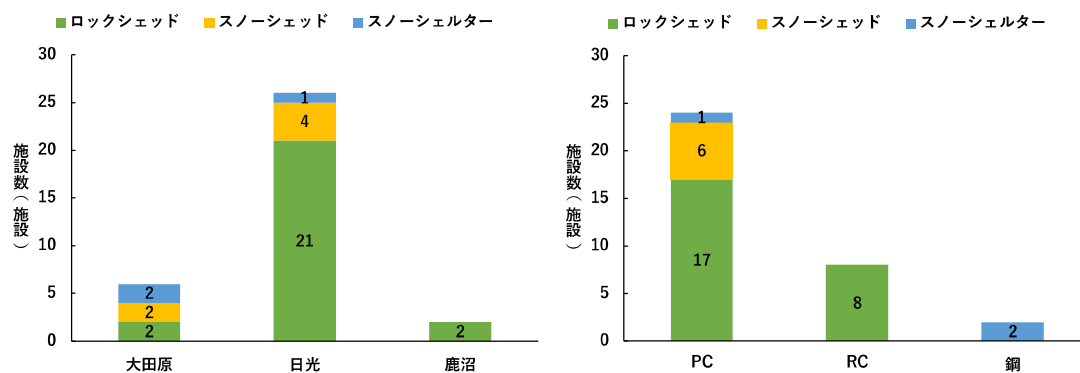


図 2-1 事務所別の施設数 (左) 使用材料別の施設数 (右)

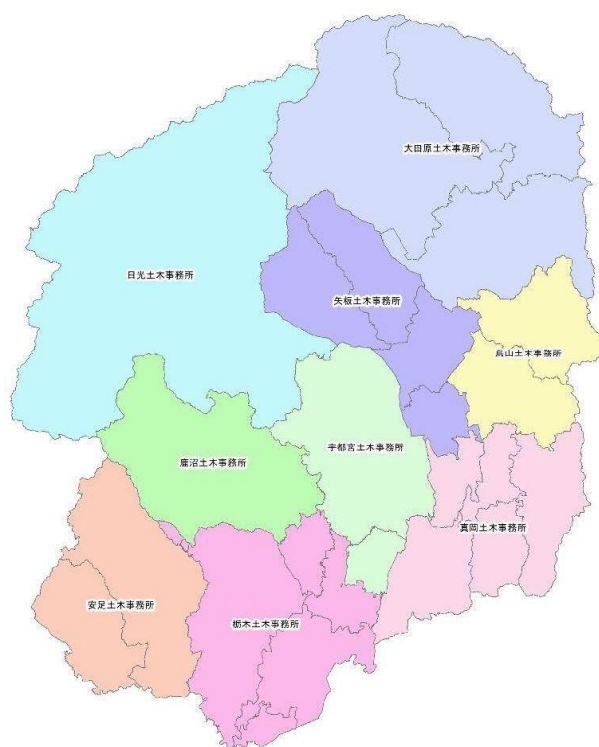


図 2-2 栃木県各土木事務所図

栃木県が管理するシェッドは、1984年～1995年に建設が集中し、この間に管理するシェッドの約半数が建設されていることから、今後、老朽化による修繕や更新の集中が懸念される。

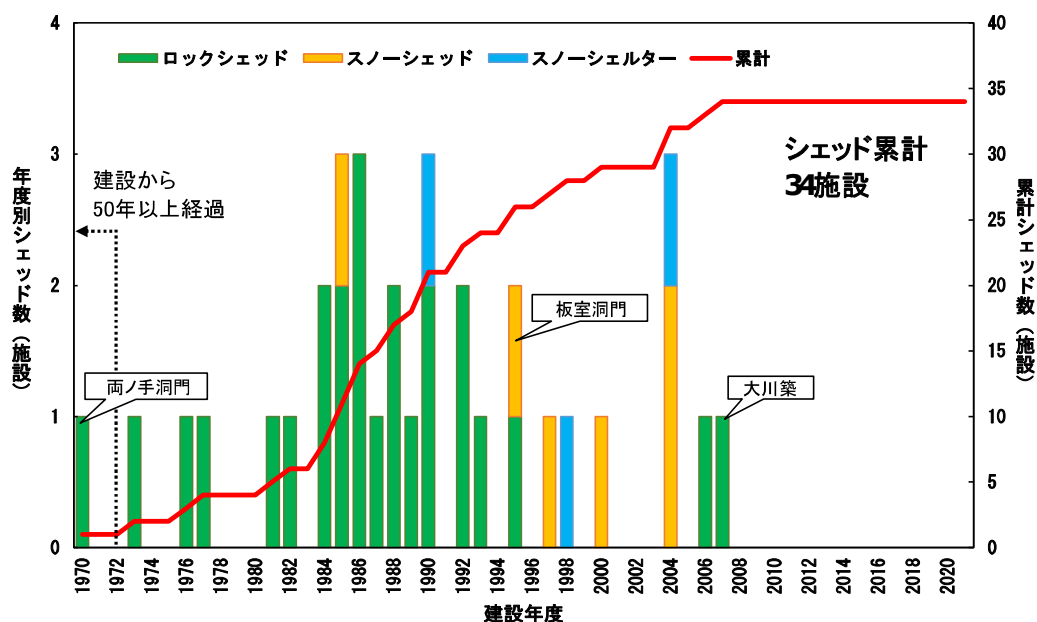


図 2-3 シェッドの建設年次別建設数

シェッド建設後の経過年数の割合、及び建設から 50 年以上が経過したシェッドの割合を以下に示す。

建設から 50 年が経過したシェッドは、現在は全体の 3%であるが、20 年後には半数を超える。そのため、今後の急速な老朽化により、10 年後以降において、維持管理費の増大が予想される。

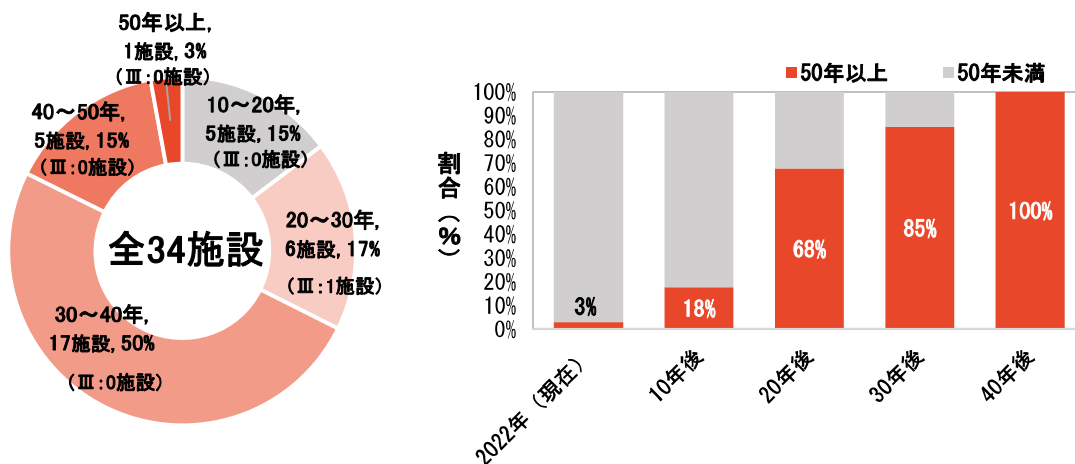


図 2-4 建設後の経過年数割合 (左) 50 年経過したシェッドの推移 (右)

2.2. 健全性の状況

2.2.1 健全性

平成 29 年度から令和 3 年度までの 5 年間で実施された定期点検結果に基づき、栃木県が管理するトンネルの健全性割合を以下に示す。これによると、Ⅰ判定とⅡ判定が 33 施設と全体の 97%を占めており、早急な対策を要するⅢ判定は 1 施設（3%）となっている。

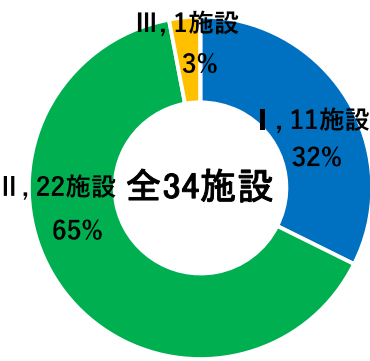
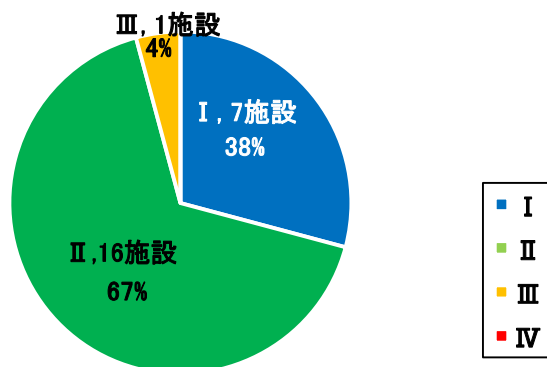


図 2-5 直近 5 年間の点検で判定された健全性の割合

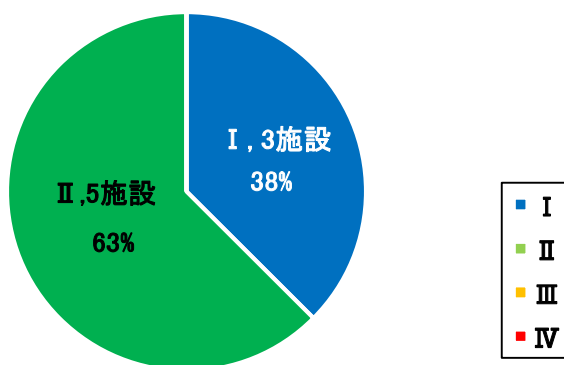
健全性区分		シェッドの状態
Ⅰ	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
Ⅱ	予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
Ⅲ	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
Ⅳ	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

使用材料毎（PC、RC、鋼）の健全性割合を以下に示す。PC においてⅢ判定の施設が 1 施設確認されている。RC、鋼では、Ⅱ判定が半数以上を占めている。

■PC 施設の健全性



■RC 施設の健全性



■鋼施設の健全性

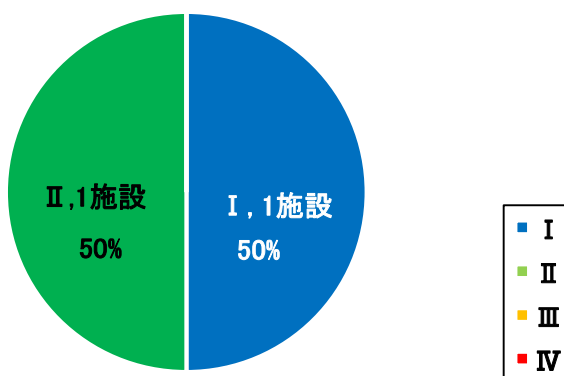


図 2-6 使用材料毎の健全性割合

2.2.2 部材毎の健全性

使用材料別の部材毎の健全性を以下に示す。

PC では、主梁や横梁、下部構造、附属物にⅡ判定の損傷がやや多く発生している。

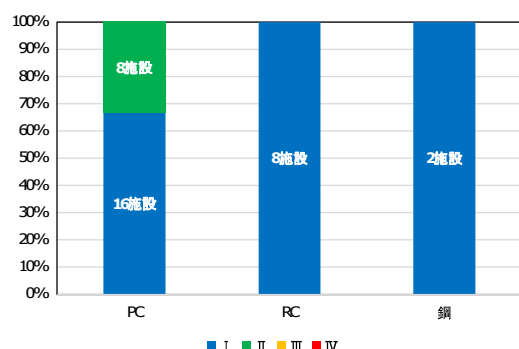
RC では、頂板や側壁、附属物にⅡ判定の損傷がやや多く発生している。

鋼では、施設数が少ないものの、下部構造には2施設ともⅡ判定の損傷が発生している。

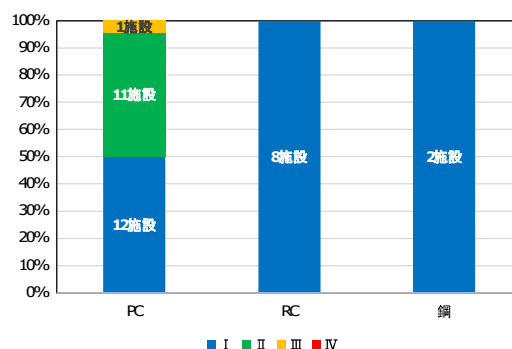
横梁がⅢ判定となった施設は板室洞門であり、うき、変形・欠損による損傷が要因である。

なお、Ⅱ判定の損傷のうち、維持工事対応が想定される損傷は施設の健全性判定に考慮されていない。（※鋼施設の下部構造：土砂詰まり等）

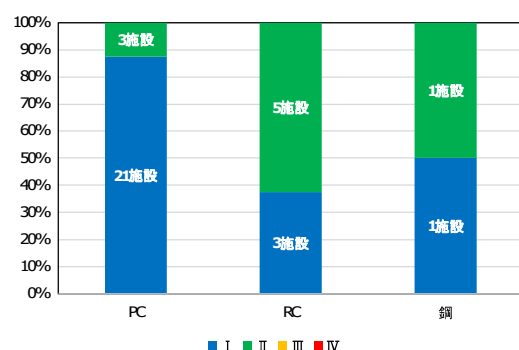
■主梁の健全性



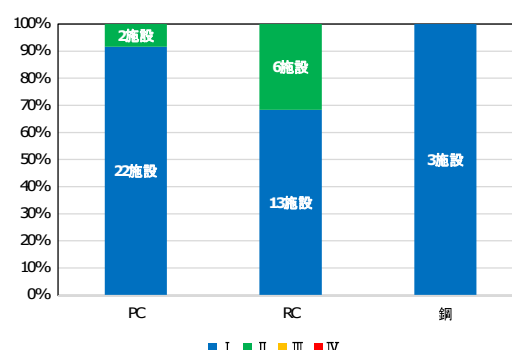
■横梁の健全性



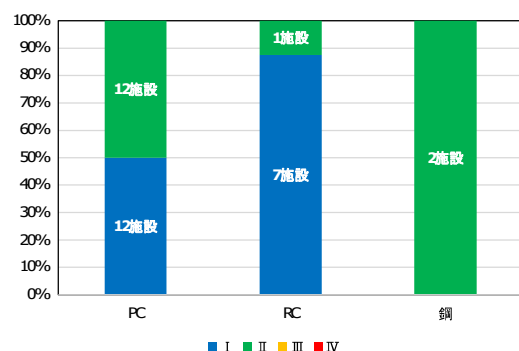
■頂版の健全性



■側壁の健全性



■下部構造の健全性



■附属物の健全性

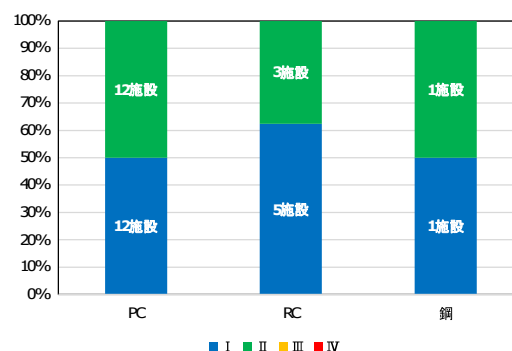


図 2-7 部材毎の健全性

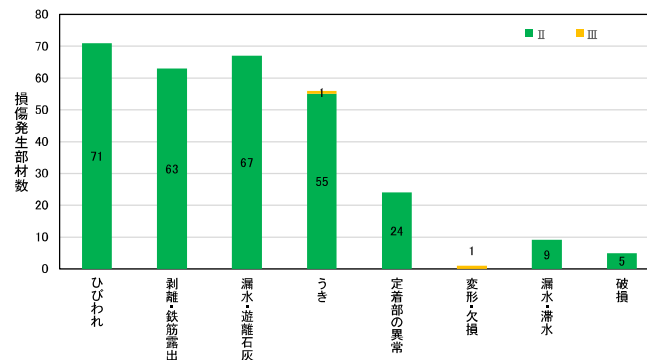
上部構造（主梁、横梁、頂版、側壁）、下部構造、附属物における損傷種類を以下に示す。

上部構造では、Ⅲ判定のうき、変形・欠損が発生している。また、Ⅱ判定のひびわれ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰、うきが多く発生している。

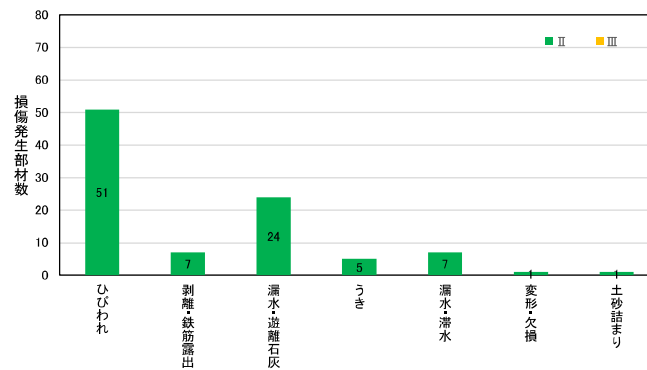
下部構造では、Ⅱ判定のひびわれ、漏水・遊離石灰が多く発生している。

附属物では、Ⅱ判定の腐食、変形・欠損が多く発生している。

■上部構造の損傷種類



■下部構造の損傷種類



■附属物の損傷種類

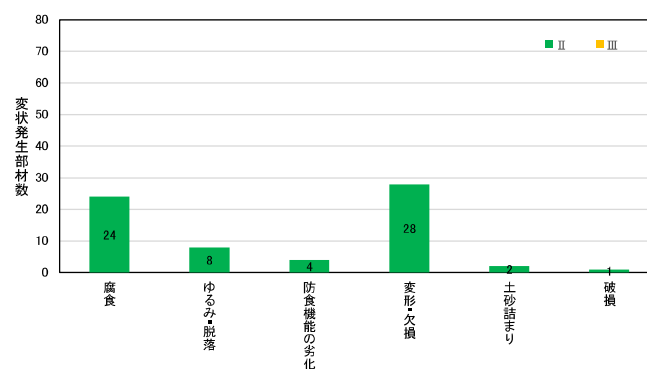
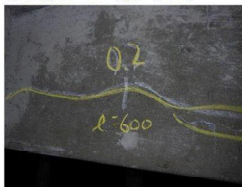


図 2-8 損傷種類毎の損傷発生部材数

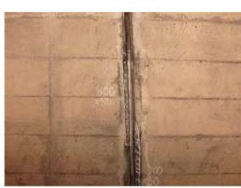
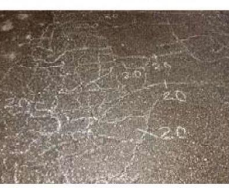
2.3. 損傷事例

栃木県が管理するシェッドで確認された損傷の事例を以下に示す。コンクリート部材のうき、ひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰が多く確認された。鋼部材では、ゆるみ・脱落が確認された。

■Ⅲ判定の施設

板室洞門			
・うき C2 (健全性Ⅲ)	・変形・欠損 C2 (健全性Ⅲ)	・定着部の変状 C1 (健全性Ⅱ)	・剥離・鉄筋露出 C1 (健全性Ⅱ)
			
横梁	横梁	主梁	横梁
・ひび割れ C1 (健全性Ⅱ)	・漏水・遊離石灰 C1 (健全性Ⅱ)	・うき C1 (健全性Ⅱ)	・定着部の変状 C1 (健全性Ⅱ)
			
横梁	横梁	柱	柱

■Ⅱ判定の施設

五十里洞門 (1)			
・ひび割れ C1 (健全性Ⅱ)	・うき C1 (健全性Ⅱ)	・変形・欠損 C1 (健全性Ⅱ)	・うき C1 (健全性Ⅱ)
			
頂版	山側壁	排水管	側壁
鬼怒木洞門			
・ひび割れ C1 (健全性Ⅱ)	・定着部の変状 C1 (健全性Ⅱ)	・変形・欠損 C1 (健全性Ⅱ)	・剥離・鉄筋露出 C1 (健全性Ⅱ)
			
頂版	主梁	継手	頂版
上三依スノーシェッド (1)			
・剥離・鉄筋露出 C1 (健全性Ⅱ)	・うき C1 (健全性Ⅱ)	・路面の凹凸 C1 (健全性Ⅱ)	・ゆるみ・脱落 C1 (健全性Ⅱ)
			
主梁	山側壁	舗装	防護柵

2.4. 措置の着手状況

法定点検でⅢ判定となった施設については、次回点検（5年後）までに必要な措置を講ずる必要があることから、速やかに修繕に着手している。一方、Ⅱ判定の施設については、予防保全の観点から措置を講ずべきではあるが、一部施設にしか着手できていない状態である。

2.5. 現状の課題と計画改定方針

栃木県では、直近 5 か年の定期点検結果において早急な対策を要するⅢ判定の施設は 1 箇所のみであるが、今後は老朽化により維持管理費が増大していくことが予想されることから、予防保全型の維持管理等により費用縮減を図る方針とする。

表 2-1 現状の課題と計画改定方針

現状の課題	計画の改定方針
老朽化により、修繕が必要な施設が増えることが予想され、修繕に要する費用が増大する。	予防保全型維持管理へ転換し、将来の修繕に要する費用を縮減する。

3. 老朽化対策における基本方針

本計画の老朽化対策における基本方針は以下のとおりとする。

＜本計画の基本方針＞

1. メンテナンスサイクルの構築

- 計画的な修繕を行うため、「点検」→「診断」→「措置」→「記録」のメンテナンスサイクルを確実に実施するとともに、点検や修繕のデータを蓄積し今後の計画改定等に活用する。
- 点検の結果Ⅲ及びⅣ判定となった施設については、速やかに修繕に着手する。

2. 将来にかかる維持管理・更新費用の縮減と平準化

- 限られた予算の中で、予防保全型の維持管理へ転換することで、将来の維持管理費用の縮減と平準化を目指す。
- 点検の結果Ⅱ判定となった施設に対して、優先順位付けを行い、計画的な修繕を実施する。

3. 生産性の向上

- 新技術の活用により、点検および修繕の効率化及び費用縮減を図る。
- DXの導入等により、高精度の点検や確実な工事データの保存を行う。

3.1. メンテナンスサイクルの構築

3.1.1 メンテナンスサイクル

計画的なシェッドの維持管理を図るため、「点検」→「診断」→「措置」→「記録」のメンテナンスサイクルを確実に実施すると共に、点検や修繕のデータを記録し、今後本計画を改定する際に蓄積したデータを活用することで、より効率的、効果的なメンテナンスサイクルを構築する。



図 3-1 長寿命化修繕計画におけるメンテナンスサイクル

3.1.2 点検のサイクル

■ 日常点検

栃木県が管理する道路全線について、2 週間に一度パトロールを実施しており、車内からの巡視により異常がないか点検している。

■ 定期点検

5 年に一度、近接目視による法定点検を行う。

点検の結果、Ⅳ判定の損傷が確認された場合は、直ちに応急処置を行い、その後早急に修繕を行う。またⅢ判定の損傷が確認された場合は、次回点検までに速やかに修繕を行う。

3.2. 将来にかかる維持管理・更新費用の縮減と平準化

3.2.1 予防保全型維持管理

損傷が深刻化した後に大規模な対策を実施する「事後保全型」から、損傷が軽微な段階で損傷の進行を防止するために予防的な対策を実施する「予防保全型」に転換することで、ライフサイクルコストの縮減を図る。

「予防保全型」と「事後保全型」のイメージは、以下のとおりである。

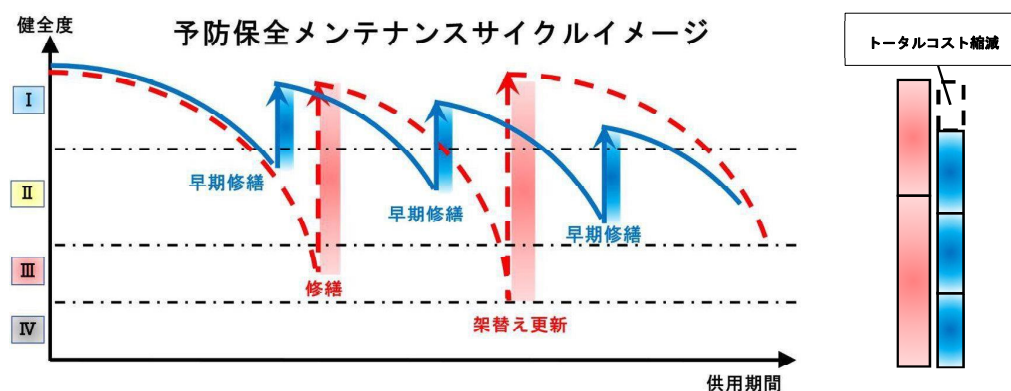


図 3-2 予防保全型と事後保全型のイメージ

3.2.2 管理水準の設定

管理する全てのシェッドに対して、予防保全型の維持管理を実施する。以下に、本計画において設定した管理水準を示す。

定期点検結果より管理水準以下となった施設は、Ⅲ判定に推移する前に、優先順位に基づき計画的に措置を行う。

表 3-1 管理水準の設定

管理区分	管理手法	対象施設
予防保全型	維持管理水準を高く設定し、大規模な修繕をしないことを前提として、予防的な対策を行う。 損傷が軽微な段階で早めの対策を実施することで、長期的な維持管理費用の縮減を図る。	Ⅱ 判定施設

表 3-2 管理水準

健全性	状態	措置方針
I	構造物の機能に支障が生じていない状態。	措置無し
II	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。	優先順位に応じて補修
III	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。	速やかに補修
IV	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。	緊急措置

管理水準

3.2.3 対策優先度の評価

(1) 重要度の評価方法

対策の優先度を定めるための重要度について、「道路ネットワークの確保」「道路利用者の安全性確保」の2つの視点で評価項目を設定した。

各項目について「1」または「0」の配点の条件を設定し、優先順位決定指数より施設の重要度を評価する。

以下に、本計画において設定した重要度評価項目および優先順位決定指数の評価方法を示す。

表 3-3 重要度の評価項目

確保すべき機能	評価項目	考え方
道路ネットワークの確保	緊急輸送道路	災害発生時にも通行が求められる
	迂回路の有無	供用不可となった場合、孤立地域発生の可能性はある
	延長	復旧に膨大な時間を要する
道路利用者の安全性確保	交通量	交通量が多い路線は、安全性へのリスクが高い

表 3-4 各項目における配点と優先順位決定指数

評価項目	配点	
	1	0
緊急輸送道路	1～3次指定	指定なし
迂回路の有無	なし	あり
延長	100m以上	100m未満
交通量	10,000台/日以上	10,000台/日未満

$$\text{優先順位決定指数} = 2X_a + 2X_b + X_c + X_d$$

ここに、 X_a ：緊急輸送道路により決定する係数

X_b ：迂回路の有無により決定する係数

X_c ：シェッド延長により決定する係数

X_d ：利用頻度（交通量）により決定する係数

(2) 対策優先順位の評価方法

優先順位の評価イメージを以下に示す。

- ◇ 対策の優先度は健全性（Ⅰ～Ⅳ）と重要度（優先順位決定指数）の2軸で評価する。
- ◇ Ⅳ判定→Ⅲ判定→Ⅱ判定の順に実施する。
- ◇ Ⅳ判定及びⅢ判定の施設は、重要度にかかわらず全ての施設の対策を実施する。
- ◇ Ⅱ判定の施設は、重要度の高い施設から優先的に対策を実施する。

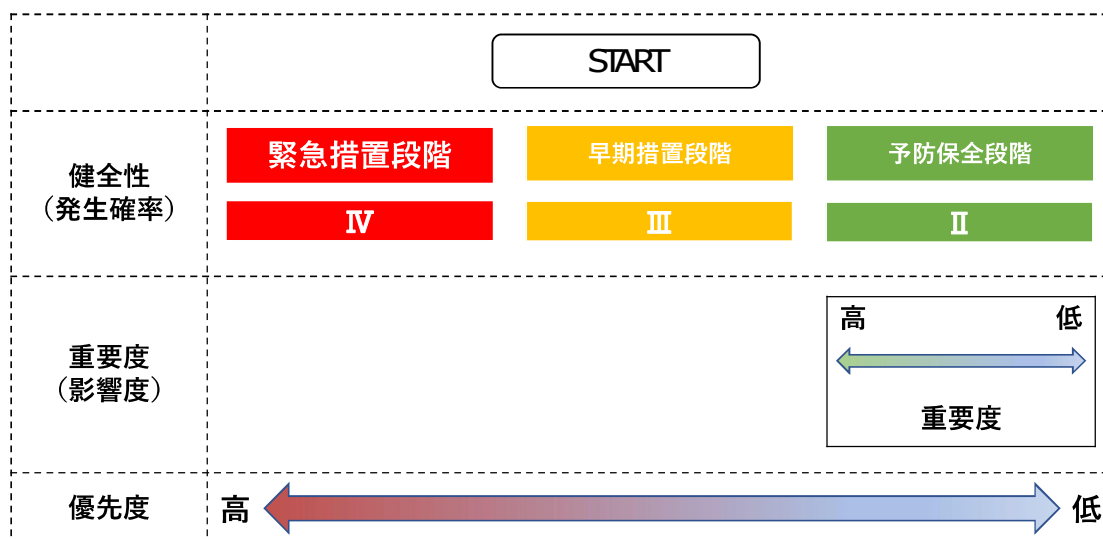


図 3-3 優先順位評価方法のイメージ

3.3. 生産性の向上

施設の老朽化により、今後修繕必要数が増加していくことに対して、労務単価は年々上昇しており、限られた予算内で修繕可能な施設数が減少していくことが懸念される。そのため、メンテナンスの生産性の向上が必須である。



図 3-4 公共工事設計労務単価の推移

点検、措置、記録時にライフサイクルコスト削減が可能な新技術の活用を検討することで、業務の効率化や省力化を図る。

また、DXの導入やICT技術を活用し、高精度の点検、確実な工事データの保存を行い、正確な劣化予測などに活用することにより、実効性の高い長寿命化修繕計画を作成することで、持続可能なインフラメンテナンスの実現を目指す。

4. 新技術の活用方針

4.1. 定期点検への活用方針

シェッドの定期点検を実施する際は、業務の効率化やコスト縮減等を目的に、全ての施設において新技術の活用を検討する。

具体的には、UAV（ドローン）による高所等の点検や、画像診断によるひびわれ検出技術等の新技術を検討する。

4.2. 修繕への活用方針

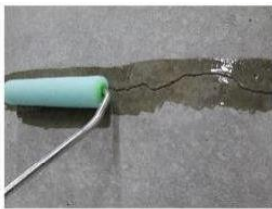
シェッドの修繕（補修設計・工事）を実施する際は、省力化やコスト縮減等を目的に、全ての施設において新技術・新工法の活用を検討する。

特にシェッドの損傷の多くはコンクリート部材のひび割れであることから、ひび割れ補修に有用な新技術を積極的に検討し、活用に努める。

栃木県では令和3年度に実施した大型カルバートの補修工事において、従来工法（低圧注入工法）と比較し、経済性の向上、工期短縮等が期待できる「NETIS 登録番号：CB-130007-VE ひび割れ補修浸透性エポキシ樹脂塗布工法（令和元年度に活用促進技術に選定）」を採用している。

本技術はコンクリート施設のシェッドにも活用できる技術であるため、本技術の採用を検討するとともに、新技術等の最新動向を把握しながら、活用を検討していく。

表 4-1 シェッドへの活用検討技術（例）

NETIS 登録番号	CB-130007-VE
技術名称	ひび割れ補修浸透性エポキシ樹脂塗布工法
概要	ひび割れの奥まで補修する際に従来技術が低圧注入器具を用いて補修材を注入していたのに対し、塗布だけでひび割れに補修材が浸透する工法。浸透性エポキシ樹脂接着剤「アルファテック 388」を繰り返し塗布することで毛細管現象によってひび割れ内部にまで浸透。
従来技術と新技術の比較	→ 従来工法：ひび割れ注入 新技術：塗布浸透型ひび割れ補修材 注入器具を使用せずに塗布によってひび割れを補修するため、工期及び施工費を大幅に削減することができる。毛細管現象によりひび割れ奥まで浸透する。

出典：NETIS（新技術情報提供システム）記載事項をもとに作成

※上記の新技術は今回の計画改定において事業効果算出に用いた工法であり、今後の修繕において採用することを定めたものではない。

5. 費用の縮減に関する具体的な方針

5.1. 費用縮減に関する方針および目標

新技術を活用することにより、事業の効率化および工期の短縮を図り、維持管理費用の縮減を目指す。

また、予防保全型の維持管理へ転換することで、将来必要となるライフサイクルコストの縮減を図る。

＜短期的な数値目標及び費用縮減効果＞

令和7年度までに、修繕予定の3施設でひび割れ補修の新技術を活用することで、約6百万円の修繕に要する費用の縮減を目指す。

6. 長寿命化修繕計画の効果

6.1. 修繕・更新の時期

予防保全型メンテナンスサイクルの実施により、シェッドの健全性が確保され、安全・安心な道路ネットワークを提供することが出来るとともに、費用の縮減・平準化が図られ、効率的・効果的な維持管理を行うことが期待できる。

中長期にわたる維持管理費用を推計するためには、シェッドの劣化過程で適切な修繕時期を予測する必要がある。過去 5 年間の点検結果より劣化予測式を求め、各健全性の到達年数から修繕時期を設定した。

表 6-1 対策工法と修繕・更新の時期

		予防保全		事後保全
管理方針		損傷が軽微な段階で早めの対策を実施し、損傷の進行を防止する。大規模な修繕を実施しないことが前提である。		損傷が深刻化してはじめて大規模な修繕を実施する。従来の対症療法的な対策のことを示す。
対策 工法	コンクリート部材	ひび割れ注入＋断面修復（小）		ひび割れ注入＋断面修復（大）
	鋼部材	塗装塗替え（部分）		塗装塗替え（全面）
修繕 時期	コンクリート施設	42 年		59 年
	鋼施設	基部	30 年	45 年
		基部以外	45 年	
更新 時期	コンクリート施設	120 年		72 年
	鋼施設	120 年		60 年

6.2. 計画の効果

本計画に則り、シェッドに関する「予防保全型維持管理」、「修繕への新技術活用」を着実にかつ計画的に実施する。これにより、今後 30 年間で約 17 億円（約 60%）のライフサイクルコスト削減効果が期待できる。

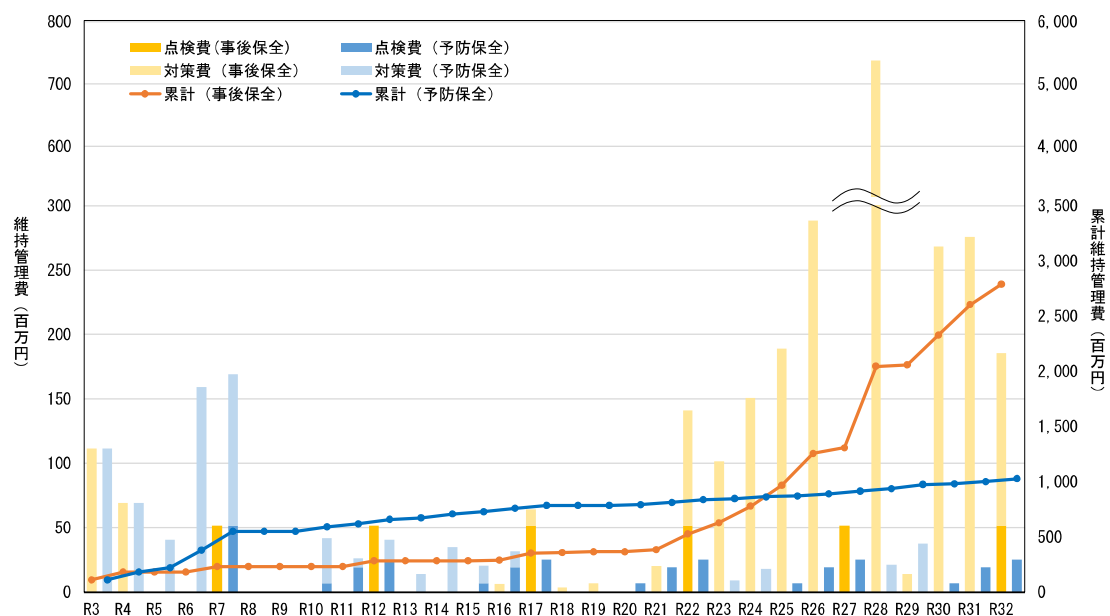


図 6-1 ライフサイクルコスト比較

7. 個別施設リスト

管理する 34 施設に関する諸元、直近の点検結果、次回点検時期、対策内容、対策の着手・完了予定年度、概算事業費等を整理した個別施設リストを、以降に示す。

[illegible]