

六戸町橋梁長寿命化修繕計画

10箇年計画



赤田橋



金矢3号跨道橋



橋梁点検の様子



平成29年4月

(令和7年3月一部修正)

六戸町 建設下水道課



六戸町建設下水道課

目 次

1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の経緯	1
2. 六戸町橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト	1
3. 六戸町の橋梁を取巻く現状	2
3. 1 橋梁の現状	2
3. 2 地理的特徴	3
4. 橋梁アセットマネジメントに基づく橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー	4
5. 橋梁長寿命化修繕計画の策定	5
5. 1 橋梁の維持管理体系	5
5. 2 橋梁維持管理方針	6
(1) 維持管理・点検	7
(2) 維持管理シナリオ	9
(3) 更新対象の選定	10
(4) 長寿命化シナリオの絞り込み	10
(5) 健全度の将来予測とLCC算定	11
(6) 予算の平準化	12
6. 橋梁長寿命化修繕計画の概要	13
6. 1 シナリオ別LCC算定結果	13
6. 2 事業計画	14
6. 3 更新・長寿命化対策工事リスト	15
7. 橋梁長寿命化修繕計画により見込まれるコスト縮減効果	16
8. 新技術等の活用方針、費用の縮減に関する具体的な方針	17
9. 事後評価	17
10. 橋梁長寿命化修繕計画策定委員会	18



1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の経緯

我が国の社会資本は、1955年～1975年の高度経済成長期を中心に急速に整備されました。近年これらの社会資本の老朽化が進み、同時期に高齢化を迎えようとしており、更新費・維持管理費の増大が懸念されています。これは、六戸町でも例外ではありません。

六戸町で管理している橋長15m以上の橋梁は、平成29年4月現在で8橋です。これらの橋梁のうち数橋は、高度経済成長期である1975年前後に建設されており、約40年経過しています。この時代に建設された橋梁は一般に橋梁寿命が50年といわれており、一斉に更新時期を迎えることとなります。また、厳しい財政状況が続くなかで、合理的且つ効率的な手法による公共資産の維持管理が喫緊の課題となっています。

このような背景から、六戸町では平成24年4月に「橋梁長寿命化修繕計画(10ヶ年計画:平成24年度～平成33年度)」(以下、旧計画)を策定し、同計画に基づき事業を実施してきたところです。

今回、5年に1回の定期点検の2巡目点検結果ならびに平成24年度～28年度の計画に基づいた5年間の事業実施結果を受けて、新たな「橋梁長寿命化修繕計画」(10箇年計画:平成29年度～平成38年度)を策定しました。

なお、本計画は現状の健全度・予算計画に基づいて策定したものであり、今後の点検結果ならびに予算の推移によって変動が生じる可能性があります。

2. 六戸町橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト

六戸町は、以下の基本コンセプトに基づき、橋梁アセットマネジメント¹を進めます。

☆「青森県橋梁長寿命化計画」に則り計画を策定します

青森県では、来るべき大量更新次代に向けて橋梁アセットマネジメントを全国に先駆けて導入しました。本町としても、将来にわたり町民の安全・安心な生活を確保するため、青森県の基本コンセプトに則り橋梁長寿命化修繕計画を策定します。

☆ 町民の安全安心な生活を確保するため、健全な道路ネットワークを維持します

これまで町民の生活を支えてきた多くの道路や橋梁などの道路施設は、急速な高齢化の進展により、近い将来に更新などに要する費用が膨大になるという問題が明らかとなってきました。これら道路施設に適切な管理が行き届かなくなることによる道路の荒廃は、人的被害及び資産価値の低減、便益の損失を招くこととなります。

本町としては、来るべき大量更新次代に向けて、町民の安全・安心な生活を確保するため、健全な道路ネットワークを維持することに全力で取り組んでいきます。

☆ これまでの維持管理の常識から転換します

これまでの維持管理は、「傷んでから直す又は作り替える」という対処療法的な維持管理を行ってきました。しかしながら、急速な高齢化の進展により、今までの維持管理手法では今後の対応が困難なため、「傷む前に直して、できる限り長く使う」という予防保全的な考え方に転換します。

☆ 社会資本の維持更新コストの大幅削減を実施します

「いつ、どの橋梁に、どのような対策が必要か」をアセットマネジメントにより的確に判断のうえ、橋梁の長寿命化を図り、将来にわたる維持更新コストの大幅な削減を実施します。

¹ アセットマネジメント:道路を資産としてとらえ、構造物全体の状態を定量的に把握・評価し、中長期的な予測を行うとともに、予算的制約の下で、いつどのような対策をどこに行うのが最適であるかを決定できる総合的なマネジメント[「道路構造物の今後の管理・更新等のあり方提言(平成15年4月)」国土交通省道路局 HP より]

3. 六戸町の橋梁を取巻く現状

3.1 橋梁の現況

六戸町橋梁長寿命化修繕計画で対象としている橋梁は、平成29年4月1日現在で8橋です。これらの橋梁のうち数橋は、1975年前後に建設されており、供用開始から40年程度経過しています。建設後50年を経過する高齢化橋梁は現段階ではありませんが、10年後には橋齢50年を超える高齢化橋梁が多くなり、急速に橋梁の高齢化が進行することは明かです。(図3-1)

橋梁名	供用開始年	経過年数	橋長(m)	幅員(m)	径間数	上部工形式	交差状況
赤田橋	1972	45	182.4	4.8	6	6径間単純鋼合成鈹桁橋	奥入瀬川
盛運橋	1977	40	157.6	5.0	6	6径間単純鋼合成鈹桁橋	奥入瀬川
長栄橋	1977	40	157.6	5.0	6	6径間単純鋼合成鈹桁橋	奥入瀬川
高森跨道橋	2010	7	50.5	12.8	1	単純鋼鈹桁橋	上北道路
金矢1号跨道橋	2009	8	65.8	7.0	3	PC斜材付ラーメン橋	上北道路
金矢3号跨道橋	2010	7	57.7	8.0	3	3径間連続鋼鈹桁橋	上北道路
金矢4号跨道橋	2009	8	63.4	5.0	3	PC斜材付ラーメン橋	上北道路
金矢5号跨道橋	2009	8	49.2	5.0	3	PC斜材付ラーメン橋	上北道路

表3-1 対象橋梁一覧

高齢(50年経過)橋の推移

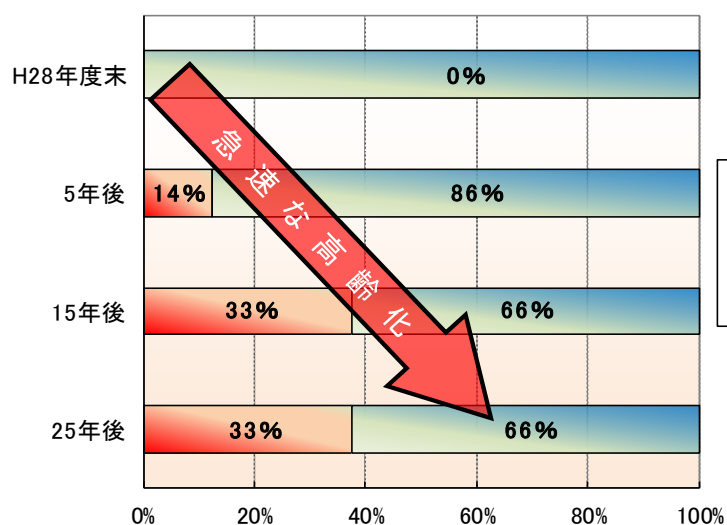


図3-1 高齢(50年経過)橋の推移

橋種別分類

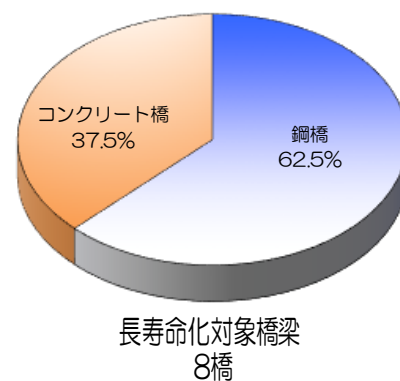


図3-2 橋種別分類

3.2 地理的特徴

六戸町の位置する青森県は、本州の最北端に位置し、日本でも有数の豪雪地帯でもあります。冬期には、日本海側では冷たく湿った季節風が吹き、積雪が多く、太平洋側では乾燥した冷たい空気が吹きつけるという特徴的な気象条件を持っています。

六戸町は、下图の太平洋側に位置します。



図3-3 青森県の地理的特徴

六戸町は、青森県の南東に位置し、県内第2位の人口を有する八戸市の北西部に位置しています。積雪は日本海側に比べ少ないものの、冬季の積雪・凍結があることから融雪剤の散布が多く行われており、塩害²を受けることもあります。また、気温が氷点下を下回ることから凍結融解の繰り返しによる凍害³の損傷も懸念されます。



図3-4 凍害による損傷事例

²塩害: コンクリート中に塩分が浸透して鋼材を腐食させる劣化現象

³凍害: コンクリート中の水分が凍って膨張し、コンクリートを破損させる劣化現象

4. 橋梁アセットマネジメントに基づく橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー

橋梁長寿命化修繕計画は、下図に示す基本フローにしたがって策定します。

計画策定にあたっては、ブリッジマネジメントシステム⁴（以下、BMS）を用いて、劣化予測、ライフサイクルコスト⁵（以下、LCC）算定や予算シミュレーションなどの分析を行います。

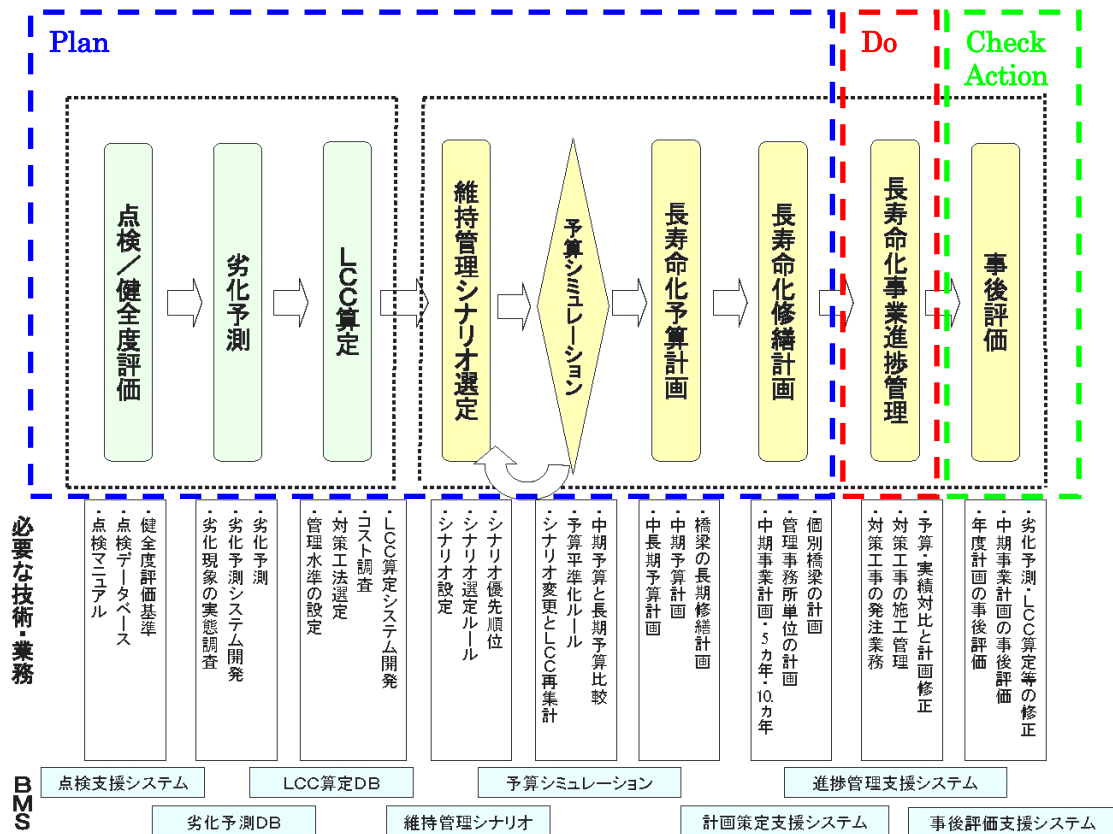


図4-1 橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」



上記 PDCA マネジメントサイクルをまわすことにより効果的な維持管理が可能となります。

⁴ ブリッジマネジメントシステム(BMS): 将来の劣化予測やライフサイクルコストの概念を導入して将来にわたる橋梁の維持管理計画を合理的にシミュレーションするシステム

⁵ ライフサイクルコスト(LCC): 構造物の供用期間全体にわたる費用(初期建設費用+維持管理費用+その他費用)

5. 橋梁長寿命化修繕計画の策定

5.1 橋梁の維持管理体系

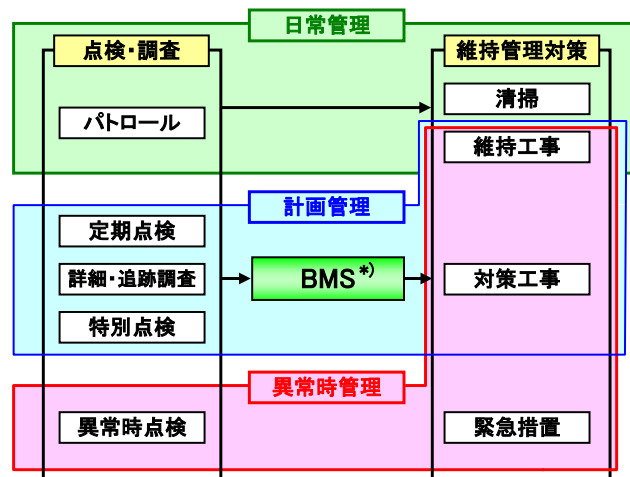
橋梁の維持管理は、その業務内容から「点検・調査」と「維持管理・対策」に大別されます。

また、「点検・調査」から得られる情報を「維持管理・対策」に反映させる際に、劣化予測・LCC算定・予算シミュレーションなどの意思決定の支援を行なう「ブリッジマネジメントシステム(BMS)」と、「点検・調査」および「維持管理・対策」の各種情報を管理蓄積する「橋梁データベースシステム」という二つのITシステムがあります。

また、橋梁の維持管理は、「日常管理」、「計画管理」、「異常時管理」から構成されており、それぞれの管理において、「点検・調査」と「維持管理・対策」を体系的に実施します(図5-1)。

維持管理体系におけるそれぞれの内容は以下のとおりです。

- (1) 【点検・調査】: 橋梁の状態を把握し、安全性能・使用性能・耐久性能といった主要な性能を評価するとともに、アセットマネジメントにおける意思決定に必要な情報を収集します。
- (2) 【維持管理・対策】: 橋梁の諸性能を維持または改善します。
- (3) 【日常管理】: 交通安全性の確保、第三者被害の防止、劣化・損傷を促進させる原因の早期除去及び構造安全性の確保を目的として、パトロール、維持工事等を実施します。
- (4) 【計画管理】: 構造安全性の確保、交通安全性の確保、第三者被害の防止、ならびにBMSを活用した効率的かつ計画的な維持管理を行なうことを目的に、定期点検、各種点検・調査、対策工事などを実施します。
- (5) 【異常時管理】: 地震、台風、大雨などの自然災害時、ならびに事故等の発生時に、交通安全性の確保、第三者被害の防止及び構造安全性の確保を目的として、異常時点検、緊急措置、各種調査などを実施します。



*) BMS:ブリッジマネジメントシステム

図5-1 維持管理体系

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」に加筆修正

5.2 橋梁維持管理方針

六戸町で管理する長寿命化修繕計画の対象橋梁は、BMSにより劣化予測・LCC算定・予算シミュレーションを実施し、その結果に基づいて事業計画の策定を行います。BMSは大きく5つのSTEPで構成されています。

STEP1は橋梁の維持管理に関する全体戦略を構築します。STEP2は、環境条件、橋梁健全度、道路ネットワークの重要性等を考慮して、橋梁ごとに、維持管理シナリオに基づく維持管理戦略を立て、選定された維持管理シナリオに対応するLCCを算定します。STEP3は、全橋梁のLCCを集計し、予算シミュレーション機能によって予算制約に対応して維持管理シナリオを変更し、中長期予算計画を策定します。STEP4は補修・改修の中期事業計画を策定し事業を実施します。そしてSTEP5で事後評価を行い、マネジメント計画全体の見直しを行います。

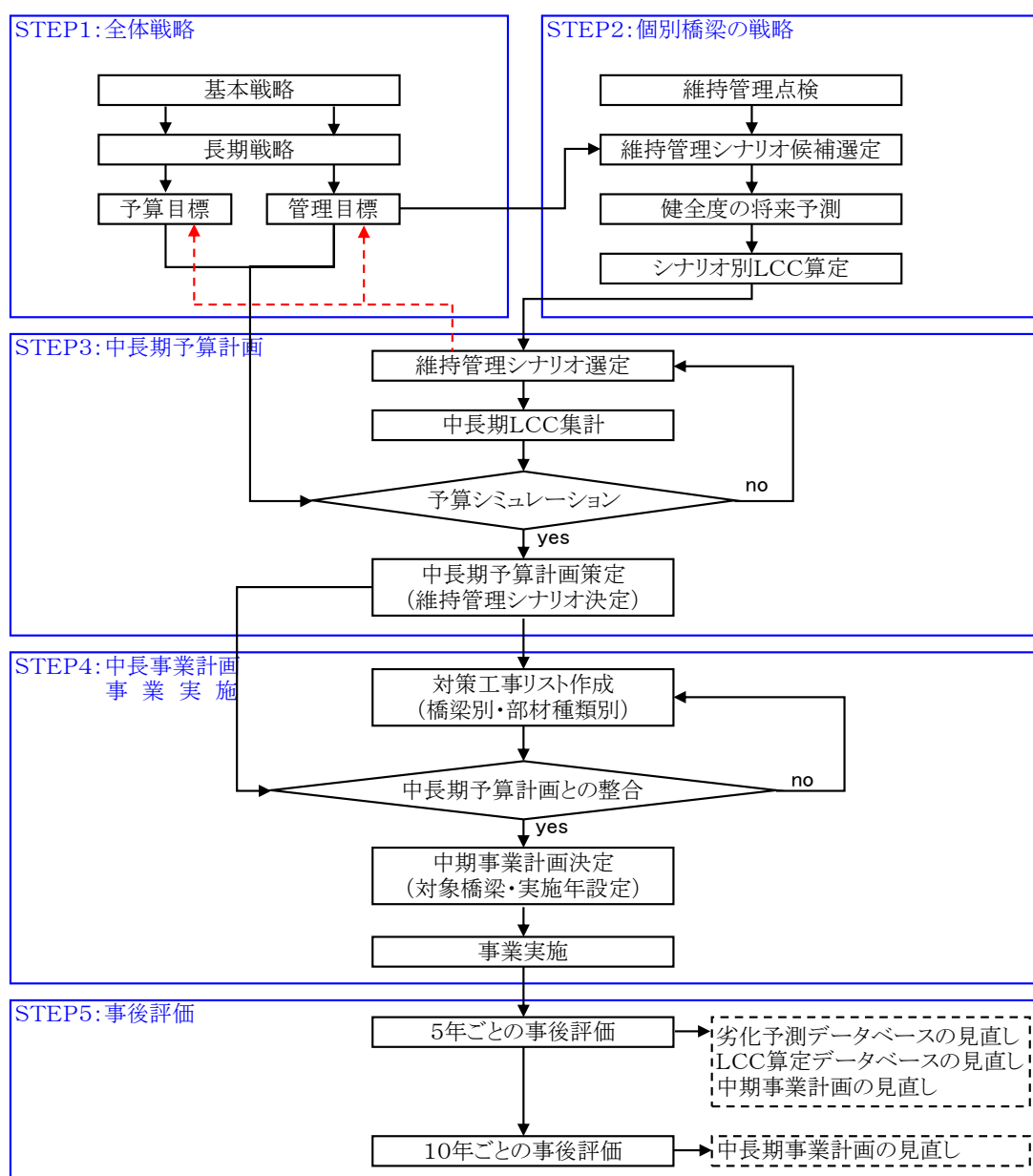


図5-2 BMSを用いたブリッジマネジメントのフロー

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」に加筆修正

(1) 維持管理・点検

青森県では、独自の橋梁点検マニュアルを策定し、定期点検を効率的に行うための「橋梁点検支援システム」を開発して、点検コストを大幅に削減しました。六戸町でもこれに習い同様のシステムを使用して点検を行いました。

● 橋梁点検支援システム

「橋梁点検支援システム」は、タブレットPCに点検に必要なデータを予めインストールし、点検現場において点検結果や損傷状況写真を直接PCに登録していく仕組みとなっています。現場作業終了後は、自動的に点検結果を出力することが可能であり、これにより点検後の作業である写真整理や点検調書の作成が不要となり、大幅な省力化につながっています。

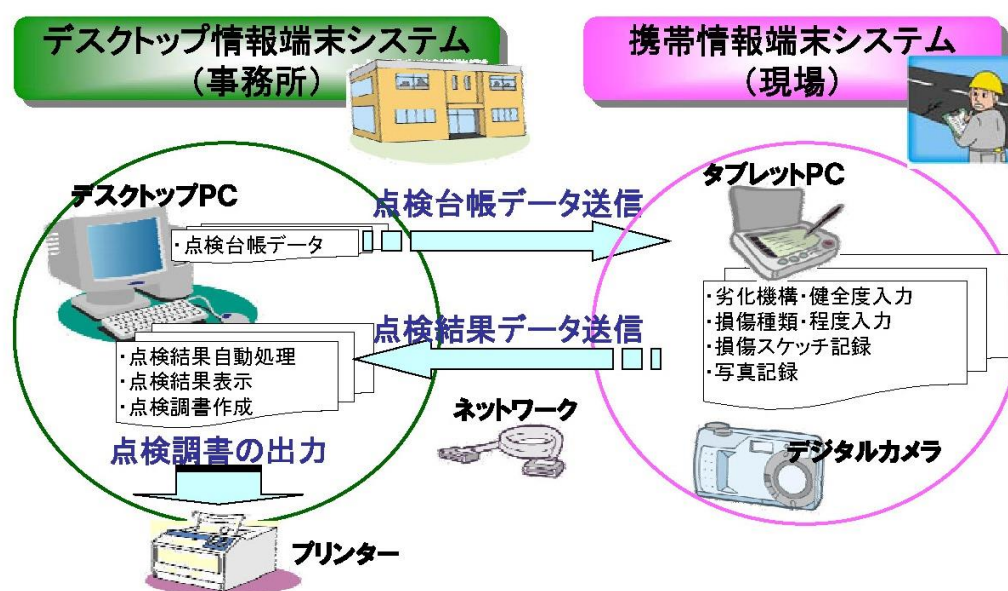


図5-3 橋梁点検支援システム

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」

● 健全度評価

橋梁の健全度は、潜伏期、進展期、加速期前期・後期、劣化期の5段階で評価します。全部材・全劣化機構に共通の定義を表5-1に示します。

表5-1 全部材・全劣化機構に共通の健全度評価基準

健全度	全部材・全劣化機構に共通の定義
5 潜伏期	劣化現象が発生していないか、発生していたとしても表面に現れない段階。
4 進展期	劣化現象が発生し始めた初期の段階。 劣化現象によっては劣化の発生が表面に現れない場合がある。
3 加速期前期	劣化現象が加速度的に進行する段階の前半期 部材の耐荷力が低下し始めるが、安全性はまだ十分確保されている。
2 加速期後期	劣化現象が加速度的に進行する段階の後半期 部材の耐荷力が低下し、安全性が損なわれている。
1 劣化期	劣化の進行が著しく、部材の耐荷力が著しく低下した段階。 部材種類によっては安全性が損なわれている場合があり、緊急措置が必要。

また、部材・劣化機構ごとに評価基準を設定しています。評価基準は健全度の定義や標準的状态、および参考写真とともに「点検ハンドブック」として取りまとめ、それらを点検現場に携帯することにより、点検者によって点検結果が異なることのないようにしています。

【1 鋼部材 防食機能劣化・腐食 塗装】

健全度	定義	標準的状态
5:潜伏期 (5.5-4.5)	塗膜の防食機能が保たれている期間	変色や光沢の減少が局部的に見られる。
4:進展期 (4.5-3.5)	塗膜の防食機能が徐々に低下し、塗膜下で腐食が発生する期間	光沢の減少が進行し、上塗り塗膜の消失が局部的に見られる。 点錆、塗膜のひび割れ、はがれが局部的に見られる。
3:加速期前 (3.5-2.5)	腐食が顕著になり、腐食量が加速度的に増大する期間	発錆面積が2割程度である。 局部的に断面欠損が見られる(エッジ部など)。
2:加速期後 (2.5-1.5)		全体的に錆が見られる。 板厚の減少が見られる。
1:劣化期 (1.5-0.5)	腐食による耐荷力(静的引張、座屈、疲労)の低下が顕著になる期間	全体的に板厚が減少しており、局部的には1/2以下になっている。

※)発錆面積2割程度:点錆がかなり点状にしている状態をいう
(鋼道路橋塗装便覧より)

(桁材等)



図5-4 健全度評価基準の例(点検ハンドブック)

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」

(2) 維持管理シナリオ

橋梁アセットマネジメントにおいては、橋梁の置かれている状況（環境・道路ネットワーク上の重要性）や劣化・損傷の状況（橋梁健全度）に応じて、橋梁ごとに、適用可能な維持管理シナリオ候補を一つまたは複数選定します。維持管理シナリオは、図5-5に示すとおり、長寿命化シナリオと更新シナリオに大別され、長寿命化シナリオは以下の6種類を設定しています。

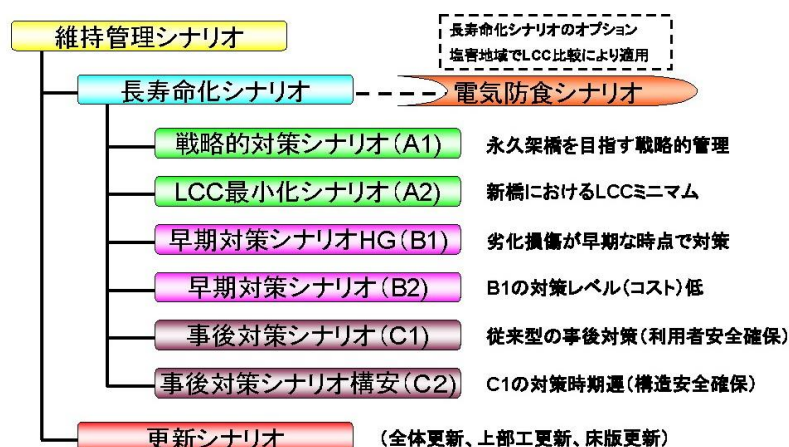


図5-5 維持管理シナリオ

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」

- 戦略的対策シナリオ(A1)
特殊環境橋梁等を対象に、鋼部材の定期的な塗装塗替など戦略的な予防対策を行う。
- LCC最小化シナリオ(A2)
全てのシナリオの中で、LCCが最小となる対策を行うシナリオ。LCC最小となる健全度で対策を行う。
- 早期対策シナリオハイグレード型(B1)
劣化・損傷により部材性能に影響が開始する初期段階（健全度3.0）で対策を実施するが、長寿命化の効果が高い工法・材料を採用する。例えば、鋼部材の塗装塗替において上位塗装に変更するなど。
- 早期対策シナリオ(B2)
B1シナリオ同様、健全度3.0に置いて早期的な対策を実施するが、B1シナリオと比較して対策コストの小さい工法・材料を採用する。例えば、鋼部材の塗装塗替において同等塗装を行うなど。
- 事後保全型シナリオ(C1)
劣化・損傷により利用者の安全性に影響が開始する前（健全度2.0）に、事後的な対策を行う。例えば、鋼部材の当て板補強を伴う塗装塗替など。
- 事後保全型シナリオ構造安全確保型(C2)
C1シナリオと同様の対策を行うが、予算制約から健全度1.5～1.0において対策を行う。
- 電気防食シナリオ(オプション)
コンクリート橋の桁材に対して、劣化・損傷の進行を抑制することを目的に電気防食を行う。その他の部材についてはA1～C2のいずれかのシナリオの対策を行う。

シナリオ候補の選定は、橋梁の健全度や架設されている環境条件、特殊性などを考慮して行います。図5－6にシナリオの選定フローを示します。

(3) 更新対策の選定

主要部材の劣化・損傷が著しく進行している老朽橋梁や、日本海側に多く見られるような塩害の進行が著しい重度の劣化橋梁は、高価な補修工事を繰り返すよりも架け替えるほうが経済的となる場合があります。これらの条件に当てはまる橋梁については、LCC評価と詳細調査によって更新した方がコスト的に有利と判断される場合は、更新型シナリオを選定します。

(4) 長寿命化シナリオの絞り込み

仮橋の設置など架け替えが環境的・技術的に非常に困難な橋梁や、大河川や大峡谷に架設されていて架け替えに際して莫大な費用が発生する橋梁は、長寿命化シナリオを選定します。

また、平成18年度以降(橋齢:10年未満)に供用開始した新設橋梁については、LCC最小シナリオ(A2)とし、それ以外の橋梁は、A2及びB1～C2より適切なシナリオを選定します。

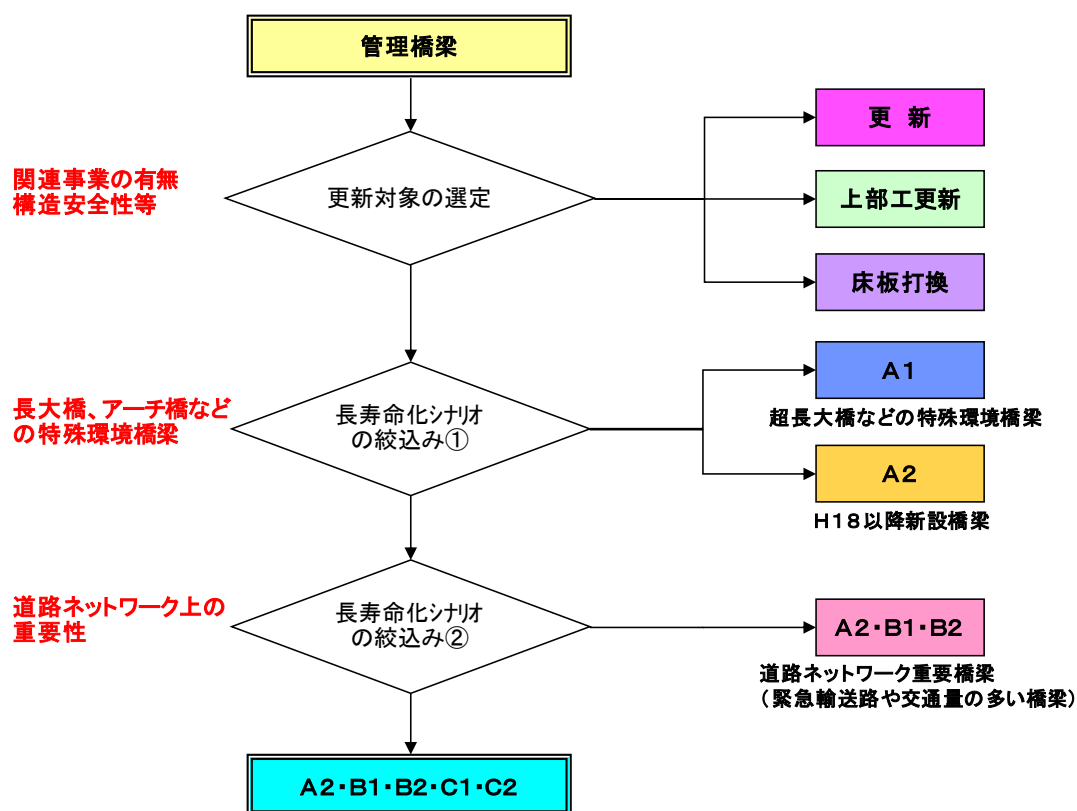


図5－6 維持管理シナリオ候補の選定フロー

(5) 健全度の将来予測とLCC算定

● 劣化予測式の設定

健全度の将来予測は、劣化速度を設定した劣化予測式を用いて行います。

劣化予測式は、青森県の点検データや過去の補修履歴、および既存の研究成果や学識経験者の知見などをもとに、部材、材質、劣化機構、使用、環境条件ごとに設定しました。

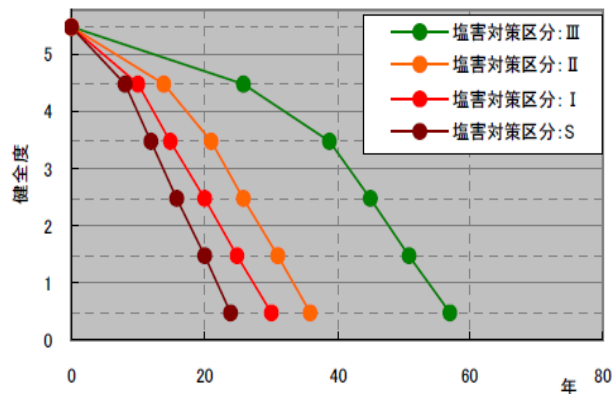


図5-7 劣化予測式の例
(上部工/R C/塩害/被覆なし)

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」

● 劣化予測式の自動修正

数多くのデータをもとに劣化予測式を設定しても、実際の橋梁においてはローカルな環境条件や部材の品質の違いなどがあるために、劣化は劣化予測式どおりには進行しません。そこで、点検した部材要素ごとに、点検結果を通るように劣化予測式を自動修正します。これによって、点検した部材要素の劣化予測式は現実非常に近いものとなり、LCC算定精度を大幅に向上させることができます。

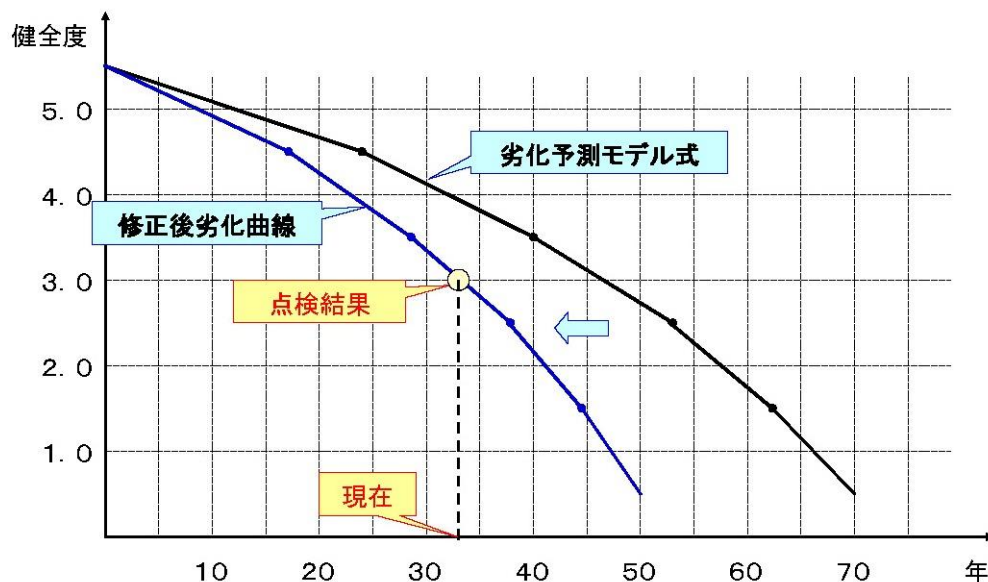


図5-8 劣化予測式の自動修正

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」

● LCCの算定

あらかじめ対策を実施する健全度(「管理水準」という)を設定し、対策の種類や対策コスト、回復健全度、対策後の劣化予測式等の情報を整備することによって、繰り返し補修のLCCを算定することができます(図5-9)。

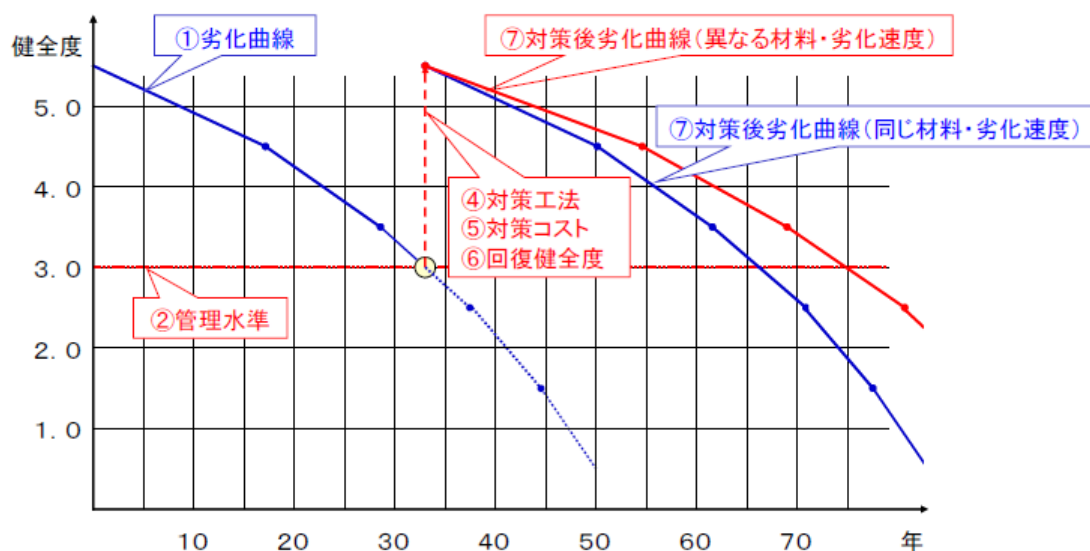


図5-9 LCC算定

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」

(6) 予算の平準化

- 算定した全橋梁のLCCが年によって予算の目標値を超過する場合は、維持管理シナリオを変更し、対策時期を後の年度にシフトすることで、予算目標との調整を図ります。
- シナリオ変更の順序は、シナリオを変更することでLCCの増加の少ない橋梁から優先して行います。

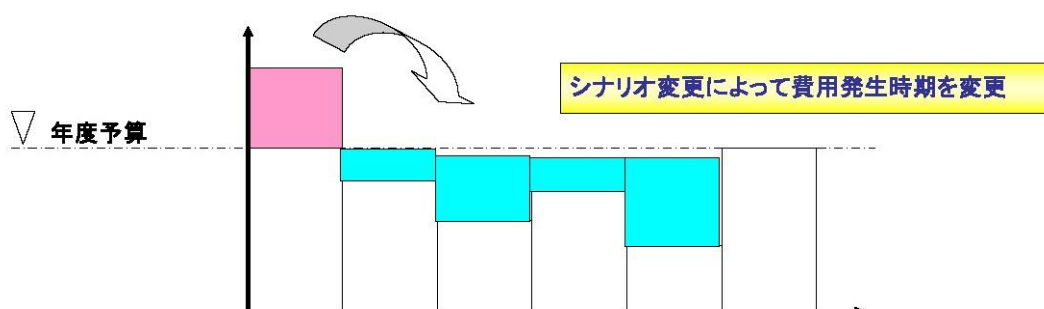


図5-10 予算の平準化

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」

6. 橋梁長寿命化修繕計画の概要

6.1 シナリオ別LCC算定結果

- 図6-1は維持管理シナリオごとに全橋梁のLCC(60年)を集計したものです。
- 全橋梁をC2シナリオ(事後対策型)で維持管理した場合の60年間のLCCは4.9億円、A2シナリオ(LCC最小化型)で維持管理した場合の60年間のLCCは2.1億円となり、その差額は2.8億円となりました。

LCCグラフ

60年間のLCC累計(百万円)

A2: 208.1

C2: 486.3

C1: 404.5

最小LCC: 208.1

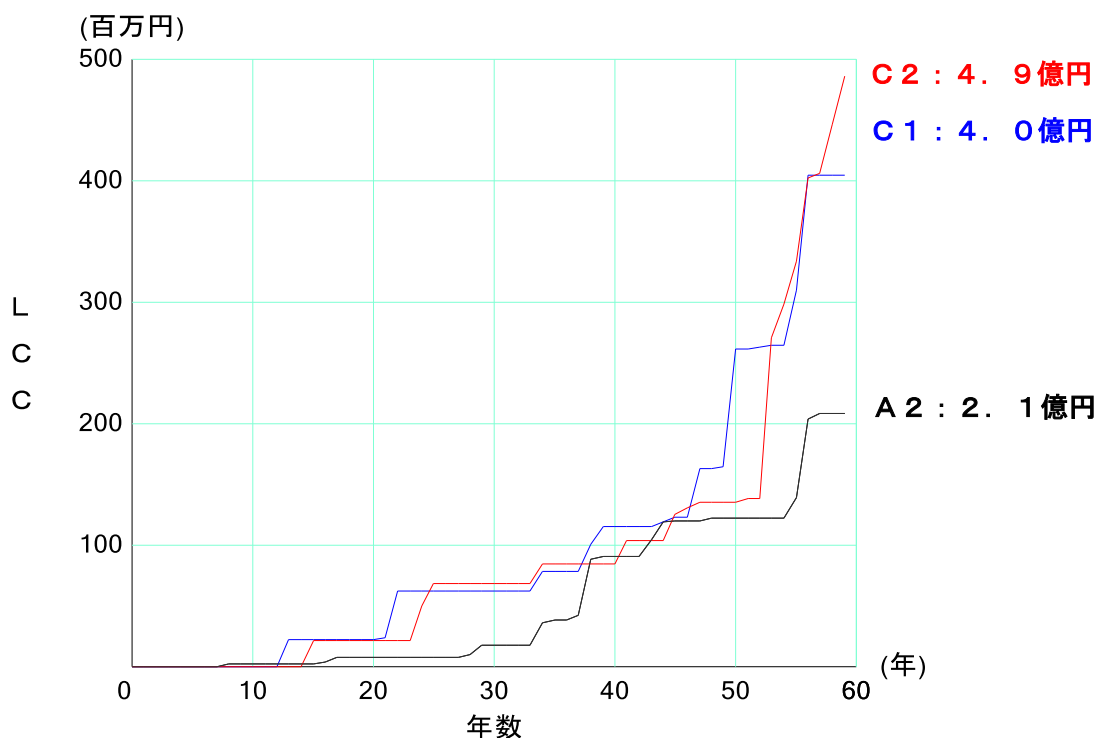


図6-1 シナリオ別LCC算定結果

- 旧計画に基づき事業を実施してきた結果、老朽化橋梁の補修工事が終了したため、早急に対策が必要な橋梁はなくなり、今後10年間で必要な補修工事は非常に少なくなっています。

6.2 事業計画

- 60年間LCCが最小となるシナリオを採用して、全橋梁の60年間LCCを集計した結果、毎年必要となる対策費の推移は図6-2のとおりとなりました。(LCC総額2.1億円)

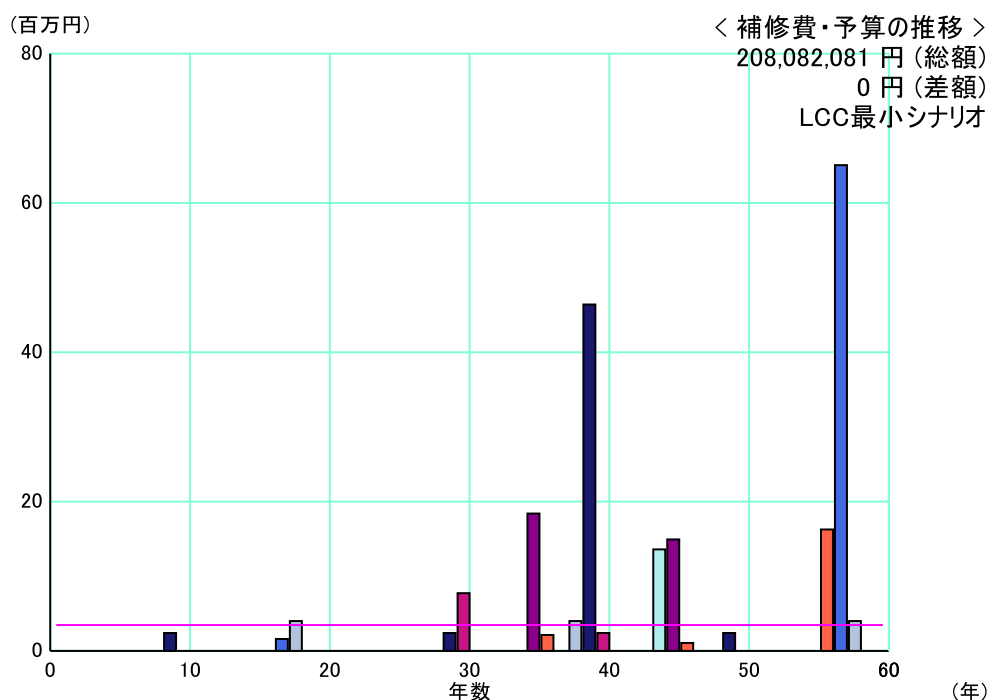


図6-2 60年間LCCが最小となるシナリオの組み合わせにおける補修費の推移

- 最初の10箇年をみると8年目に補修工事が計上されています。これは、赤田橋のガードレール塗装を塗り替える工事です。現状で塗膜劣化・錆が見受けられますが、機能低下には至っていません。ガードレールは塗替え塗装を実施するよりも交換とした方がLCCとして安価となるため、10箇年以降に交換工事を実施することとします。実際の交換時期については、定期点検(1回/5年)により劣化状態を確認の上、決定します。
- 30年目以降にある補修費は、鋼橋の塗装塗替え工事です。赤田橋・盛運橋・長栄橋については、旧計画に基づき補修工事(塗装塗替え・橋面舗装打替え等)を実施しています。一般的に橋梁塗膜は30年以上の耐久性が見込まれるので、経年劣化による次回補修時期は平成55年度以降となります。実際の補修時期については、定期点検(1回/5年)により劣化状態を確認の上、決定します。

※以上より、全橋をLCC最小シナリオ(A2)で管理することが可能です。本町の橋梁は全て予防保全型にて管理可能となりました。

6.3 更新・長寿命化対策工事リスト

a) 長寿命化対策工事リスト

予算シミュレーションにより決定した各橋梁の維持管理シナリオに基づき、今後10年間に実施する長寿命化対策工事リストの概要を、表6-1に示します。

表6-1 長寿命化対策工事リストの概要

年度	橋梁名	事業内容
	対象橋梁無し	

旧計画に基づき事業を実施してきた結果、全橋梁が予防保全型維持管理に移行されて今後10年間に補修が必要な橋梁は、無くなりました。

7. 橋梁長寿命化修繕計画により見込まれるコスト削減効果

計画的更新橋梁と長寿命化橋梁を区分し、予防保全型維持管理を中心とした効率的な修繕計画を継続的に実施することにより、従来の事後保全型維持管理と比較し、60年間で2.8億円のコスト削減を図ることが可能であると試算されました。

●コスト削減効果

全橋を事後保全（C2シナリオ）した場合との比較

全橋を事後保全（C2シナリオ）した場合のLCC総額（60年間） 4.9億円

予防保全型維持管理によるLCCの総額（60年間） 2.1億円

コスト削減額 2.8億円

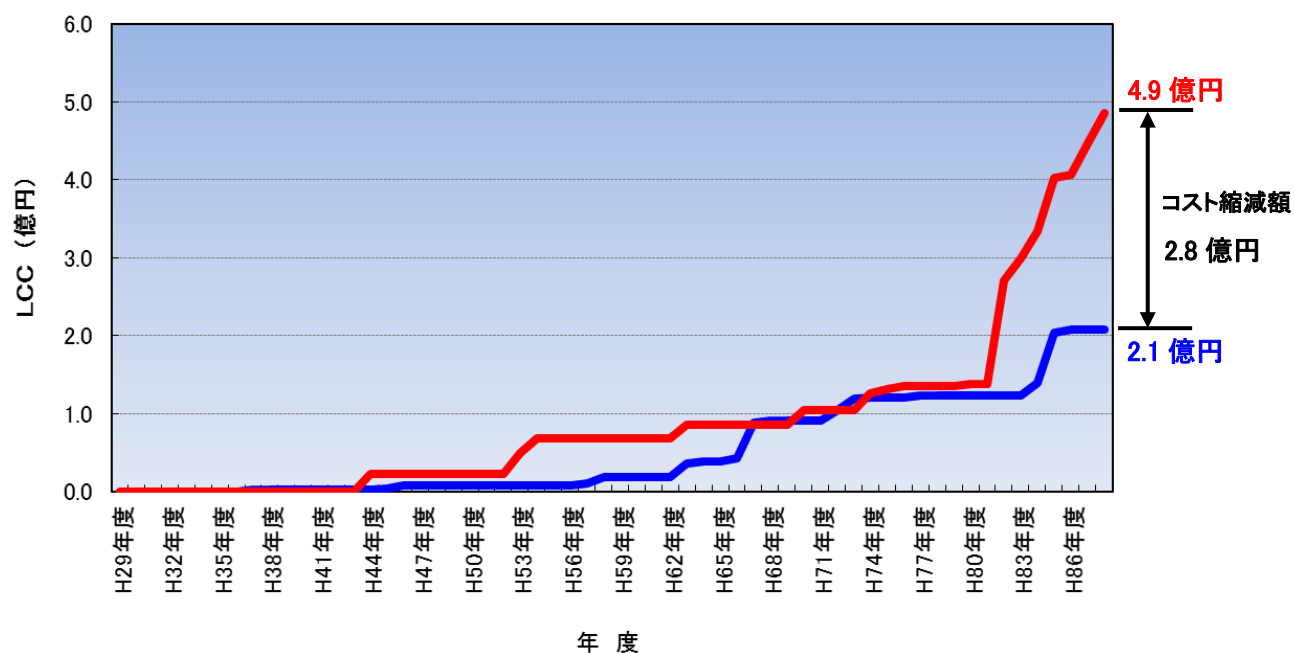


図 7-1 コスト削減効果

8. 新技術の活用方針、費用の縮減に関する具体的な方針（令和7年3月 一部修正）

8.1 新技術の活用方針

今後10年程度で、町が管理する全橋梁のうち約3割の橋梁で新技術の活用し、実施工程の短縮や品質の向上（AI診断）を図るとともに、従来技術と比較して維持管理コストを約2割程度縮減することを目指します。

8.2 集約・撤去による費用縮減

橋梁の集約・撤去することによって費用の縮減化を図ることが可能か検討した結果、現時点では集約・撤去が可能な橋梁はありませんでした。将来的に集約・撤去が可能な橋梁がないか今後とも引き続き検討していきます。

9. 事後評価

計画的維持管理のレベルアップを目的として、定期的に事後評価を行い、必要に応じて計画の見直しを行います。

5年ごとに実施する定期点検データを分析し、劣化予測データベースやLCC算定データベースの見直しを行うとともに、中期事業計画の見直しを行います。

また、10年ごとに事業実施結果を評価して、政策目標や維持管理方針の見直しを行うとともに、中長期事業計画の見直しを行います。

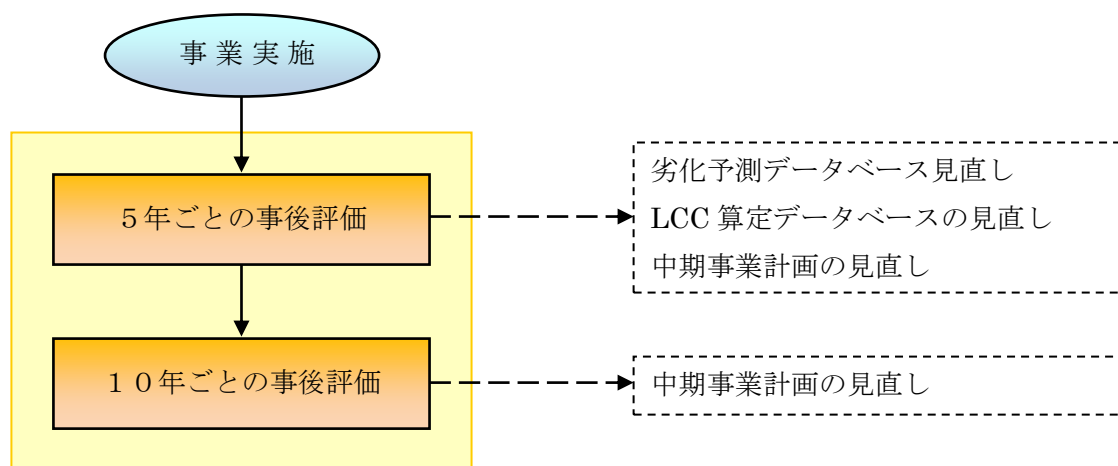


図8-1 事後評価

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H24.5」

10. 計画策定担当部署および意見聴取した学識経験者等の専門知識を有する者

1) 計画策定担当部署

六戸町 建設下水道課

TEL : 0176-55-3111 (代表)

2) 意見を聴取した学識経験者等の専門知識を有する者

八戸工業大学 土木建築工学科 長谷川 明 教授

意見聴取会写真

