

階上町橋梁長寿命化修繕計画

10箇年計画

「ゆめ みらい 心ときめくふるさとづくり」



平成31年4月



階上町建設課



階上町建設課

目 次

1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の経緯	1
2. 階上町橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト	1
3. 階上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	17
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	19
8. 事後評価	20
9. 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	21

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、階上町でも例外ではありません。

階上町で管理している橋梁は、平成31年3月現在で42橋です。これらの橋梁のうち9橋は、高度経済成長期である1970年以前に建設されており、約50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、階上町では平成26年3月に「橋梁長寿命化修繕計画（10ヶ年計画：平成26年度～平成35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、定期点検の2巡目点検結果ならびに平成26年度～30年度の計画に基づいた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31年度～平成40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. 階上町橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト

階上町は、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続け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、来るべき大量更新時代に向けて、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の確に判断のうえ、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. 階上町の橋梁を取巻く現状



3. 1 橋梁の現況

階上町橋梁長寿命化修繕計画で対象としている橋梁は、平成31年3月現在で42橋です。このうち建設後50年を経過する高齢化橋梁は現在9橋あり、全体の21%を占めます。10年後にはこの割合が43%となり、急速に高齢化が進行します。さらに20年後には半数以上の橋梁が建設後50年を超えることとなり、高齢化が一層進行します。

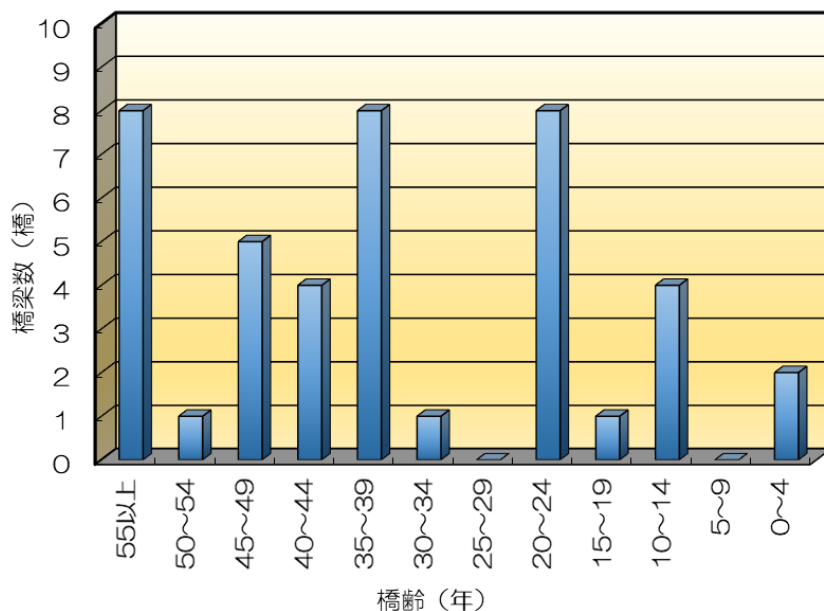


図3-1 橋齢別橋梁数

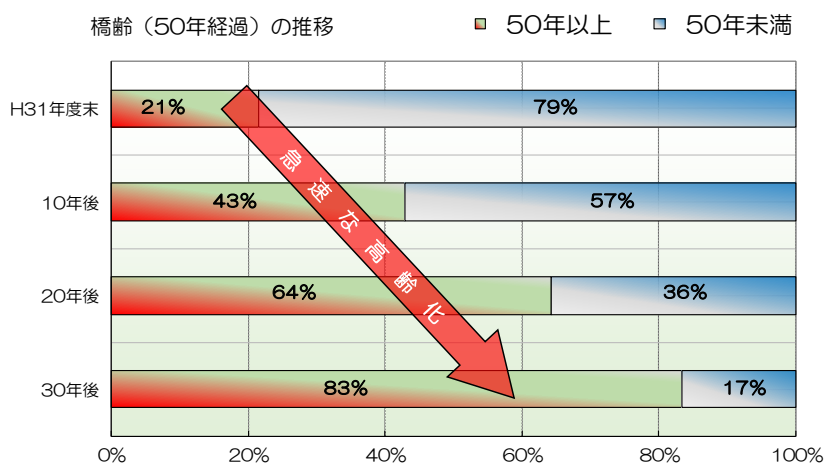


図3-2 高齢 (50年経過) 橋の推移

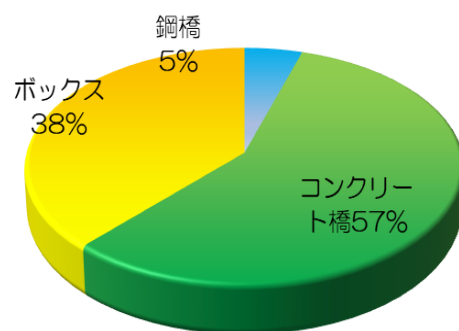


図3-3 橋種別分類

3. 2 地理的特徴

階上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った特徴的な気象条件を持っています。

階上町は、下図の太平洋側に位置します。

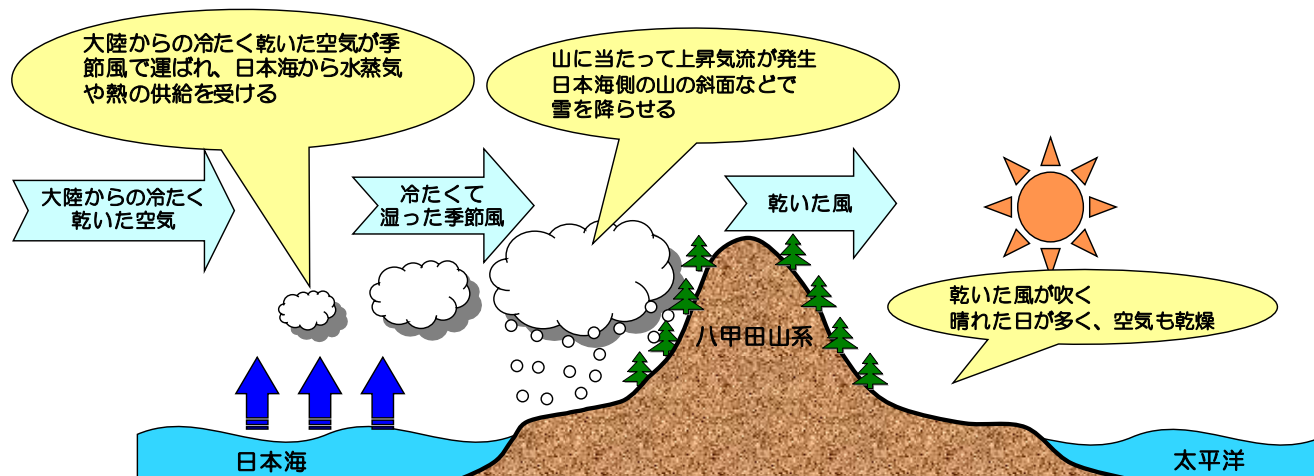


図3-4 青森県の地理的特徴

階上町は、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南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3-5 凍害による損傷事例

※写真は階上町管内の向見通り橋

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。

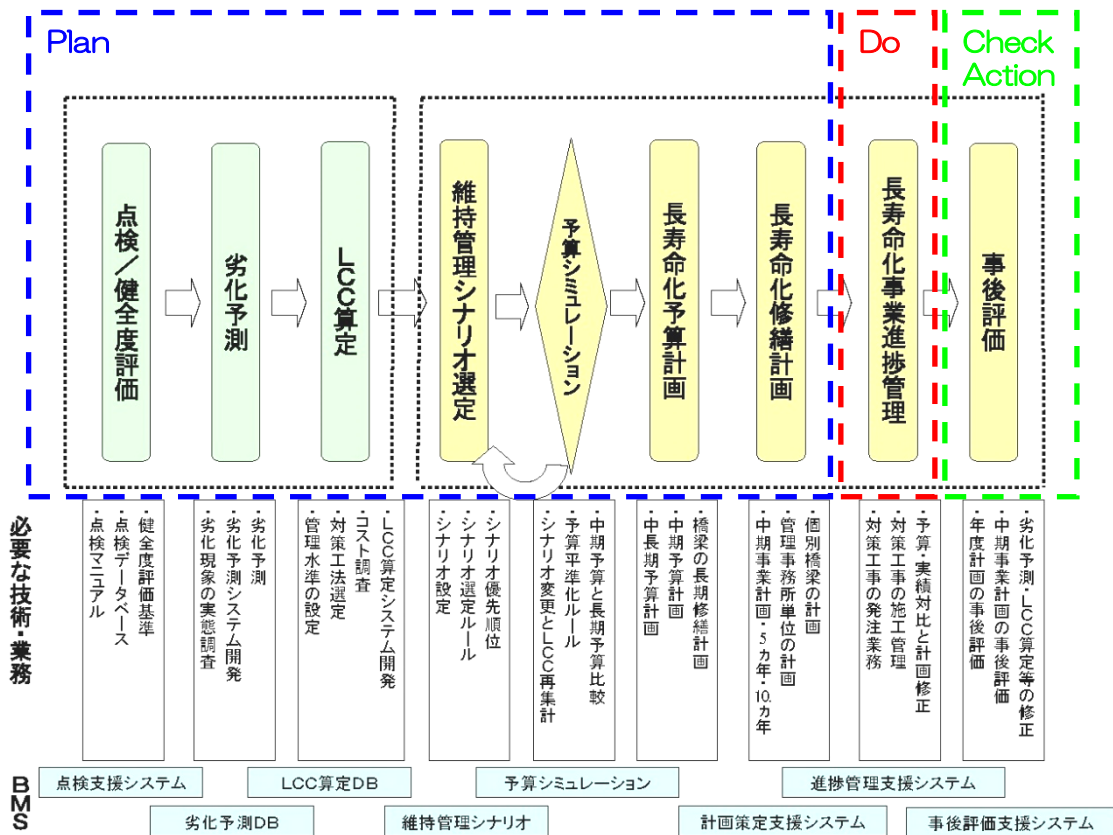
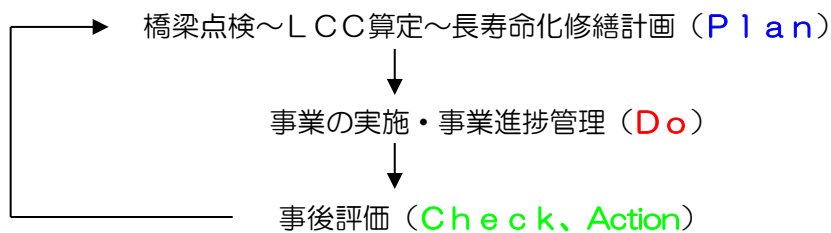


図4-1 橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H29.5」



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

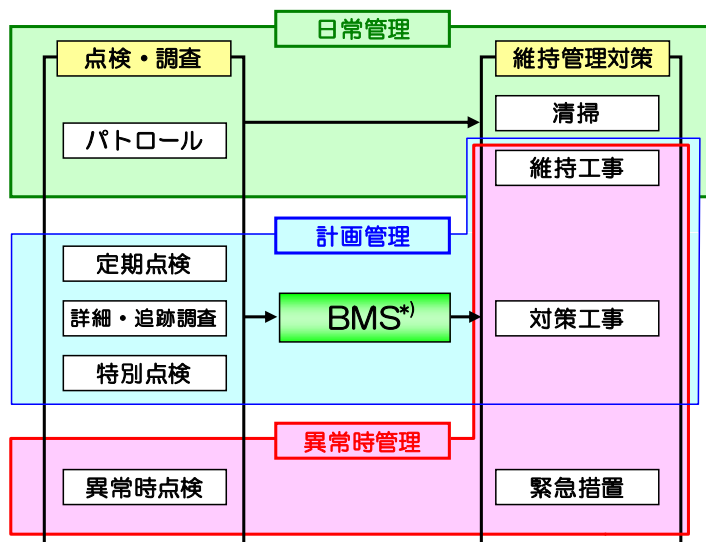
橋梁の維持管理は、その業務内容から「点検・調査」と「維持管理・対策」に大別されます。

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

5. 2 橋梁維持管理方針

階上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。

STEP 1は橋梁の維持管理に関する基本戦略を構築します。STEP 2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、個別橋梁ごとに、維持管理戦略を立てて維持管理シナリオの1次選定を行い、対応するLCCを算定します。STEP 3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。STEP 4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STEP 5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。

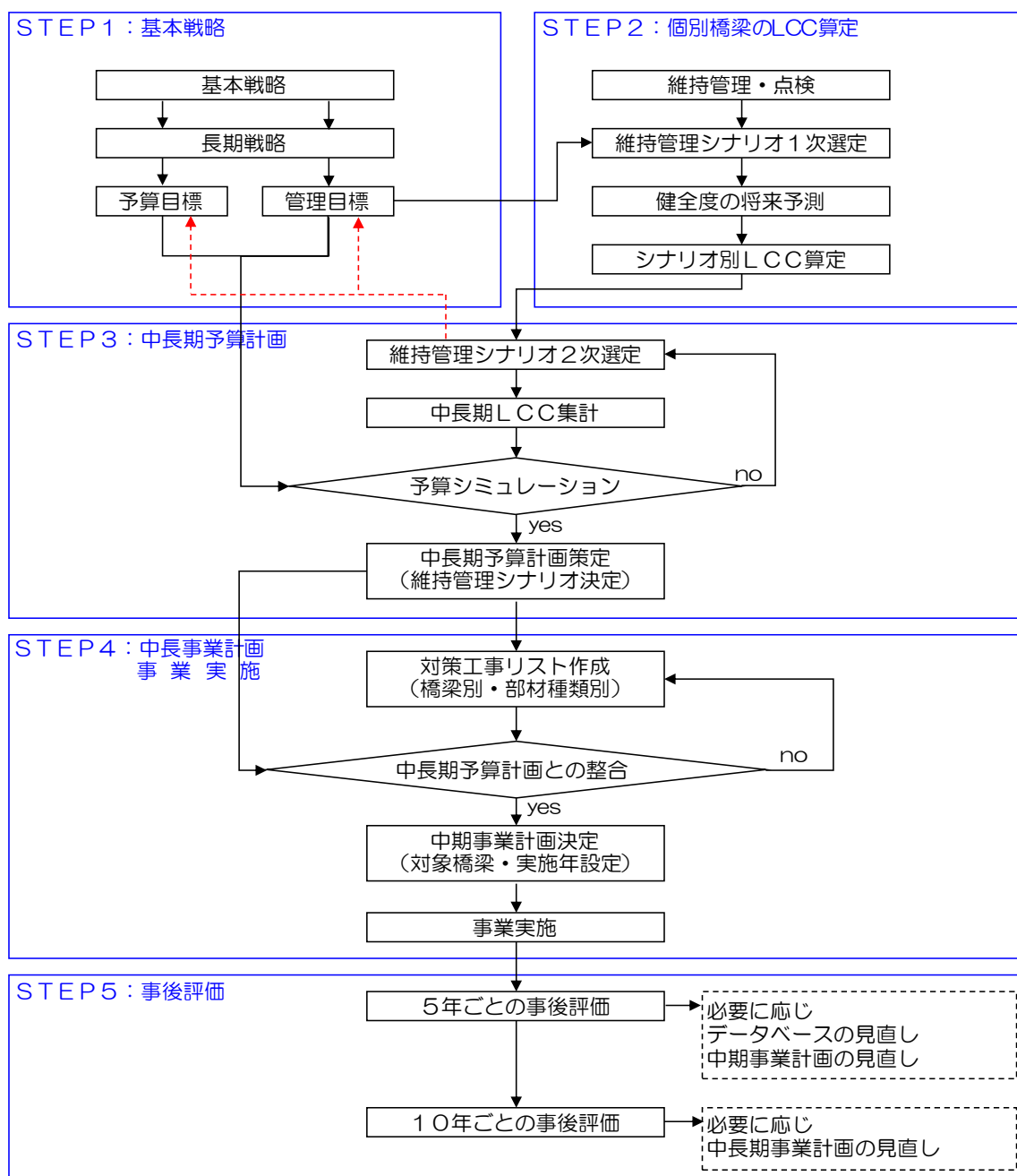


図5-2 BMSを用いたブリッジマネジメントのフロー

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H29.5」に加筆



(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。階上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。

● BMS橋梁点検支援システム

「BMS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。

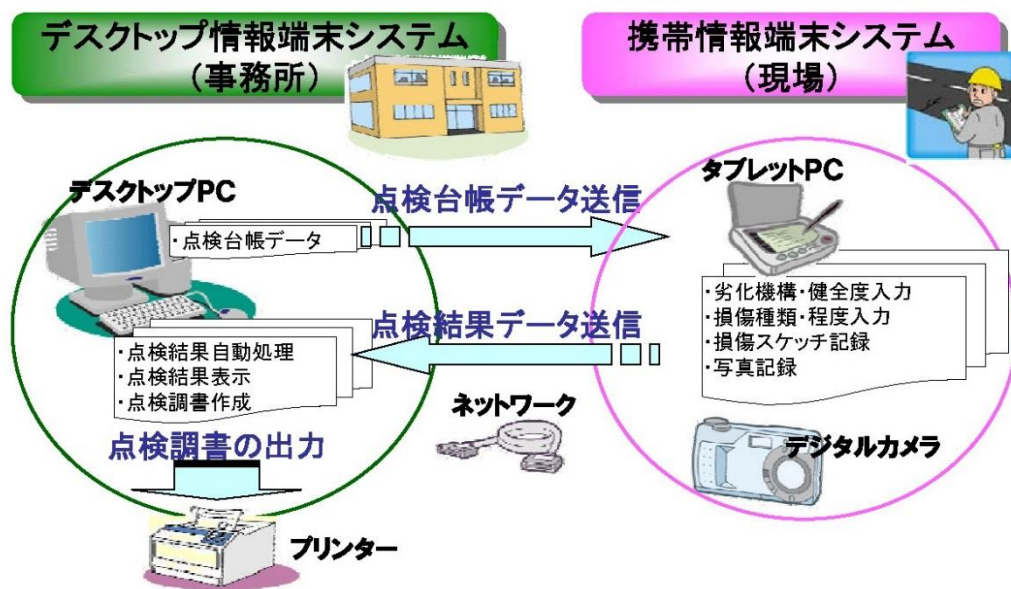


図5-3 BMS橋梁点検支援システム

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H29.5」

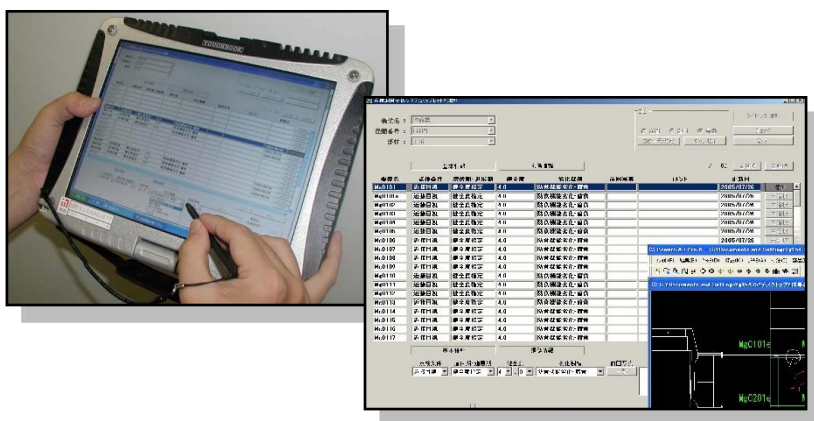


図5-4 点検支援システム機材

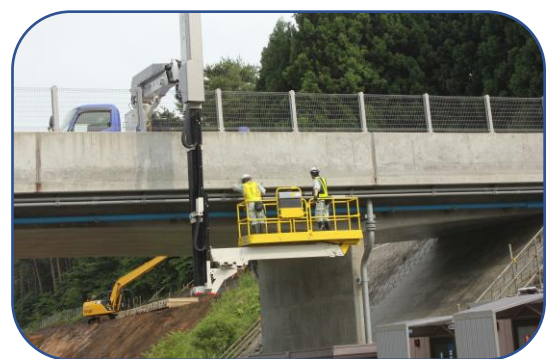


図5-5 点検状況

出典 RPI (財) 大阪地域計画研究所」

● 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:点錆がかなり点在している状態をいう(鋼道路橋塗装便覧より)

(桁材等)



図5-6 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H29.5」



(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5-7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。

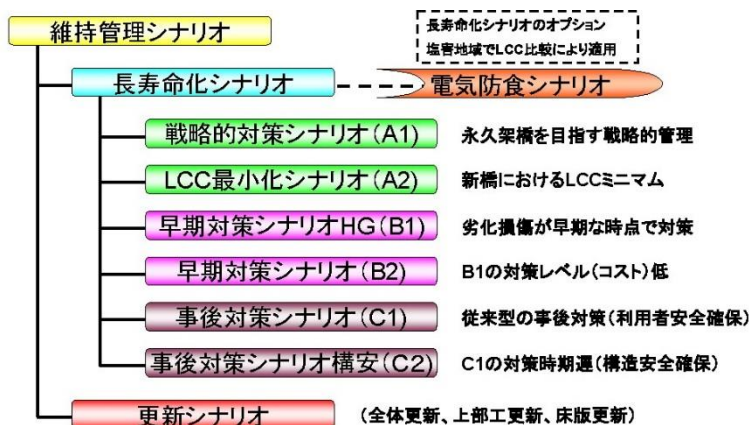


図5-7 維持管理シナリオ

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H29.5」

- 戦略的対策シナリオ（A1）
特殊環境橋梁（アーチ、トラス、橋長200m以上の長大橋など）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シナリオ。
- LCC最小化シナリオ（A2）
新設橋梁においてLCCが最小となるシナリオ。全てのシナリオのLCCを比較してLCCが最小となるシナリオを選択する。
- 早期対策シナリオハイグレード型（B1）
劣化・損傷が顕在化し始める加速期前期の段階で早期的な対策を行うシナリオ。信頼性の高い対策工法を選択することで初期コストは大きくなるが、事後対策よりもLCCを抑制することができる。
- 早期対策シナリオ（B2）
B1シナリオと同様に、加速期前期の段階で早期的な対策を行うシナリオ。B1シナリオと比較して初期コストを抑制した廉価な対策を選択するが、事後対策よりもLCCを抑制することができる。
- 事後保全型シナリオ（C1）
劣化・損傷が加速期後期まで進展した段階で事後的な対策を行うシナリオ。利用者の安全性に影響が現れる前の段階で対策を行う。
- 事後保全型シナリオ構造安全確保型（C2）
劣化・損傷が劣化期に移行した段階で事後的な対策を行うシナリオ。構造安全性に影響が現れる前の段階で対策を行う。

● 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5-8にシナリオの選定フローを示します。

(3) 更新対象の選定

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

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る橋梁、橋長200m以上の長大橋は、架け替えに際して莫大な費用が発生するため、戦略的対策シナリオ（A1）を選定します。

また、橋齢が10年以内の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。

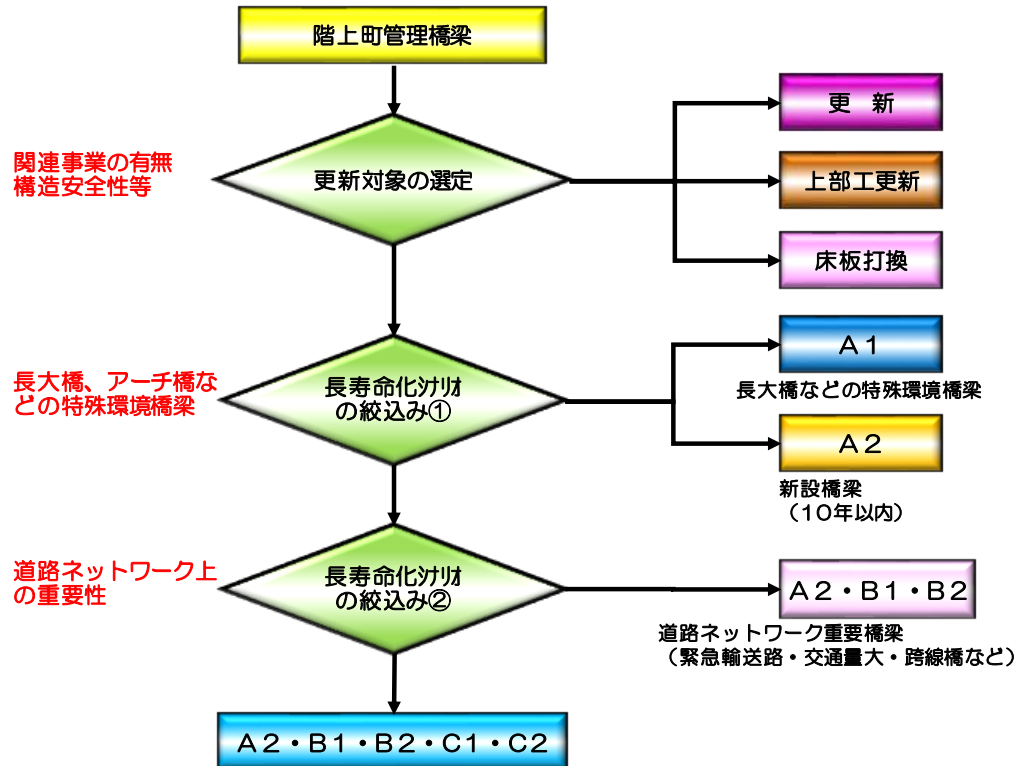


図5-8 維持管理シナリオ候補の選定フロー

(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。

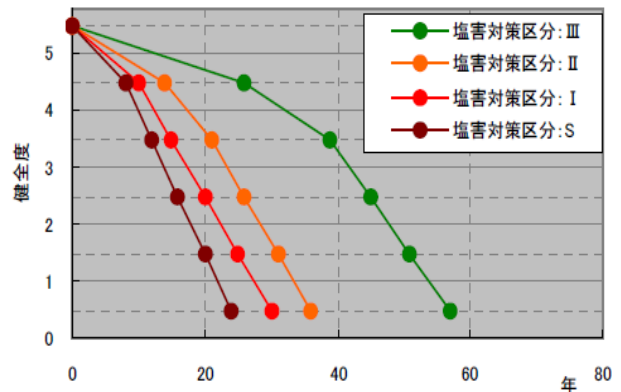


図5-9 劣化予測式の例
(上部工/R C/塩害/被覆なし)

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H29.5」

● 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に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。

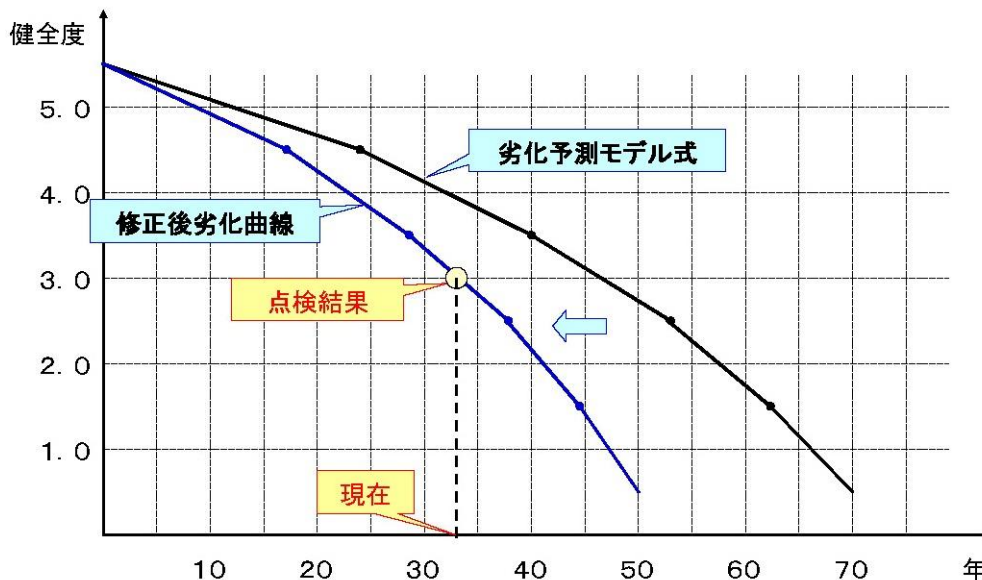


図5-10 劣化予測式の自動修正

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H29.5」

● 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5-11）。

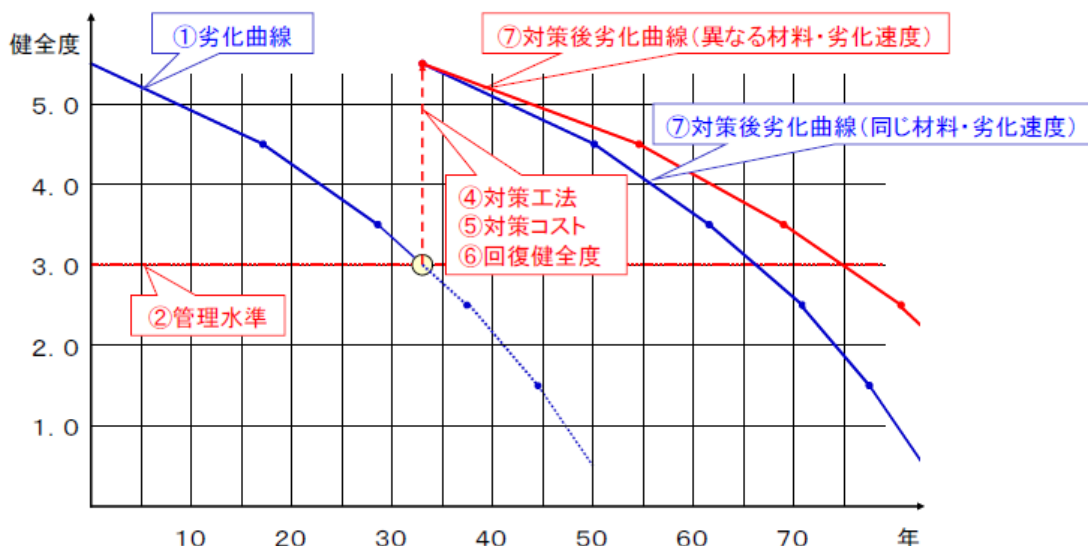


図5-11 LCC算定

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H29.5」

(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。

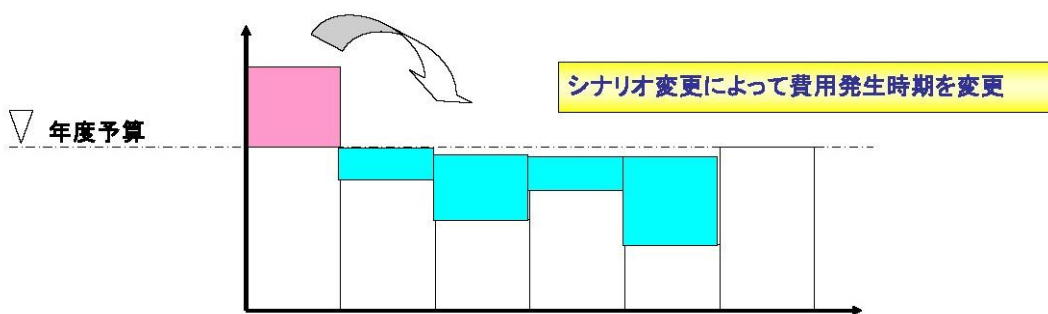


図5-12 予算の平準化

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H29.5」

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（50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50年間のLCCは4.4億円、A2シナリオ（LCC最小化型）で維持管理した場合の50年間のLCCは3.1億円となり、その差額は1.3億円となりました。

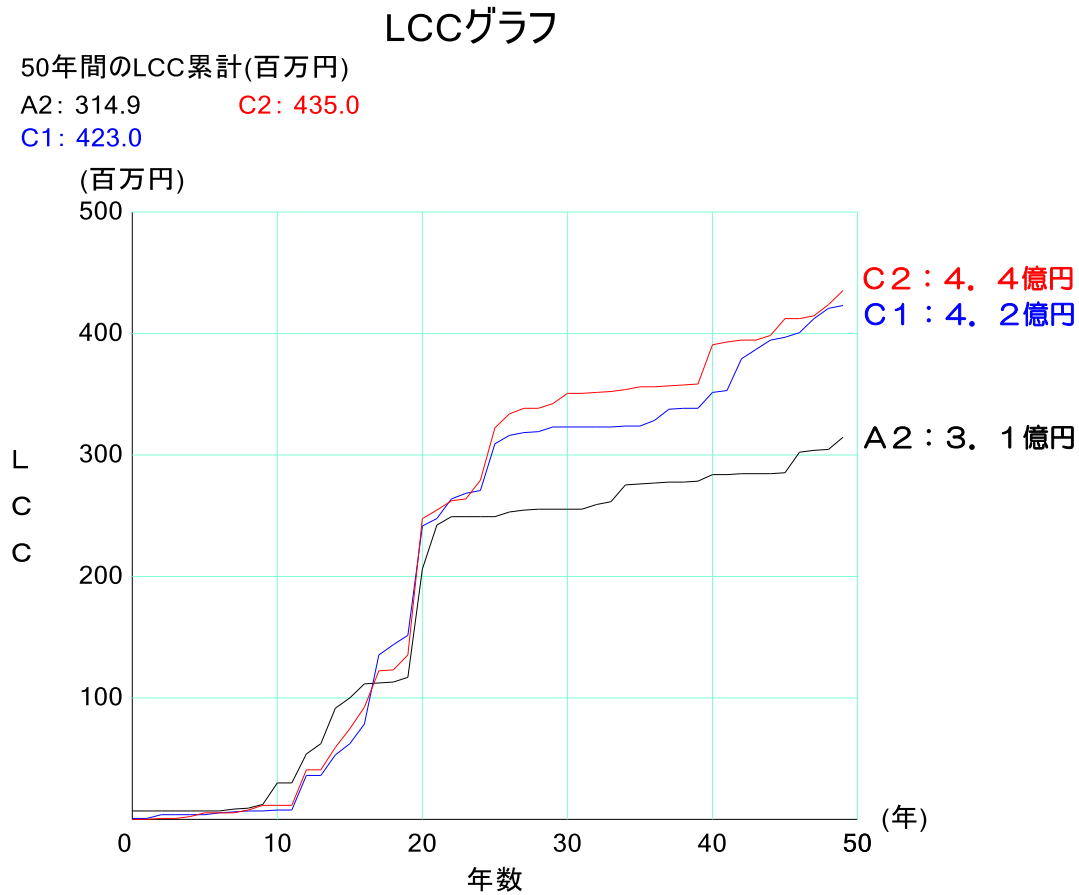


図6-1 シナリオ別LCC算定結果

6. 2 事業計画

- 50年間LCCが最小となるシナリオを橋梁毎に採用して、全橋梁の50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2.9億円)

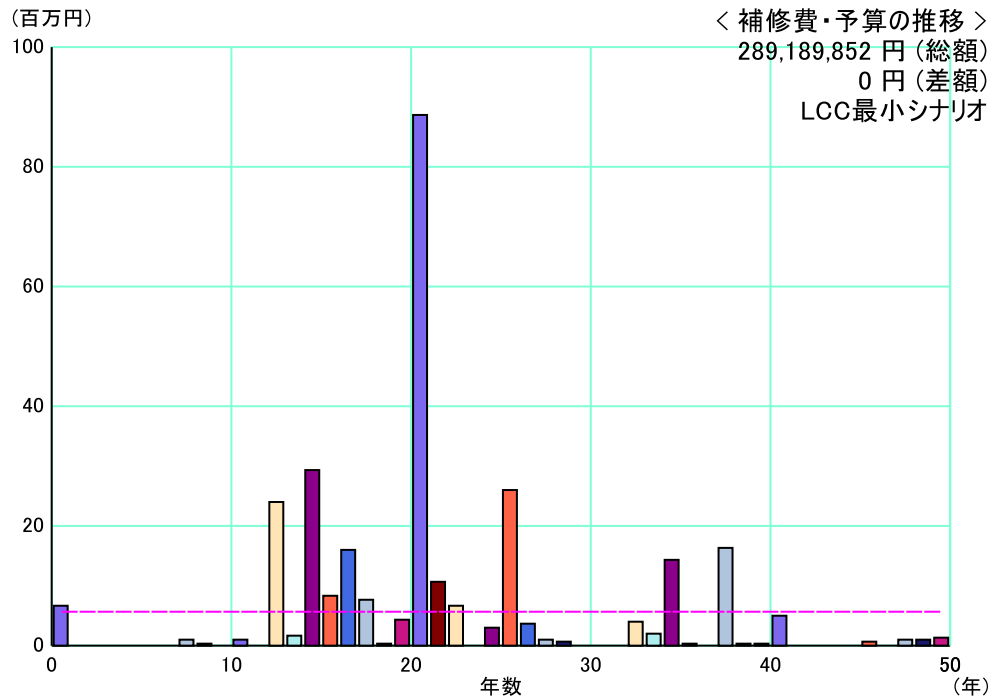


図6-2 50年間LCCが最小となるシナリオの組み合わせにおける補修費の推移

※LCC総額は50年間のLCCが最小となるシナリオを各橋梁で組み合わせて採用しているため、前頁のA2シナリオ総額(3.1億円)とは一致しません。

- 10年目以降にある大きな対策費は、「伸縮装置交換」、「支承交換」によるものです。階上町で管理している橋梁は規模が小さく、単価の高い「伸縮装置」や「支承」は予算計画に大きく影響します。よって予算計画においては、これらの補修予算を考慮する必要があります。
 (※) 実際の支承交換・伸縮装置交換については、将来の点検・詳細調査により劣化状況を確認して対策時期を決定します。

- 階上町の橋梁維持補修に関する予算計画と「劣化予測に基づいて計算された対策実施年から3年以内に対策を実施すること」を予算平準化の条件として予算シミュレーションを実施した結果、図6-3に示すとおり、50年間LCCは2.9億円となりました。

階上町の予算計画	
初年度～10年度（10年間）：	2百万円
11年度～20年度（10年間）：	10百万円
21年度～25年度（5年間）：	30百万円
26年度以降	：一定予算

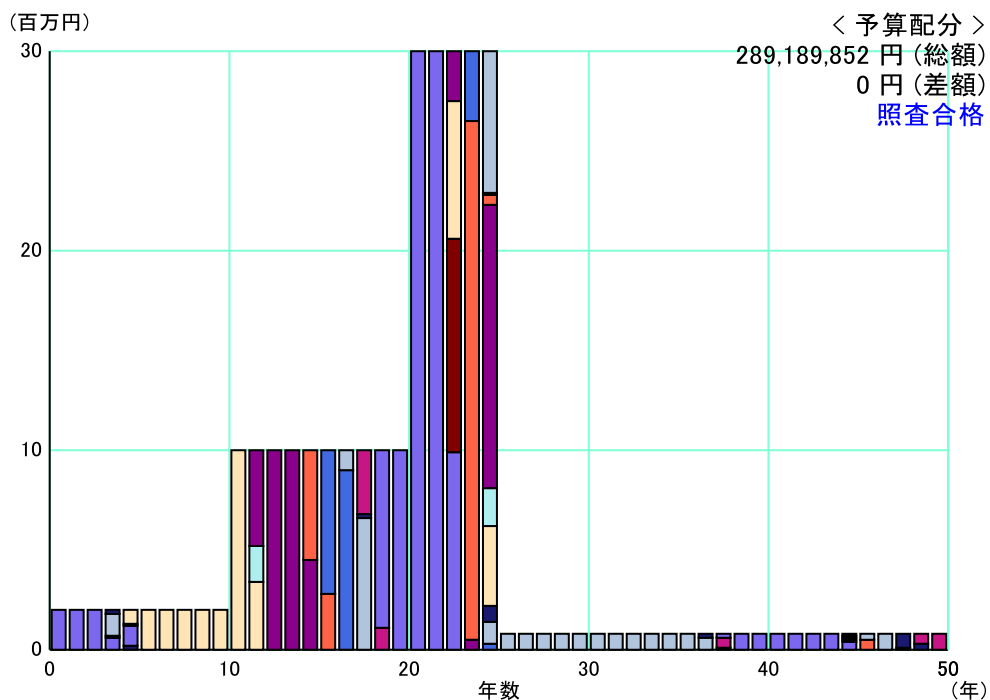


図6-3 予算制約を考慮した予算シミュレーション結果

- 予算計画は、必要な予算を必要な時期に確保したため、平準化前後で変更となるシナリオはなく、最小LCCでの管理が可能となります。

シナリオ	シミュレーション後の橋梁数
A1	0
A2	26
B1	1
B2	13
C1	0
C2	1
更新橋梁	1
計	42

表6-1 予算制約の考慮によるシナリオ別橋梁数



- 累計補修費の推移は、図6-3に示すとおりです。(LCC総額 2.9億円)

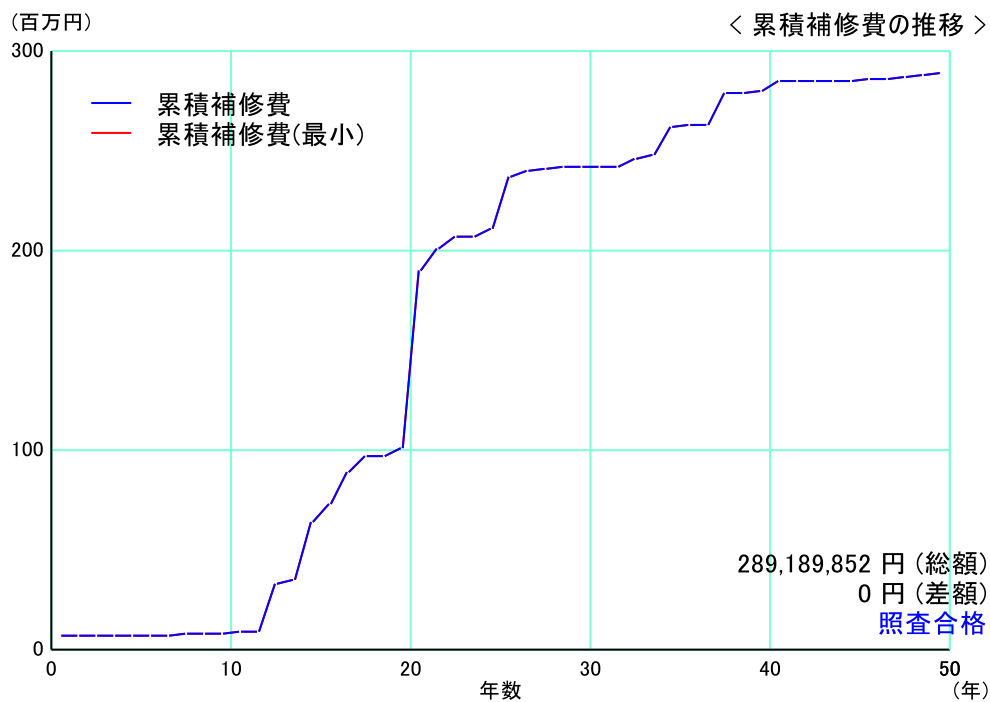


図6-4 予算シミュレーション後の累計補修費

- 以上より、階上町では全橋梁をLCC最小となるシナリオ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す。

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6-2に示します。

表6-2 長寿命化対策工事リストの概要

年度	橋梁名	事業内容
平成31年度	御堂橋	断面修復（基部洗堀対策）他
	横沢橋	断面修復他
平成32年度	小舟渡跨線橋	防護柵他
平成33年度		
平成34年度	大崎前橋	断面修復・防護柵他
	折川橋	断面修復・防護柵他
平成35年度	小松倉橋	断面修復他
	田中橋	断面修復・防護柵他
平成36年度	向第一橋	防護柵他
	赤軽米橋	防護柵他
平成37年度		
平成38年度		
平成39年度		
平成40年度		

b) 計画的更新工事リスト

老朽化、河川改修などにより、今後10年間に実施する計画的更新工事リストの概要を、表6-3に示します。

表6-3 計画的更新工事リストの概要

年度	橋梁名
平成33年度	皂角子橋（全体更新）

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、50年間で0.92億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（50年間）	4.35億円
予防保全型維持管理によるLCCの総額（50年間：更新橋梁含む）	3.43億円
コスト削減額	0.92億円

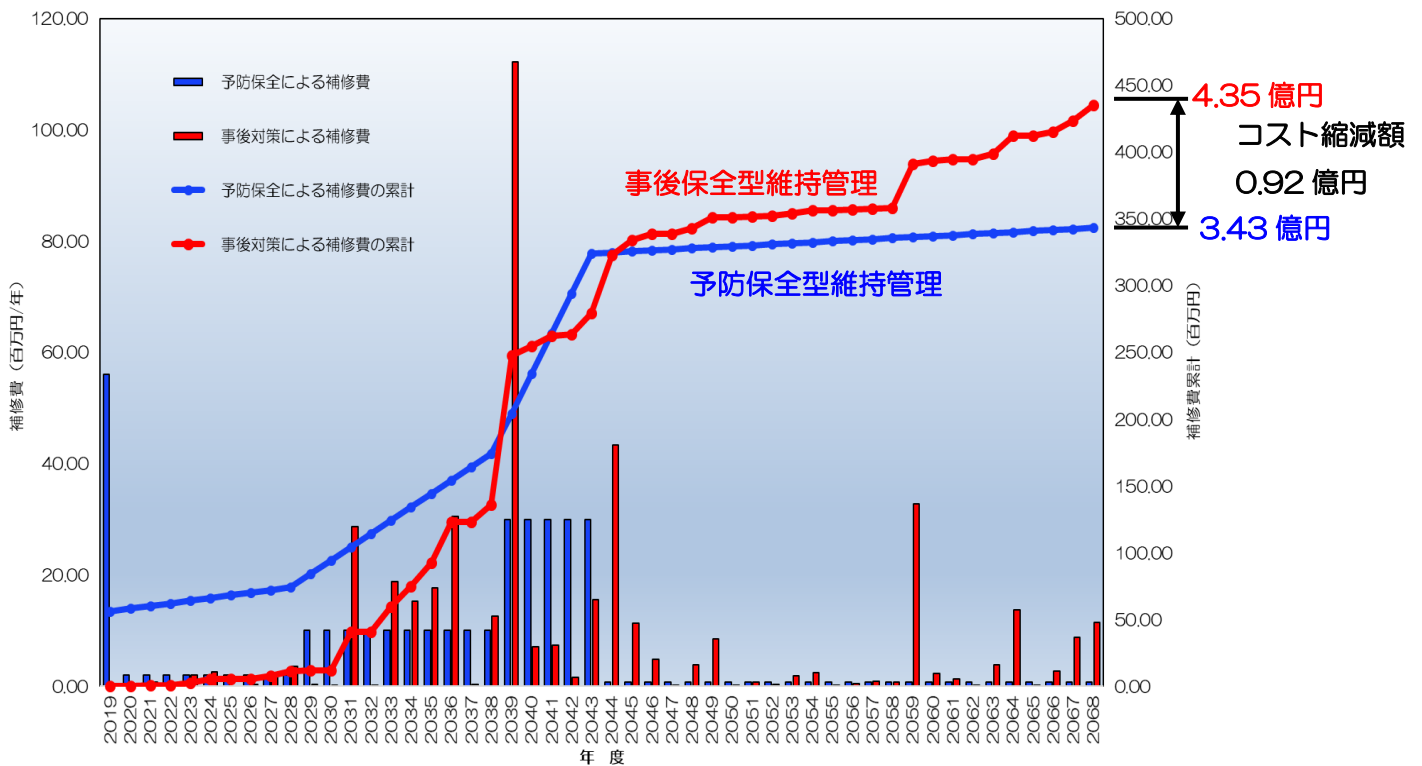


図7-1 コスト削減効果

※上表の予防保全型のLCC総額には、今後50年間に橋梁の維持管理に必要な対策費として、維持管理費の他に、更新橋梁の更新費を加算しています。

$$\text{LCC総額 } 2.89 \text{ 億円} + \text{更新費用 (1橋分)} 0.54 \text{ 億円} = 3.43 \text{ 億円}$$

8. 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、必要に応じて計画に見直しを行います。

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。

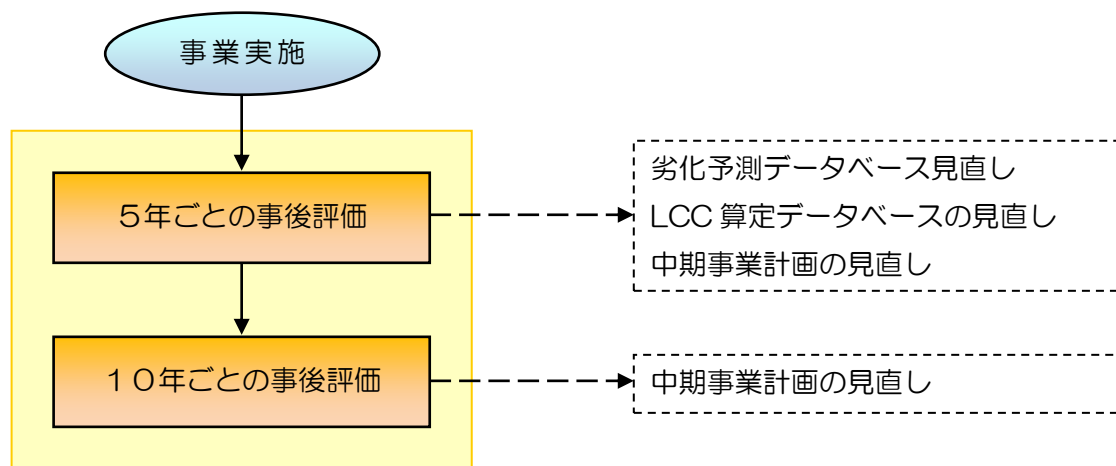


図8-1 事後評価

出典「青森県橋梁長寿命化修繕計画H29.5」

9. 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

階上町 建設課

TEL : 0178-88-2111 (代表)

: 0178-88-2118 (直通)

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 学長 長谷川 明 教授

