

むつ市橋梁長寿命化修繕計画  
10箇年計画



平成25年4月



むつ市

# 目 次

1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の背景	1
2. むつ市の橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト	1
3. むつ市の橋梁を取巻く現状	2
3. 1 橋梁の現状	2
3. 2 橋梁数の内訳	3
3. 3 地理的特徴	4
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	5
5. 橋梁長寿命化修繕計画の策定	6
5. 1 橋梁の維持管理体系	6
5. 2 橋梁の維持管理	7
(1) 維持管理・点検	8
(2) 維持管理シナリオ	10
(3) 更新対象の選定	11
(4) 長寿命化シナリオの絞込み	11
(5) 健全度の将来予測とLCC算定	12
(6) 予算の平準化	13
(7) シナリオ別LCC算定結果	14
(8) 予算シミュレーション	15
(9) 長寿命化対策工事リスト	17
6. 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	18
7. 事後評価	19
8. 橋梁長寿命化修繕計画策定に係る学識経験者の意見聴取	20

## 1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の背景

近年日本国内において、高度経済成長期（1955年～1973年）に建設された橋梁が一斉に建設後50年を迎えることとなり、橋梁の高齢化が懸念されています。それに伴い、今後、橋梁補修・架替えなどの費用がこれまで以上に増大することが予想され、従来どおりの対策方法では、全ての橋梁に適切な維持管理を実施することは困難になると懸念されます。

そうした背景から、青森県は橋梁補修のコスト縮減および橋梁の延命化を図るため、平成16年度より橋梁アセットマネジメントシステムを構築、平成18年3月には橋長15m以上の橋梁を対象とした5箇年アクションプラン（平成18年度～平成22年度）を策定しました。現在は橋長15m未満の橋梁においても点検が完了し、10箇年計画（平成20年度～平成29年度）を策定し同計画に基づき事業を実施しているところです。さらに、定期点検2巡目の点検結果および平成18年度～平成23年度の計画に基づいた6年間の事業実施を踏まえ、橋梁長寿命化修繕計画（平成20年度～平成29年度）が策定されました。

むつ市が管理する橋梁においても、長期的な視点から橋梁を効果的・効率的に管理し、維持更新コストの最小化・平準化を図っていく取り組みとして【橋梁長寿命化修繕計画（10箇年計画：平成26年度～平成35年度）】が策定されました。

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. むつ市橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト

むつ市は、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<sup>\*1</sup>を進めます。

### ☆ 市民の安全・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

これまでの市民の生活を支え続けてきた多くの道路や橋梁などの老朽化が進行しており、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。

この問題を解決しなければ、橋梁などの劣化・損傷が進み、道路ネットワークが機能しなくなり、市民の生活に支障をきたすことが予想されます。

むつ市としても、来るべき大量更新時代に向けて、今後とも市民の安全・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。

### ☆ 全国に先駆けてアセットマネジメントを導入しました

青森県では若手職員のアイデアを積極的に取り入れ、大量更新時代に対応すべく、「アセットマネジメント」を全国に先駆けて導入しました。これに習い、むつ市も社会資本の新たな維持管理手法として「アセットマネジメント」をいち早く導入いたしました。

### ☆ 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」という対症療法的なものでしたが、これからは、「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ものとし、将来にわたる維持更新コスト（ライフサイクルコスト：LCC）を最小化する方向に転換します。

### ☆ 社会資本の維持更新コストの大幅削減を実現します

「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して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現します。

<sup>\*1</sup>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. むつ市の橋梁を取巻く現状

#### 3.1 橋梁の現状

むつ市が管理している長寿命化対象橋梁は、平成24年4月1日現在で77橋あり、図3-1に示すとおり高度経済成長期（1955年～1972年）の後半に集中しています。また、図3-2に示すとおり2012年（平成24年末）時点で架設後50年経過した橋梁は3橋（4%）、10年後の2022年度には26橋（34%）で、このまま架け替えを行わなければ30年後の2042年度には63橋（82%）の橋梁が高齢化を迎えます。

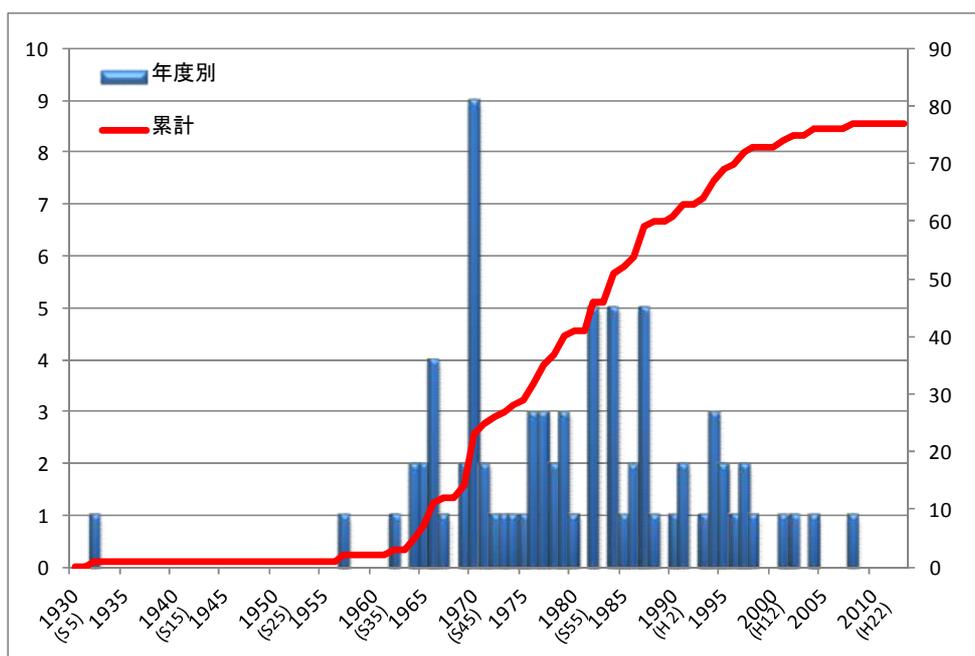


図3-1 橋梁の架設年度の分布

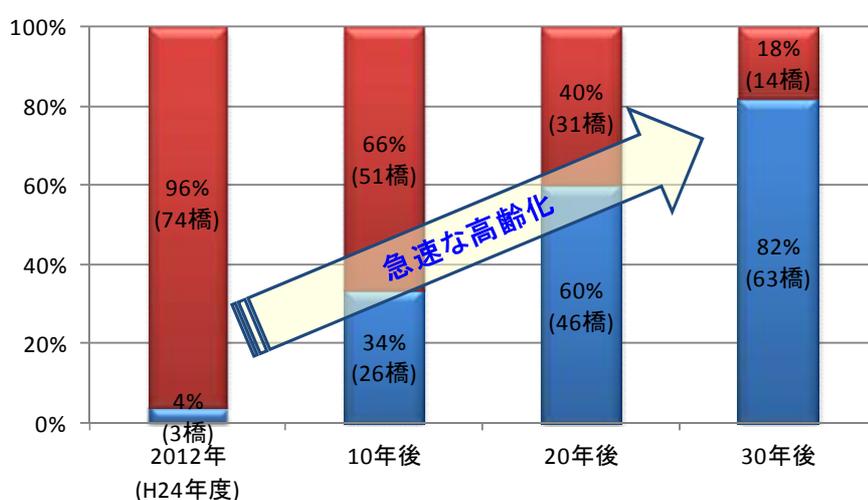


図3-2 供用後50年以上の割合

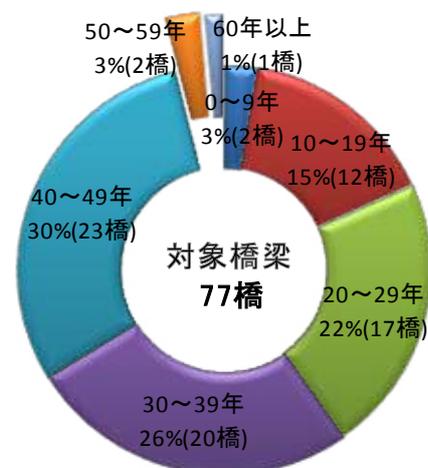


図3-3 架設後経過年数の割合

### 3. 2 橋梁数の内訳

長寿命化修繕計画で対象としている橋梁は、図3-4に示すとおり橋長 15m以上の橋梁は 28 橋、橋長 15m未満の橋梁は 46 橋、側道橋は 3 橋です。

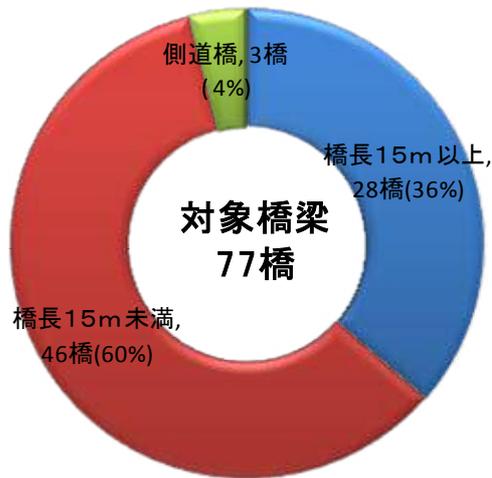


図3-4 橋長別の割合

構造形式としては、図3-5、図3-6に示すとおりRC橋が13橋、PC橋が43橋、ボックスカルバートが2橋でコンクリート系橋梁が合計58橋で約75%を占めます。また、鋼橋は19橋となっており全体の約25%となります。

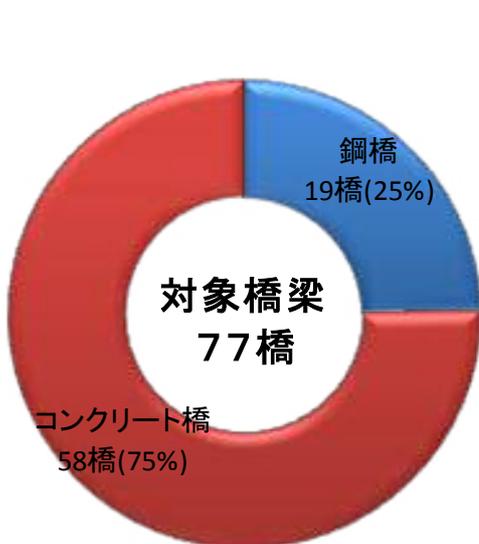


図3-5 材質別の割合

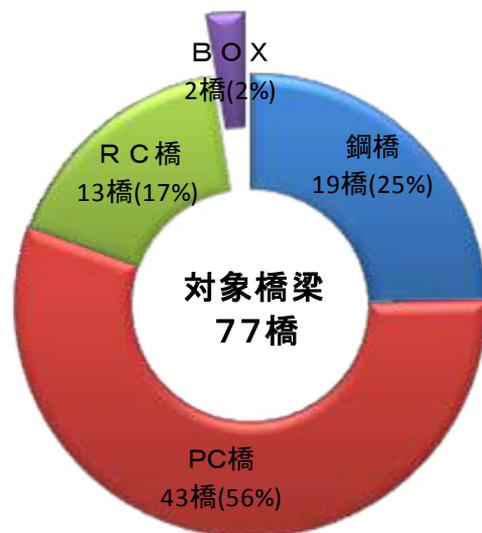


図3-6 橋種別の割合

### 3.3 地理的特徴

むつ市は、青森県の最北部を形成する下北半島に位置し、三方を海に面し北は津軽海峡を隔てて北海道を望み、西に平館海峡、南に陸奥湾を抱えています。

地形は、むつ地区中央部及び東部は平野や比較的なだらかな地形である一方、川内地区、大畑地区、脇野沢地区は急峻な恐山山地や台地が海岸線近くまで迫る山岳地形となっています。

気候は冷涼で、冬季は降雪期間が長く、地区により多少の差異はあるものの、山間部では1m以上、平野部及び海岸部では概ね70cmの積雪となります。

海に面した地形であり、塩害対策地域区分Bに該当する地区に架橋された橋梁もあり塩害<sup>\*1</sup>を受けることもあります。また、積雪も多いため、凍結融解の繰返しにより凍害<sup>\*2</sup>による損傷も懸念されます。



図3-7 むつ市概況図



図3-8 地覆に発生した凍害による損傷事例【1】



図3-9 地覆に発生した凍害による損傷事例【2】

※写真はむつ市管内の荒川橋

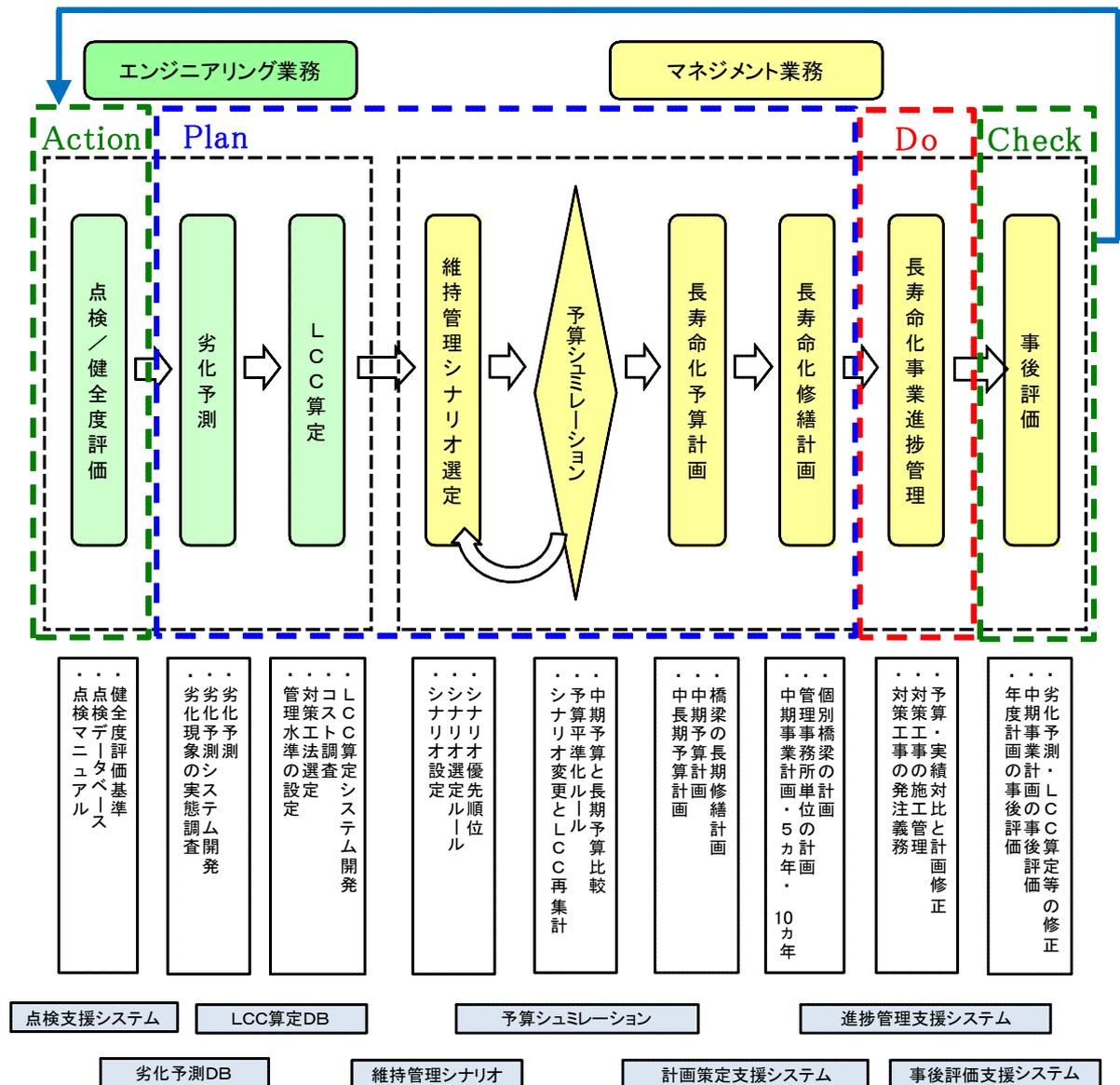
<sup>\*1</sup>塩害：コンクリート中に塩分が浸透して鋼材を腐食させる劣化現象

<sup>\*2</sup>凍害：コンクリート中の水分が凍って膨張し、コンクリートを破壊させる現象

#### 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、図4-1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（以下、BMS）を用いて、劣化予測、LCC算定や予算シミュレーション等の分析を行います。BMSは、計画の作成支援に留まらず、事業進捗状況の管理を支援するとともに、点検・対策データなど事後評価のための情報を蓄積することによって、橋梁の維持管理における **PDCA サイクル** を回すことを考慮したシステムになっています。



出典「橋梁アセットマネジメント支援システム説明書」

図4-1 橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー

## 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。

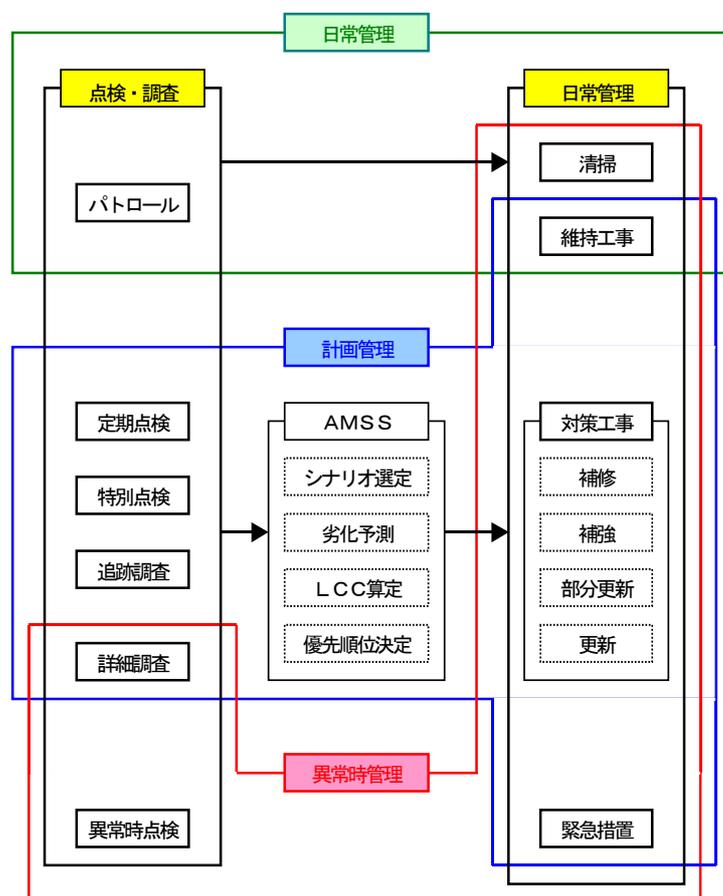
(1)【点検・調査】: 橋梁の状態を把握し、安全性能・使用性能・耐久性能といった主要な性能を評価するとともに、アセットマネジメントにおける意思決定に必要な情報を収集します。

(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および構造安全性の確保を目的として、パトロール、清掃、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、第三者被害の防止およ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。



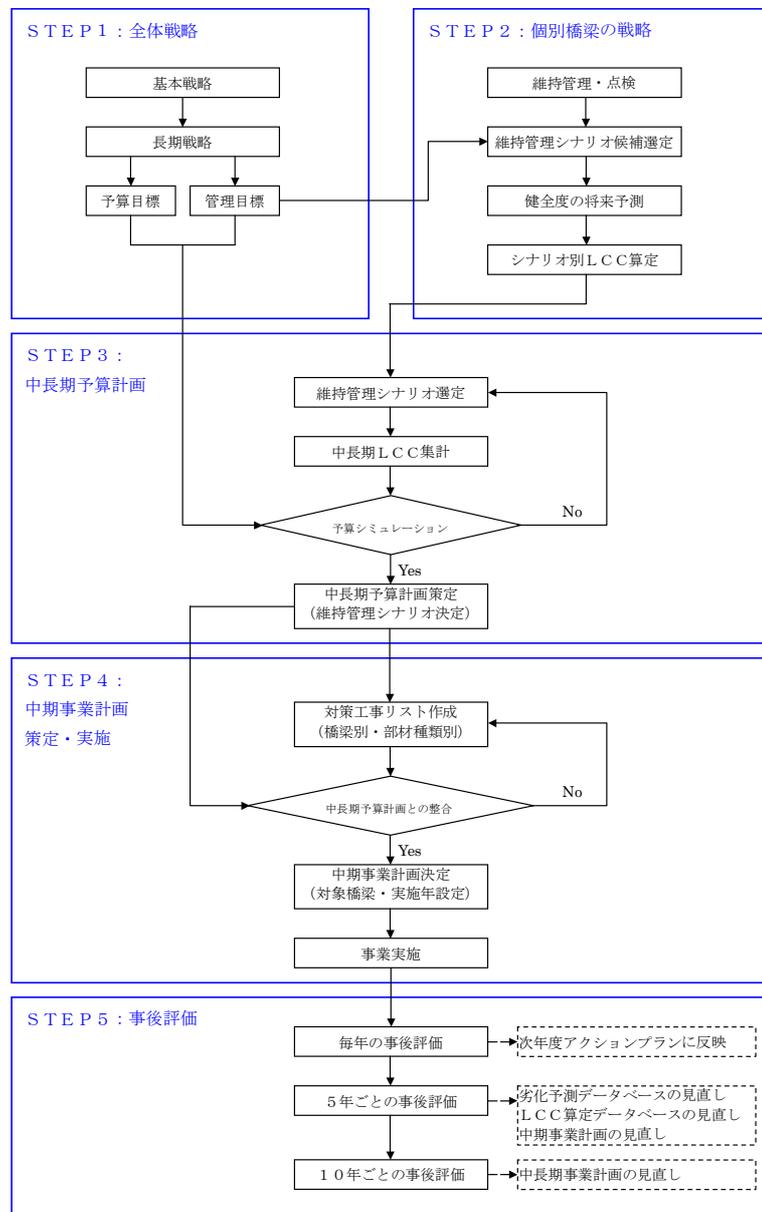
出典「青森県橋梁アセットマネジメント運営マニュアル (案)」

図5-1 維持管理体系

## 5.2 橋梁の維持管理

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つのステップで構成されています。

ステップ1は橋梁の維持管理に関する全体戦略を構築します。ステップ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、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。ステップ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。ステップ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。そしてステップ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。



出典「青森県橋梁アセットマネジメント運営マニュアル（案）」

図5-2 BMSを用いたブリッジマネジメントのフロー

## (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。これに習い、むつ市でも同様のシステム・手順により点検を行いました。

### ●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。

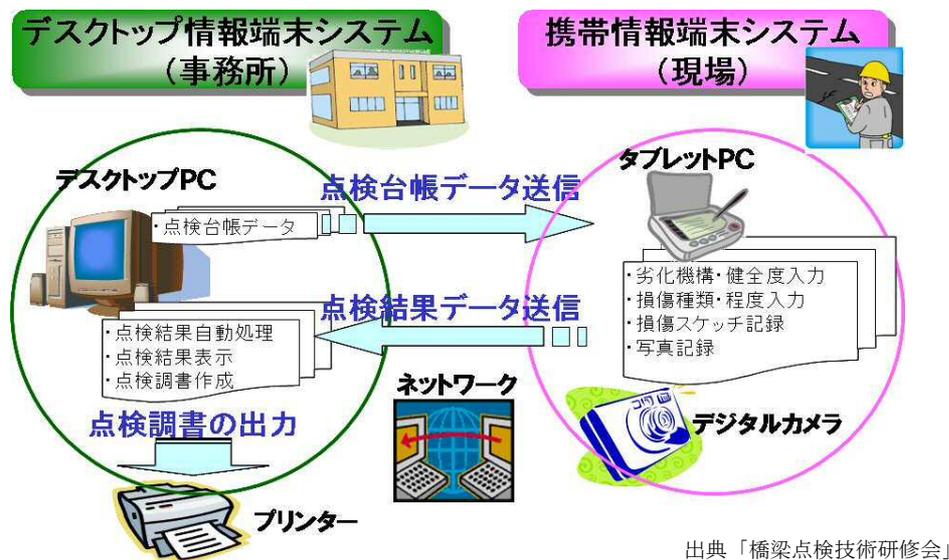


図5-3 橋梁点検支援システム

●健全度評価

橋梁の健全度は、潜伏期、進展期、加速度前期・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。

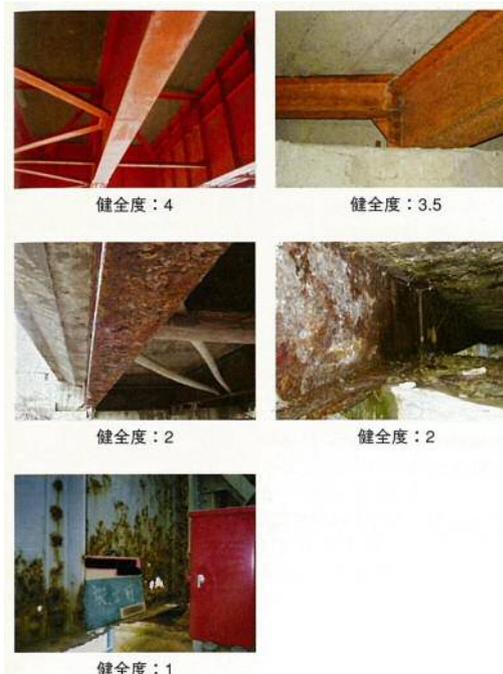
表5-1 全部材・全劣化機構に共通の健全度評価基準

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ていない段階。
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 加速度前期	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 加速度後期	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狀態、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	標準的狀態
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:加速前期 (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:加速後期 (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)



出典「橋梁点検ハンドブック(2)」

図5-4 健全度評価基準の例(点検ハンドブック)

## (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。



出典「橋梁点検技術研修会」

図5-5 維持管理シナリオ

- 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)  
新設橋梁の維持管理を想定した場合、部材種類ごとに LCC が最も小さくなる対策を行う。
- 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出始める初期段階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) 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)  
B-1 シナリオ同様、健全度 3.0 において早期的な対策を実施するが、B-1 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) 鋼部材の塗装塗替において同等塗装を行うなど。
- 事後対策シナリオ (C1)  
劣化・損傷により利用者の安全性に影響が出始める前に、事後的な対策を行う。例) 鋼部材の当て板補強を伴う塗装塗替など。
- 事後対策シナリオ構造安全確保型 (C2)  
C-1 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 A-1～C-2 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。

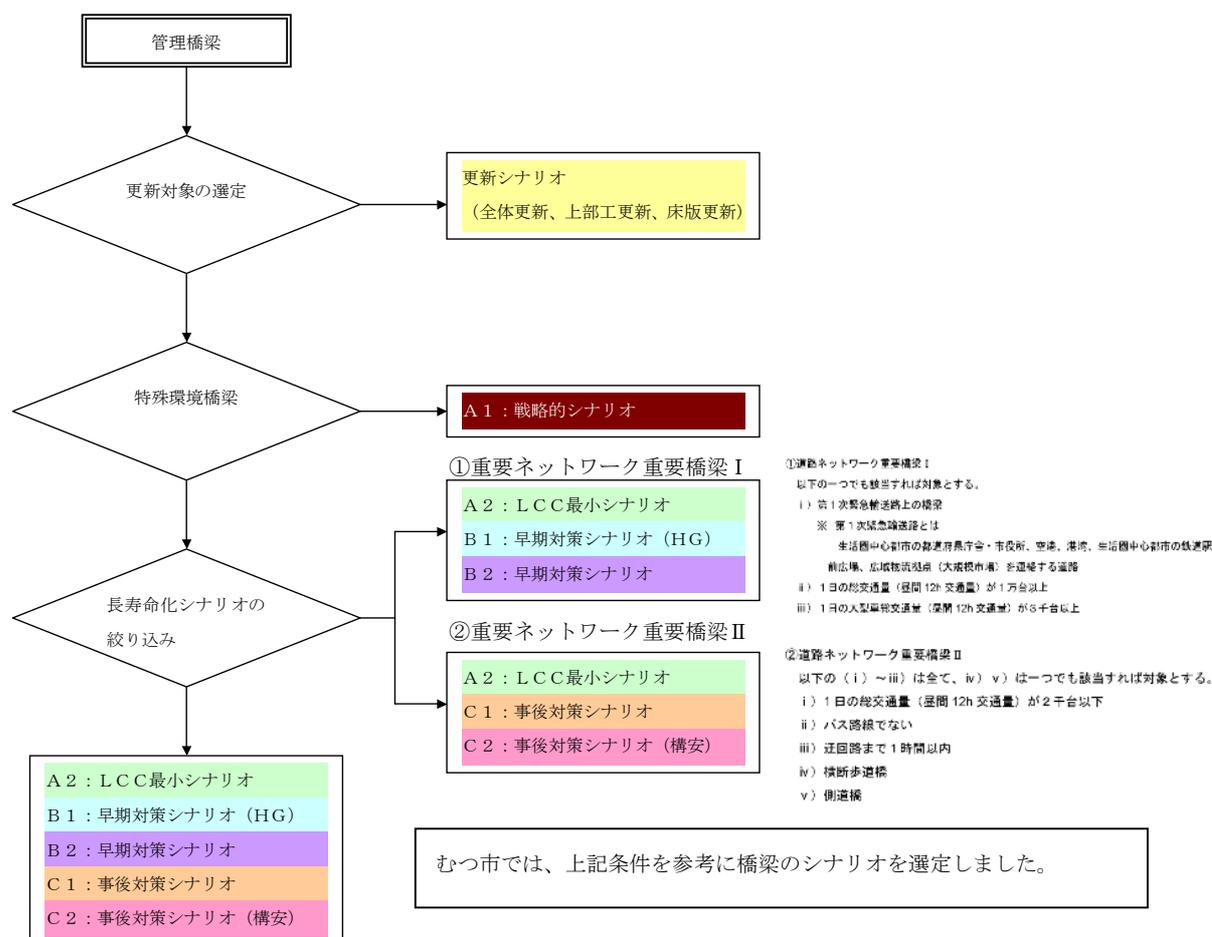
### (3) 更新対象の選定

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橋梁は、高価な補修工事を繰り返すよりも架け替える方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は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。

それ以外の橋梁は、A2およびB1～C2より適切なシナリオを選定します。



出典「橋梁アセットマネジメント支援システム説明書」

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、仕様、環境条件ごとに設定されています。

### ●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地域ごとの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。

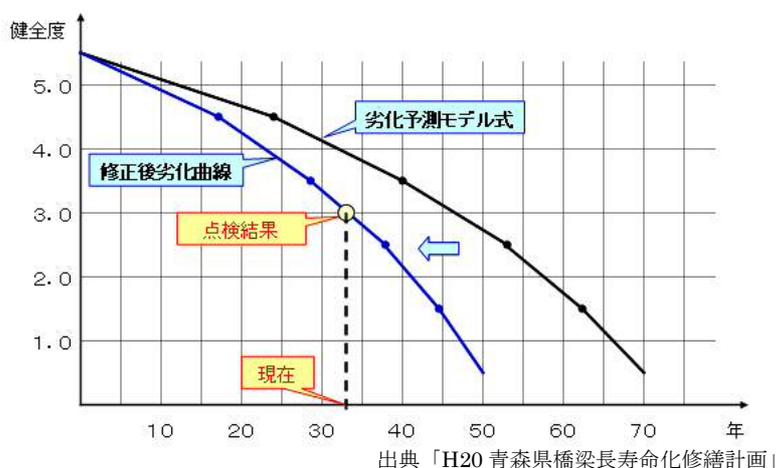
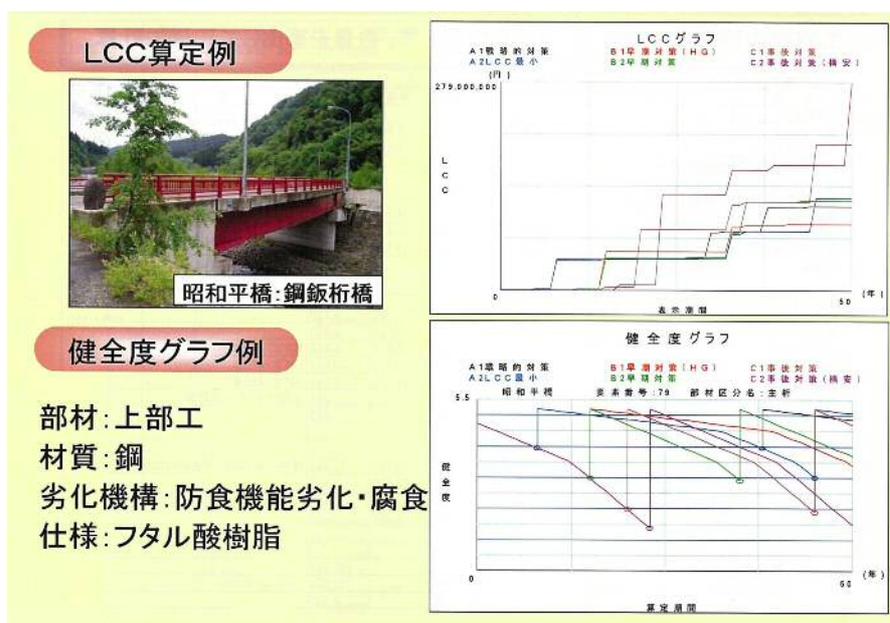


図 5-7 劣化予測式の自動修正

### ●LCC の算定

あらかじめ対策を実施する健全度を設定し、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、繰返し補修の LCC を算定することができます。

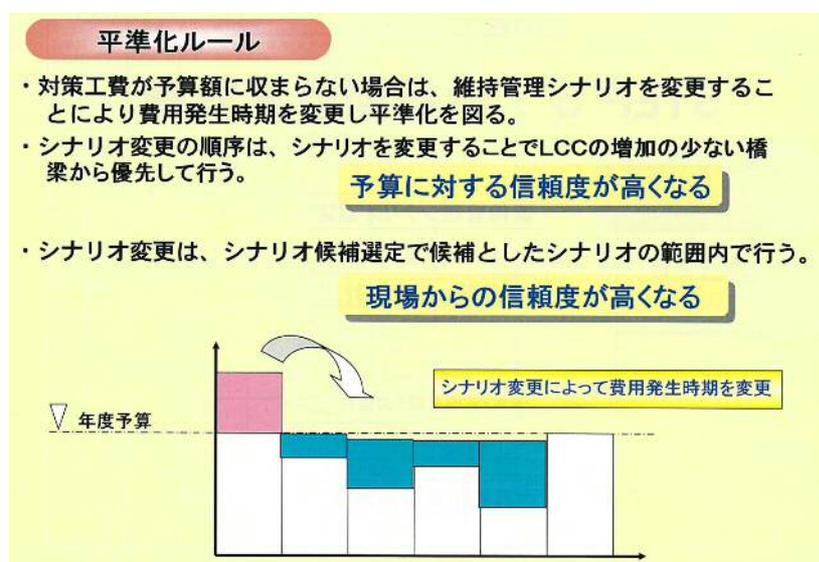


出典「橋梁点検技術研修会」

図 5-8 LCC 算定例・健全度グラフ例

## (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。



出典「橋梁点検技術研修会」

図 5 - 9 平準化ルール

### (7) シナリオ別 LCC 算定結果

- 図5-10は、維持管理シナリオごとに全橋梁のLCCを集計したものです。
- 個別の橋梁ごとに選定したシナリオの中で、最もコストのかかる場合のLCCは **52.0億円**、LCCが最小となる維持管理をした場合は **24.5億円** となり、その差額は **27.5億円** となりました。

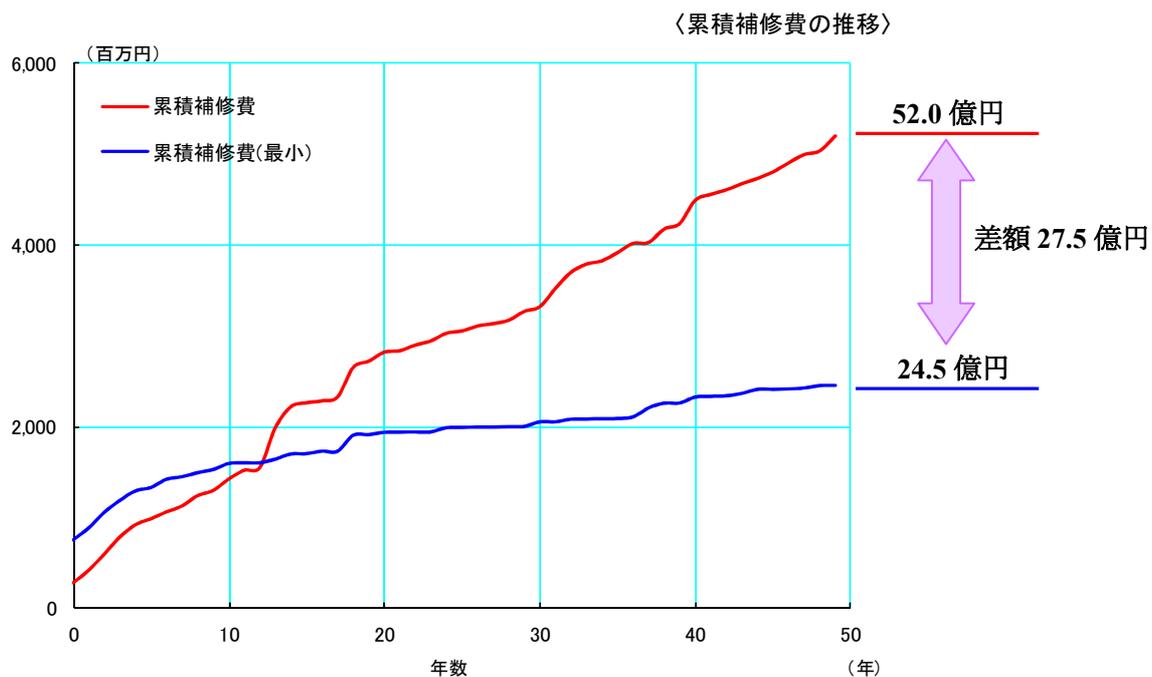


図5-10 全橋梁のLCC算定結果

(8) 予算シミュレーション

- 50年間LCCが最小となるシナリオを選択して、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5-11のとおりになりました。(LCC総額 **24.5億円**)

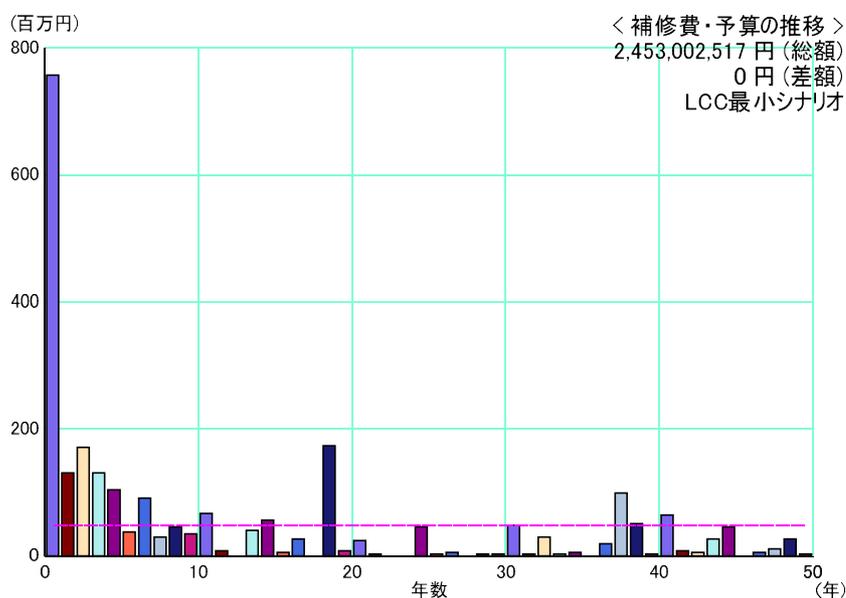


図5-11 50年間LCCが最小となるシナリオの組合せにおける補修費の推移

- 【むつ市の補修費に対する予算制約】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5-12に示すとおり、総額LCCは50年間で **24.6億円**となりました。

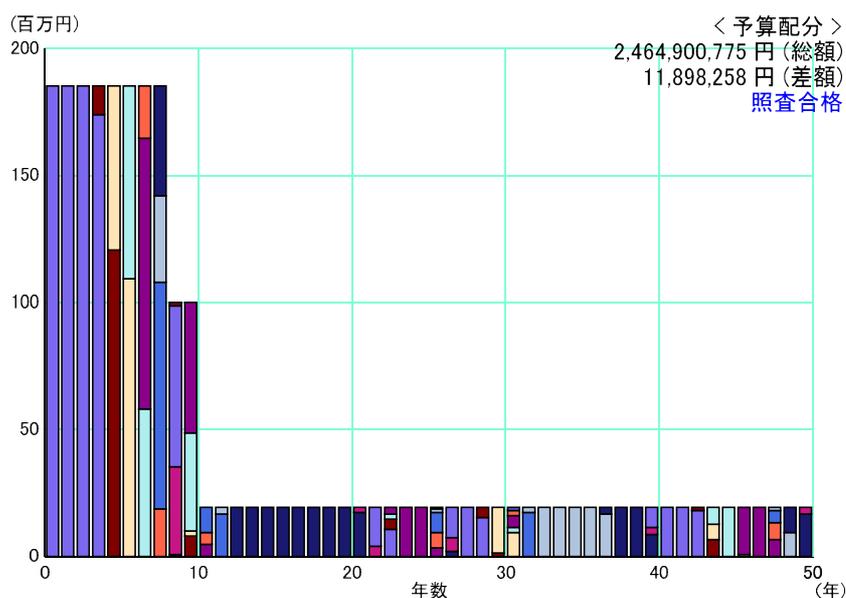


図5-12 予算制約を考慮した予算シミュレーション結果

- 予算シミュレーション（図5-11、12）前後で、シナリオ別橋梁数は表5-2に示すとおり変化しています。シミュレーション前ではA2シナリオが67橋でしたが、予算制約を踏まえたシミュレーション後ではA2シナリオが減少し、B1、C1のシナリオ数が増えました。

表5-2 予算制約の考慮によるシナリオ別橋梁数の変化

シナリオ	シミュレーション前の橋梁数	シミュレーション後の橋梁数
A1（戦略的対策シナリオ）	2	2
A2（LCC最小シナリオ）	67	64
B1（早期対策シナリオ「ハグレート」型）	2	4
B2（早期対策シナリオ）	—	—
C1（事後対策シナリオ）	0	1
C2（事後対策シナリオ構安型）	6	6
計	77	77

- 予算制約を受けましたが、補修費の先行投資をすることができたため修繕計画が最小累積補修費とほぼ同一金額となり、50年間の予算としては0.1億円増加して総額24.6億円となりました。

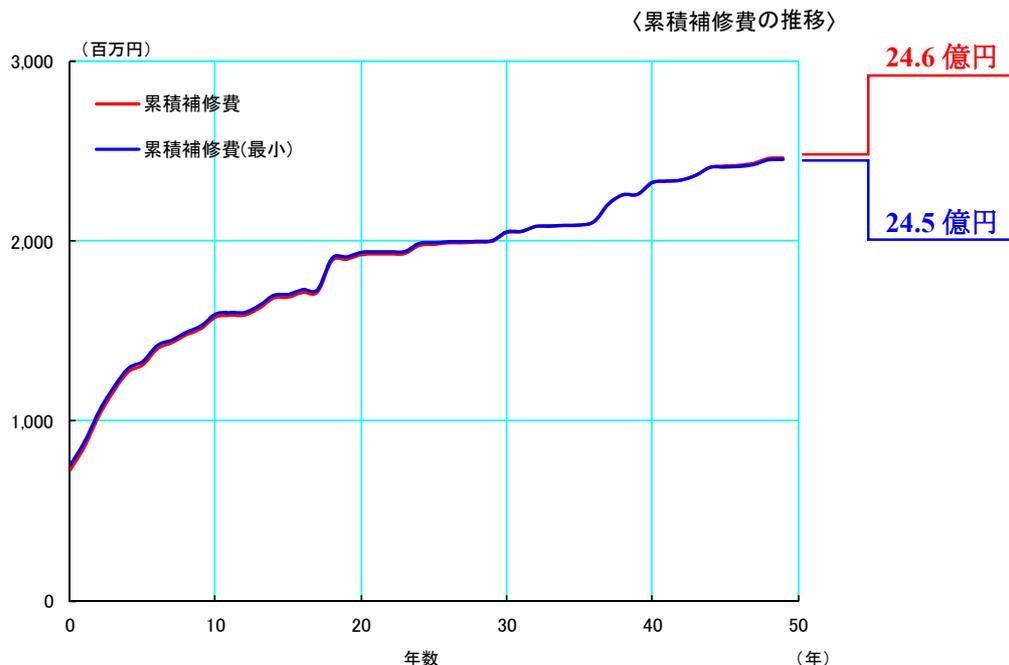


図5-13 予算シミュレーション前後の累計補修費の比較

## (9) 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 5-3 に示します。

表 5-3 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 26 年度	荒川橋：(上部工・下部工補修) ほか
平成 27 年度	石倉橋：(伸縮装置交換、防護柵塗装) ほか
平成 28 年度	関根橋：(上部工塗替、下部工補修) ほか
平成 29 年度	参道橋：(伸縮装置交換、上部工塗替) ほか
平成 30 年度	小沢橋：(伸縮装置交換、上部工・下部工補修) ほか
平成 31 年度	金谷 3 号橋：(伸縮装置交換、下部工補修) ほか
平成 32 年度	釜谷橋：(伸縮装置交換、下部工補修) ほか
平成 33 年度	深石橋：(上部工・下部工補修) ほか
平成 34 年度	上小倉平橋：(伸縮装置交換) ほか
平成 35 年度	せせらぎ橋：(伸縮装置交換) ほか

## 6. 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、50年間で約27.4億円のコスト削減が可能であると試算されました。

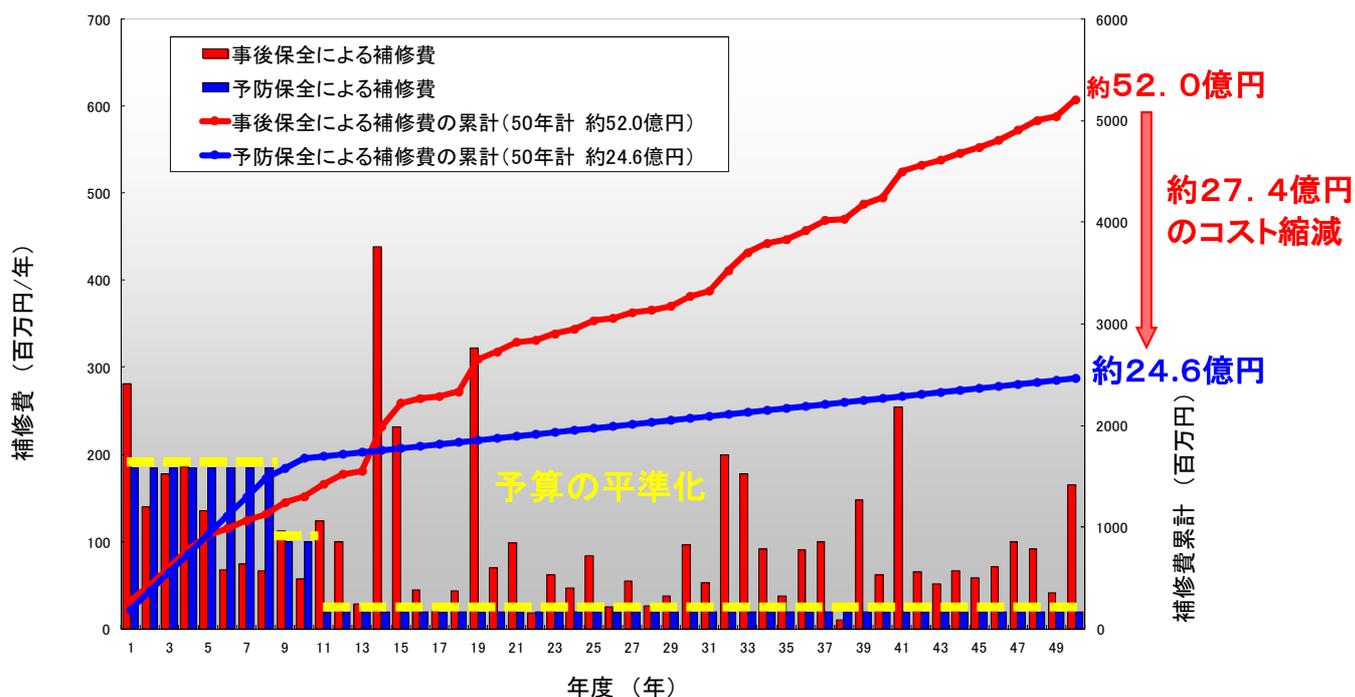


図6-1 橋梁のコスト削減効果

## 7. 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。

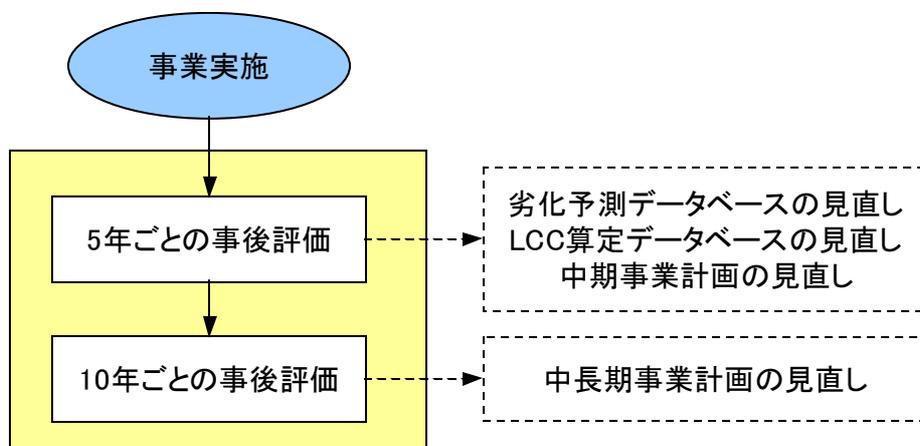


図7-1 事後評価

## 8. 橋梁長寿命化修繕計画策定に係る学識経験者の意見聴取

本計画は、学識経験者等の専門知識を有する方の意見を踏まえて策定しました。

【学識経験者】 長谷川 明 八戸工業大学 工学部 土木建築工学科 教授

【計画策定担当】 むつ市 建設部 土木課 土木グループ

### 意見聴取実施状況

