

青森県橋梁長寿命化修繕計画

10箇年計画



平成20年4月



青森県 青森県県土整備部 道路課

目 次

1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の背景	1
2. 青森県橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト	1
3. 青森県の橋梁を取巻く現状	2
3.1 大量更新時代の到来	2
3.2 橋梁の現況（橋梁数の内訳）	3
3.3 地理的特徴	4
3.4 近年の財政状況	6
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	8
5. 橋梁長寿命化修繕計画の策定	10
5.1 橋梁の維持管理体系	10
5.2 橋梁のグループ分け	11
5.3 Aグループ橋梁の維持管理	12
(1) 維持管理・点検	13
(2) 維持管理シナリオ	15
(3) 更新対象の選定	16
(4) 長寿命化シナリオの絞込み	16
(5) 健全度の将来予測とLCC算定	17
(6) 予算の平準化	18
5.4 Bグループ橋梁の維持管理	19
(1) 損傷度の判定	19
(2) 維持管理方針	19
(3) 中長期予算計画	19
6. 橋梁長寿命化修繕計画の概要	21
(1) Aグループ橋梁	21
(2) Bグループ橋梁	27
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	29
8. 事後評価	31
9. 橋梁長寿命化修繕計画策定委員会	32

1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の背景

青森県では、長期的な視点から橋梁を効率的・効果的に管理し、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、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し、平成18年3月には、橋長15m以上の橋梁を対象とした5箇年のアクションプラン（平成18年度～平成22年度）を策定して、現在、同計画に基づき事業を実施しているところです。

その後、橋長15m未満の橋梁に関しても点検が完了したことをうけ、県が管理する全ての橋梁を対象とした「橋梁長寿命化修繕計画（10箇年計画：平成20年度～平成29年度）」を策定いたしました。

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. 青森県橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト

青森県は、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。

☆ 県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

これまで県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、県民の生活に支障をきたすことが想定されます。

本県としては、来るべき大量更新時代に向けて、今後とも県民の安全・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

そこで、本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、社会資本の新たな維持管理の手法として、「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現します。

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. 青森県の橋梁を取巻く現状

3.1 大量更新時代の到来

本県は橋長15m以上の橋梁を779橋、橋長15m未満の橋梁及び横断歩道橋を含めると、2,261橋に上る橋梁を管理しています。このうち、橋長15m以上の橋梁の架設年度の分布状況を見てみると、図3-1に示すとおり、高度経済成長期（1955年～1972年）の後期以降に集中しています。また、図3-2、図3-3に示すとおり、建設後50年以上を経過する橋梁の割合は、現在では5%程度ですが、30年後には70%近くに達することから、近い将来において大量更新時代が到来することが予測されます。

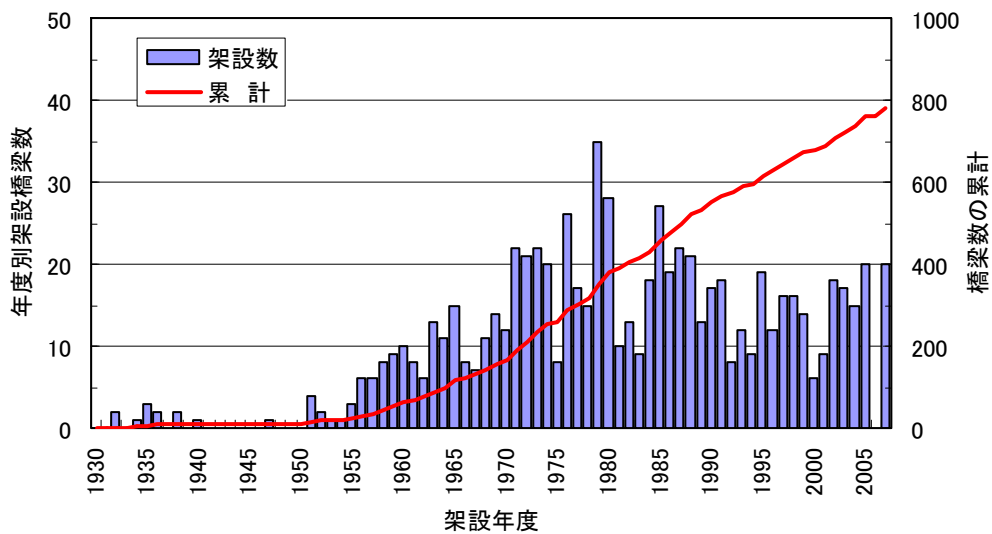


図 3-1 橋梁の架設年度の分布（橋長15m以上）

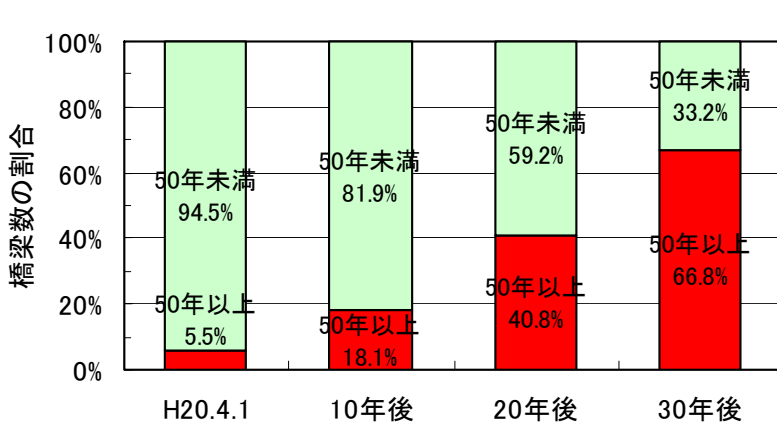


図 3-2 建設後50年以上の割合
(橋長15m以上)

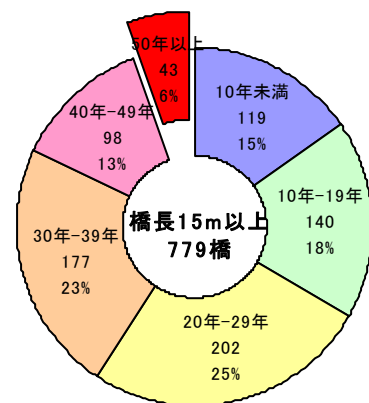


図 3-3 建設後経過年数別の割合
(橋長15m以上)

3.2 橋梁の現況（橋梁数の内訳）

現在、青森県が管理している橋梁数は2,261橋です。このうち、橋長15m以上の橋梁は779橋、橋長15m未満の橋梁は1,457橋、横断歩道橋は25橋です。

表 3-1 橋梁数の内訳

	県全体	東青	中南	三八	西北	上北	下北	鱒ヶ沢
橋長15m以上	779	132	174	81	66	139	100	87
橋長15m未満	1457	299	286	100	228	192	189	163
横断歩道橋	25	4	2	8	2	7	2	0
合計	2261	435	462	189	296	338	291	250

構造形式は、橋長15m以上の橋梁では鋼橋とコンクリート橋がほぼ半分ずつ、橋長15m未満の橋梁ではほとんどがコンクリート構造で、そのうちボックスカルバート形式が3割近くを占めています。

※横断歩道橋はすべて鋼橋

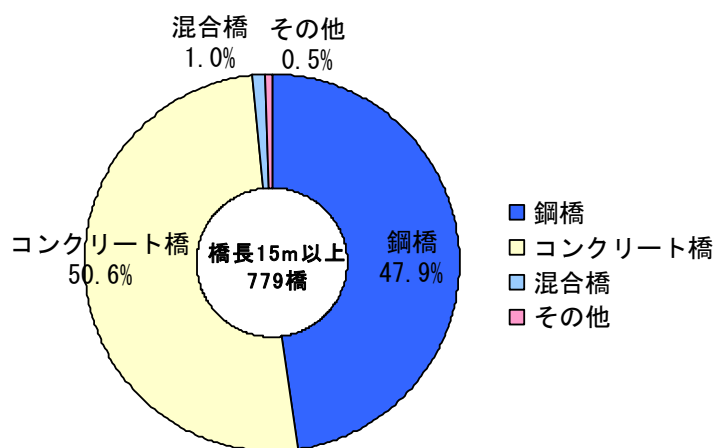


図 3-4 橋長15m以上 構造形式別割合

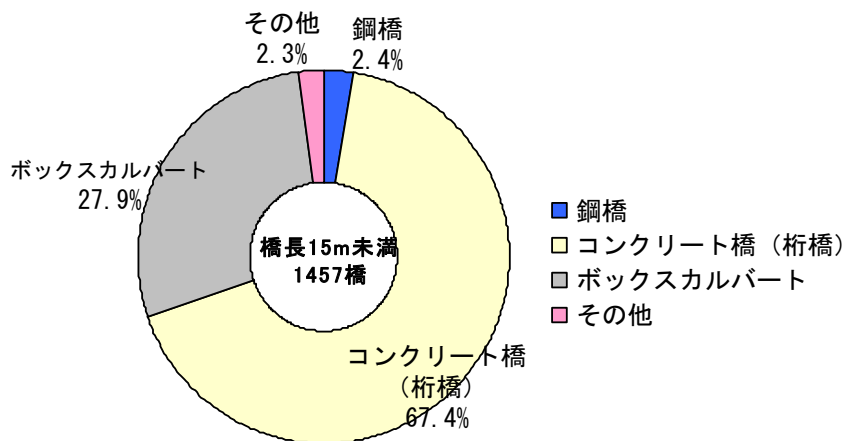


図 3-5 橋長15m未満 構造形式別割合

3.3 地理的特徴

青森県は、本州の最北端に位置し、中央には陸奥湾を抱き、北に津軽海峡、東に太平洋、西に日本海と三方を海に囲まれており、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、沿岸部では海から飛来する塩分によりコンクリート構造物の塩害²が見うけられます。また、奥羽山脈西側では積雪が多いことから、凍結防止剤が散布され、その影響による塩害が見うけられ、太平洋岸では乾燥した冷たい空気が吹きつけてコンクリートの凍害³を引き起こすなど、橋梁にとっては非常に厳しい環境にあります。



図 3-6 青森県の地理的特徴

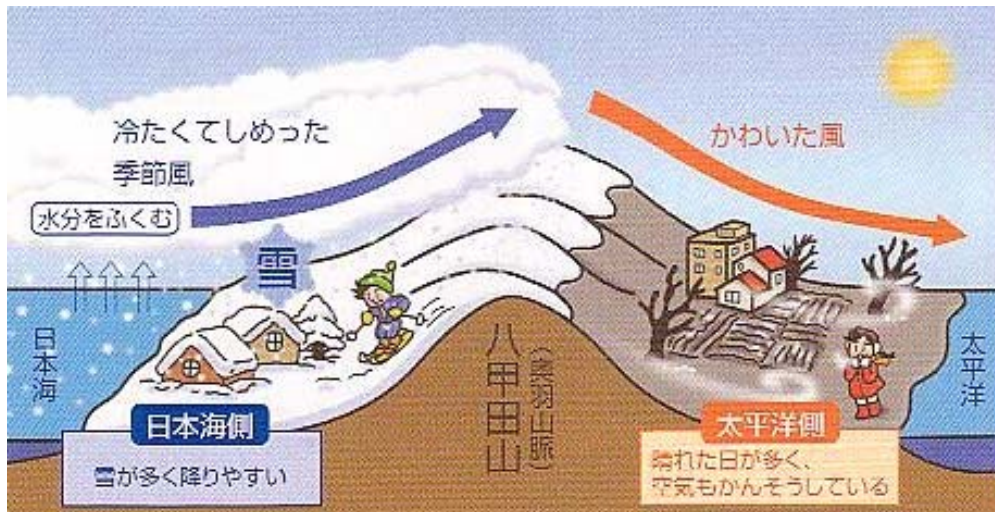


図 3-7 青森県の気候

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、コンクリートを破壊させる劣化現象



海からの飛来塩分でPCケーブルが腐食し、主桁下面に大きなひび割れが発生しています。

図 3-8 日本海側の塩害を受けた橋梁



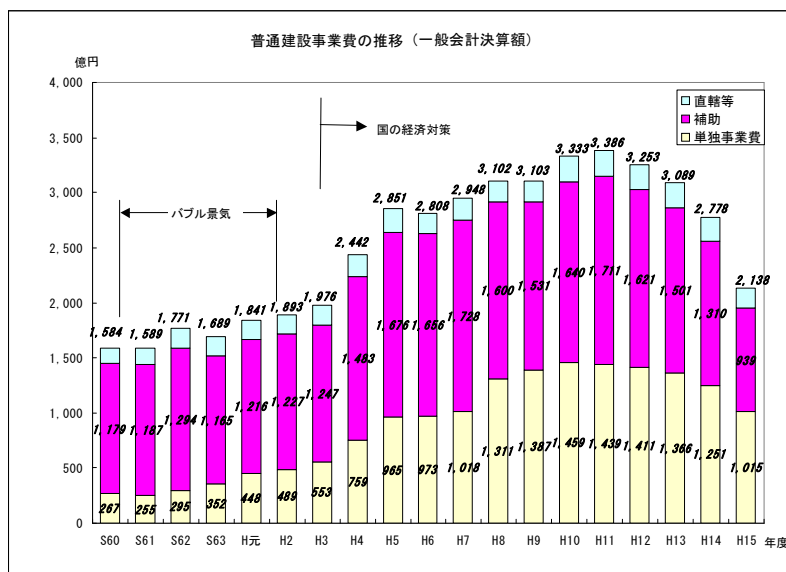
冬期間の凍結融解作用で、主桁下面のかぶりコンクリートが剥がれ、一部鉄筋が露出しています。

図 3-9 太平洋側の凍害を受けた橋梁

3.4 近年の財政状況

橋梁アセットマネジメントへの取組みを開始した平成16年当時、本県の財政状況は、公共投資（普通建設事業費）がピーク時の約3分の2となるなど、減少傾向にありました。

さらに、平成15年11月に策定された「財政改革プラン」では、平成20年度には投資的経費が平成15年度当初比で40%の削減となるなど、非常に厳しい財政状況となっていました。



財政改革プラン

投資的経費の削減

平成20年度には
平成15年度当初比

40%削減

図 3-10 橋梁アセットマネジメントシステム構築前の普通建設事業費の推移

また、平成16年度時点での橋梁関係予算は、図 3-11 に示すとおり、橋梁管理費が特に少ない状況にありました。

アセットマネジメントの効果を最大に活かすためにも、橋梁関係予算の必要額の確保は重要であり、将来にわたるLCCの最小化を前提としてシミュレーションを行い、その必要額を定めていくことが今後ますます重要となってきます。

- ・ 橋梁新設費 約13億円/年（補助+県単）※バイパス橋梁は除く
- ・ 橋梁補修費 約8億円/年（補助+県単）※補助は耐震補強のみ
- ・ 橋梁管理費 約2億円/年（県単）

図 3-11 平成16年度時点の橋梁関係予算

さらに、本県の場合、事業費に占める補助金の割合が大きく、国の三位一体改革による補助金の削減が進められる中においては、平成16年度から改定された交付金事業の積極的な活用などにより、事業費の確保を図っていくことが重要と言えます。

【参考】 荒廃するアメリカの教訓

1970年代半ばから1980年代初めのアメリカは、2度にわたる石油危機の中、経済成長率が鈍化し、貿易赤字と財政赤字のダブルの赤字を抱え停滞していました。地方財政も逼迫し、大胆な公共投資の削減が行なわれ、道路投資も1968年以降減少の一途をたどり、1979年には1968年のほぼ半分の水準まで減少しました。

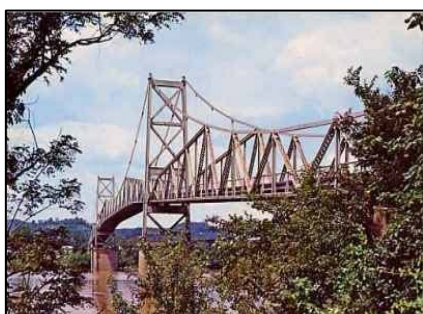
その結果、道路構造物の老朽化に対応できず、「荒廃するアメリカ」と呼ばれる道路ストックの荒廃を招き、悪路や欠陥橋梁の増加によって、道路の機能が著しく低下し、アメリカ経済はなお一層悪化しました。

1981年当時の記事を拾えば、「スペースシャトルもいいが高速道路や鉄道が危ない」という見出しで、「橋はグラグラ、鉄道は脱線。ハイウェイは穴だらけ…アメリカ経済を支える基本的な公共投資は今やほとんどガタガタ」とか、立花隆氏は、「ニューヨークの市内の道路には150万箇所の穴ぼこがあり、今のペースで更新すれば150年かかる、設備更新のための投資を怠っているのは、そこに短絡的利益優先主義があるからだ」と指摘されています。挙句の果てには、「ブルックリン橋で、錆びたケーブルが突然落下し、日本人のカメラマンを直撃して死亡」という痛ましい事故の記事もあります。

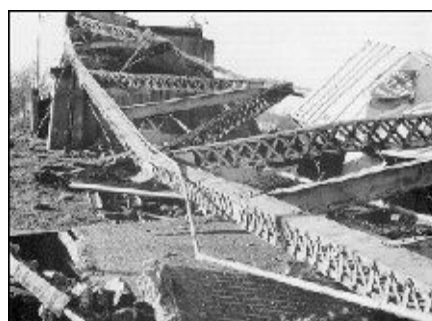
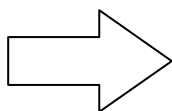
この危機を訴えたのは地方議会の人たちで、「これ以上社会資本整備を停滞させると、アメリカ経済は二度と立ち上がれなくなる」と訴え、その主張を連邦政府も受け入れました。その結果、1983年以降、道路の機能の改善を図るため、停滞する経済の中で、前年に制定した交通支援法に基づき、ガソリン税率を引き上げることによって財源を確保し、道路投資額を拡充しました。道路投資の拡充、道路ストックの改善とともに、1980年代後半からアメリカ経済も回復傾向を示したのは、歴史の示すところ⁴です。

「荒廃するアメリカ」と言われた1980年代当時のアメリカでは、架設後40年以上の橋梁の割合は37%でした。これを本県にあてはめてみますと、架設後40年を経過する橋梁の割合は現時点では19%ですが、2016年度（平成28年度）には37%を超え、「荒廃するアメリカ」と同じ状況に近づきます。

この「荒廃するアメリカ」の教訓は、「荒廃する青森」としないため、県民の安全・安心な生活を確保するためにも、アセットマネジメントを導入した効率的・効果的道路ネットワークの維持管理が必要であることを示唆しています。



シルバー橋（崩壊前）



崩壊後

⁴ [北橋建治著「21世紀の社会資本整備の課題と展望：これでいいのか わが国土」より抜粋]

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。

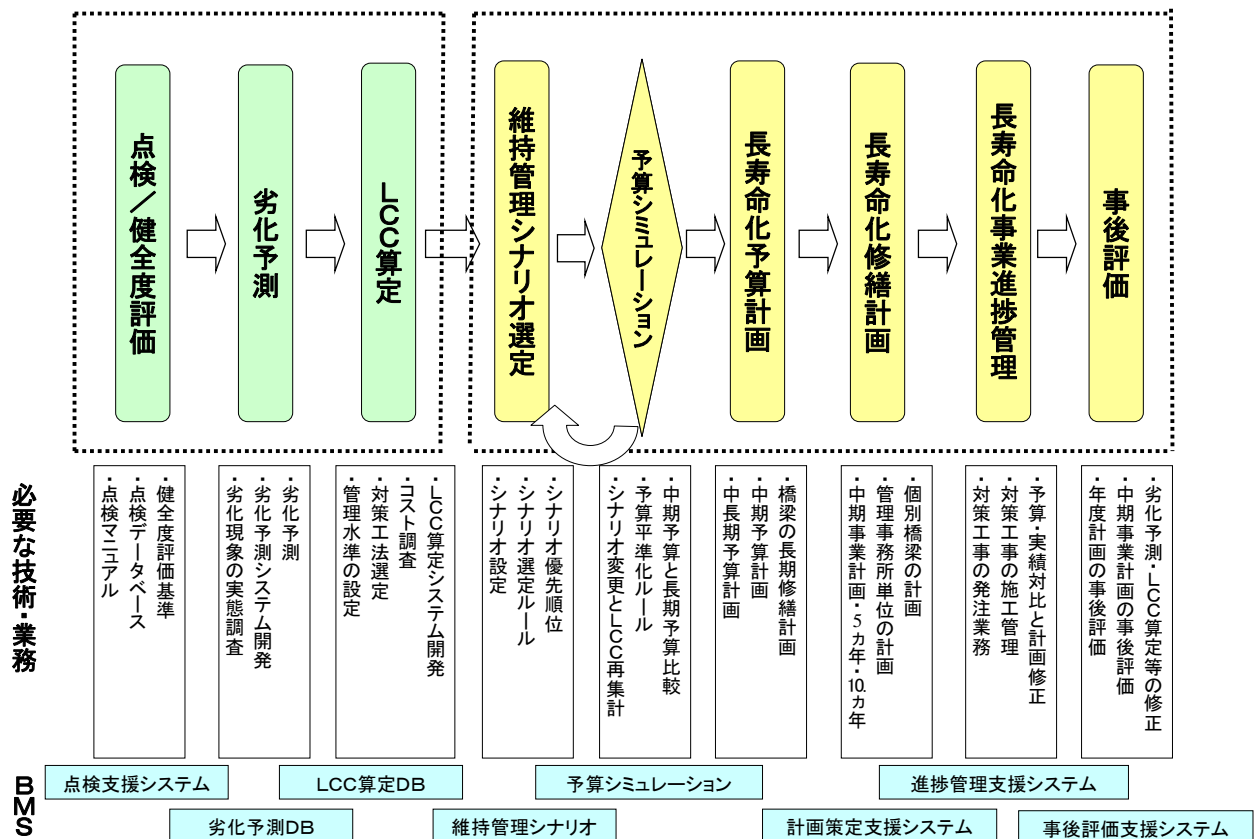


図 4-1 橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー

ところが、全橋梁数の64%を占める橋長15m未満の橋梁については、その数が1,457橋と多いことから、上記の基本フローに示す「定期点検・劣化予測・LCC算定・予算シミュレーション・データベース管理」といった管理手法を取り入れると一橋あたりの管理コストが高くなります。一方、橋長15m未満の橋梁は平均橋長が5mと短いために一橋あたりのLCCが小さく、上記のような管理手法を駆使して得られるLCC縮減効果が小さくなりますので、高い管理コストに見合うLCC縮減効果が得られません。

そこで、橋梁アセットマネジメント長期戦略である「長寿命化による維持更新コストの削減」と「老朽橋梁の計画的更新」を踏襲した上で、小型橋梁に適した効率的な維持管理手法として、日常管理（日常点検・維持工事）を主体とする維持管理を行うこととしました。

したがって、橋長15m未満の橋梁については、図 4-2 に示す基本フローにしたがって長寿命化修繕計画を策定します。

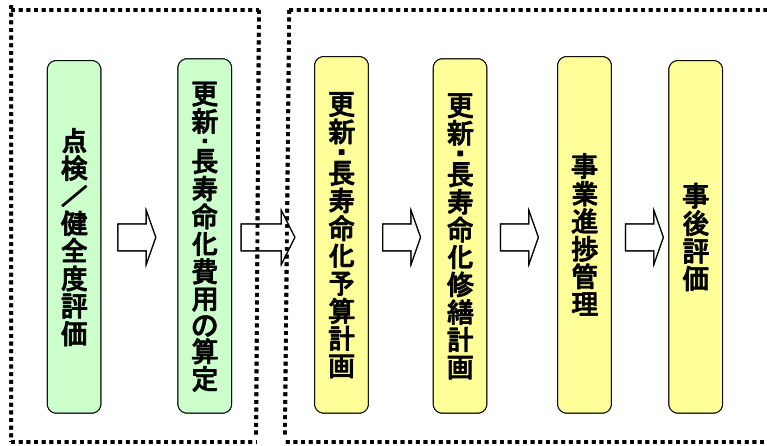


図 4-2 橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー（橋長15m未満の橋梁）

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

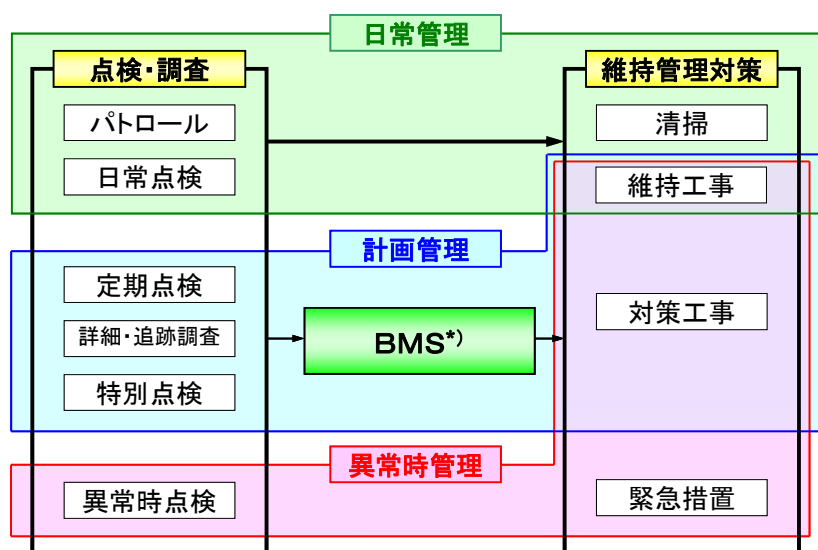
橋梁の維持管理は、その業務内容から「点検・調査」と「維持管理・対策」に大別されます。

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および構造安全性の確保を目的として、パトロール、日常点検、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。



*)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 橋梁のグループ分け

- 橋長15m未満の橋梁については、維持管理手法を簡素化して効率的な維持管理を行うことを前提に、橋梁を以下のA、Bの2グループに分類して管理します。なお、橋長15m未満の鋼橋および横断歩道橋については、塗装の塗り替えなどの定期的な管理により長寿命化を図る必要があることから、橋長15m以上の橋梁と同様の維持管理手法を適用するAグループに分類しました。

◆Aグループ：橋長15m以上の橋梁、橋長15m未満の鋼橋および横断歩道橋
◆Bグループ：橋長15m未満のコンクリート橋

- Aグループ橋梁、Bグループ橋梁それぞれにおいて、長寿命化橋梁と計画的更新橋梁に分類します。
- Aグループ橋梁は、定期点検・劣化予測・LCC算定・予算シミュレーションを行います。対策工事として、長寿命化対策工事または計画的更新工事を行い、計画的更新工事の後は予防保全による長寿命化を行います。
- Bグループ橋梁は、小規模な橋梁が多数を占めることから、定期点検・劣化予測・LCC算定・予算シミュレーションを行わず、簡素化して管理コストの低減を図ります。橋梁の損傷度は日常点検（一次・二次）において評価します。

表 5-1 橋梁のグループ分け

		Aグループ橋梁		Bグループ橋梁	
構造区分		・橋長15m以上の橋梁 ・橋長15m未満の鋼橋 ・横断歩道橋		・橋長15m未満のコンクリート橋	
橋梁数		839橋		1,422橋	
管理区分		長寿命化橋梁	計画的更新橋梁	長寿命化橋梁	計画的更新橋梁
維持管理方針		予防保全を取り入れて長寿命化を図る	更新を前提とした管理を行い、更新後は、予防保全を取り入れて長寿命化を図る	予防保全を取り入れて長寿命化を図る	更新を前提とした管理を行い、更新後は、予防保全を取り入れて長寿命化を図る
点検	日常点検	○	○	○	○
	定期点検	○	○	×	×
	異常時点検	○	○	○	○
劣化予測		○	○	×	×
LCC算定		○	○	×	×
維持工事		○	○	○	○
長寿命化対策		○	○更新後	○	○更新後
更新計画		×	○	×	○

5.3 Aグループ橋梁の維持管理

Aグループ橋梁は、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。

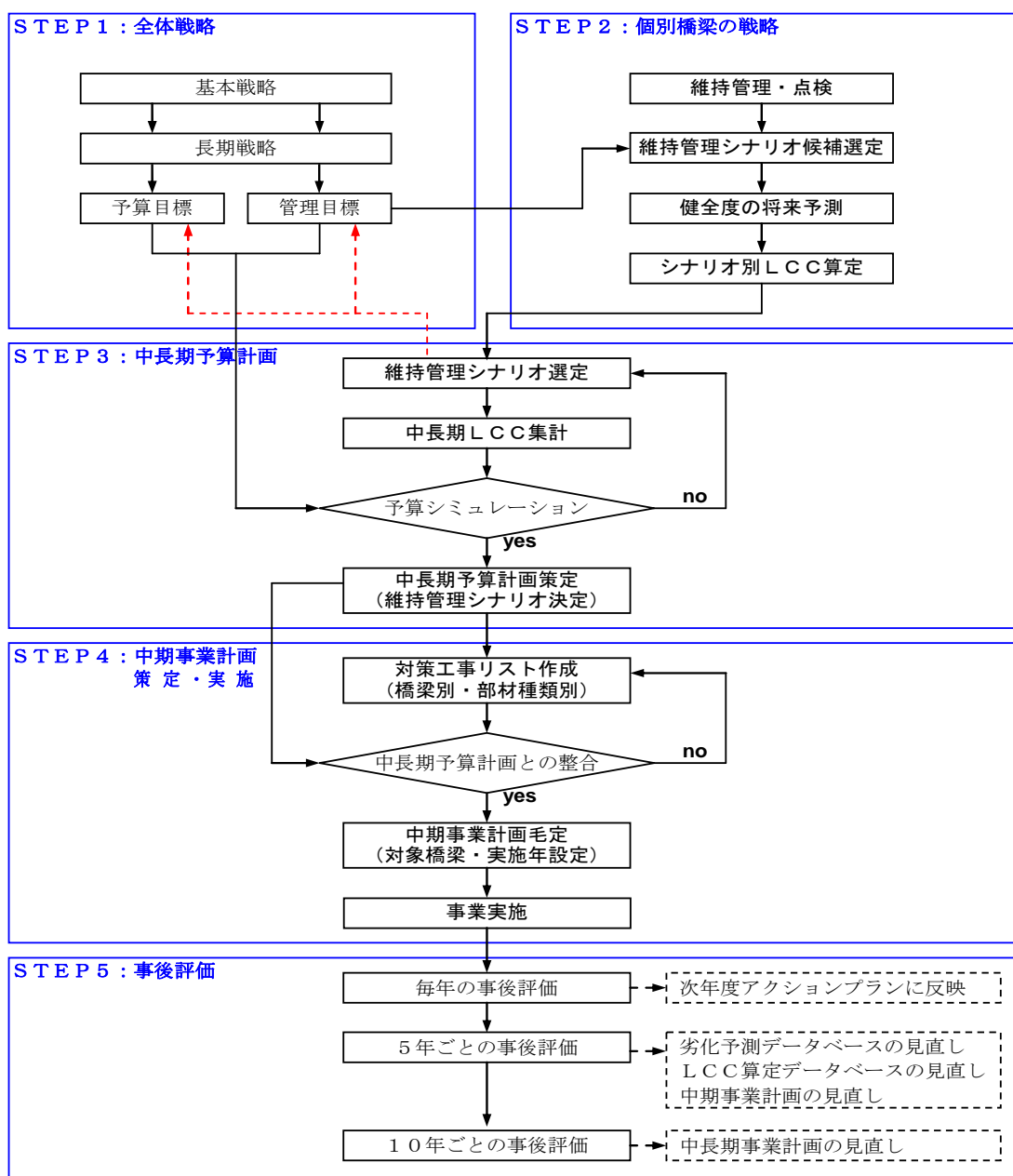


図 5-2 BMSを用いたブリッジマネジメントのフロー

(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なうための「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。

● 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。

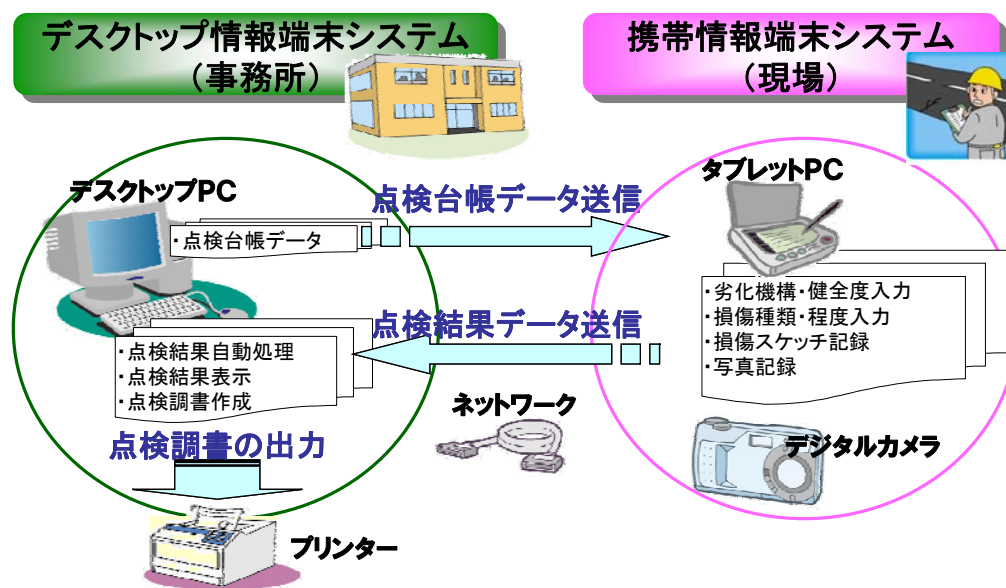


図 5-3 橋梁点検支援システム

● 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 5-2 に示します。

表 5-2 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 5-4 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。

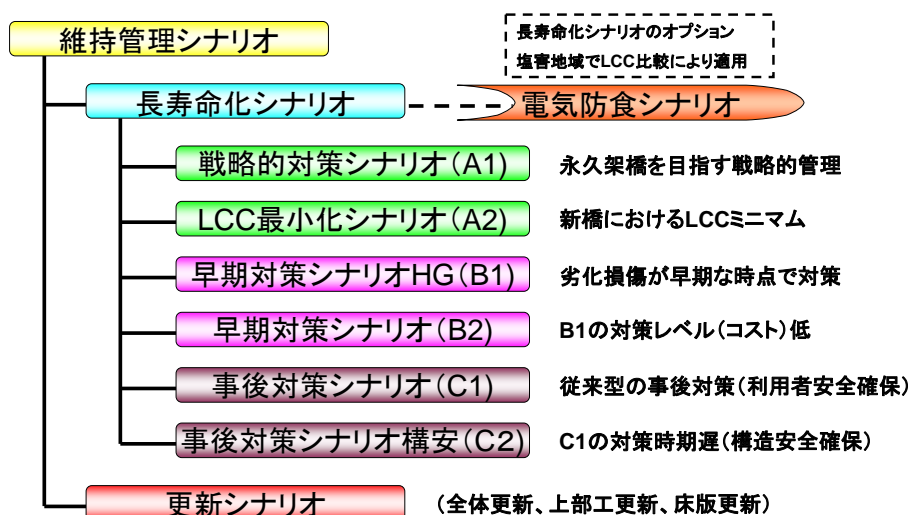


図 5-5 維持管理シナリオ

- 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。
- L C C最小化シナリオ (A2)

新設橋梁の維持管理を想定した場合に、部材種類ごとにL C C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)

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出始める前に、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)

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。

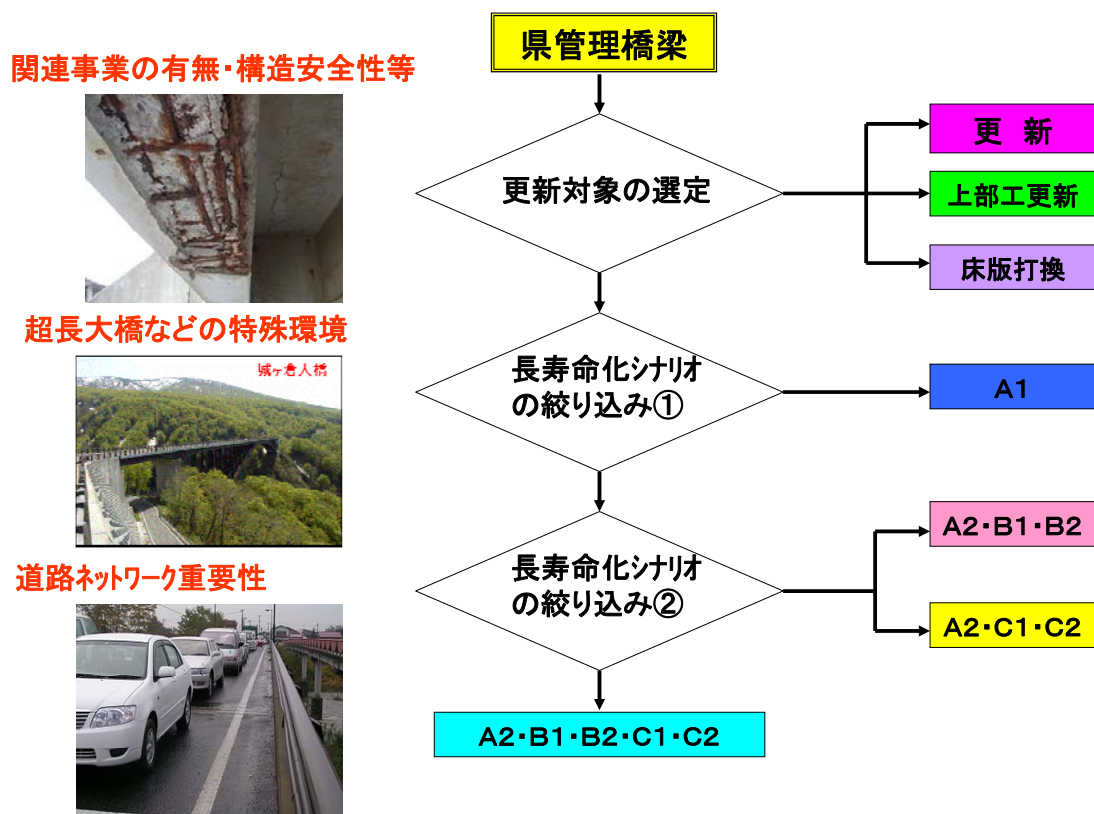


図 5-6 維持管理シナリオ候補の選定フロー

(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、仕様、環境条件ごとに設定しました。

例)部材:上部工
材質:鉄筋コンクリート
劣化機構:塩害
仕様:被覆なし

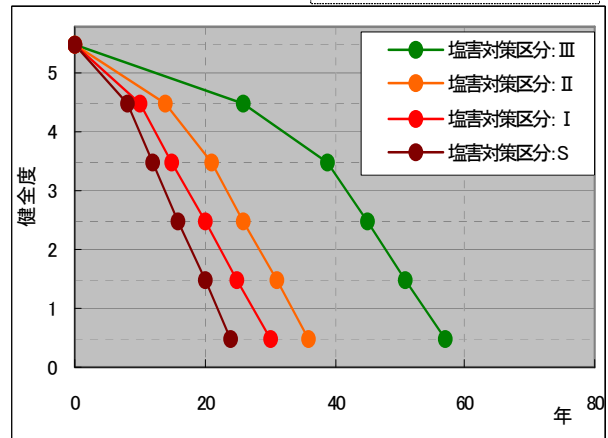


図 5-7 劣化予測式の例 (塩害)

● 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。

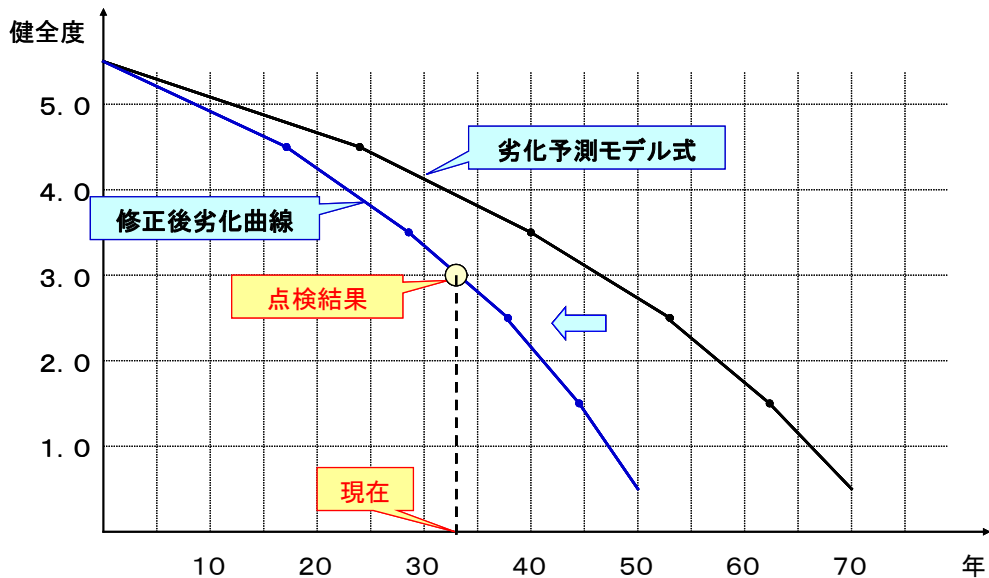


図 5-8 劣化予測式の自動修正

● LCCの算定

あらかじめ対策を実施する健全度（「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）。

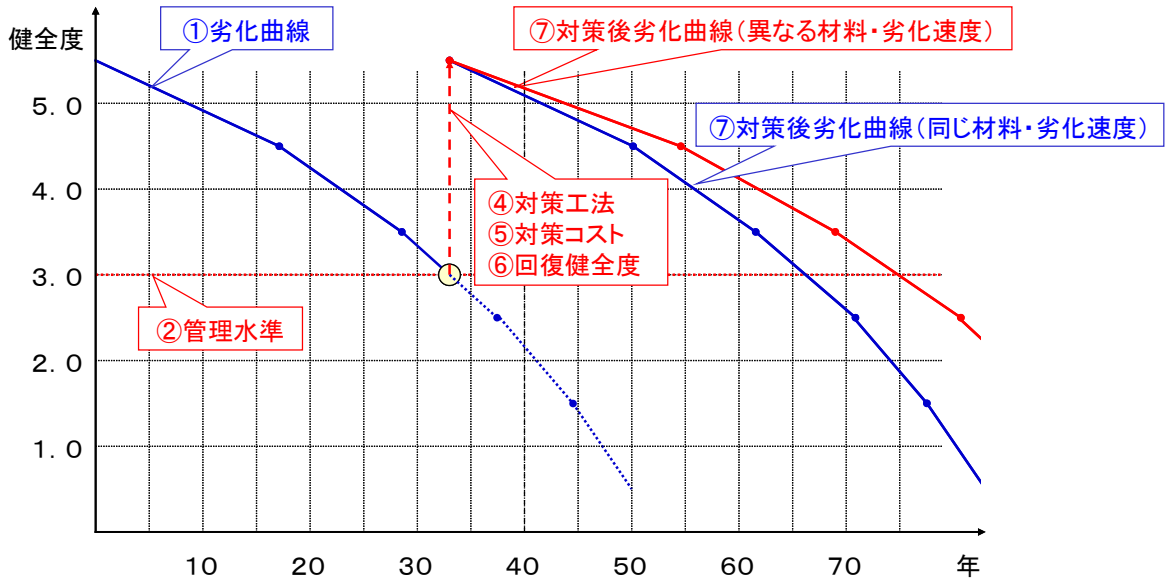


図 5-9 LCC算定

(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。

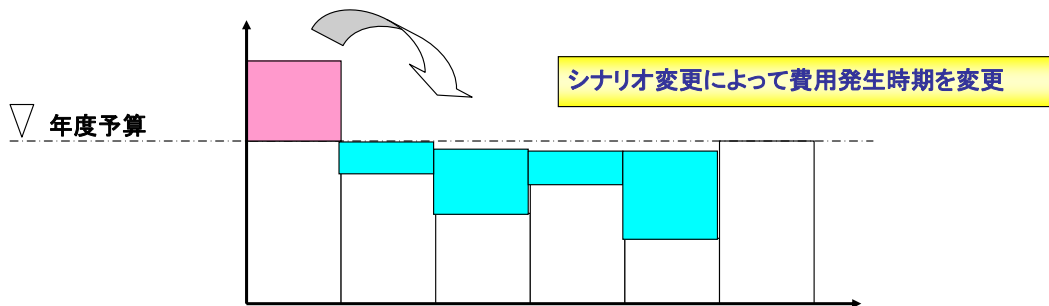


図 5-10 予算の平準化

5.4 Bグループ橋梁の維持管理

Bグループ橋梁は小規模橋梁が多数を占めることから、定期点検・劣化予測・LCC算定・予算シミュレーションを行わず、日常点検において損傷度を判定し、損傷度判定結果に基づいて長寿命化橋梁と計画的更新橋梁に分類を行います。

(1) 損傷度の判定

- 損傷度の判定は、表 5-3 の損傷度判定基準に基づいて行います。
- Bグループ橋梁は橋長 15 m 未満のコンクリート橋またはボックスカルバートであるため、高欄・防護柵、地覆、上部工、下部工の 4 つの部材・部位をそれぞれ一つの評価単位とします。
- Bグループ橋梁に対しては維持管理シナリオを設定せず、損傷度に応じた対応方針に基づき維持管理を行います。

表 5-3 Bグループ橋梁損傷度判定基準

損傷度	定義・状態
損傷度 5	損傷が見られない状態
損傷度 4	軽微な損傷が見られる状態（経年劣化以外の損傷も含む）
損傷度 3	損傷があり、部材耐荷力が一部損なわれているが、構造安全性は確保されている状態（上部工の場合は、外縁部のみが損傷している状態）
損傷度 2	損傷があり、部材耐荷力が損なわれていて構造安全性が低下している状態（上部工の場合は、橋軸直角方向中央部に損傷がある状態）
損傷度 1	損傷が著しく、部材耐荷力が著しく損なわれて、構造安全性が著しく低下している状態

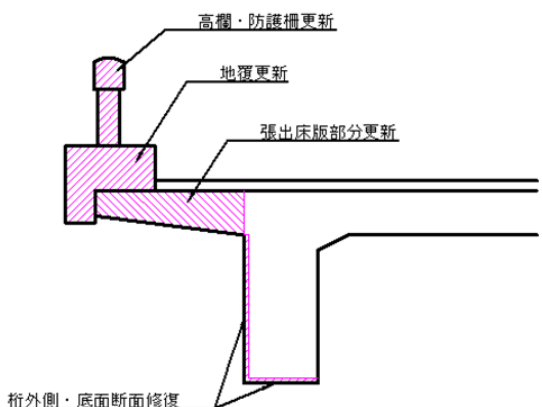
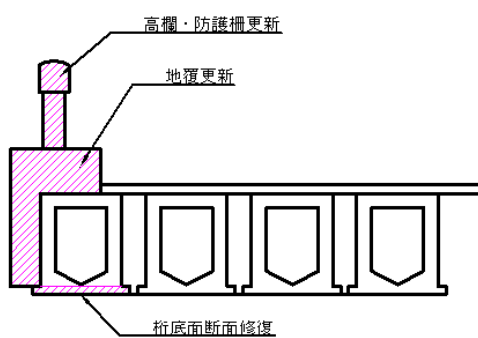
(2) 維持管理方針

- 損傷度 1・損傷度 2 と評価された部材は、更新を前提として維持管理します。
- 損傷度 3・損傷度 4・損傷度 5 と評価された部材は、長寿命化を前提として維持管理します。
- 塩害地域にある橋梁については、損傷度 3 と評価された部材・部位でも、更新を前提として維持管理をする場合があります。表 5-4 は、上部工の維持管理方針を示したものです。

(3) 中長期予算計画

- 中長期予算計画策定にあたっては、計画的更新橋梁については、損傷度 1 の橋梁を優先して更新計画を策定し、次に損傷度 2 の橋梁の更新を計画します。
- 長寿命化前提の橋梁については、損傷度 5 や損傷度 4 の橋梁の予防保全を優先して長寿命化対策を計画します。
- Bグループ橋梁については、劣化予測を行わないことから、日常管理において損傷の進行度合いを観察し、必要に応じて対策の順序を変更します。

表 5-4 (例) 上部工の維持管理方針

	対応方針	対象
損傷度 1	更新前提	上部工全体
損傷度 2	更新前提	上部工全体
損傷度 3	○塩害地域 更新前提	上部工全体
	○上記以外 ・外側部だけに損傷のあるもの RC 桁橋⇒張り出し床版を部分更新＋桁外側面と底面を断面修復＋地覆・高欄防護柵更新  PC 床版橋⇒外側面と底面を断面修復＋地覆・高欄防護柵更新 	外側部分のみ
損傷度 4	○塩害地域 軽微な損傷に対して長寿命化対策（部分断面修復） ＋表面保護	部分断面修復 ＝橋面積の 10% 表面保護＝上部工全体
	○上記以外 軽微な損傷に対して長寿命化対策（部分断面修復）	橋面積の 10%
損傷度 5	○塩害地域 損傷がない時点で表面保護による予防対策	上部工全体
	○上記以外 対策しない	—

6. 橋梁長寿命化修繕計画の概要

(1) Aグループ橋梁

i) 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を集計したものです。
- 全橋梁を事後対策シナリオ(C2)で維持管理した場合の50年間のLCCは1,250億円、LCC最小シナリオ(A2)で維持管理した場合の50年間のLCCは705億円となり、その差額は545億円となりました。

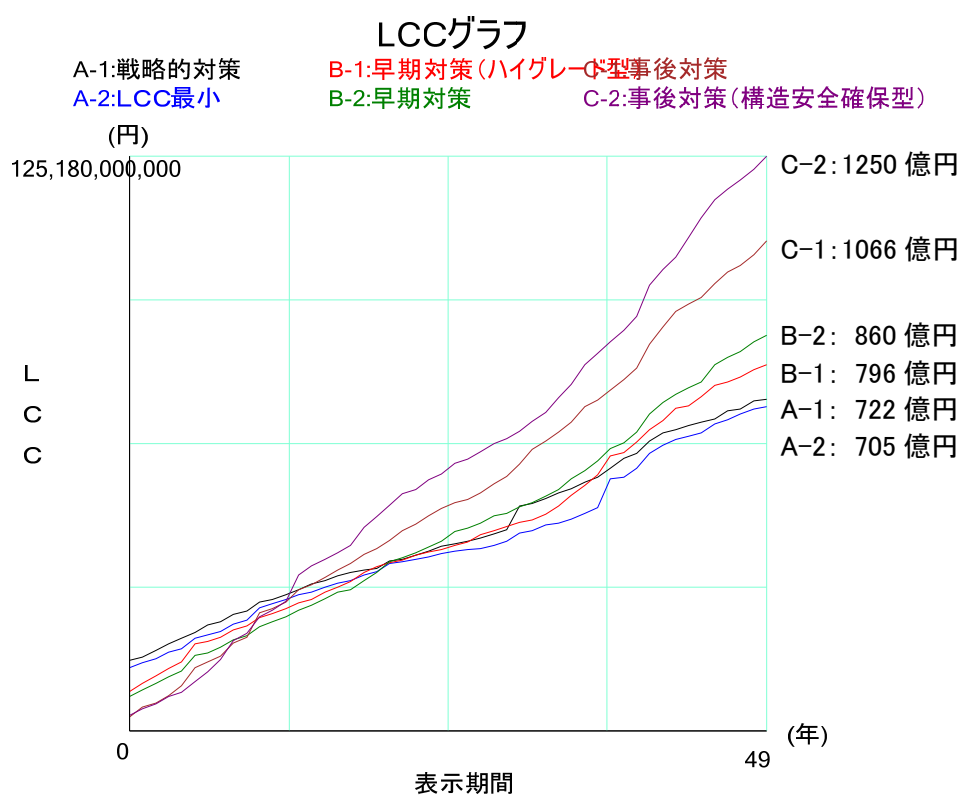


図 6-1 シナリオ別LCC算定結果

ii) 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695億円)

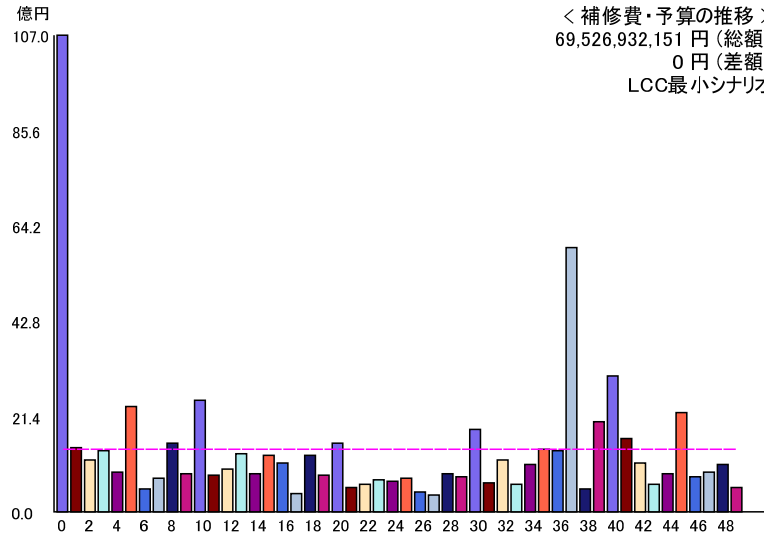


図 6-2 50年間LCCが最小となるシナリオの組み合わせにおける補修費の推移

- 平成18年からスタートしたアクションプラン（5箇年計画）の平成20・21・22年の予算計画を踏襲したものを予算制約（平成20年＝30.5億円、平成21年＝26.0億円、平成22年＝26.0億円、平成23年以降は一定予算）とし、「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745億円となりました。

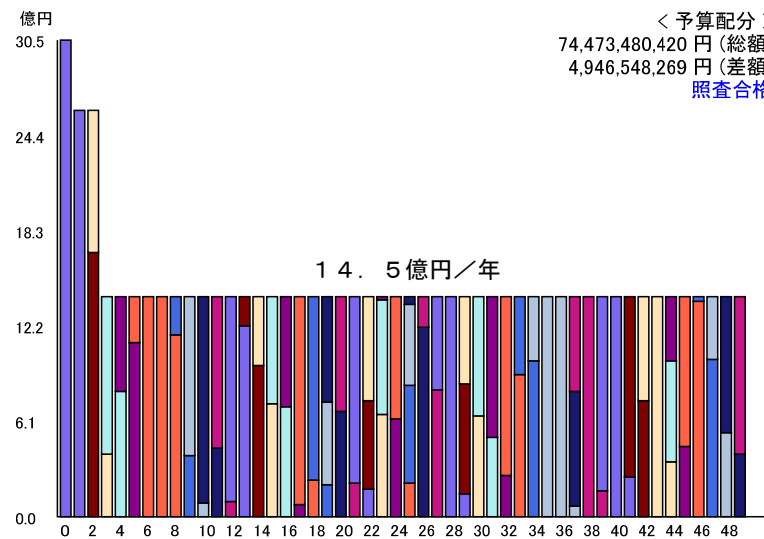


図 6-3 予算制約を考慮した予算シミュレーション結果

- 予算シミュレーション（図 6-3）の前後で、シナリオ別橋梁数は表 6-1に示すとおり変化しています。LCCが最小となるシナリオを選定した時点では、A 2シナリオが圧倒的に多かったのですが、初期の予算額を制約したために、A 2シナリオが減り、B 1・B 2・C 1・C 2のシナリオ数が増えました。

表 6-1 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
A 1	12	12
A 2	622	383
B 1	90	187
B 2	41	68
C 1	54	157
C 2	4	16
計	823	823

- 初期の予算制約を受けて、多くの橋梁のシナリオがA 2シナリオからB 1・B 2・C 1・C 2シナリオに変更されたために、50年間の予算としては49億円増加して総額745億円となりました。（図 6-4）

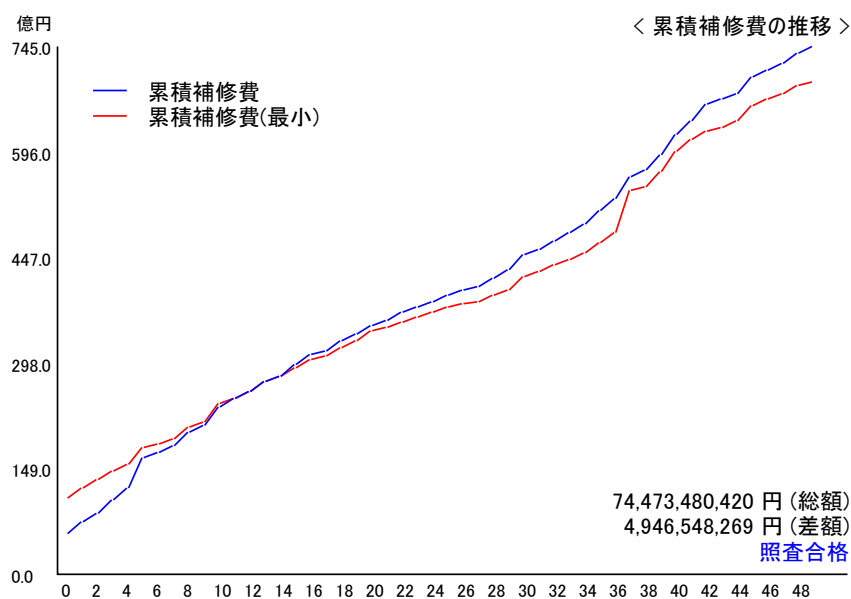


図 6-4 予算シミュレーション前後の累計補修費の比較

iii) Aグループ橋梁 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～表6-4に示します。

表6-2 Aグループ橋梁の長寿命化対策工事リストの概要(1/2)

年度	事務所	路線・橋梁名・事業内容	合計
H20	東青	(主)鯉ヶ沢蟹田線 山本橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	8橋
	中南	(主)岩崎西目屋弘前線 大割沢橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	13橋
	三八	(一)三戸南部線 古牧橋:床版(補強鋼板塗替)ほか	4橋
	西北	国道101号 港大橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	7橋
	上北	国道279号 松ノ木平跨線橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	11橋
	下北	(一)長後川内線 霞橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	7橋
	鯉ヶ沢	国道101号 新赤石大橋:上部工(更新)ほか	10橋
H21	東青	国道280号 広瀬橋:Conc上部工(断面修復)ほか	17橋
	中南	(一)黒石藤崎線 川辺跨線橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	13橋
	三八	(一)福田苫米地線 福田大橋橋:床版(防水工)ほか	3橋
	西北	国道339号 新薄市橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	10橋
	上北	国道279号 三保野橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	5橋
	下北	国道279号 小易国間橋:Conc上部工(電気防食)ほか	5橋
	鯉ヶ沢	国道101号 鳴沢橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	6橋
H22	東青	国道280号 広瀬橋:Conc上部工(断面修復)ほか	14橋
	中南	(一)黒石藤崎線 川辺跨線橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	16橋
	三八	(主)八戸三戸線 尻内橋:床版(防水工)ほか	7橋
	西北	国道339号 新薄市橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	5橋
	上北	国道279号 三保野橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	13橋
	下北	国道279号 小易国間橋:Conc上部工(電気防食)ほか	17橋
	鯉ヶ沢	国道101号 鳴沢橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	12橋
H23	東青	国道101号 大釈迦跨線橋:下部工(断面修復)ほか	6橋
	中南	(主)弘前鯉ヶ沢線 西館橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	15橋
	三八	(一)野々上斗内線 中堤橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	3橋
	西北	国道101号 乾橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	5橋
	上北	(主)十和田三戸線 稲生橋:Conc上部工(補給尾鋼板塗替)ほか	6橋
	下北	国道279号 女館橋:鋼上部工(塗装塗替)	1橋
	鯉ヶ沢	国道101号 新黒崎橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	5橋
H24	東青	国道280号 石崎橋:Conc上部工(断面修復)ほか	16橋
	中南	国道282号 新遠部橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	18橋
	三八	国道340号 泥障作跨道橋:地覆(断面修復)ほか	7橋
	西北	(主)屏風山内真部線 神田橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	2橋
	上北	国道102号 馬門橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	11橋
	下北	国道279号 金谷沢橋(下り):鋼上部工(塗装塗替)ほか	5橋
	鯉ヶ沢	国道101号 大高山第二陸橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	4橋

表 6-3 Aグループ橋梁の長寿命化対策工事リストの概要(2/2)

年度	事務所	路線・橋梁名・事業内容	合計
H25	東青	国道280号 長川橋:Conc上部工(断面修復)ほか	5橋
	中南	国道102号 出湯橋:下部工(耐震補強)ほか	22橋
	三八	(主)軽米名川線 北川跨線橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	6橋
	西北	(一)持子沢鶴田線 鶴翔跨線橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	3橋
	上北	国道102号 百両橋:下部工(断面修復)ほか	11橋
	下北	国道338号 奥戸橋:Conc上部工(断面修復)ほか	6橋
	鱒ヶ沢	国道101号 大高山第一陸橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	8橋
H26	東青	国道103号 八甲田大橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	6橋
	中南	国道102号 沖浦橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	8橋
	三八	国道454号 戎橋:Conc上部工(断面修復)ほか	3橋
	西北	(一)妙堂崎五所川原線 五所川原大橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	6橋
	上北	(一)戸来十和田線 御幸橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	5橋
	下北	国道279号 朝比奈橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	4橋
	鱒ヶ沢	国道101号 鱒ヶ沢新大橋:下部工(断面修復)ほか	2橋
H27	東青	国道280号 沖館橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	12橋
	中南	国道102号 山下橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	10橋
	三八	(主)橋向五戸線 市川橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	7橋
	西北	(主)鱒ヶ沢蟹田線 十三湖大橋:Conc上部工(電気防食維持)ほか	4橋
	上北	国道102号 奥入瀬橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	13橋
	下北	(主)むつ恐山公園大畑線 あすなろ橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	10橋
	鱒ヶ沢	(主)弘前柏線 広須橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	2橋
H28	東青	国道280号 高坏橋:伸縮装置(交換)ほか	3橋
	中南	国道102号 門沢橋:下部工(断面修復)ほか	14橋
	三八	(主)名川階上線 市野沢橋:床版(断面修復)ほか	6橋
	西北	国道101号 契り橋:伸縮装置(交換)ほか	5橋
	上北	(主)八戸野辺地線 砂土路橋:伸縮装置(交換)ほか	4橋
	下北	国道338号 角違橋:Conc上部工(断面修復)ほか	5橋
	鱒ヶ沢	国道101号 新大館橋:伸縮装置(交換)ほか	3橋
H29	東青	国道280号 平岡橋:下部工(断面修復)ほか	9橋
	中南	国道102号 垂柳高架橋(下り):伸縮装置(交換)ほか	12橋
	三八	(一)高瀬諏訪平停車場線 高瀬橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	7橋
	西北	国道339号 山朝橋:伸縮装置(交換)ほか	4橋
	上北	(主)三沢七戸線 早坂橋:伸縮装置(交換)ほか	7橋
	下北	国道338号 小川橋:鋼上部工(塗装塗替)ほか	10橋
	鱒ヶ沢	(一)松代町陸奥赤石停車場線 開源橋:Conc上部工(断面修復)ほか	3橋

10箇年の合計 = 552橋

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6-4に示します。

表 6-4 Aグループ橋梁の計画的更新工事リストの概要

事務所	路線・橋梁名・事業内容	合計
東 青	国道103号 新妙見橋 ほか	5橋
中 南	国道102号 滝の股橋	1橋
三 八	(一)三戸南部線 黄金橋ほか	4橋
西 北	(一)米山菖蒲川線 保安橋	3橋
上 北	(一)馬門野辺地線 野辺地橋ほか	7橋
下 北	(主)むつ尻屋崎線 赤坂橋ほか	2橋
鱒ヶ沢	国道101号 明海橋ほか	3橋
		25橋

(2) Bグループ橋梁

i) 中長期予算計画

Bグループ橋梁は、損傷度判定に応じた対策方針に基づき、更新・長寿命化修繕の中長期予算計画を策定します。

各年の事業量を約2.3（億円／年）として策定した中長期計画を図6-5に示します。

事業実施方針として、平成20年度～平成25年度の間は損傷度1の橋梁の計画的更新を進めるとともに、損傷度5および損傷度4の橋梁の長寿命化対策を実施します。

損傷度2の橋梁に関しては、その安全性を確認しながらできるだけ更新時期を遅くし、その間の予算を長寿命化対策に優先的に振り向ける考え方で中長期予算を計画しました。したがって、日常管理の中で損傷度2の橋梁の劣化が急速に進行した場合には、当該橋梁の更新を前倒しで実施することとします。

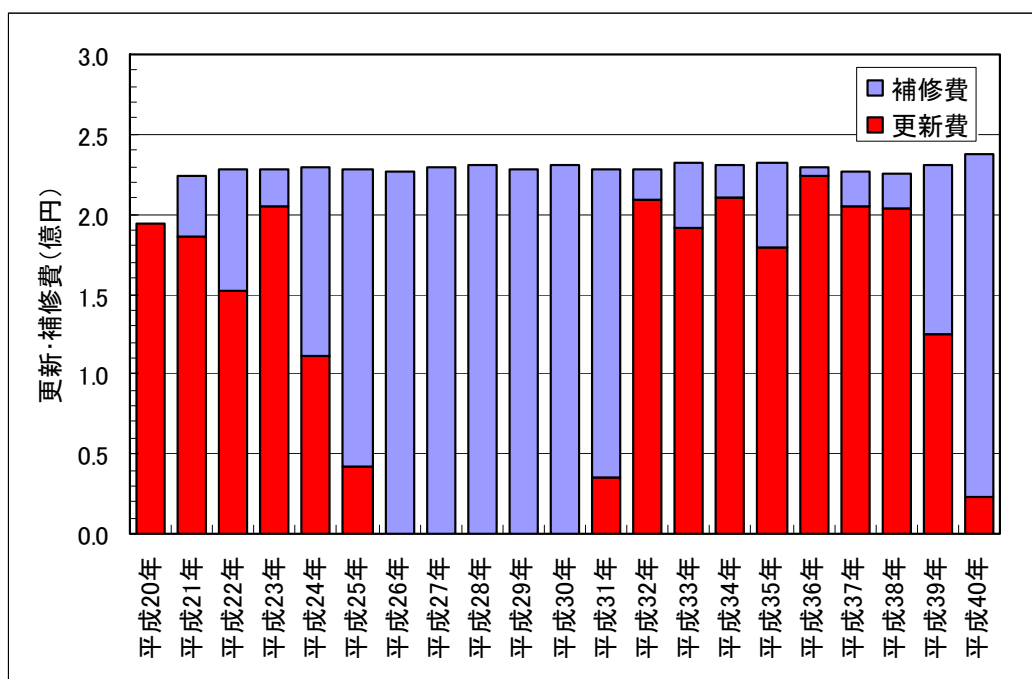


図 6-5 更新・補修費の推移（21年間）

ii) Bグループ橋梁 更新・長寿命化対策工事リスト

予算シミュレーションに基づき計画した今後10年間に実施する長寿命化対策工事リストの概要を、表6-5に示します。

表 6-5 Bグループ橋梁 更新・長寿命化対策工事リストの概要

年度	路線・橋梁名・事業内容	更新	補修	合計
H20	国道280号 石戸橋(更新)ほか	4橋	1橋	5橋
H21	(主)弘前鱒ヶ沢線 大森橋(更新)ほか	4橋	4橋	8橋
H22	国道104号 黒滝橋:防護柵(交換)ほか	2橋	21橋	23橋
H23	国道338号 市柳橋(更新)ほか	9橋	9橋	18橋
H24	(主)夏泊公園線 白砂橋(更新)ほか	4橋	28橋	32橋
H25	(一)九艘泊野沢線 蛸田橋(更新)ほか	1橋	52橋	53橋
H26	国道339号 七ツ石橋:Conc上部工(断面修復)ほか	—	57橋	57橋
H27	国道279号 泊川橋:Conc上部工(断面修復)ほか	—	59橋	59橋
H28	国道102号 瀬ノ岳橋:Conc上部工(断面修復)ほか	—	68橋	68橋
H29	(主)弘前岳鱒ヶ沢線 天狗橋:Conc上部工(断面修復)ほか	—	63橋	63橋

10箇年の合計 = 24橋 + 362橋 = 386橋

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

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Aグループ橋梁は1,855億円、Bグループ橋梁は101億円、合計1,956億円のコスト縮減を図ることが可能であると試算されました。

● Aグループ橋梁のコスト縮減効果

<ケース1：全橋を更新前提として維持管理した場合との比較>

●更新を前提として維持管理した場合の更新費用総額（50年間） 2,600億円

○予防保全型維持管理によるLCCの総額（50年間） 745億円

コスト縮減額 1,855億円 ①

<ケース2：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） 1,250億円

○予防保全型維持管理によるLCCの総額（50年間） 745億円

コスト縮減額 505億円 ②

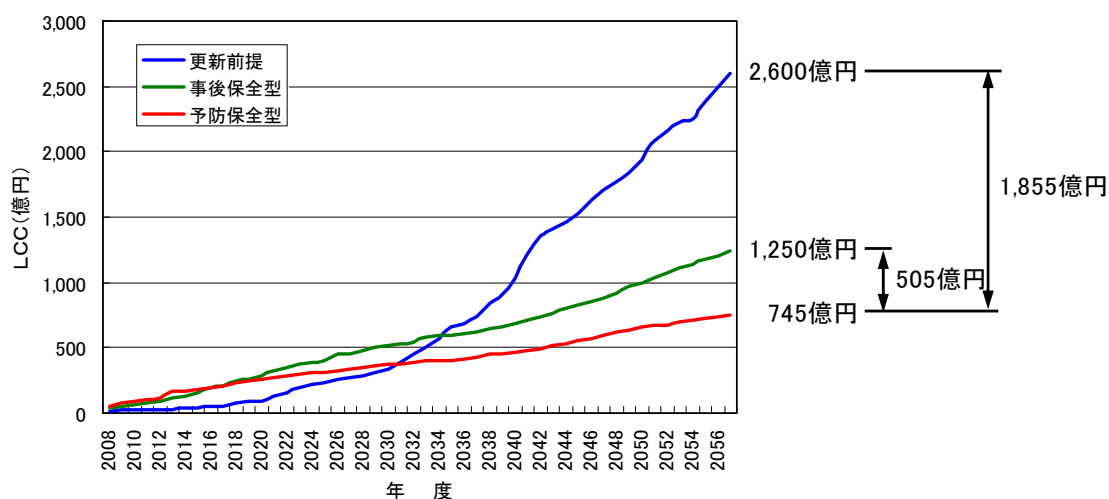


図 7-1 Aグループ橋梁のコスト縮減効果

● Bグループ橋梁のコスト縮減効果

●更新を前提として維持管理した場合の更新費用総額（50年間）	164億円	
○損傷度に応じた更新費・長寿命化修繕費の総額（21年間）	48億円	} 63億円
○22年目以降に発生する維持工事費用推定（5,000万円×29年）	15億円	
コスト縮減額		101億円 ③

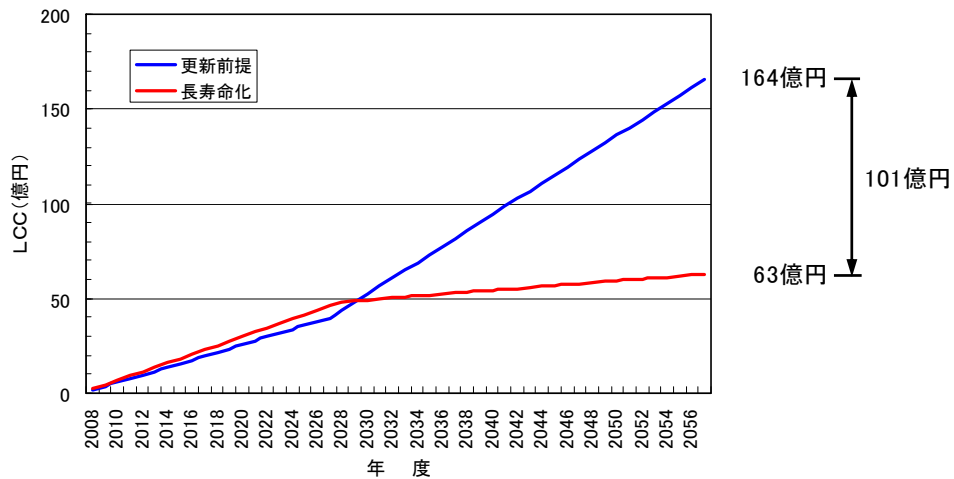


図 7-2 Bグループ橋梁のコスト縮減効果

● AグループとBグループのコスト縮減額の合計

Aグループ（更新前提）との比較（①+③）： 1,855億円+101億円 = 1,956億円
 Aグループ（事後保全）との比較（②+③）： 505億円+101億円 = 606億円

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。

毎年の事後評価の結果を、次年度アクションプランに反映させます。

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なうとともに、中長期事業計画の見直しを行います。

なお、本県では、毎年「青森県橋梁アセットマネジメント年次レポート」を作成し、事後評価結果を公表することとしています。

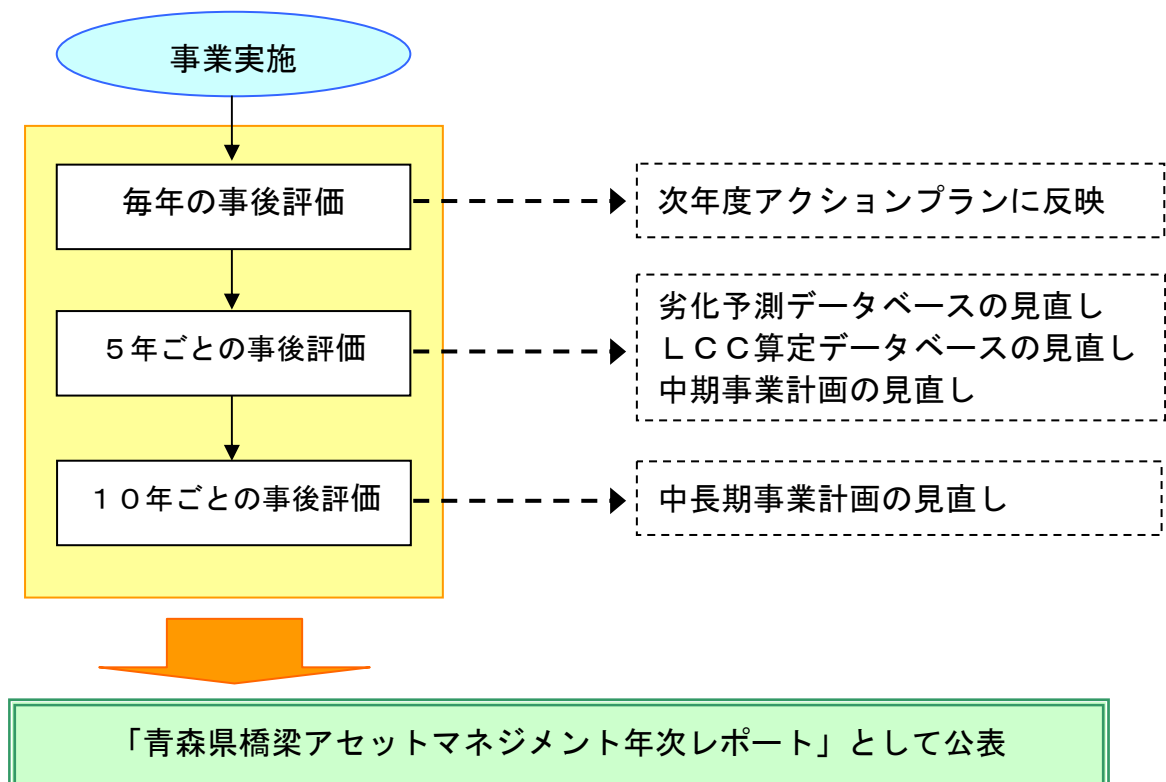


図 8-1 事後評価

9. 橋梁長寿命化修繕計画策定委員会

本計画は「青森県橋梁長寿命化修繕計画策定委員会」（全4回）により、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。

表 9-1 「青森県橋梁長寿命化修繕計画策定委員会」委員名簿

役職	氏名	所属等
委員長	小林 潔司	京都大学経営管理大学院教授
委員	松村 英樹	日本構造物診断技術協会
委員	妹尾 義隆	(株)ワイ・シー・イー
委員	細井 義弘	日本構造物診断技術協会
委員	佐藤 正明	(株)ニューテック康和
委員	宮原 幸春	川口金属工業(株)
委員	小野 徳昭	青森県県土整備部道路課長