

五戸町橋梁長寿命化修繕計画 10箇年計画



写真：五戸町役場



五戸町応援キャラクター
「ばおるくん」「みらいちゃん」

平成 29 年 3 月

五 戸 町 

目次

1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の背景	1
2. 五戸町橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト	2
3. 五戸町の橋梁を取巻く現状	3
3.1 橋梁の現況(橋梁数の内訳)	3
3.2 地理的特徴	5
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	10
5. 橋梁長寿命化修繕計画の策定	11
5.1 橋梁の維持管理体系	11
5.2 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
(7) シナリオ別LCC算定結果	19
(8) 予算シミュレーション	20
(9) 10年間対策工事リスト	25
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	26
7. 事後評価	28

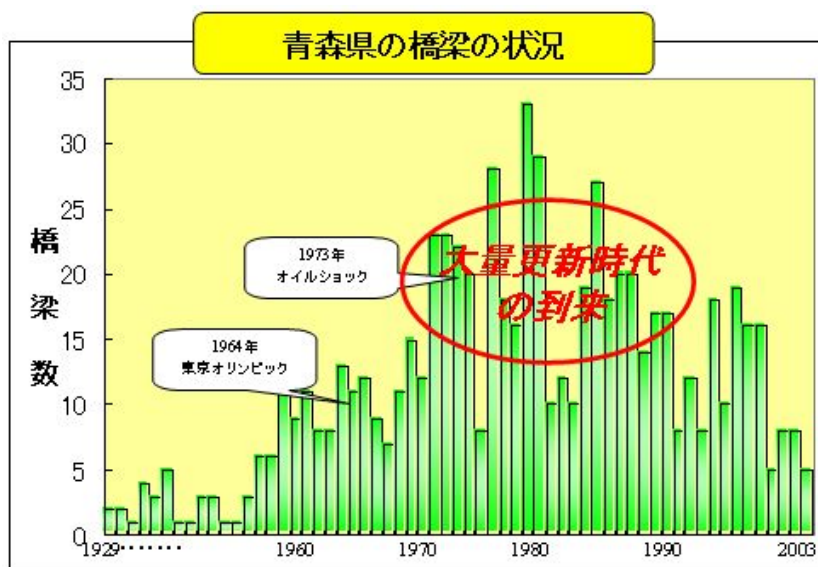
1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の背景

我が国では高度経済成長期時代を中心に大量の建設物を建設しており、五戸町では管理する橋梁 38 橋中 6 橋において 50 年程度経過し、今後老朽化する橋梁の安全性・健全性が懸念されている。

現在の社会資本の状況からも考えると、橋梁全体において維持修繕計画作成し橋梁を管理していかなければならない。

これらの状況を踏まえ、ライフサイクルコスト(LCC)を最小化することを目標とした

「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)を策定することにより、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へと円滑な政策転換を図り、長寿命化ならびに修繕および架替えに係る費用の縮減を図りつつ、地域の道路網の安全性・信頼性を確保する。



青森県 県土整備部整備部「青森県の橋梁アセットマネジメント」HP より

2. 五戸町橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト

五戸町の基本コンセプトは、青森県の基本コンセプトにのっとり橋梁アセットマネジメント※1を進めることとしました。

1. 町民が安全安心な生活を確保するために健全な道路ネットワークを維持します

町民の社会生活を営んでいくうえで欠かせない社会資本の一環である五戸町管理橋梁が、建設当初から年数を経て老朽化しており、近い将来、補修・架け替えのための対策費用が膨大になるという問題が発生している。この問題は、五戸町に限られたことでなく、青森県ひいては日本国全土またはアメリカ合衆国などの海外にも深刻な大打撃を与えている。

この問題を放置し、橋梁の老朽化が進行した結果、道路ネットワークが機能不全となり、町民の生活に著しく悪影響を及ぼすこととなる。

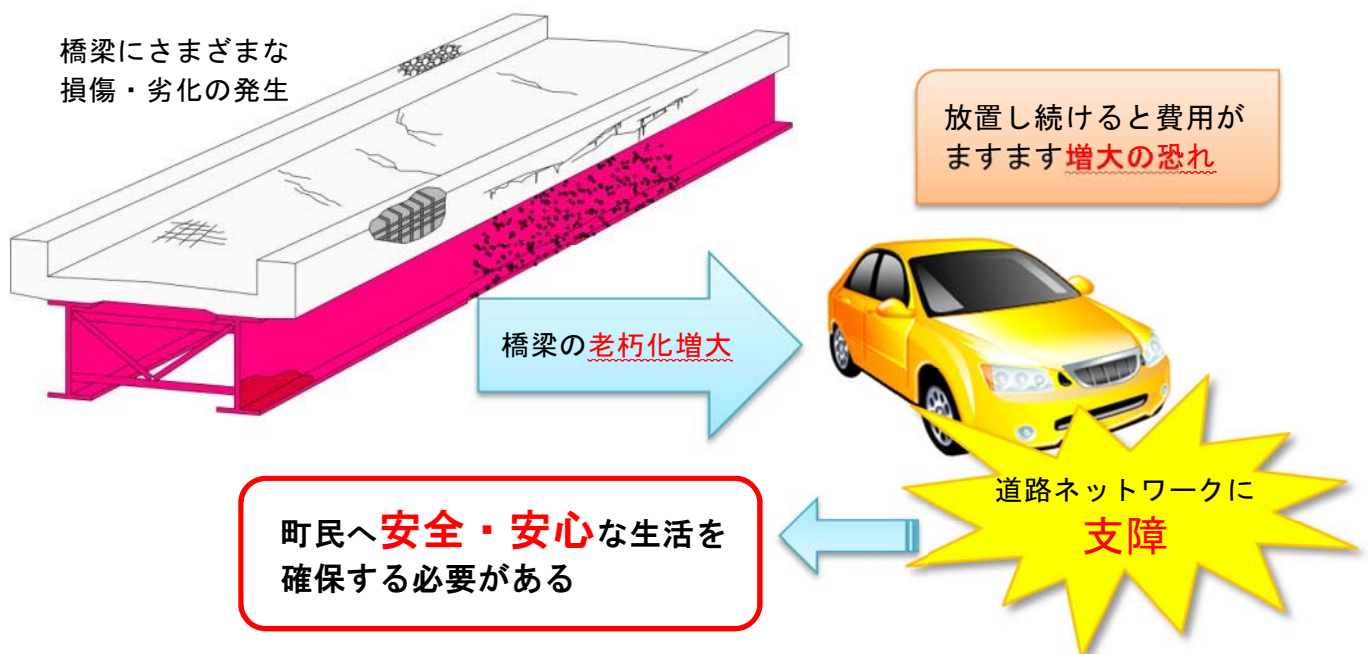
五戸町としては、来るべき老朽化橋梁の増大に向けて、今後とも町民の安全・安心な生活を維持するため、健全な道路ネットワークを確保することを目標としている。

2. 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、事後対策（損傷が発生してから対処）的なものだったが、これからは予防保全（壊れるまえに対処する）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する。

3. 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現する。



※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. 五戸町の橋梁を取巻く現状

3.1 橋梁の現況（橋梁数の内訳）

五戸町が管理する橋梁は、橋長 15m 以下の橋梁の両方を含め 38 橋であり、供用年数 50 年を経過した橋梁は 6 橋である。また、次項に示す図 3.3 を見るように、早くも 10 年後には、供用年数 50 年経過する橋が半数以上を占めることになる。

構造形式としてはコンクリート橋が 13 橋、鋼橋が 25 橋と、五戸町が管理する橋梁は鋼橋が全体の 6 割程度を占めている。

表 3.1 橋梁諸元

H29.4.1 現在

橋梁名	供用開始日	橋長	全幅員	径間数	供用年数	設計活荷重	上部工形式名	
橋長 15 m 以上	1 二本柳橋	1980/01/31	39.000	8.7	1	36	TL-20	鋼単純合成鉄桁橋
	2 蛭川橋	1959/10/31	33.000	5.8	3	57	TL-14	プレテンション方式3径間単純PCI桁橋
	3 古館橋	1970/03/31	30.000	4.8	1	46	TL-14※推定	単純非合成鉄桁橋
	4 池ノ堂橋	1987/10/31	54.000	9.75	2	29	TL-20	ホステンション方式単純ホロー桁橋
	5 粒ヶ谷地橋	1970/03/31	34.000	5.2	2	46	TL-14※推定	2径間鋼単純非合成鉄桁橋
	6 中市新橋	1988/09/30	33.000	8.2	1	28	TL-20	単純非合成鉄桁橋
	7 館町橋	1969/04/30	27.000	4.7	1	47	TL-14	鋼単純合成H桁橋
	8 森田橋	1970/03/31	28.000	4.8	1	46	TL-14	鋼単純非合成鉄桁橋
	9 五戸橋	1934/05/01	29.000	8	3	82	6t	3径間連続RCT桁
	10 切谷内橋	1971/03/31	47.000	5.2	2	45	TL-14	2径間鋼単純合成鉄桁橋
	11 佐野橋	1972/01/26	48.000	5.2	2	44	TL-14	2径間鋼単純合成鉄桁橋
	12 岩ノ脇橋	1978/03/25	20.000	6	1	38	TL-14	HBBC合成H桁橋
	13 野沢橋	2014/10/01	28.000	6.2	1	2	A活荷重	ポステンPC単純ハルブT桁橋
	14 鎗水橋	1973/05/31	28.000	4.8	1	43	TL-14	鋼単純非合成鉄桁橋
	15 石沢橋	1974/01/31	38.000	4.8	2	42	TL-14	2径間鋼単純合成H桁橋
	16 平成橋	1989/05/31	22.000	16.8	1	27	TL-20※推定	プレテンション方式単純T桁橋
	17 権助橋	1999/02/28	31.000	6.2	1	17	A活荷重	ホステンション方式単純中空床板橋
	18 ひばり野橋	1988/12/31	21.000	8.2	1	28	TL-20	プレテンション方式単純T桁橋
	19 沼田橋	1978/03/25	18.000	4.5	1	38	TL-14	鋼単純合成H桁橋
	20 神明橋	1978/03/25	19.000	6	1	38	TL-14	鋼単純合成H桁橋
	21 桜川橋	1978/03/25	19.000	5	1	38	TL-14	HBBC
	22 上舩館橋	1969/10/31	24.000	5.4	1	47	TL-14	鋼単純非合成鉄桁橋
	23 西手倉橋	1997/03/31	21.000	6.2	1	19	TL-25	プレテンション方式PC単純T桁
	24 倉石大橋	1993/07/31	200.000	7.7	5	23	TL-20	2径間連続+3径間連続鋼鉄桁橋
	25 浦田橋	1969/04/30	26.000	4.7	1	47	TL-14	鋼単純合成H桁橋
	26 花部橋	1974/03/31	28.000	4.3	1	42	TL-9	鋼単純非合成鉄桁橋
	27 日渡橋	1974/03/31	27.000	4.8	1	42	TL-14	鋼単純合成H桁橋
	28 石沢上橋	1974/01/31	46.000	4.3	2	42	TL-14	2径間鋼単純非合成鉄桁橋
	29 冬名橋	1970/12/31	23.000	3.1	1	46	TL-14	鋼単純合成H桁橋
	30 中市橋	1966/08/31	24.000	4.54	3	1	TL-14	3径間鋼ゲルバー桁橋
橋長 15 m 以下	31 新橋	1963/09/30	9.000	4	1	53	TL-14※推定	単純RCT桁橋
	32 浅水橋	1953/03/31	11.000	5.1	1	63	TL-14※推定	単純RCT桁橋
	33 上荷軽井橋	1971/03/31	9.000	4.8	1	45	TL-14※推定	鋼単純非合成H桁橋
	34 中橋	1978/03/31	12.000	6	1	38	TL-14	PC桁
	35 権現橋	1978/03/31	13.000	5	1	38	TL-14	PC桁
	36 北向橋	1988/03/31	14.000	5.7	1	28	TL-14	プレテンションT桁
	37 南手倉橋	1973/03/27	9.000	3.7	1	43	TL-14※推定	鋼単純合成H桁橋
	38 北手倉橋	1963/03/31	9.000	6.3	1	53	TL-14※推定	I型鉄桁橋

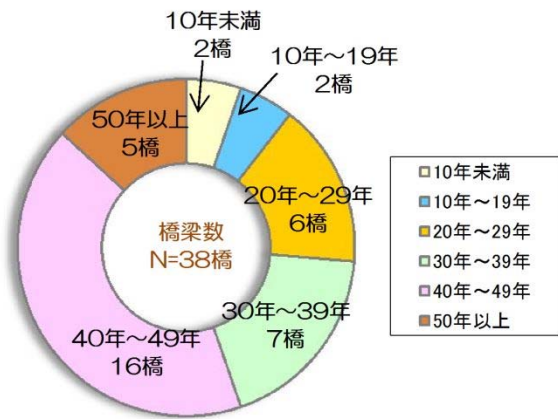


図 3.1 架設後経過年数別の割合

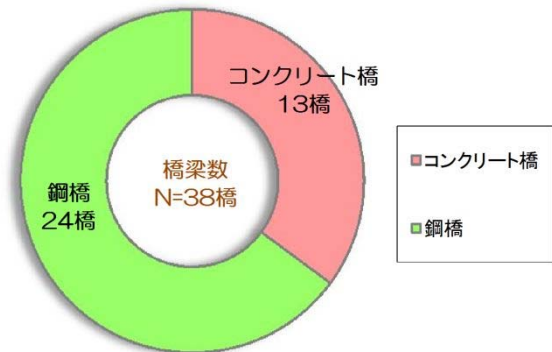


図 3.2 構造形式別の割合

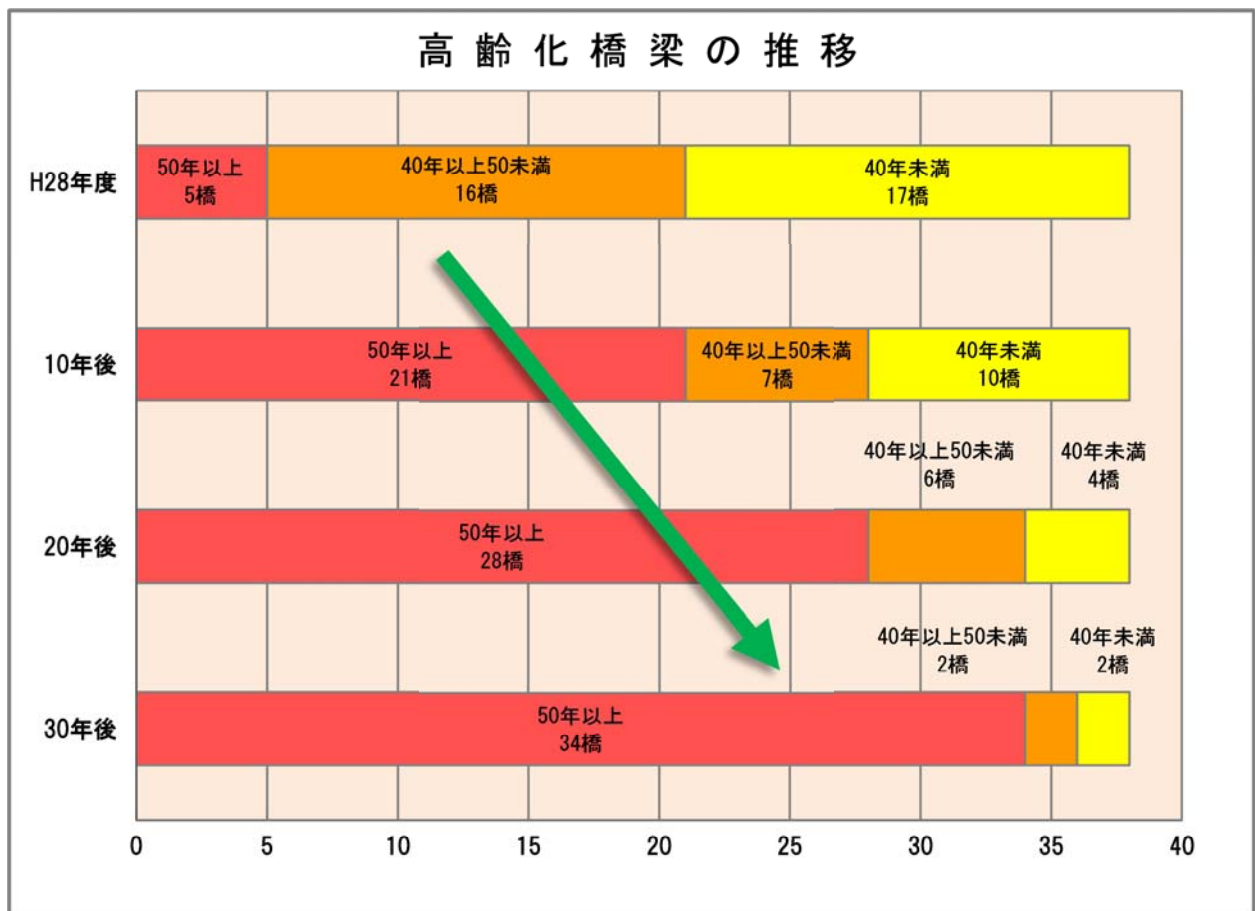


図 3.3 供用年数の推移

3.2 地理的特徴

青森県は、全域において寒冷地であり地理的特徴により環境条件が非常に厳しい地域であるため、橋梁は老朽化を促進される傾向がある。

五戸町については、地理状況(下図 3.4)を見ると、五戸町総面積の5割以上が森林となっており、針葉樹林に囲まれた自然豊かな地理である。また、太平洋側に近接していることから、八戸市を通して春から夏にかけては、東から冷たく湿った風「やませ」が流れ込むこととなる。さらに、年間の日平均気温は低く、寒冷な気候でもある。これらの特徴から、津軽方面からの西風により雪が降り、さらに道路路面への融雪散布剤による塩害の影響も懸念され、冬期の気温の低下上昇の繰り返しにより凍害による損傷も挙げられる。

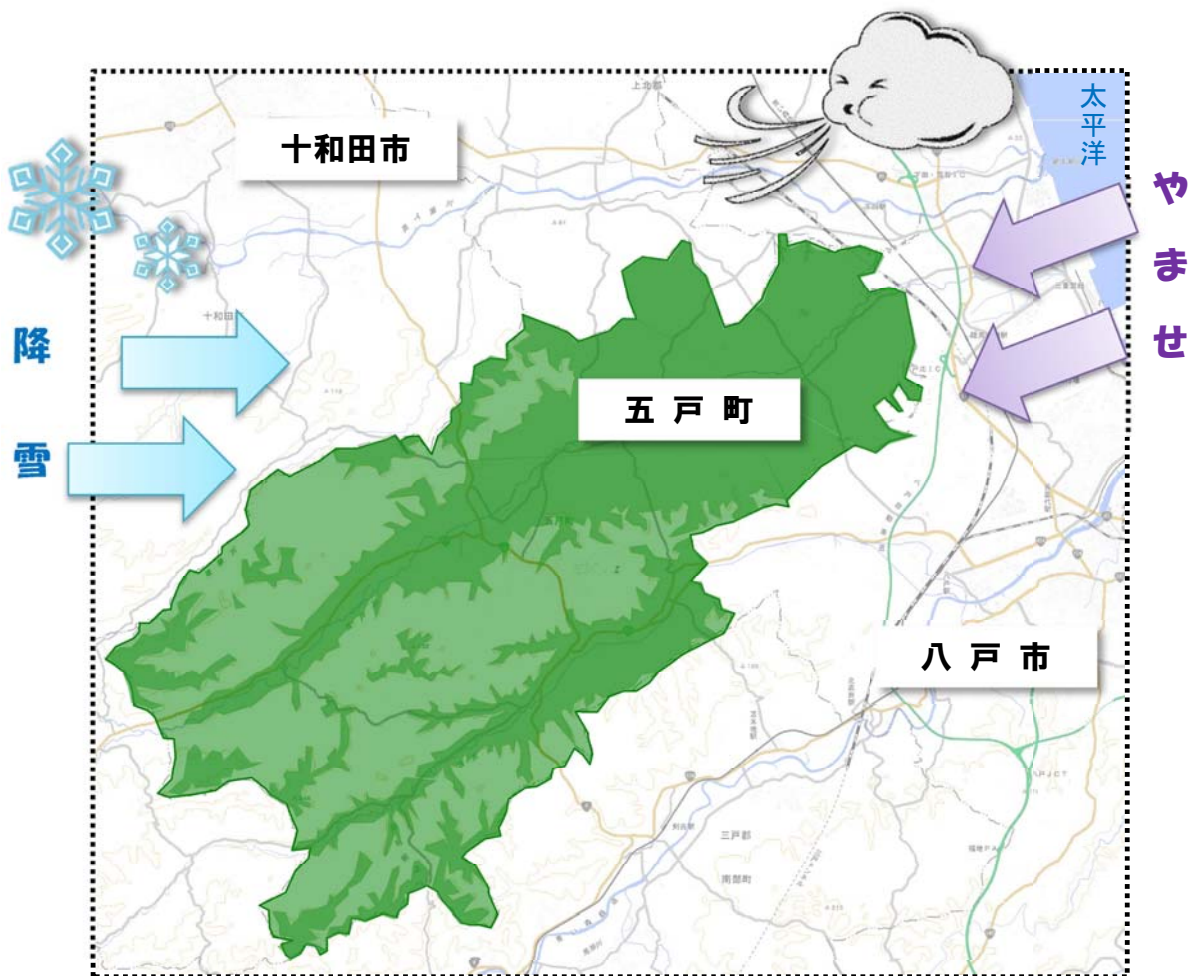


図 3.4 五戸町の地理的特徴

橋梁点検ハンドブック(2) 定期点検の手引き P4-5 より

劣化機構一覧

(1) 鋼部材

① 防食機能の劣化・腐食

「防食機能の劣化」とは、鋼材の防食被膜(塗装、メッキ・金属溶射)の劣化により変色・光沢減少、ひび割れ、はがれ等が生じている状態をいう。また、耐候性鋼材においては、異常な錆が生じている状態をいう。

「腐食」とは、塗装やメッキ・金属溶射の防食が施された鋼材では、錆が発生している状態、又は錆が極度に進行し断面欠損を生じている状態をいう。耐候性鋼材では、保護性錆が形成されず異常な錆が生じている場合や、極度な錆の進行により断面欠損が著しい状態をいう。

※まだ変状が見られていない場合で、疲労亀裂等ほかの劣化機構の可能性が低い時は、一般的に「防食機能の劣化・腐食」を選択する場合が多い。

② 疲労亀裂

「疲労亀裂」とは、鋼材に外力が繰り返し作用することによる、弱点部(溶接の内部欠陥、溶接の止端部、ボルト穴等の応力集中部等)を起点とする微細な亀裂が発生することをいう。

※外力の繰り返し作用によって亀裂が次第に発展し、終局的には脆弱性破壊を起こす恐れがある。

③ 接合部の損傷

リベットや高力ボルトという鋼材の「接合部の損傷」とは、鋼材本体と同様に防食機能の劣化・腐食による「経年劣化」をいう。

※高力ボルトは、材質、製造方法、腐食環境によっては、腐食ビットを起点として瞬時に破断する「遅れ破壊現象」を起こす場合がある。

(2)コンクリート部材

①塩害

「塩害」とは、コンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオンの存在により促進され、腐食生成物の体積膨張がコンクリートにひび割れやはく離、鋼材の断面減少などを引き起こす現象をいう。

②中性化

「中性化」とは、大気中の二酸化炭素がコンクリート内に侵入し炭酸化反応を起こすことによって細孔液中の pH が低下し、その結果コンクリート中の鋼材の腐食が促進され、腐食生成物の体積膨張がコンクリートにひび割れやはく離、鋼材の断面減少などを引き起こす現象をいう。

※まだ変状が見られていない場合で、塩害等他の劣化機構の可能性が低い時は、一般的に「中性化」を選択する場
合が多い。

③凍害

「凍害」とは、コンクリート中の水分が凍結と融解を繰り返すことによって、コンクリート表面からスケーリング、微細ひび割れ及びポップアウトなどを引き起こす現象をいう。

④アルカリ骨材反応(ASR)

「アルカリ骨材反応」とは、アルカシリカ反応性鉱物や炭酸塩岩含有する骨材(反応性骨材)が、コンクリート中の高いアルカリ性を示す水溶液と反応して、コンクリート中に異常な膨張及びそれに伴うひび割れを発生させる現象をいう。

⑤床版疲労

「床版疲労」とは、輪荷重の繰り返し作用によりひび割れや抜け落ちを生じる現象をいう。

【参考】 老朽化した橋の安全対策は急務

米国ミネソタ州ミネアポリス市郊外で(2007年)8月1日に発生したトラス橋の崩落事故は、崩落と同時に通行列車が川に落ち、計13人が死亡する惨事となった。日本でも事故には至らないものの、橋の鋼材破断に伴って交通規制を行わざるを得ない事態が発生している。例えば、三重、愛知県境の一般国道23号にかかる木曾川大橋(上り線)で、鋼材破断が見つかり、(2007年)6月20日から10月12日までの約4カ月間にわたって終日通行規制が行われた。名古屋都市圏の重要路線であることから、市民生活や産業へ大きな影響を与えた。

— 劣化は安全性の低下につながる —

全国的に橋の高齢化が進んでいる。著者の住んでいる青森県では、積極的に公共事業が行われた1979、80年ごろをピークに年30ヶ所前後の橋が新設された。それが今、平均的に25年から30年を経過している。青森県に限らず、多くの橋を有する大阪市の場合でも、50年を超える橋の割合は19%となっており、20年後には約63%と推定されている。



橋が古くなっているかを調べる点検業務は、橋の知識を有する技術者が目視で観察し

て健全性の程度を記録する方式が一般に使われている。損傷としては、桁の材料であるコンクリート、コンクリートに埋もれている鉄筋や鋼材の材料的な劣化がある。北国では日本海側を中心にした塩害による劣化、雪や氷による劣化、さらに融雪剤散布に伴う劣化なども報告されている。

劣化に伴って橋台で橋桁を支える役割を果たしている支承が本来の機能を失って、構造的に異なった役割をしてしまうことが起きる。この場合には、当初の設計とは異なった力が橋桁に作用し劣化を加速させる。劣化は多くの場合表面の一部から始まって面的にそして立体的に広がり、さらに構造的な劣化となって加速的な展開を見せる。劣化による健全度の低下は安全性の低下を意味する。

このため、適正な点検業務と維持補修が繰り返されていかなければならない。人の体も定期的に健康診断を行って、悪いところがあれば早めに治療しておくことが肝要であることと基本的に変わらない。定期的な健康診断を受けても見つからないことがあるかもしれないが、受けないことにはみつかる病気も見つからない。

忘れてならないのは、社会資本は、国民生活の基盤であって産業振興の上からも欠かせないものとして整備されてきていることである。そして、それらは時間と共に老化し、健全度が低下することで、本来の機能を発揮できなくなることが起きることを率直に受け止めなければならない。耐震性が強化された橋といえども劣化にはかなわない。その社会資本は費用を要する橋だけではなく、多くの



社会資本が適切に維持されていなければならない。河川の護岸や堤防が古くなって機能を果たせなくなれば、市民生活や社会活動に大きな障害が発生することは誰でも理解できる。このため、これらの社会資本の管理者である国や自治体は点検を繰り返し、維持補修に努めなければならない。

また財政難であればこそ、点検業務、補修業務に必要な新しい技術の開発・研究にも取り組むべきと考える。目視が難しい箇所では、足場の設置や目視以外の点検方法を取るため、費用と時間を有する。点検業務を大きく合理化して費用と時間を掛けない方法の研究が求められる。

人間の高齢化社会と同様に、社会資本の高齢化が進んでいる。いま、私たちの暮らしを支えている社会資本を維持していくことは、次の世代のために私たちの責務と考えなければならない。

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の基本フローを図 4.1 に示す。

長寿命化修繕計画の策定は、青森県の橋梁長寿命化計画策定方法と同様に、BMS(ブリッジマネジメントシステム)を用いて策定する。

維持管理体系は大別すると点検・調査と維持管理・対策の2種類に大別される。

BMSはその点検・調査結果からLCCの算定や予算のシミュレーション結果を行い維持管理・対策に反映させるシステムと、それらのデータをデータベース化させる機能を兼ね備えている橋梁アセットマネジメント支援システムである。

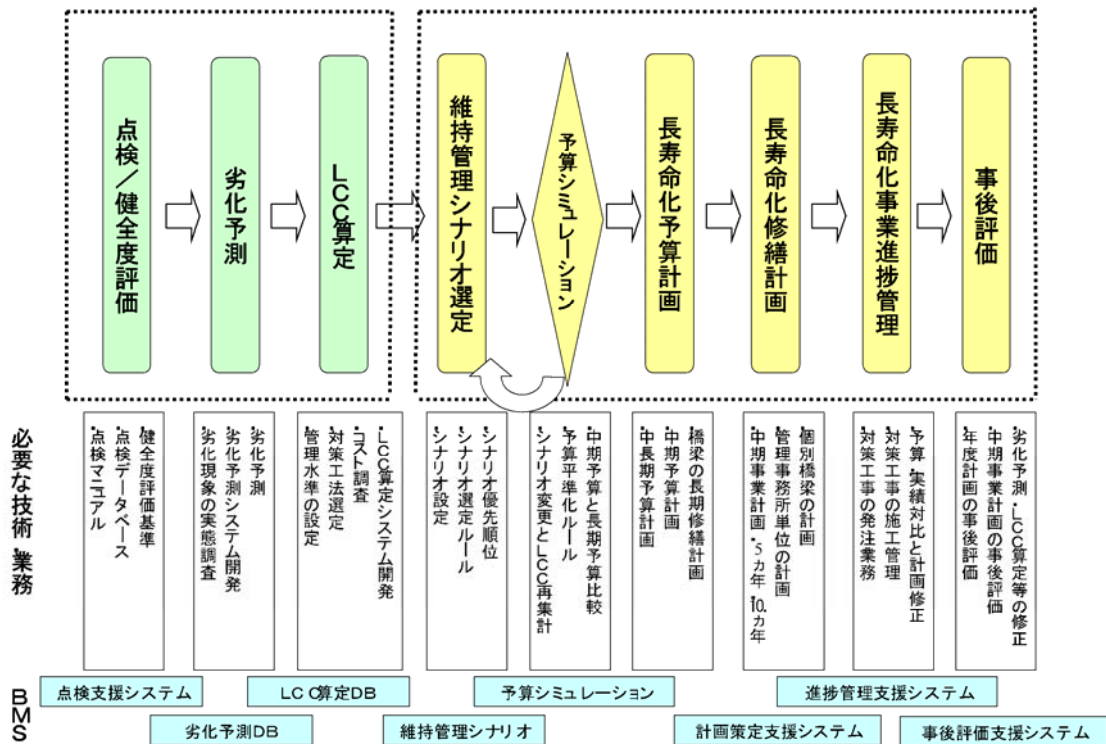


図 4.1 橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー

「青森県橋梁長寿命化修繕計画 10 箇年計画より」

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。

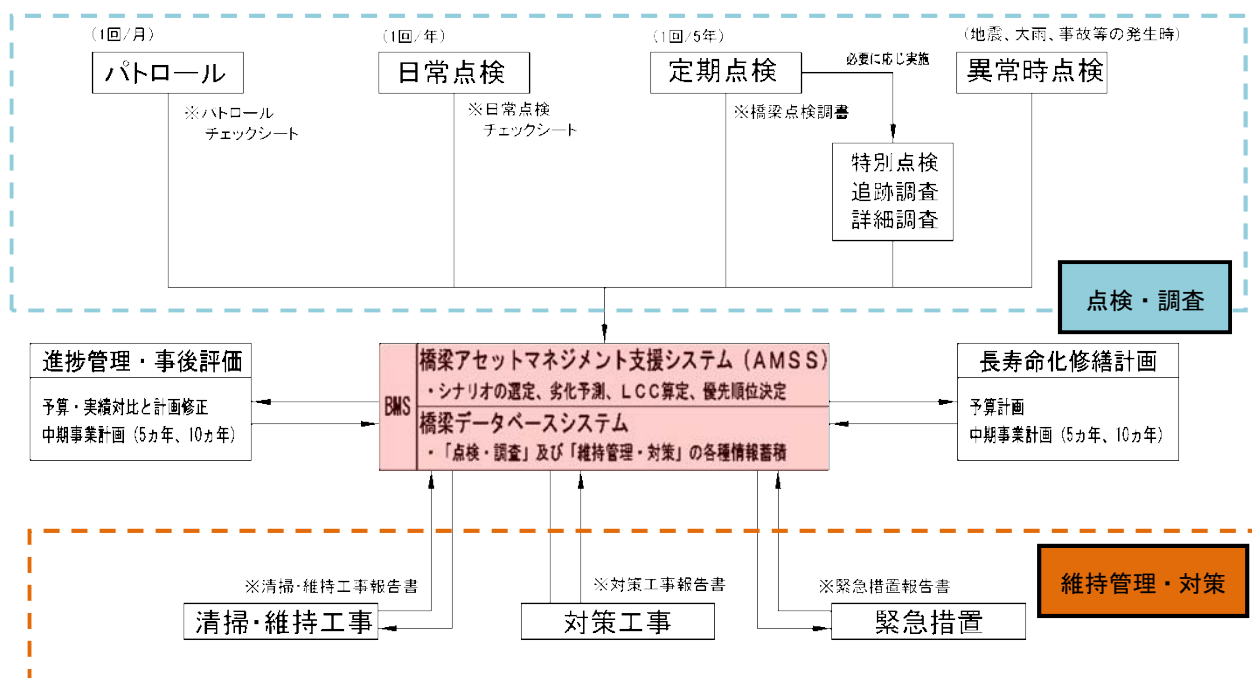


図 5.1 維持管理体系

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 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。

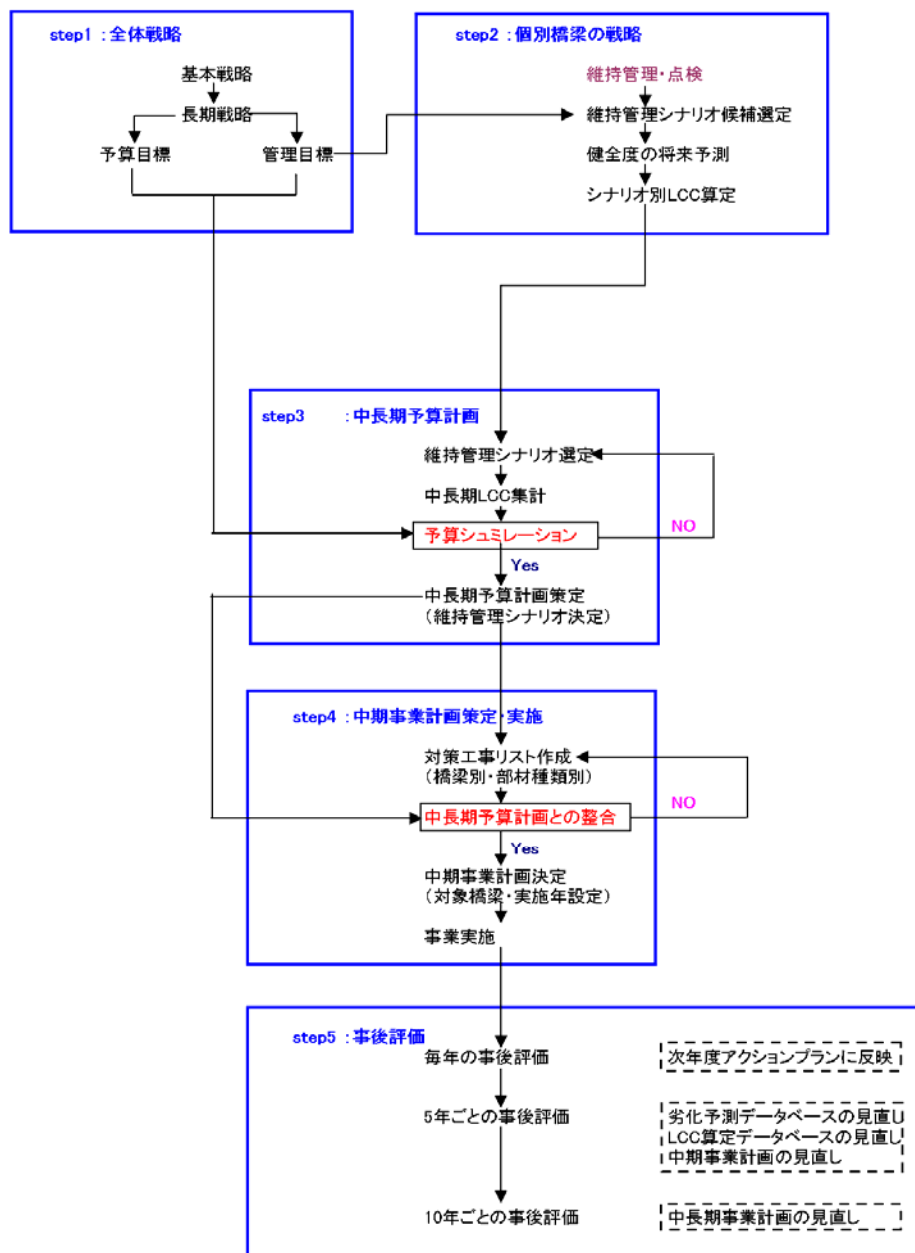


図 5.2 BMSを用いたブリッジマネジメントのフロー

(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。これに習い東通村でも同様のシステム・手順により点検をおこないました。

▶ 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。

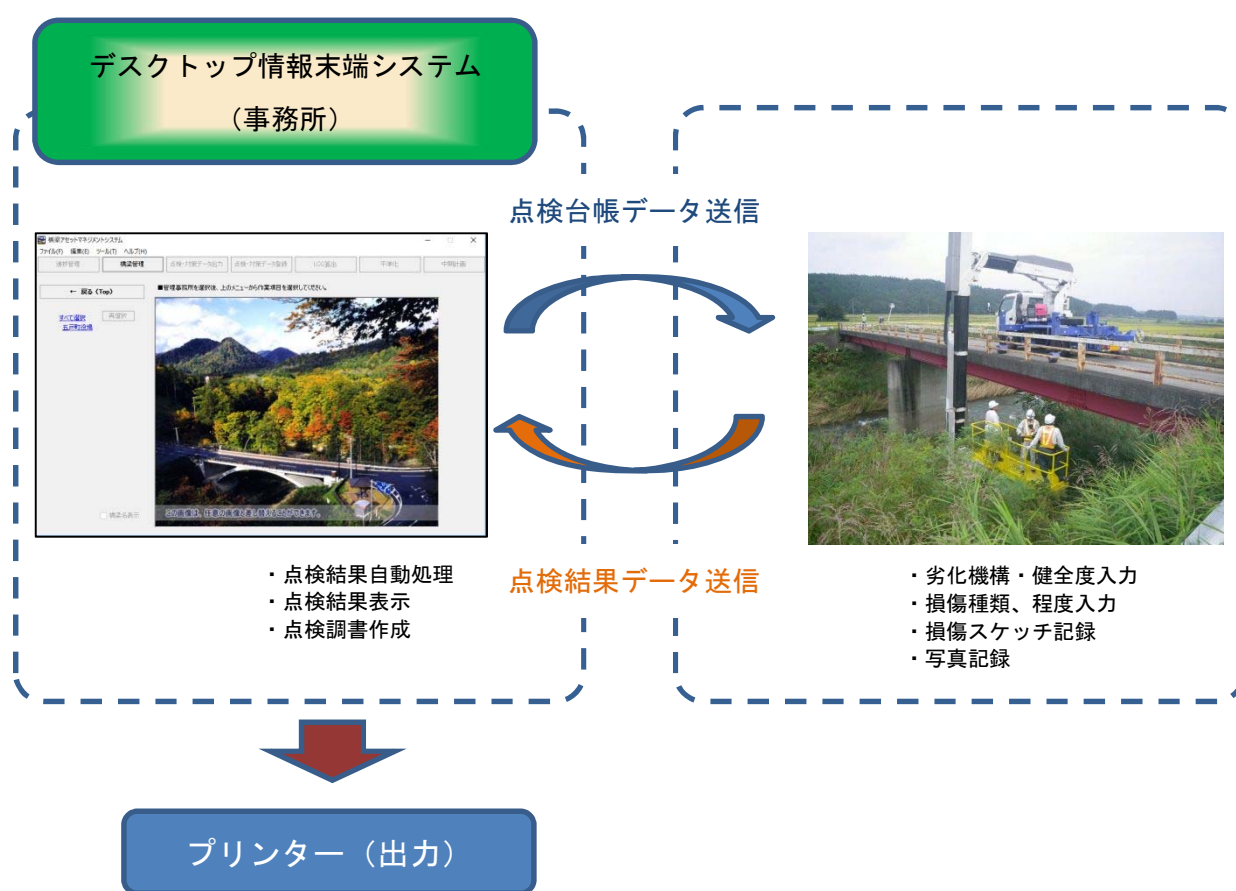


図 5.3 橋梁点検支援システム

➤ 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。

橋梁点検ハンドブック(2)
定期点検の手引き

橋梁点検ハンドブック(1)
橋梁点検のポイント

【1 鋼部材 防食機能劣化・腐食 塗装】			(桁材等)
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。	 潜伏期
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。	 健全度：4.5
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)。	 健全度：4.0
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)

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、長寿命化シナリオと更新シナリオに大別され、さらに以下のように細分化され、長寿命化シナリオは6つの種類を設定しています。

● 維持管理シナリオ

更新シナリオ

- (a) 全体更新シナリオ
- (b) 上部工更新シナリオ
- (c) 床版打換シナリオ

長寿命化シナリオ

- (a) A1: 戦力的対策シナリオ
- (b) A2: LCC 最小化シナリオ
- (c) B1: 早期対策シナリオ HG
- (d) B2: 早期対策シナリオ
- (e) C1: 事後対策シナリオ
- (d) C2: 事後対策シナリオ 構案

A1 戦略的対策シナリオ

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。(架け替えに莫大な費用が予想される橋梁に対して適用)

A2 LCC最小化シナリオ

新設橋梁の維持管理を想定した場合に、部材種類ごとにLCCが最も小さくなる対策を行う。

B1 早期対策シナリオ ハイグレード型

劣化・損傷により部材性能に影響が開始す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。

B2 早期対策シナリオ

B1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、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。

C1 事後保全型シナリオ

劣化・損傷により利用者の安全性に影響が開始する前に、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。

C2 事後保全型シナリオ構造安全確保型

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。下の図 5.5 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。

長寿命化シナリオ選定のフローは以下の図のようになっております。

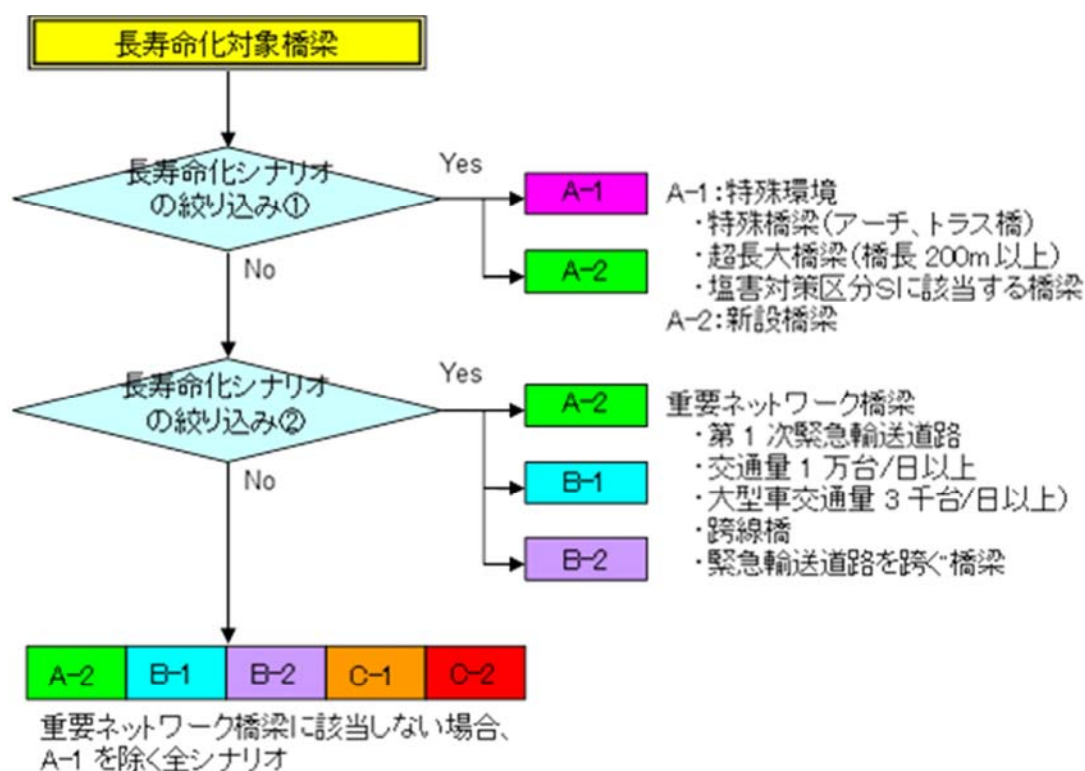


図 5.5 維持管理シナリオ候補の選定フロー

(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。

➤ 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 5.6・図 5.7参照)。

例) 佐野橋

- ・ 部材：主桁
- ・ 材質：鋼材
- ・ 劣化機構：防食機能の劣化

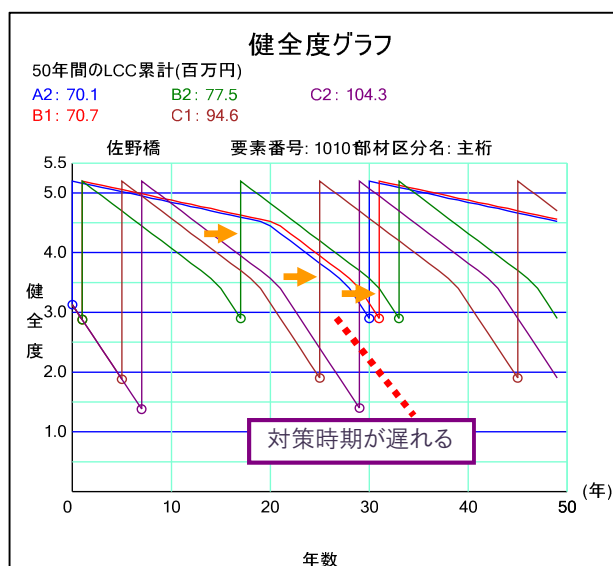


図 5.6 健全度グラフ例

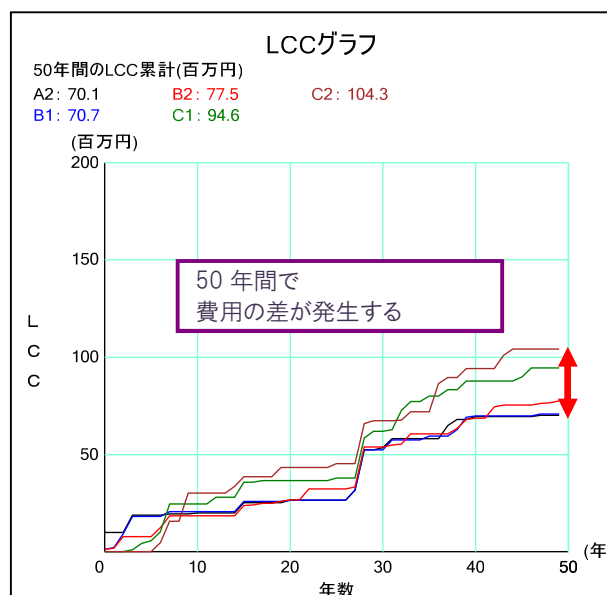


図 5.7 LCC算定例

(6) 予算の平準化

○対策工費が予算額に収まらない場合は、維持管理シナリオを変更することにより費用発生時期を変更し平準化を図る。

○シナリオ変更の順序は、シナリオ変更することでLCCの増加が少ない橋梁から優先して行う。



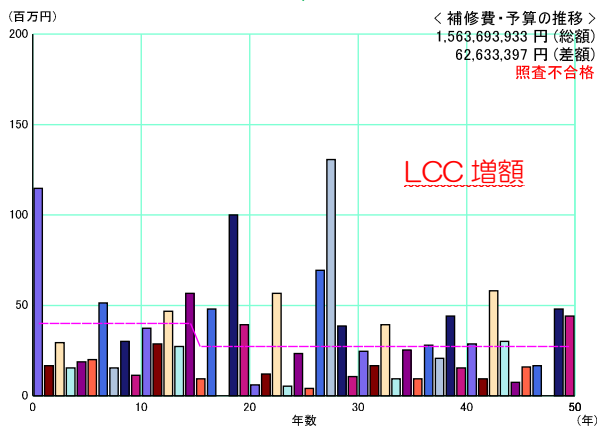
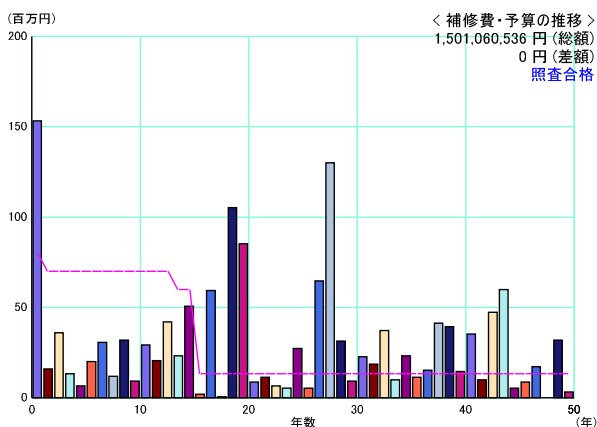
予算に対する信頼度が高くなる

○シナリオ変更は、シナリオ候補選定で候補としたシナリオの範囲内で行う。



該当橋梁に合ったシナリオ候補より選定することで、現場からの信頼度が高くなる。

★ 平準化のしくみ ★



(7)シナリオ別LCC算定結果

シナリオ選定を終えた後、LCC 算定を行います。

五戸町の管理橋梁 38 橋のシナリオ候補を検討した結果、図5.8に示す結果となった。

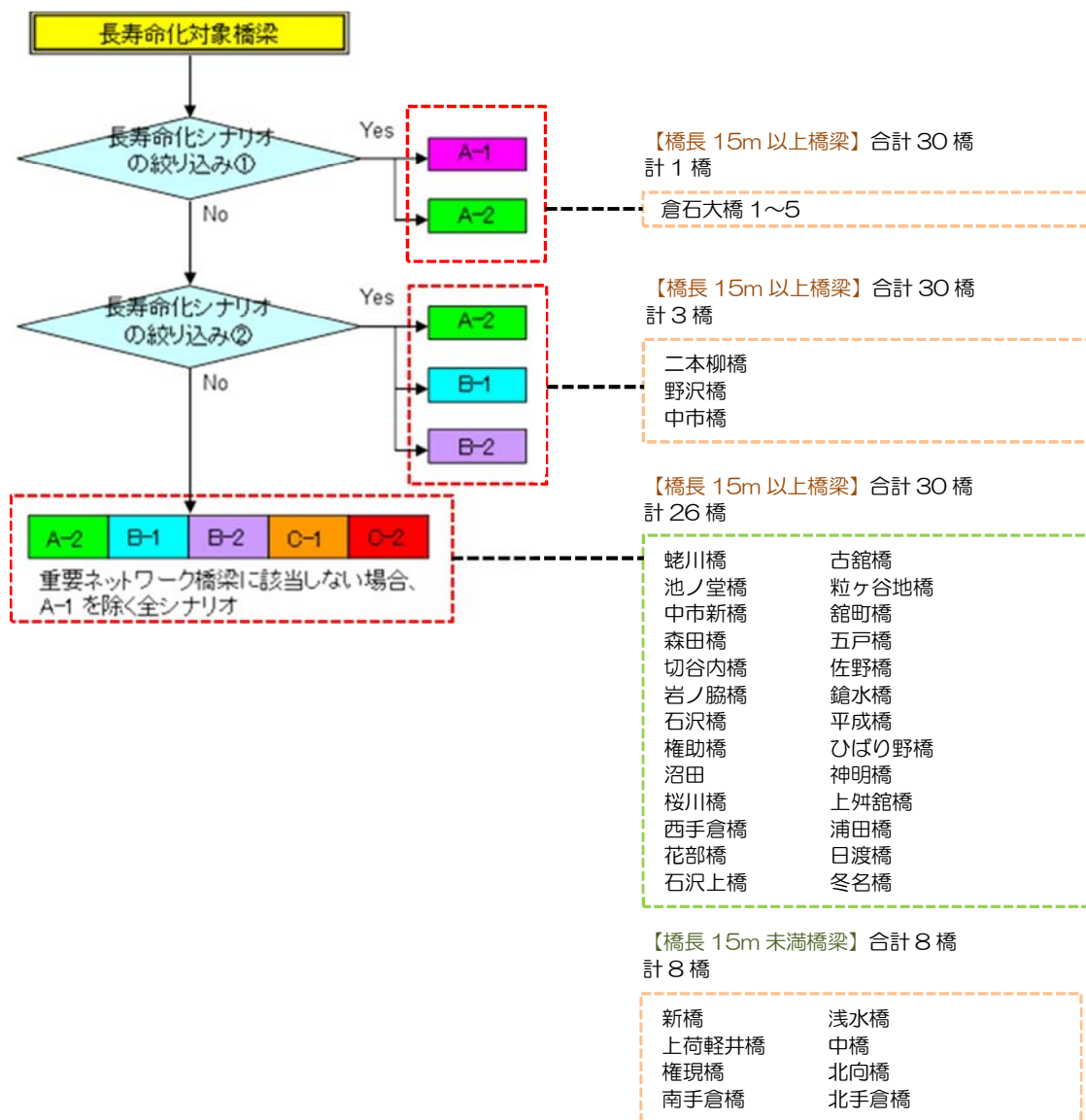
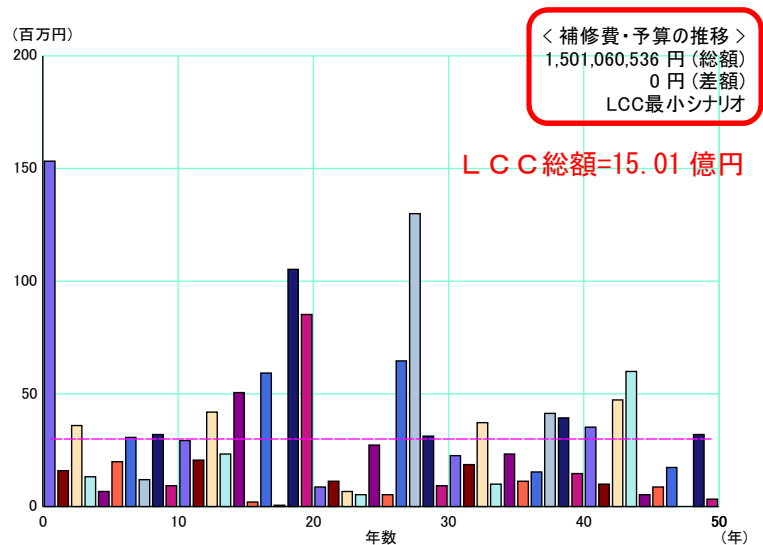


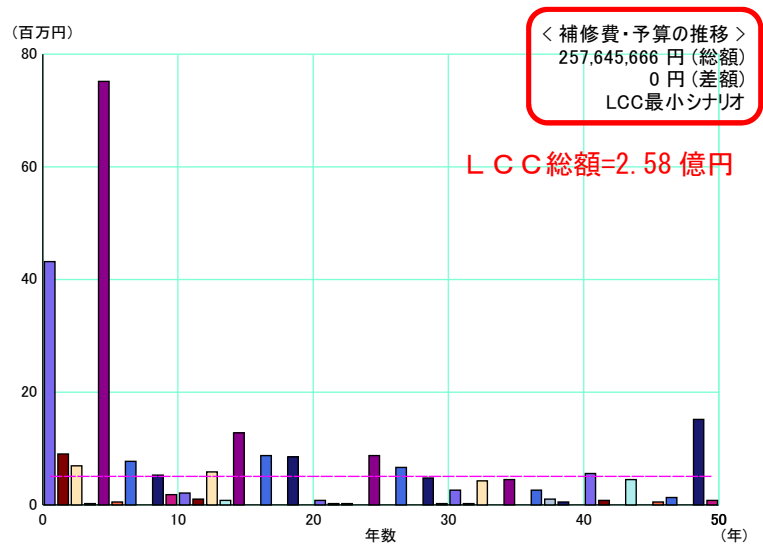
図 5.8 橋梁別シナリオ選定結果

(8) 予算シミュレーション

50年間のLCCが最小となる組み合わせシナリオを選択すると以下(図 5.9)のような集計結果が得られた。補修費総額としては15.01億円となった。



(橋長 15m 以上)

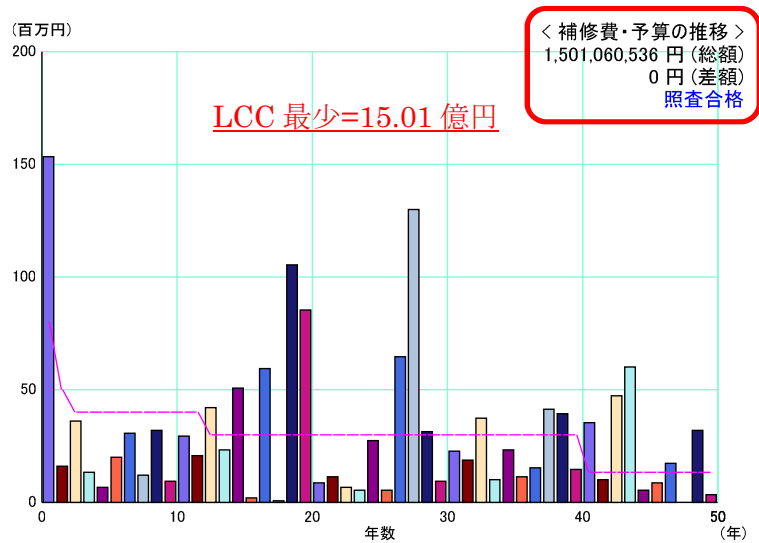


(橋長 15m 以下)

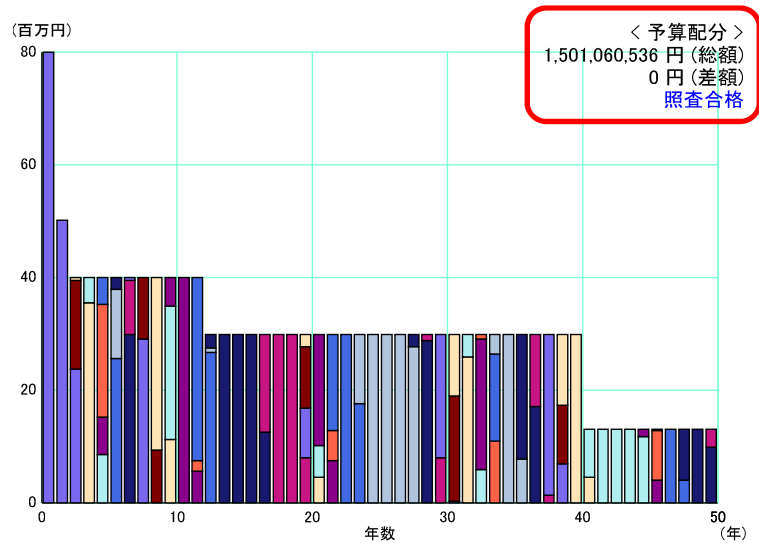
図 5.9 50年間LCCが最小となるシナリオの組み合わせにおける補修費の推移

・ 橋長 15m 以上橋梁

予算制約に基づきシミュレーションを行った結果、平準化を行うと以下のようになり50年間のLCC総額は最少額の15.01億円となった。



(補修費・予算グラフ)



(予算配分グラフ)

図 5.10 予算制約を考慮した予算シミュレーション結果

予算制約によりLCC最小案であるため、シナリオの変更はない。

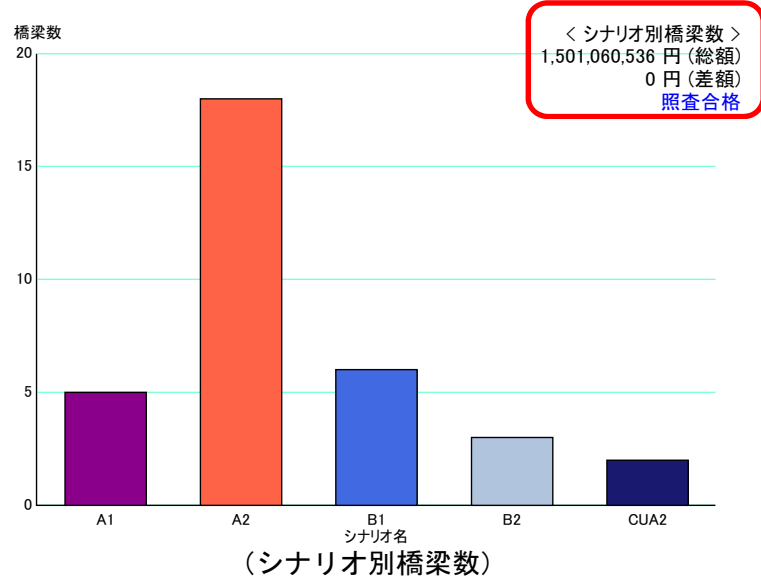


図 5.11 予算シミュレーション結果によるシナリオ数

最小シナリオでの 50 年間の累計補修費は 15.01 億円であり、予算制約によるシナリオの変更はなく差額は 0 円となり同等となった。

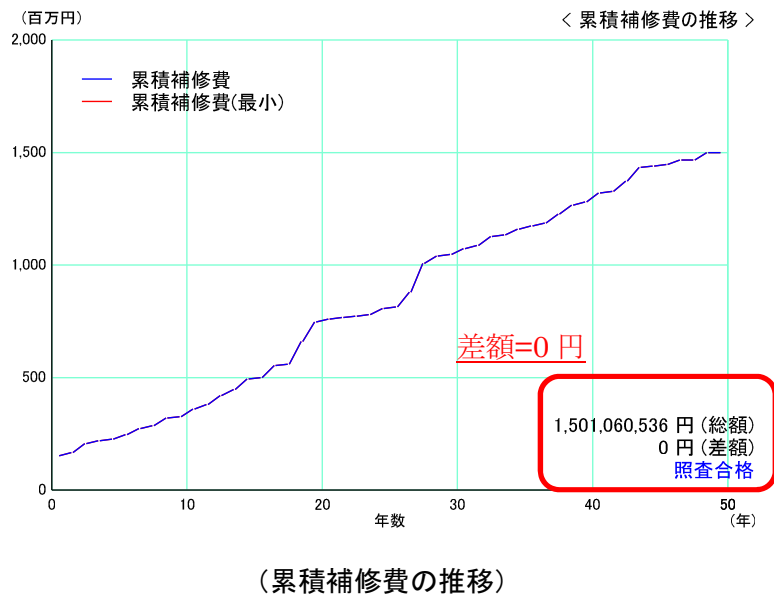
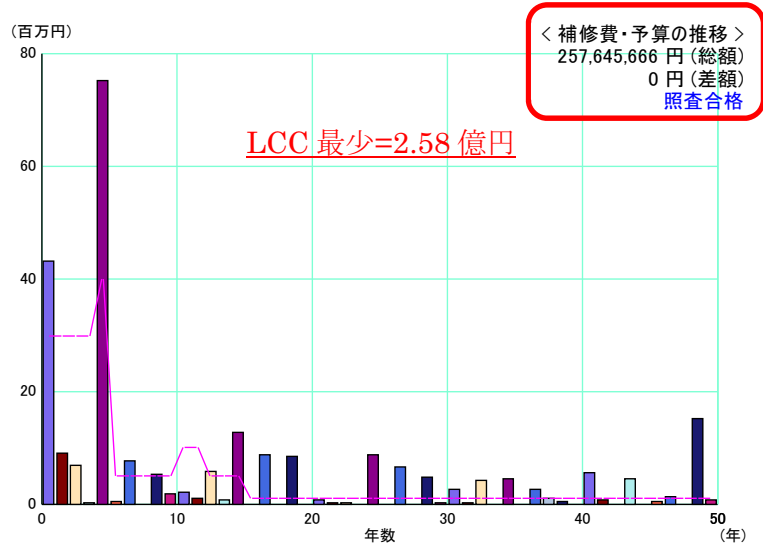


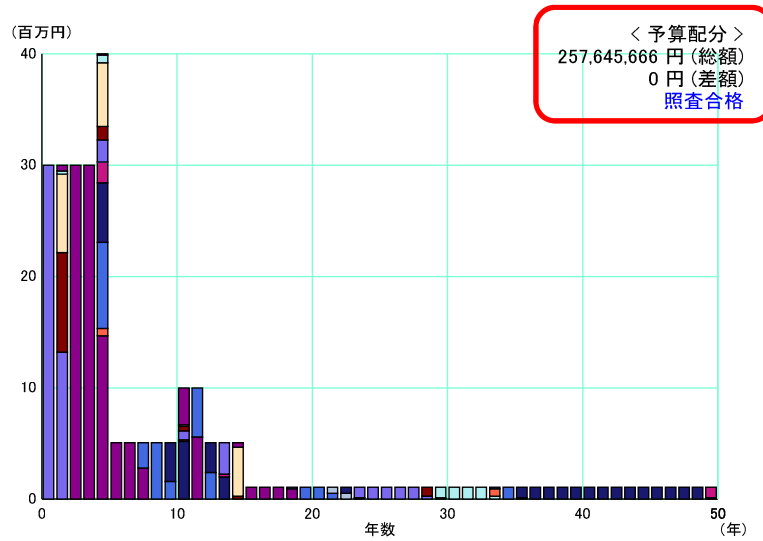
図 5.12 予算シミュレーション前後の累計補修費の比較

・ 橋長 15m 以下橋梁

予算制約に基づきシミュレーションを行った結果、平準化を行うと以下のようになり50年間のLCC総額は最少額の2.58億円となった。



(補修費・予算グラフ)



(予算配分グラフ)

図 5.13 予算制約を考慮した予算シミュレーション結果

予算制約によりLCC最小案であるため、シナリオの変更はない。

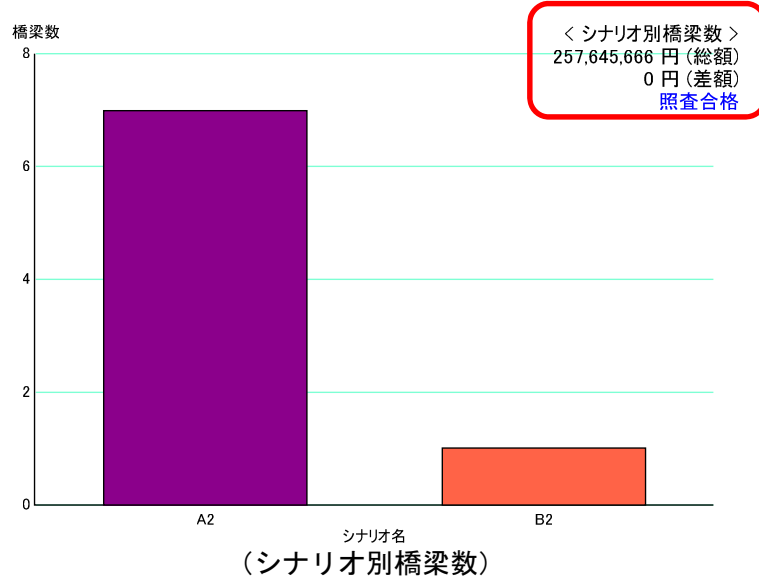


図 5.14 予算シミュレーション結果によるシナリオ数

最小シナリオでの 50 年間の累計補修費は 2.58 億円であり、予算制約によるシナリオの変更はなく差額は 0 円となり同等となった。

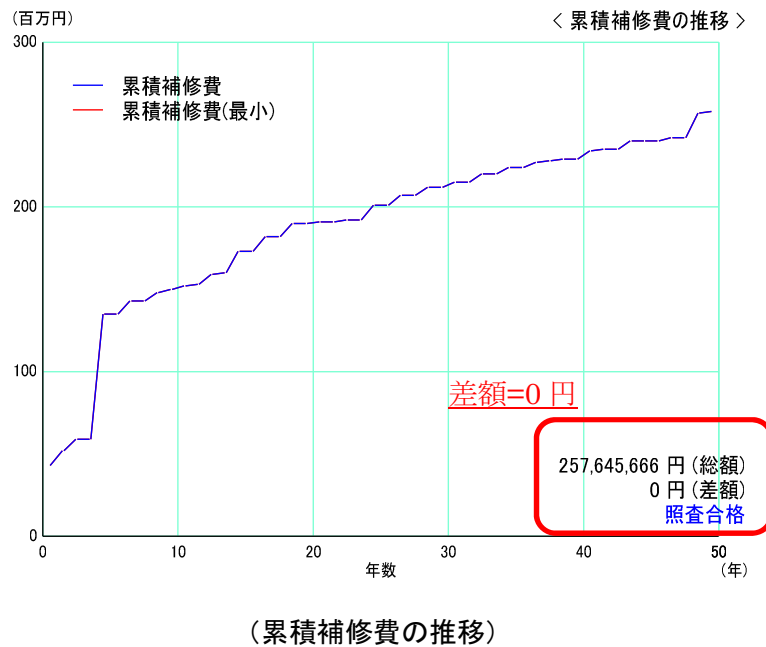


図 5.15 予算シミュレーション前後の累計補修費の比較

(9)10 年間対策工事リスト

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以下に示す。

表 5.2 各橋梁の対策工事リストの概要

年度		橋 梁	主な補修内容	定期点検 長寿命化修繕計画	
2019	平成31年	0	五戸橋	上・下部工の断面修復等	-
		石沢橋	鋼部材の塗装塗替え等		
		上舩館橋	鋼部材の塗装塗替え等		
		神明橋	鋼部材の塗装塗替え等		
		南手倉橋	鋼部材の塗装塗替え・当て板工法等		
2020	平成32年	1	浦田橋	鋼部材の塗装塗替え・当て板工法等	-
		古館橋	鋼部材の塗装塗替え等		
		ひばり野橋	上・下部工の断面修復等		
		北手倉橋	鋼部材の塗装塗替え・当て板工法等		
2021	平成33年	2	蛭川橋	上・下部工の断面修復等	橋梁定期点検
		石沢上橋	鋼部材の塗装塗替え等		
		中市橋	鋼部材の塗装塗替え		
		浅水橋	上・下部工の断面修復等		
2022	平成34年	3	館町橋	鋼部材の塗装塗替え等	橋梁定期点検
		鎗水橋	鋼部材の塗装塗替え等		
		日渡橋	鋼部材の塗装塗替え等		
		沼田橋	鋼部材の塗装塗替え等		
		新橋	上・下部工の断面修復等		
		上荷軽井橋	上・下部工の断面修復等		
2023	平成35年	4	粒ヶ谷地橋	鋼部材の塗装塗替え等	橋梁定期点検、 長寿命化修繕計画
		池ノ堂橋	上・下部工の断面修復等		
		北向橋	伸縮装置交換等		
		中橋	伸縮装置交換等		
		権現橋	伸縮装置交換等		
2024	平成36年	5	冬名橋	鋼部材の塗装塗替え等	-
		切谷内橋	下部工の断面修復等		
		倉石大橋	床版の断面修復等		
		森田橋	上・下部工の断面修復等		
		権助橋	上部工の断面修復		
		北向橋	上・下部工の断面修復等		
		中橋	下部工の表面処理		
		権現橋	下部工の表面処理		
2025	平成37年	6	花部橋	鋼部材の塗装塗替え等	-
		平成橋	上・下部工の表面処理等		
		南手倉橋	下部工の表面処理		
		北手倉橋	上・下部工の表面処理		
2026	平成38年	7	西手倉橋	下部工の表面処理等	橋梁定期点検
		中市新橋	鋼部材の塗装塗替え等		
		二本柳橋	床版の断面修復等		
		浅水橋	上・下部工の表面処理		
2027	平成39年	8	五戸橋	上・下部工の表面処理	橋梁定期点検
		石沢橋	上・下部工の表面処理		
		浦田橋	上・下部工の表面処理		
		古館橋	下部工の表面処理		
		石沢上橋	上・下部工の表面処理		
		新橋	上・下部工の表面処理		
2028	平成40年	9	館町橋	上・下部工の表面処理	橋梁定期点検
		鎗水橋	上・下部工の表面処理		
		沼田橋	上・下部工の表面処理		
		粒ヶ谷地橋	上・下部工の表面処理		
		池ノ堂橋	上・下部工の表面処理		
		切谷内橋	上・下部工の表面処理		
		花部橋	上・下部工の表面処理		
		平成橋	上・下部工の表面処理		
		西手倉橋	上・下部工の表面処理		
		上荷軽井橋	上・下部工の表面処理		

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

(1) 橋長 15 m 以上の場合

橋長 15m 以上橋梁の場合、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 9.78 億円のコスト削減を図ることが可能であると試算された。

<全橋を事後保全(C2シナリオ)とした場合との比較>

○全橋梁を事後保全(C2シナリオ)とした場合のLCC総額(50年間)	24.79 億円
○ 本提案 によるLCCの総額(50年間)	15.01 億円
コスト削減額	9.78 億円

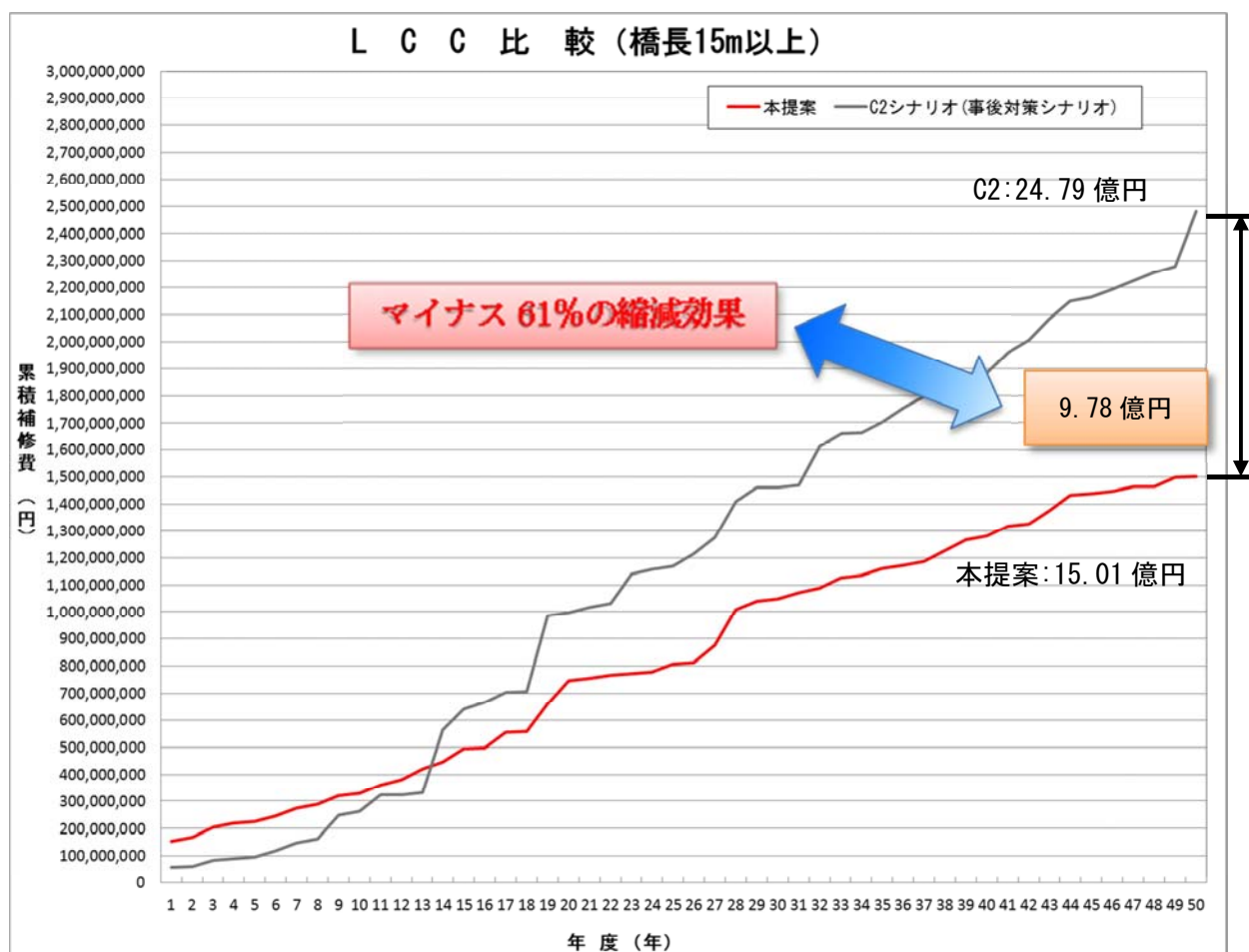


図6.1 橋梁のコスト削減効果

(2)橋長 15 m 未満の場合

橋長 15m 未満橋梁の場合、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 1.76 億円のコスト削減を図ることが可能であると試算された。

<全橋を事後保全(C2シナリオ)とした場合との比較>

○全橋梁を事後保全(C2 シナリオ)とした場合のLCC総額(50 年間)

4.34 億円

○**本提案**によるLCCの総額(50 年間)

2.58 億円

コスト削減額

1.76 億円

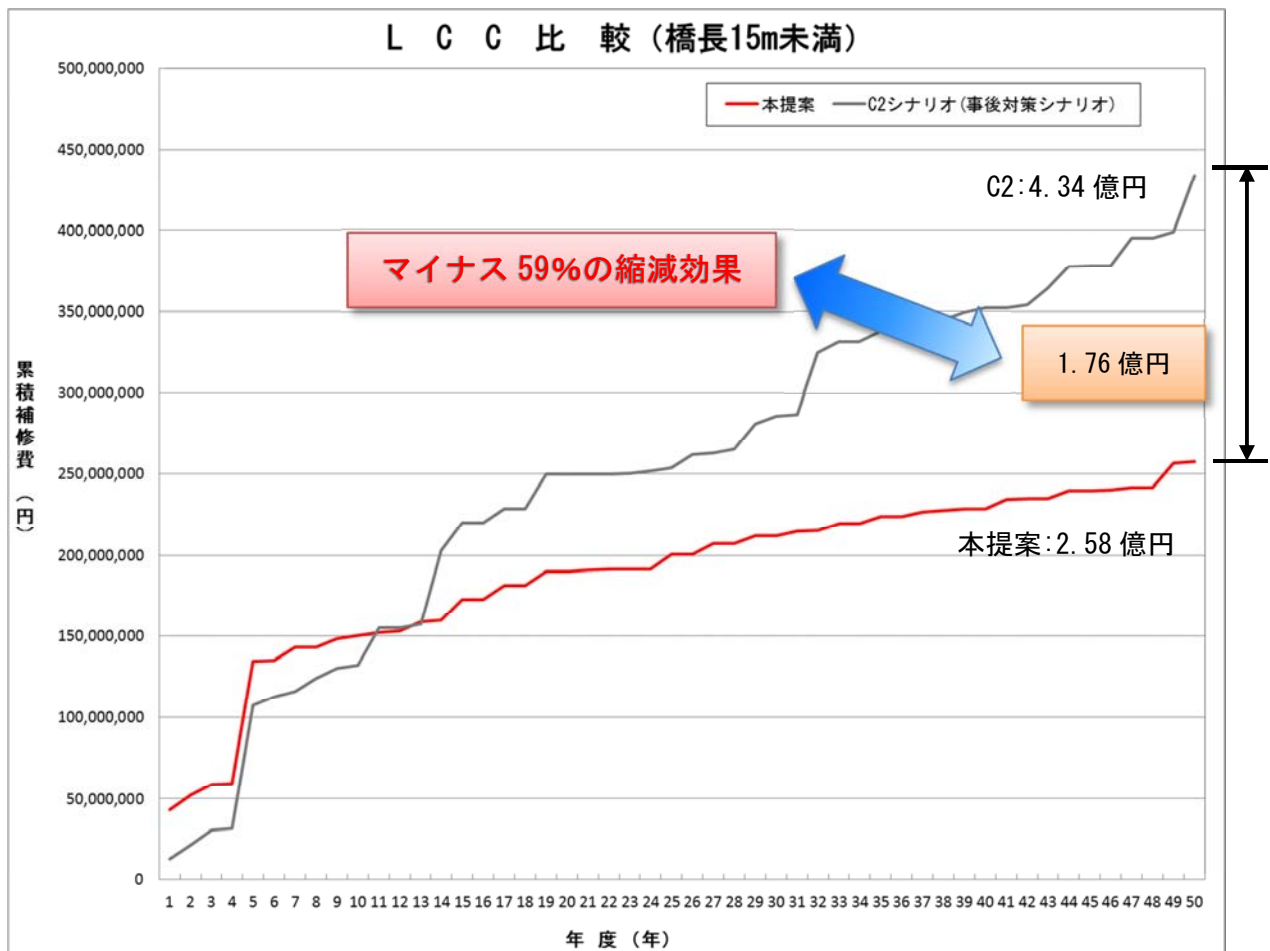


図6.2 橋梁のコスト削減効果

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。

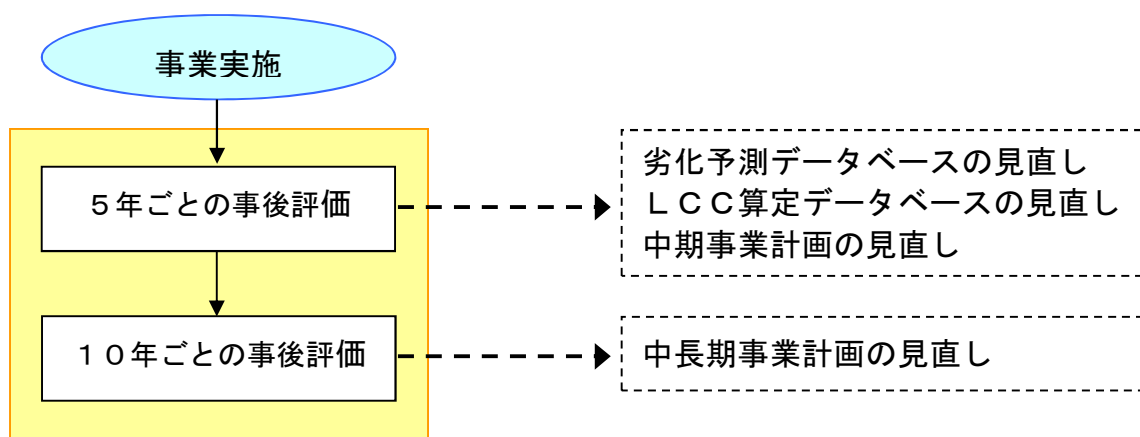


図 7.1 事後評価