

橋梁長寿命化修繕計画

(個別施設計画 概要版)



令和4年3月



諸塚村 建設課

目 次

I . 計画全体の方針

| | |
|---------------------------------|----|
| 1. 老朽化対策における基本方針..... | 1 |
| 1.1 管理橋梁の現状と課題..... | 1 |
| 1.1.1 宮崎県の地形的特徴と架橋環境..... | 1 |
| 1.1.2 管理橋梁数 | 2 |
| 1.1.3 管理橋梁の健全性の現状..... | 3 |
| 1.2 維持管理上の課題..... | 5 |
| 1.2.1 急増する高齢化橋梁への対応 | 5 |
| 1.2.2 限られた財源下での維持管理手法の確立 | 6 |
| 1.3 長寿命化修繕計画の目的 | 7 |
| 1.4 長寿命化修繕計画の策定方針..... | 9 |
| 1.4.1 対象橋梁 | 9 |
| 1.4.2 諸塚村における橋梁メンテナンスサイクル | 10 |
| 1.4.3 維持管理の実施方針..... | 13 |
| 1.4.4 計画期間 | 20 |
| 1.4.5 対策優先順位の目標や考え方 | 21 |
| 2. 新技術の活用方針 | 22 |
| 3. 集約化・撤去の方針..... | 23 |

II . 橋梁毎の事項

| | |
|--------------------------------|----|
| 4. 橋梁毎の維持管理計画（対策内容と実施時期） | 24 |
|--------------------------------|----|

※一覧表形式による記載

- ・ 構造物の諸元
- ・ 直近における点検結果及び次回点検年度
- ・ 対策内容
- ・ 対策の着手・完了予定年度
- ・ 対策に係る全体概算事業費

コツコツと着実に定期的な
点検、補修によるコスト削減！



表紙の橋梁：小布所橋（こぶところはし）（2007年架設）

はじめに

諸塚村が管理する橋長 2m 以上の橋梁のうち、供用後 50 年以上経過している橋梁は 23 橋（約 45%）であります※が、このまま年数を経ますと 20 年後には 47 橋（約 92%）が高齢化することになります。

急増する高齢化橋梁に対し、損傷が深刻化してから大規模な修繕や架け替えの維持管理を行った場合、維持管理コストが一時期に集中し、財政状況を圧迫するだけでなく、適切な対応ができず、第三者への被害や地域住民の生活に影響を及ぼす可能性があります。

また、平成 26 年 7 月には、道路法改正に伴い橋梁全数の近接目視による点検を 5 年に 1 度の頻度で行い健全性の診断を行うなど、維持修繕に関するメンテナンスサイクルの実施が義務付けられました。これにより、諸塚村では平成 26 年度から近接目視による定期点検を開始し、点検の結果から各施設の状態を把握した上で、重大な損傷や致命的な損傷に至る前に予防的な補修を行い、健全な状態を維持することでライフサイクルコストの縮減を目的とした長寿命化修繕計画を策定しました。

本計画は近接目視による点検結果を踏まえ、従前の長寿命化修繕計画の見直しを行い、個別施設計画としてとりまとめを行ったものです。

※ 2022 年 3 月現在

I.

計画全体の方針

1. 老朽化対策における基本方針

1.1 管理橋梁の現状と課題

1.1.1 宮崎県の地形的特徴と架橋環境

諸塚村が管理する道路橋は、塩害等の突出した著しい変状を有する橋梁はないものの、内陸部の厳しい架橋環境の中、経年劣化により損傷が進行している橋梁もみられます。また、幹線道路上や幹線道路にアクセスしている路線にある橋梁や、緊急輸送路にアクセスしている路線にある橋梁も有しており、社会的重要性が高いインフラです。

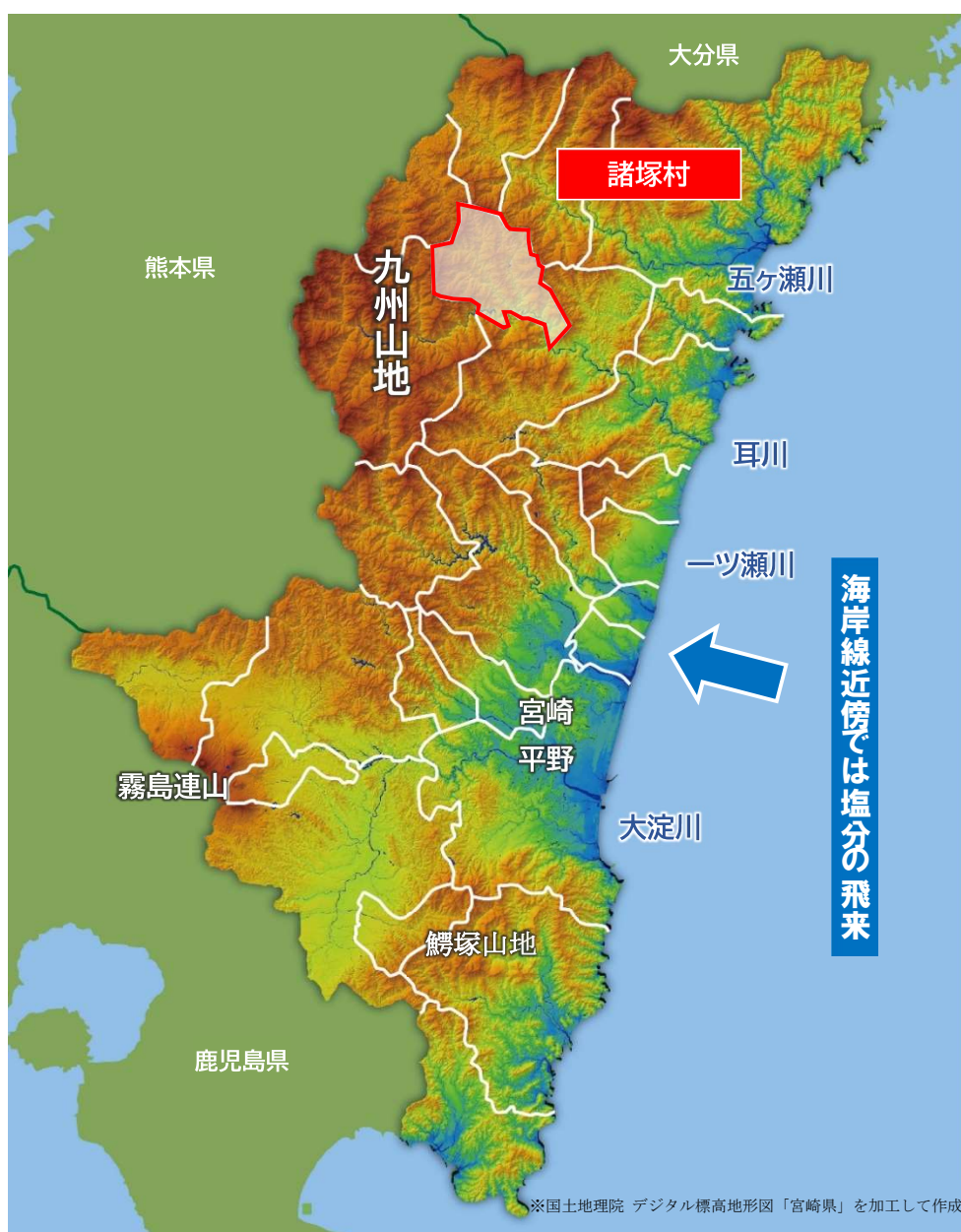


図 1 宮崎県の地形的特徴と架橋環境

1.1.2 管理橋梁数

本村が管理する橋梁数は、51 橋あります。

橋長別に橋梁数を見ると、橋長 15m 未満の橋梁は 80% を占めます。

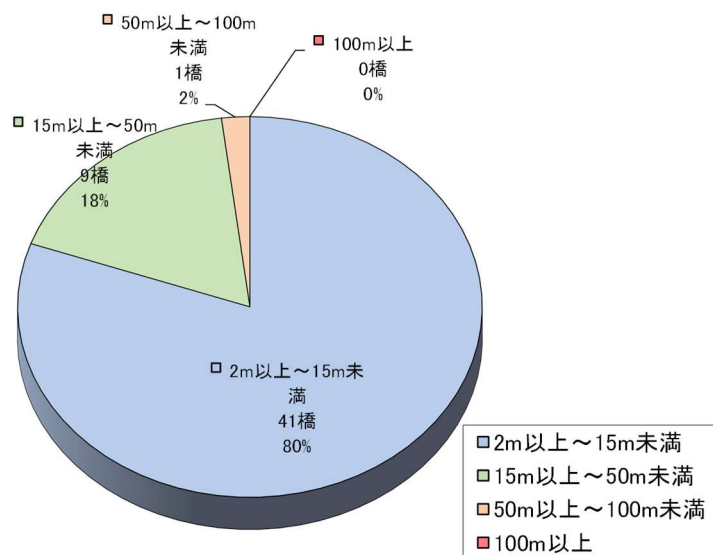


図 2 橋長別橋梁数

橋種別に橋梁数を見ると、コンクリート橋（RC 橋、PC 橋）が 82% を占めます。

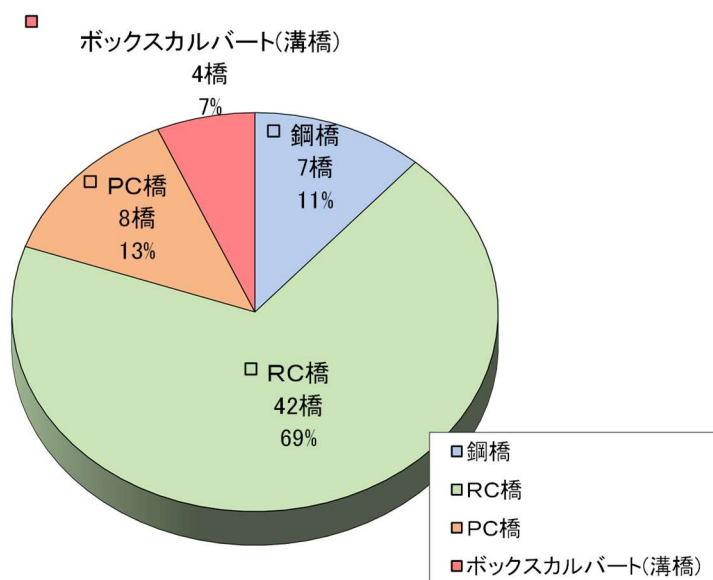


図 3 橋種別の橋梁数（径間数）

多径間の橋で複数条件が該当する場合はそれぞれカウント

1.1.3 管理橋梁の健全性の現状

平成26年度～令和3年度に定期点検を実施した橋梁において、

- ・ I（健全）が34橋（67%）
- ・ II（予防保全段階）が16橋（31%）
- ・ III（早期措置段階）が1橋（2%）
- ・ IV（緊急措置段階）が0橋（0%）

あることを把握しました。

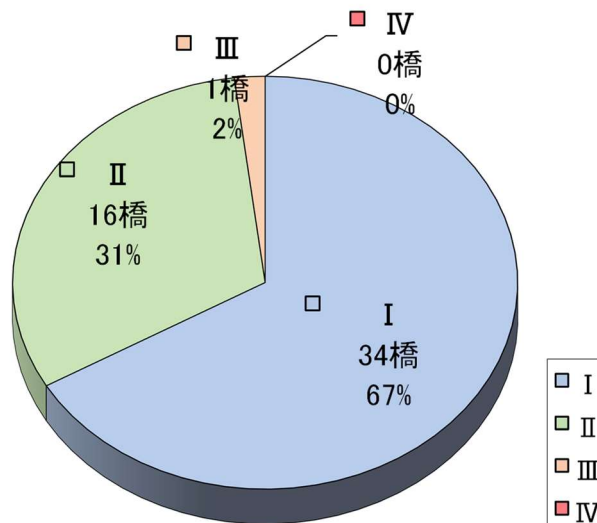


図 4 健全性の診断状況

表 1 橋の健全度の区分

| 健全度の区分 | | 橋梁の状態 |
|--------|--------|--|
| 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。 |

定期点検により、予防保全（健全度Ⅱ）が必要と診断された橋の損傷事例

| | |
|---|--|
|  |  |
| 腐食（健全度Ⅱ） 1972年架設 | 漏水・遊離石灰（健全度Ⅱ） 1961年架設 |

定期点検により、早期措置（健全度Ⅲ）が必要と診断された橋の損傷事例

| | |
|--|---|
|  |  |
| 腐食（健全度Ⅲ） 1966年架設 | 洗掘（健全度Ⅲ） 1969年架設 |

※上記損傷は、順次補修していきます。

図 5 損傷状況

1.2 維持管理上の課題

1.2.1 急増する高齢化橋梁への対応

橋梁数を経過年別に見ると、管理する橋の45%が架設後50年以上経過しています。

今後20年で92%が架設後50年を経過し、急激に高齢化が進展することで、併用中の道路橋が重大な損傷等によって、ひとたび通行規制の措置などがあると、社会的な影響を及ぼすことが懸念されます。また、近い将来、急増する老朽化した橋梁を対症療法による補修を実施した場合は、大規模補修や橋梁の架け替えが一時的に集中することが想定されます。そのため、増大する社会資本ストックの効果的・効率的な維持管理手法が求められています。

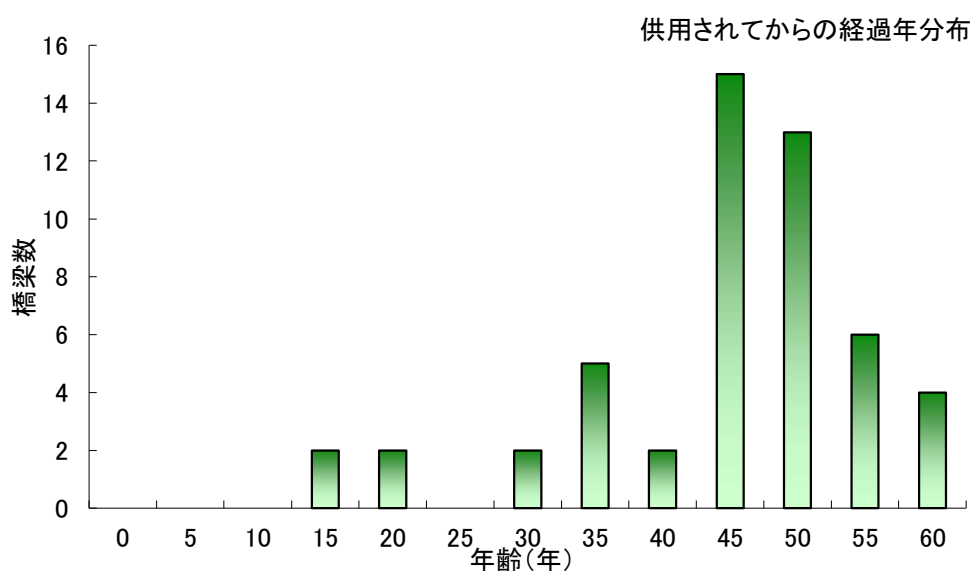


図 6 経過年の分布

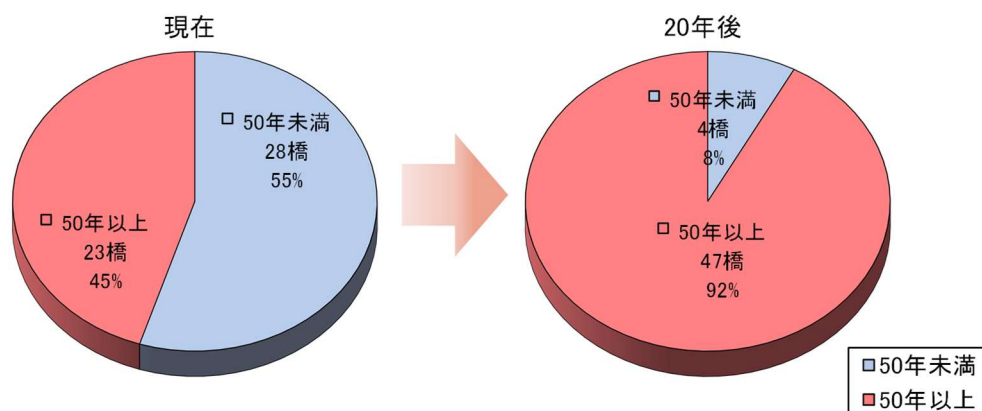


図 7 架設後50年以上経過した橋梁の割合

1.2.2 限られた財源下での維持管理手法の確立

全国市町村における土木費の推移で見ると、20年間で約5兆円減少しています。現在、諸塚村においても非常に厳しい財政状況におかれ、これまで以上に効率的、効果的な事業実施が求められています。

このため、新橋建設などの改築費を抑えることによって対応を行ってきましたが、維持管理費については利用者の安全性を確保する観点から、これ以上削減しづらいレベルにまで達しており、新たな維持管理手法の確立が求められています。

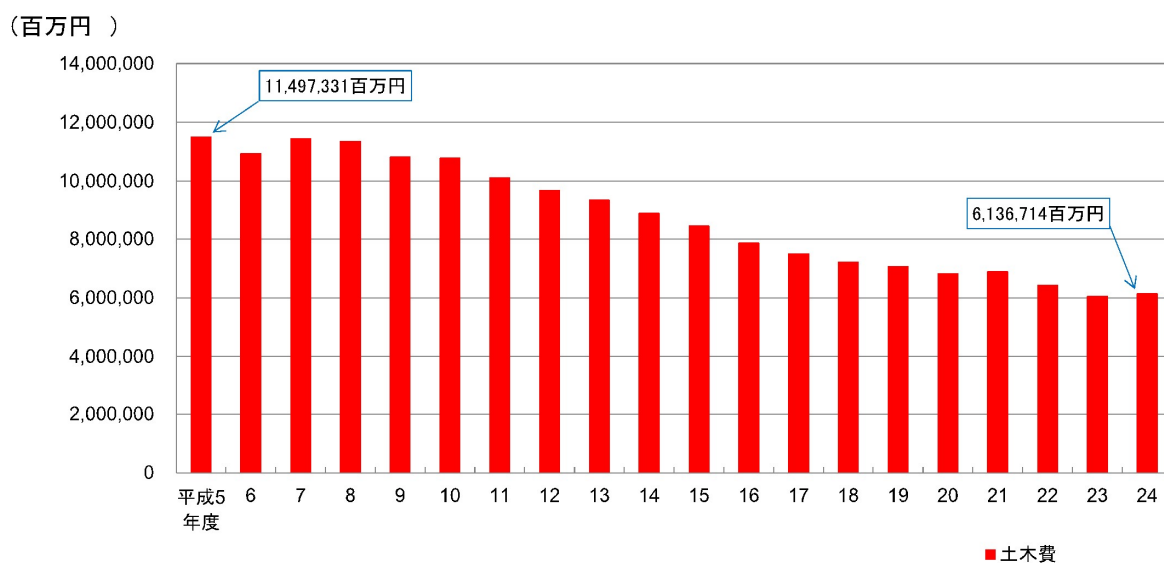


図 8 全国市町村における土木費の推移

(地方財政統計年報より国土交通省作成)

「社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会 「市町村における持続的な社会資本メンテナンス体制の確立を目指して」 2015年2月27日より」

1.3 長寿命化修繕計画の目的

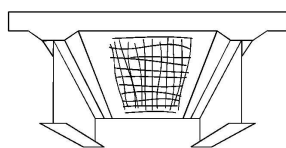
修繕計画の策定にあたっては、高齢化する道路橋の急速な増大に対応するため、従来の事後的な修繕および架替えから、予防的な修繕および計画的な架替えを実施し、構造物としての長寿命化を目的とした政策転換を行います。

また、橋梁を長期にわたって安全に使用し続けるためには、限られた予算で継続かつ効率的に管理し、事業費の平準化やライフサイクルコストの縮減を図ることを目的とします。

事後保全

- ・ 損傷が深刻化してはじめて大規模な修繕を実施
- ・ 橋の架け替えのサイクルも短い

コンクリートのひびわれが深刻



コンクリートの修繕



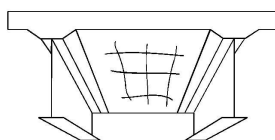
(特徴) 対策のタイミングを遅らせることで、短期的なコストは抑制されるが、損傷が深刻化すると対策工法が高度となり、ライフサイクルコストが大となる傾向があります。

↓ 転換

予防保全

- ・ きちんと点検し、損傷が深刻化する前に修繕を実施
- ・ 橋の架け替えのサイクルも長くなる

点検により、コンクリートに軽微なひびわれを発見



下面に炭素繊維を接着することによりひびわれの進行を抑制



(特徴) こまめに手当することで、安全性を高水準で維持するとともに、長寿命化が期待できるため、ライフサイクルコストの低減が期待できる一方、短期的な対策コストが大となる傾向があります。

予防保全型の管理手法とすることによって、事後保全型、架け替え型よりもコストが小さくなります。また、橋の長寿命化も図れます。

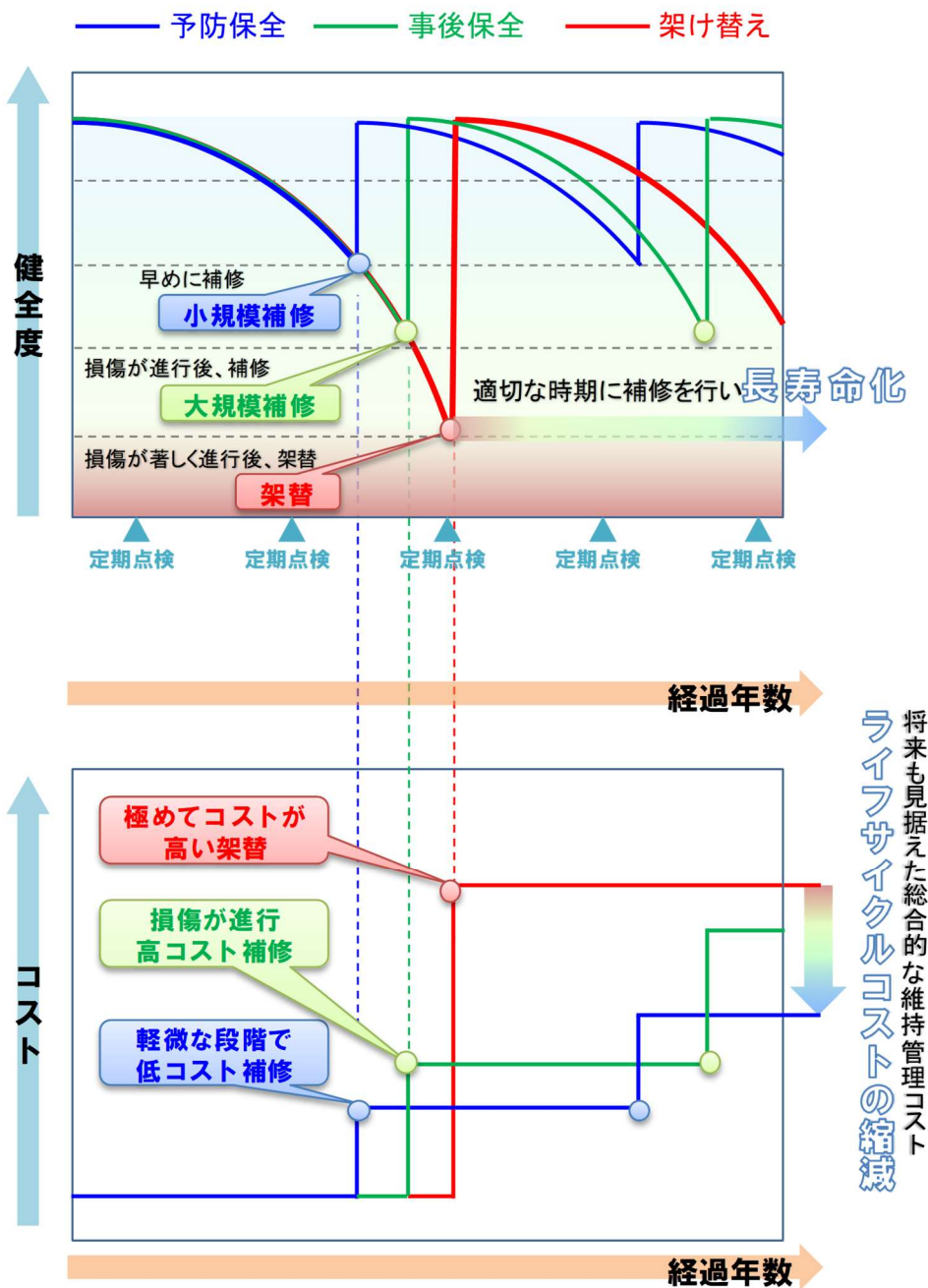


図 9 予防保全型管理手法による長寿命化とコスト縮減イメージ

1.4 長寿命化修繕計画の策定方針

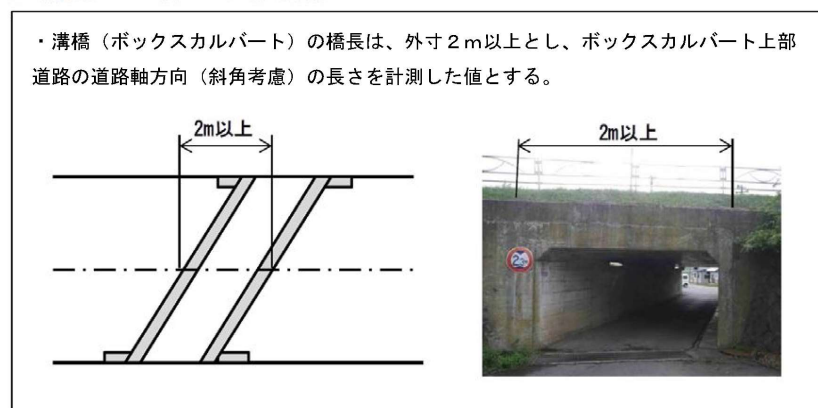
1.4.1 対象橋梁

諸塚村が管理する村道に認定（道路法の法律に定められた道路）された橋長 2m 以上の全ての道路橋（溝橋*含む）を対象とします。

※溝橋：道路の下を横断する道路や水路等の空間を得るために、盛土あるいは地盤内に設けられる剛性ボックスカルバート(矩形(ボックス型)の内、道路軸方向に外寸が2m以上、土被りが1m未満の構造物を「橋」として取り扱うものです。

溝橋の要件を満足する橋長、土被りの考え方は以下の通りです。

■橋長 2 m 以上の考え方



■土被り 1 m 未満の考え方

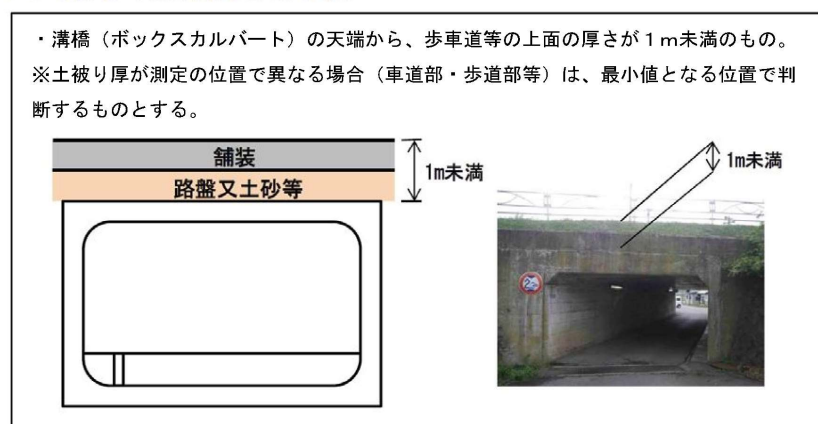


図 10 溝橋（ボックスカルバート）の考え方

1.4.2 諸塚村における橋梁メンテナンスサイクル

道路の維持修繕に関する省令・告示の制定に伴い、点検、診断、措置、記録というメンテナンスサイクルへの取り組みが義務化されました。

今後は、メンテナンスサイクルを継続して回すことにより、橋梁の長寿命化ならびにコスト縮減が可能な橋梁マネジメントサイクルを構築し、将来にわたり適切な道路サービスの機能を維持することを基本とします。

橋梁は、利用状況、設置された自然環境等に応じ、劣化や損傷進行が施設ごとに異なり、その状態は時々刻々と変化します。このようなことから、修繕計画の策定に至っては、定期的な点検を実施し、基礎データとなる各橋梁の状態や損傷の程度から適切に評価・検討を行った上で、効果的な措置を講ずることが重要です。



図 11 メンテナンスサイクル

メンテナンスサイクルの各段階における具体的な取り組み等を次に解説します。

(1) 点検

橋梁は、利用状況、設置された自然環境等に応じ、劣化や損傷進行が施設ごとに異なり、その状態は時々刻々と変化します。現状では、これらの変化を正確に捉え、橋梁の寿命を精緻に評価することは技術的に困難なので、定期的な点検・診断により施設の状態を正確に把握することが重要です。

このため点検は、統一的な基準^{※1}により 5 年に 1 度近接目視による全数監視を実施することが義務付けられました。

(2) 診断

診断は、橋や部材の現在の状態に対して、次回の定期点検までの間（=5年程度以内を目途）に行うべき措置の必要性やその内容を、橋や部材の機能面に着目して判断するための一連の行為を診断と称しています。診断の結果については、国が定める統一的な尺度（4段階）で健全度の判定区分を分類することが義務付けられました。

(3) 措置

診断の結果、次回点検までの期間を目安として性能を回復するために必要な措置を行います。

措置の具体的な内容には、補修・補強工事や緊急対応、日常的な維持作業対応、詳細調査、経過観察などが挙げられます。必要な措置を講じることができない場合は通行規制・通行止めを行います。また必要に応じて、利用状況を踏まえ、橋梁等を集約化・撤去を検討します。

(4) 記録

点検・診断・措置の結果は、維持・補修計画を立案する上で基礎的な情報であり、適切な方法で記録し、随時、長寿命化修繕計画へ反映することで、計画と実施の乖離をなくします。



※1 道路法施行令第 35 条の 2 第 2 項、道路法施行規則(昭和 27 年建設省令第 25 号)、トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示(平成 26 年国土交通省告示第 426 号)に従う定期点検

高齢化橋梁の維持管理を効率的・合理的に行うためには、「計画策定→補修対策→定期点検→計画の見直し」という橋梁維持管理マネジメントサイクルを確立させ継続的に取り組む必要があります。

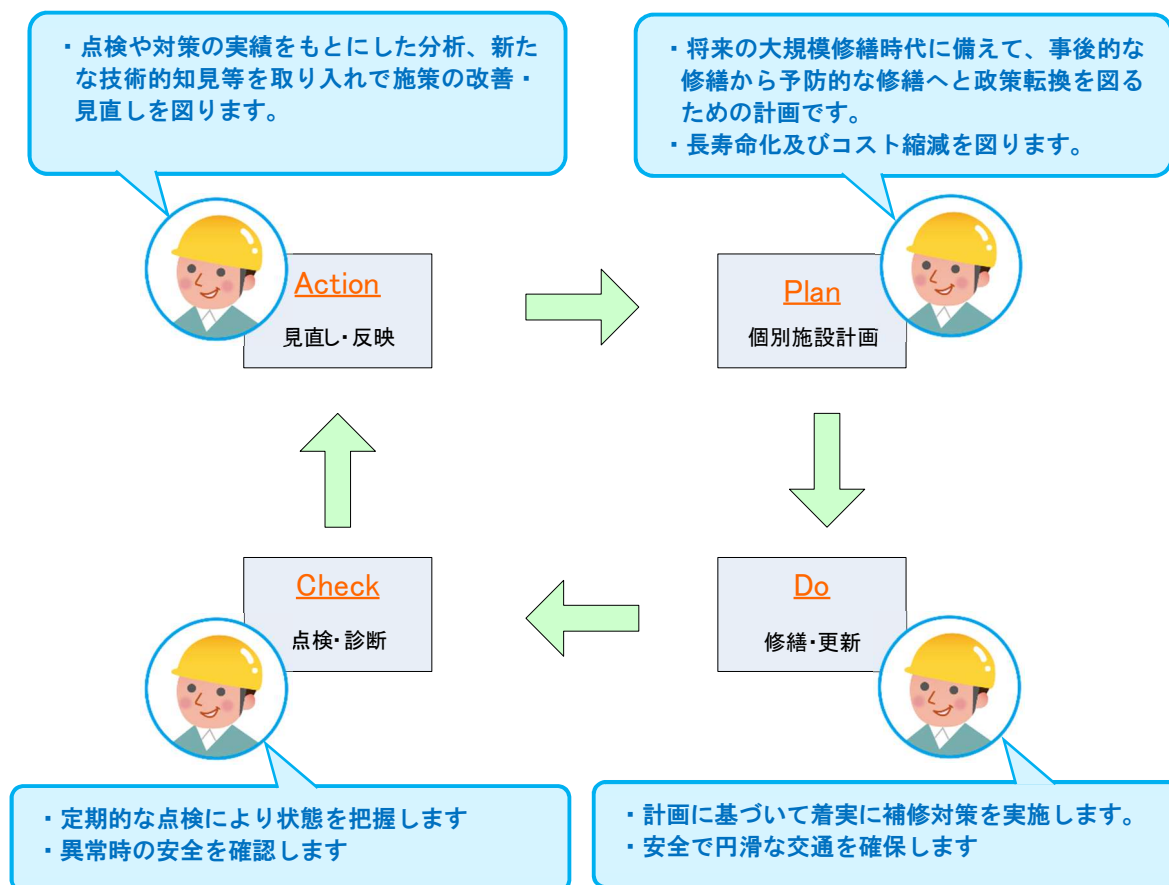


図 12 維持管理のマネジメントサイクル

1.4.3 維持管理の実施方針

(1)基礎データの整備・更新

道路橋の点検や補修を適切かつ合理的に行うためには、橋梁がどのような構造・材料でどの設計基準で設計されたか、過去の点検手法など多くの基礎データの整備・更新が必要です。

基礎データについては、橋梁台帳の机上調査や定期点検時の現地調査し、整備・更新します。

道路橋の状態は常に変化しつづけることを踏まえ、5年に1度の定期点検や点検後の補修の都度、最新の情報を反映するよう情報の管理に努めます。

(2)橋の健全度の評価

5年に1度行うことが義務付けられている定期点検では、道路の維持修繕に関する省令・告示に基づき、診断結果を橋の健全度に応じて4段階に分類します。

『道路橋定期点検要領 平成31年2月国土交通省 道路局』を参考にします。

橋梁を構成する部材を損傷の種類毎に評価し、部材の重要性や損傷の進行状況、架橋環境条件、当該道路橋の重要度など様々な要因を総合的に勘案し、橋の健全度を評価します。



図 13 橋の健全度の事例

(判定 II～IV：道路橋定期点検要領 平成31年2月国土交通省 道路局)

(3)管理手法の分類

管理手法は大きく分けて「予防保全型」「事後保全型」「架け替え型」の3つに大別します。

路線や橋の重要性に応じて維持すべき水準から管理手法を決定するケースや各橋梁にかかる維持費・更新費など全てのコストを算出し、最も安価となる管理手法を選定など、様々な観点から最適な管理を行います。

表 2 管理手法の種類

| 管理手法 | 概要 | 適用する場合の特徴 |
|------------------|---|---|
| 予防保全型 (管理区分Ⅰ) | <p>部材の損傷や劣化が軽微な段階で対策を行い、橋梁の長寿命化を図る管理手法。</p> | <p>補修工事のサイクルは短いですが、初期の損傷が小さい段階で補修工事を行うため、施設が致命的な損傷を受ける前に適切な対策を実施できる。そのため、橋梁の長寿命化を図るとともに、修繕に係る費用の縮減が図れ、水平展開できる有効な方策となる。ただし短期的な対策費用が大となる傾向がある。</p> |
| 事後保全型 (管理区分Ⅱ) | <p>部材の損傷や劣化がある程度進行するまで対策を行わず、悪くなった段階で必要な箇所に対策を行う管理手法。</p> | <p>従来一般的な維持管理手法で、各部材が要求される機能を喪失した時点、あるいは喪失する直前にその都度対策を実施する。予防保全型に比べ補修工事のサイクルは長く短期的なコストは抑制されるが老朽化による被害のリスクが大きく、大規模な補修工事によるトータルコストが大きくなる傾向がある。</p> |
| 架け替え型 (管理区分Ⅲ) | <p>補修・補強などの対策を行わず、主要部材の供用限界を迎える直前に架け替えをする管理手法。</p> | <p>安全性にかかわる問題が深刻化する段階まで、基本的に維持管理を行わない。工事のサイクルは最も長いですが、部材の交換や橋梁自体の架け替えを行うため、一回にかかる工事費用が最も大きい。また、通行止めや迂回路等が発生するため、経済損失や地域住民に対する影響がある。構造の長寿命化を目的とした管理手法ではなく、簡易的な橋梁や小規模な橋梁形式、もしくは修復不可能な損傷の場合に用いるケースがある。</p> |

(4) 橋梁ごとの管理方針

諸塚村では厳しい財政状況を鑑みて、ライフサイクルコストを最小化することを第一目標とした予防保全型（管理区分Ⅰ）の維持管理を推進します。

ただし、多くの橋について予防保全型の維持管理を行う場合は、ここ数年の間に対策が必要な橋梁が集中し膨大な対策費が必要となり実現は困難です。

そこで、道路ネットワークの観点などから重要な橋について優先的に予防保全型の管理を行うことで、実現性の高い維持管理を行い、安全確保に努めます。

表 3 橋梁ごとの管理区分の選別

| 管理方針 | 橋梁ごとの管理区分の考え方 | 橋の重要度 |
|------------------|---|--------|
| 予防保全型 (管理区分Ⅰ) | 重要度が高い橋に優先適用する。具体的には、跨線橋・跨道橋、道路ネットワーク機能が著しく低下する恐れがある橋（幹線道路上の橋(1級・2級)、迂回路がない橋) | 高 ↑ |
| 事後保全型 (管理区分Ⅱ) | 予防保全型以外の橋梁に適用する。 | |
| 架け替え型 (管理区分Ⅲ) | 特に損傷が深刻な橋で、修繕と更新のライフサイクルコスト比較の結果、更新の方が経済性に優れる場合に適用する。 | 低 ↓ |

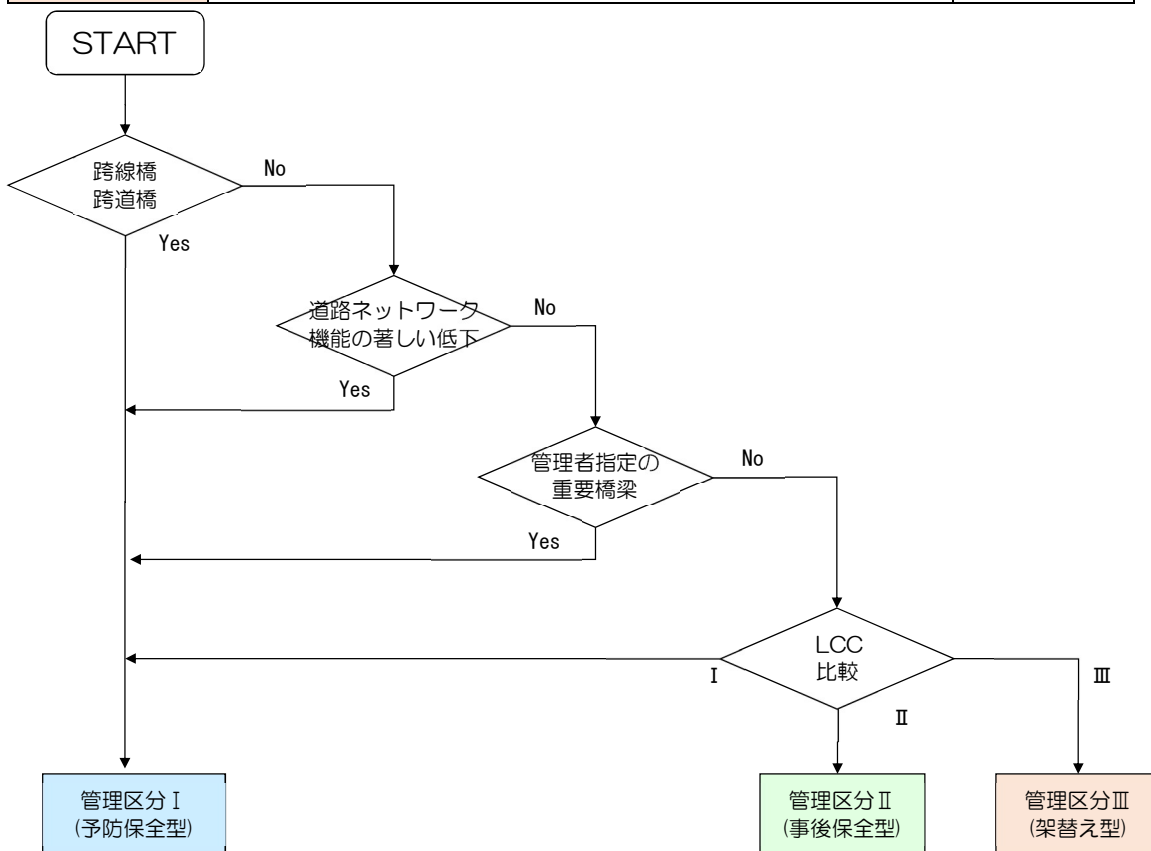


図 14 橋梁ごとの管理区分の考え方

(5)劣化予測

1) 劣化予測の目的

劣化予測は、現在の劣化状態から将来の状態を予測し、いつ、どのような対策を行えばよいか等、計画的な維持管理を行うために必要であり、橋梁の架設環境や構造形式などにより分類を行い対象部材ごとに行います。

2) 劣化予測手法の選定

劣化予測の手法には、既往の研究や文献等による理論的な予測式、点検データをもとにした統計分析による回帰式、マルコフ過程^{※1}に代表される遷移確率を用いた手法などがあります。

長寿命化修繕計画では、個別橋梁ごとに対策時期が確定的に算定でき、根拠が明確である必要があるため、定期点検により収集された点検結果を用いて現在の状態を把握したうえで予測することが望ましいため、点検結果をもとに分析を行い根拠が明確であり、かつ個々の橋梁への適用も容易である統計分析による手法を採用します。

3) 劣化予測の対象部材

架替えられた橋梁の主な原因となる損傷部材は、鋼橋、RC 橋、PC 橋すべてにおいて、桁と床版で約 8 割を占めると報告されています。^{※2}

また、『橋梁定期点検要領 平成 31 年 3 月 国土交通省 道路局 国道・技術課』においては、上記部材のほか、下部工も主要部材^{※3}とされています。

したがって、本計画では、桁、床版および下部工を劣化予測の対象部材とします。

4) 劣化予測の精度向上

本計画作成時点では、これまで行ってきた点検データをもとに統計分析を行い、劣化予測式を決定しました。今後も点検データを継続的に蓄積し、統計分析に反映すること、予測精度の向上を図ります。

※1 現在の状態によって決定される確率過程

※2 『橋梁の架替に関する調査結果 (IV) 国土技術政策総合研究所 (平成 20 年 4 月)』による

※3 主要部材：劣化進行を放置し続けると落橋に至るおそれがある部材

(6) ライフサイクルコスト評価

1) LCC 評価の目的

本計画では戦略的に維持管理・更新を策定するため、個別橋梁ごとに修繕費用のシミュレーションを行い、ライフサイクルコスト（以下、「LCC」）を算出し、ライフサイクルを縮小化してコストの縮減を図ります。

そこで、個別橋梁の LCC が最少あるいは最適となる補修計画を選定するために、橋梁ごとに「予防保全型」「事後保全型」「架替え型」、それぞれの LCC を算出します。

一定の評価期間における LCC の比較結果より、最適な維持管理シナリオを設定し、長寿命化の実施計画を策定します。

2) LCC の評価期間

長期的な傾向を把握するため、個別橋梁ごとの評価期間を 100 年とし、劣化予測手法を用いて損傷要因ごとに予測を行い、図 15 に示す各管理区分の対策シナリオを立てトータル維持管理費を算出します。

なお、対策のタイミングは、橋梁の部材ごとに各管理区分のケースに応じた限界値を設定し、損傷度がいずれかの限界に達したタイミングで対策を行うこととします。

長期的な傾向を把握するため、LCC 評価期間は 100 年を基本とします。

3) LCC 評価シナリオ

3つの維持管理区分（「予防保全型」「事後保全型」「架替え型」）ごとの維持管理の特徴と各シナリオの健全度の推移を模式図で示すと図15の通りです。

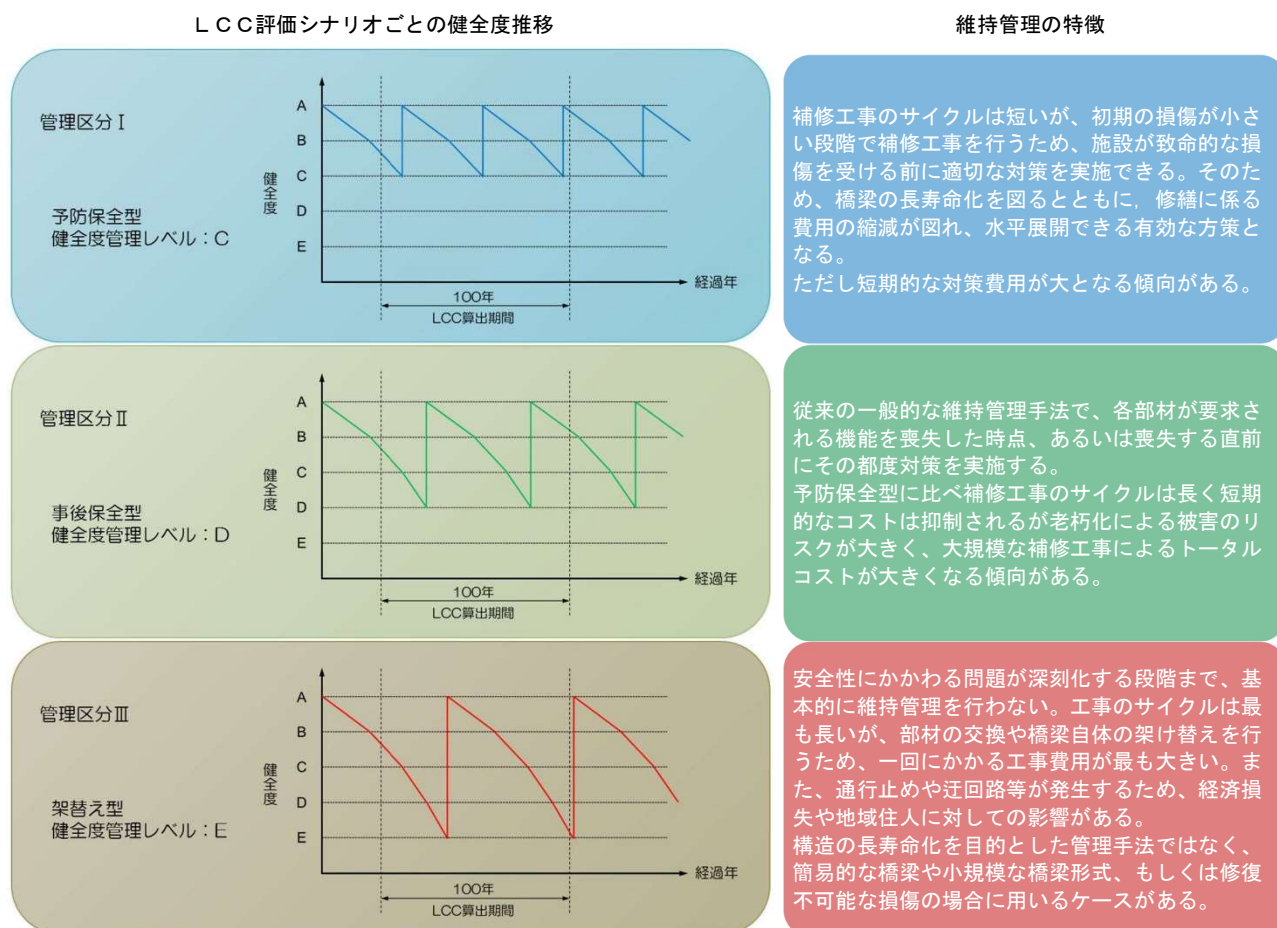


図 15 LCC シミュレーションケース (3 通り)

補足：図中の健全度「A～E」は、劣化予測による健全度の推移を連続値として取り扱うため、点検結果を5段階に置き換えたもの。

1.4.4 計画期間

点検時期（5年に1回）や修繕時期（点検結果に応じ）の見通しを立てるため、計画期間は10年とします。また、新たな点検結果を得た場合は、計画の見直しを行い、長寿命化修繕計画の更新を行うものとします。

省令・告示に基づき5年に1回の頻度で実施する定期点検時期と点検後に修繕が必要な橋梁の対策時期の見通しを立てるため、計画期間を10年とします。

計画の更新頻度は、少なくとも定期点検が実施された都度とします。更新にあたっては、それまでに実施された対策工事の実績等を踏まえ、長寿命化修繕計画の見直しを行います。

知見やノウハウの蓄積を進め、計画期間の長期化を図ることで、中長期的な維持管理・更新等に係るコストの見通しの精度向上を図ります。

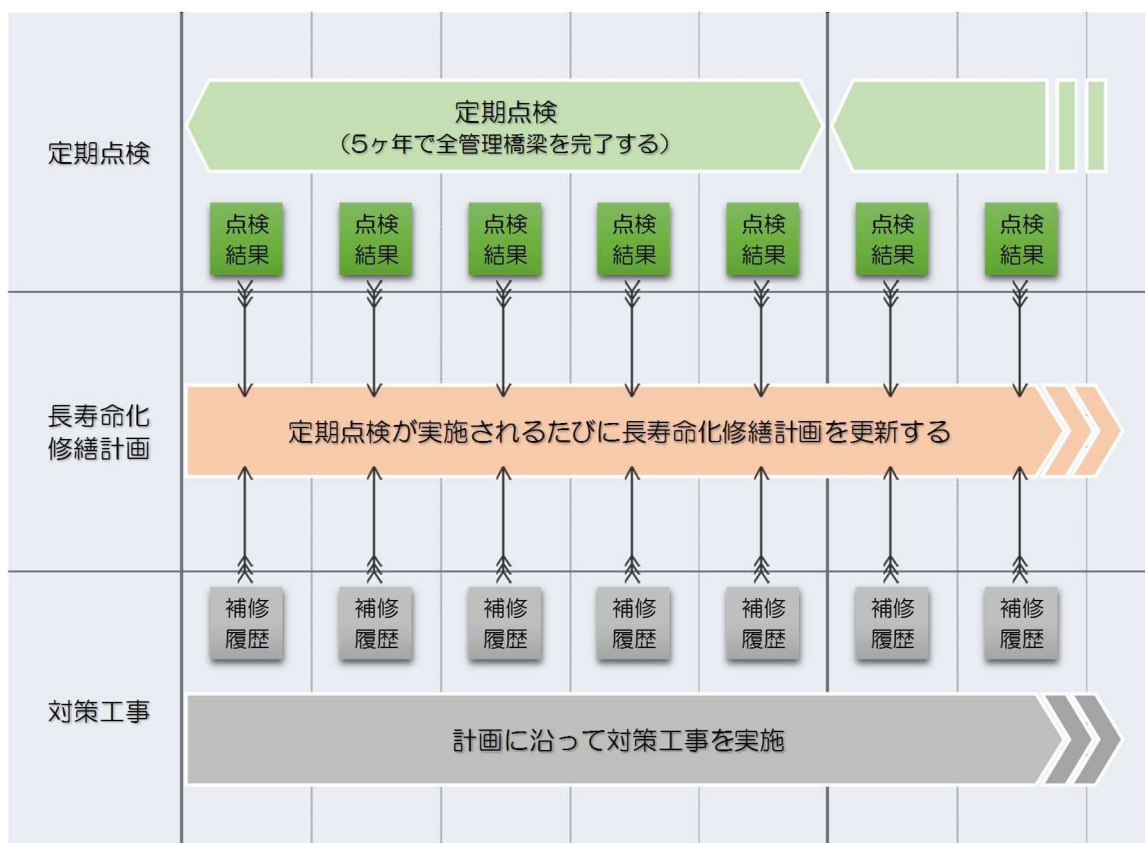


図 16 長寿命化修繕計画の更新

1.4.5 対策優先順位の目標や考え方

(1)対策優先順位の目標

早期措置段階（Ⅲ）と診断された橋については、次回の定期点検までの間（＝5年程度以内を目途）に措置完了することを優先目標とします。続いて、橋の健全度や道路ネットワーク上の重要性、損傷が発生しやすい環境条件などを考慮した対策優先順位を決定します。

(2)対策優先順位の評価手順

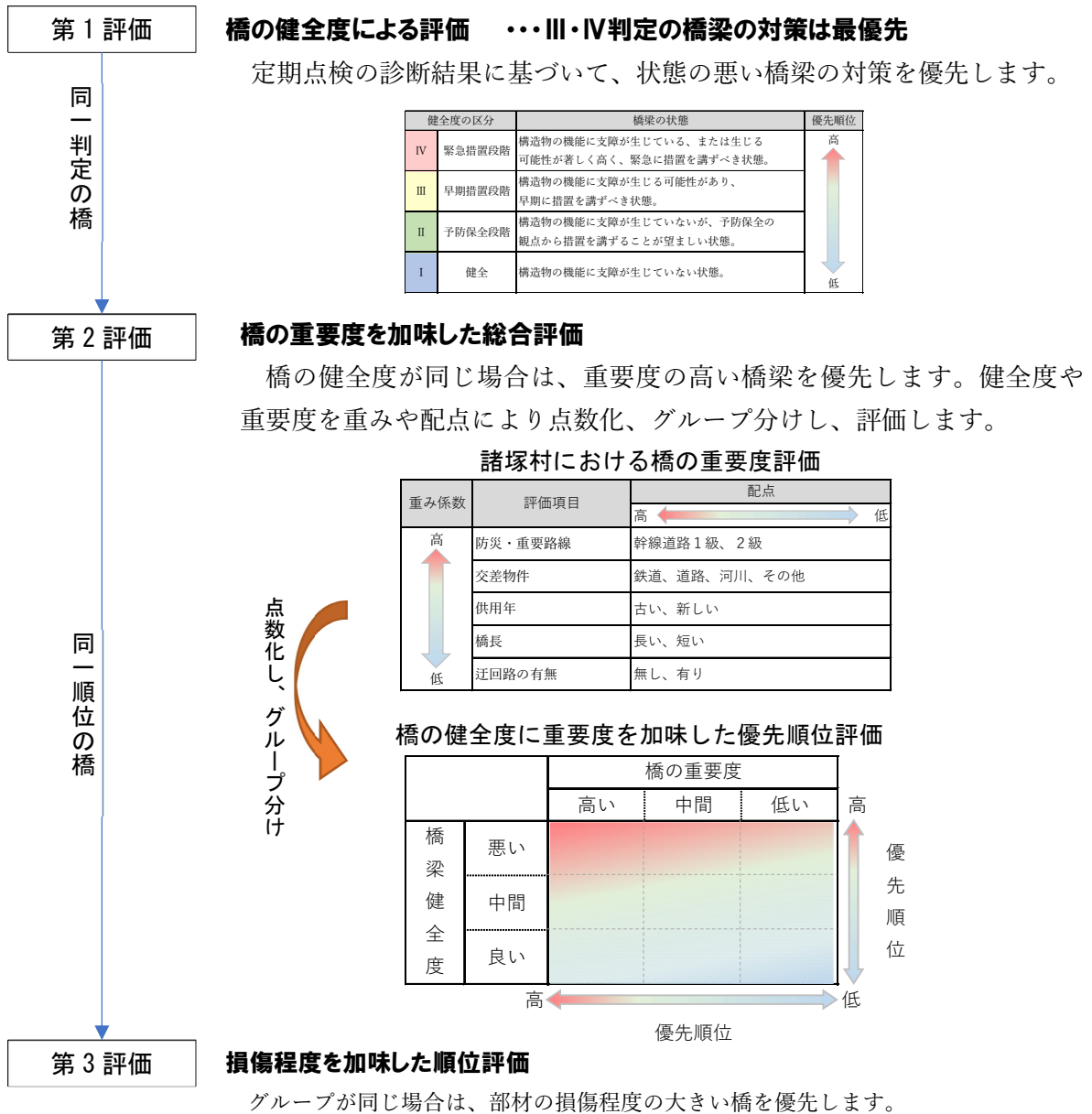


図 17 優先順位評価の手順



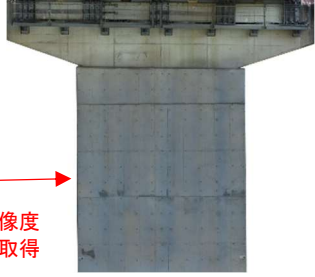
2. 新技術の活用方針

(1) 基本方針

令和 8 年度までに、管理する 51 橋全てについて、修繕や点検等に係る新技術等の活用の検討を行うとともに、費用の縮減や事業の効率化の効果が見込まれる橋梁において、新技術等の活用を推進します。

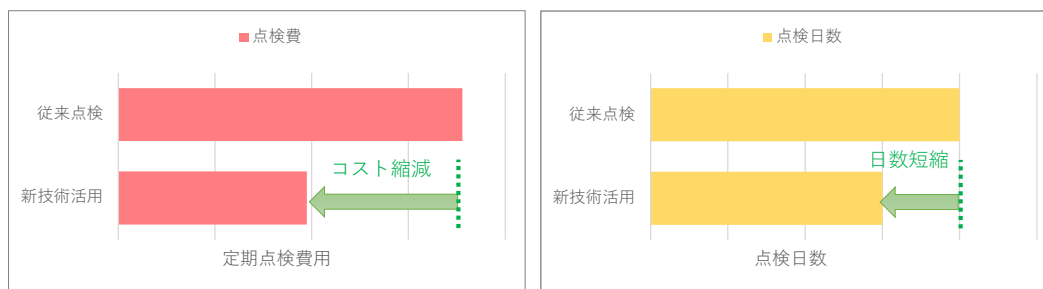
(2) 取組内容

橋梁部材へ徒歩で近接できる現地条件などでは、従前の通り、人が近接して点検を行います。橋梁部材への近接に、大型の高所作業車や特殊高所技術が必要な場合、あるいは作業時間の制約を大きく受ける場合などでは、人が近接して行う点検と同等の点検が可能となる新技術の活用を検討します。現地条件に応じて適用性を個別に新技術の活用可否を判断することで、安全性の確保と点検コストの縮減を図ります。

| 特殊高所技術が必要な現地条件での新技術の活用事例 | |
|---|---|
| 従来技術 | 新技術 |
| 特殊高所技術 | 飛行型ロボット（ドローン）を活用した定期点検 |
|  <p>調査状況</p> |  <p>飛行型ロボット</p>  <p>高解像度 写真取得</p> <p>変状範囲を画像から検知</p> |

(3) コスト縮減効果の試算

新技術の活用により、点検全体の費用縮減を図ることができます。



3. 集約化・撤去の方針

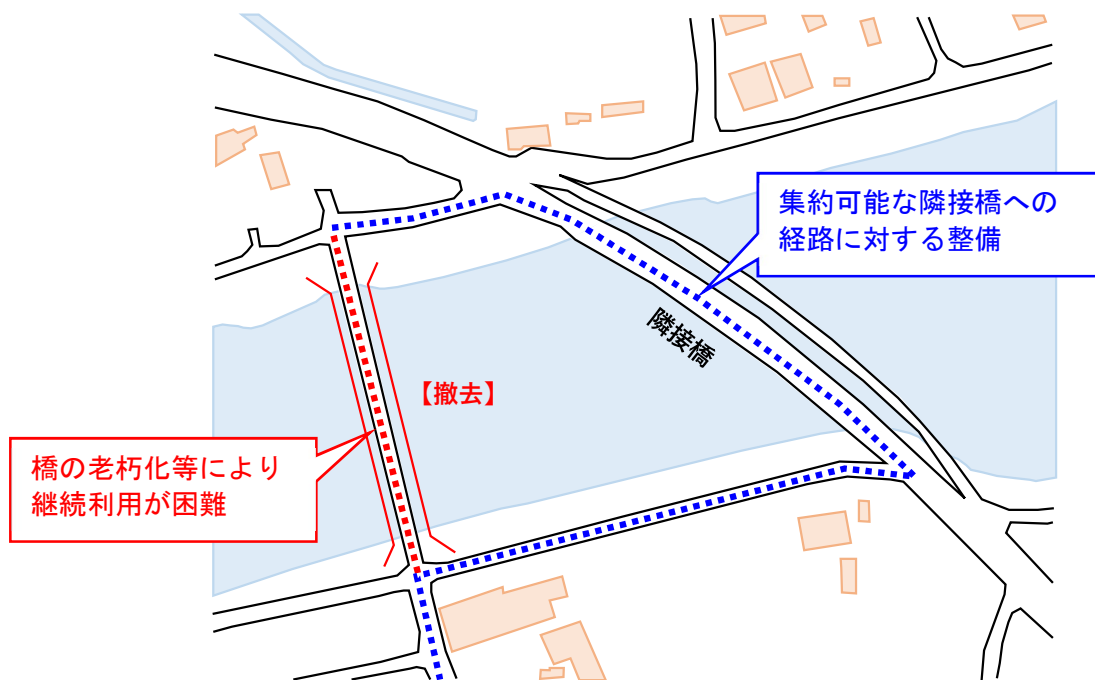
(1)基本方針

管理する橋梁について、施設の撤去に伴う迂回路整備や機能縮小、複数施設の集約化などの検討を、社会経済情勢や施設の利用状況の変化、周辺道路の整備状況、点検・修繕・更新に関わる中長期的な費用等を考慮し、実施することを目標とします。

(2)取組内容

管理する橋梁のうち、道路ネットワークの観点などから重要な橋については検討から除いて、橋梁間の距離が近い橋梁について、集約化・撤去が可能か検討します。

具体的には、交通量が少ないなどの利用状況の変化や機能を維持するコストが大きい橋の集約化を対象に撤去・移動経路の変更による道路利用者の通行安全性（狭い、暗いなど）や地元の利便性への影響等を評価します。



(3)コスト縮減効果の目標

集約化・撤去を行うことで、迂回路の整備等が必要となる場合がありますが、撤去する橋に係る5年に1度実施する法定点検費用や、供用中に必要となる修繕費用を縮減し、維持管理に必要なトータルコストを縮減することを目標とします。

II.

橋梁毎の事項

