

佐井村橋梁長寿命化修繕計画



令和4年3月

佐井村役場

目次

1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の概要	1
2. 橋梁長寿命化修繕計画策定の基本方針	2
3. 佐井村の橋梁の現状	3
4. 佐井村の橋梁定期点検結果	5
5. 集約化の検討	11
6. 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	12
7. 橋梁長寿命化修繕計画の策定	13
1. 基本方針	13
2. 維持管理体系	15
3. 橋梁の維持管理	16
4. 維持管理・点検	17
5. 橋梁長寿命化計画	18
8. 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	27
9. 事後評価	28
10. 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	29

1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の概要

1. 背景

近年、我が国において高度成長期に建設された橋梁が建設後 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。佐井村においては橋梁を 17 橋管理しています。令和 3 年度で 50 年を経過した橋が 1 橋あり、次の 10 年後には高齢化していく状況です。老朽化が深刻化していくことにより、将来的に橋梁の維持管理費が増大し、村の財政がひっ迫することが予測されます。

今後の橋梁補修、架替などの費用がこれまで以上に増大することが予想され、これまで通りの対策方法では適切な維持管理を全ての橋梁において実施することは困難となることが予想されます。

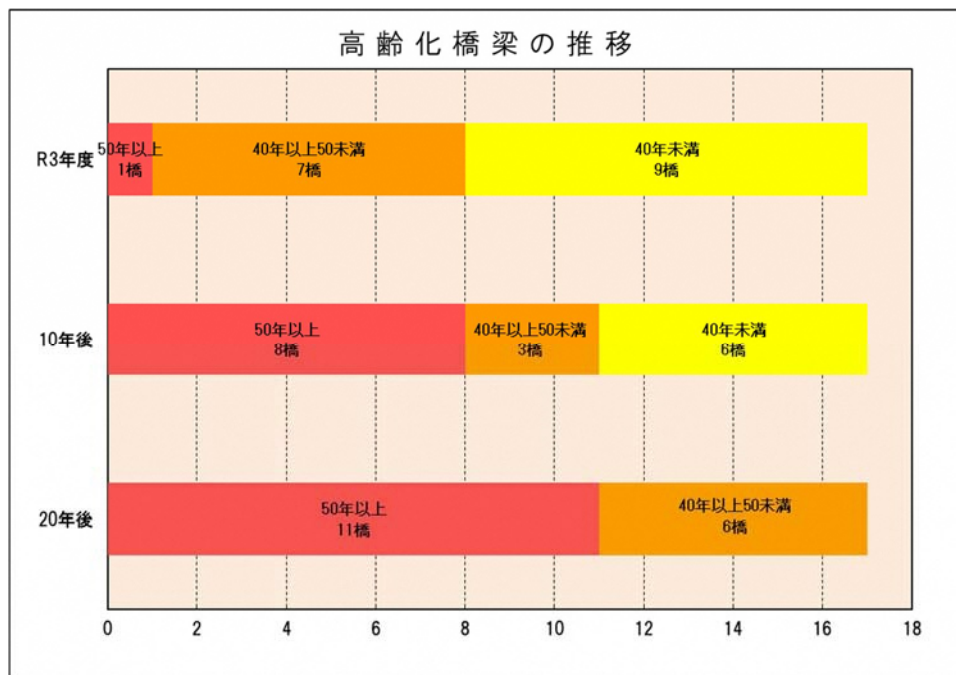


図 1 高齡化橋梁の推移

2. 目的

佐井村は橋梁を 5 年に一度の定期点検^{※1}を実行し、各橋梁の劣化・損傷を発見し、橋梁の状態を診断しています。橋梁が高齢化していく中で、住民の安心安全な生活のため、橋の健全度が深刻化していくことを未然に防ぐための点検は必須です。

また、橋梁の老朽化により将来の維持管理の費用増大となる事後保全的対策から予防保全的対策に変換し、橋梁のライフサイクルコスト^{※2}（以下 LCC）の縮減を図ります。

よって、適切な時期に適切な対策で維持修繕を行うことを目的として、橋梁の長寿命化修繕計画を策定します。

※1 道路法施行規則により定期点検は 5 年に一回の頻度で近接目視による点検を義務付けされています。佐井村においても点検を実施しているところであります。

※2 橋梁を資産としてとらえ、橋梁の架設から供用、維持修繕、撤去、架け替えにわたる橋梁の生涯にかかる全体の費用のこと。

2. 橋梁長寿命化修繕計画策定の基本方針

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※3を進めます。

1. 橋梁アセットマネジメントシステムの導入

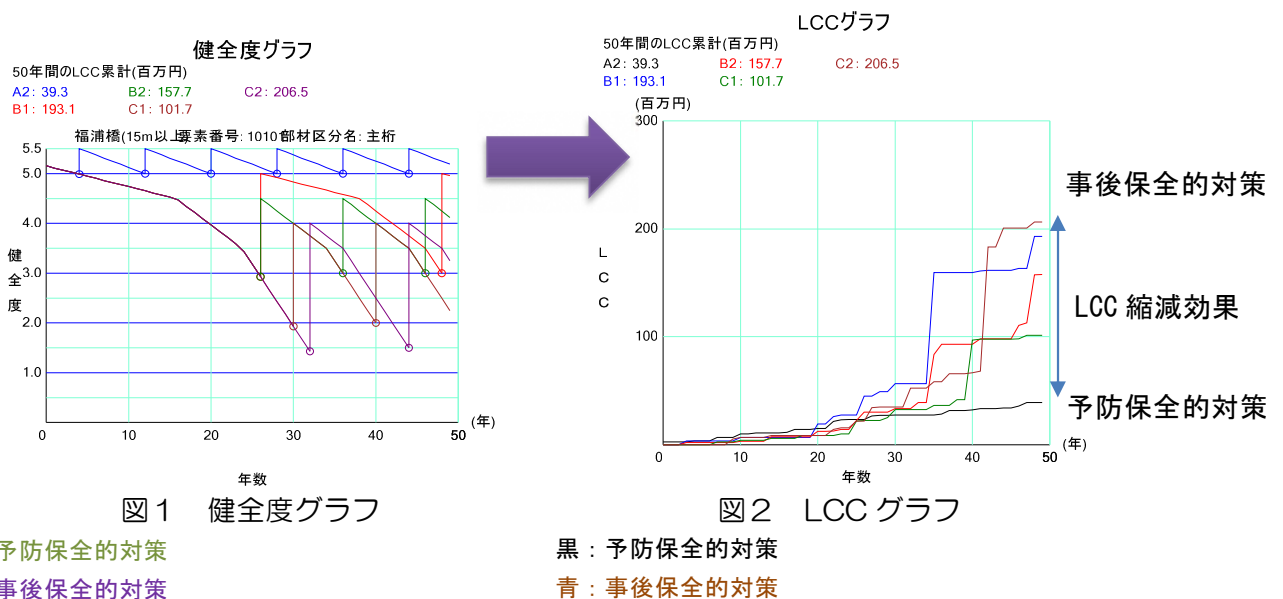
橋梁の維持管理手法として、ひと（人材育成）、もの（ITシステム）、仕組み（マニュアル類）を含むトータルマネジメントシステムとして「青森県橋梁アセットマネジメントシステム」を導入しております。今後も「青森県橋梁アセットマネジメントシステム」による維持管理を継続していきます。

2. 事後保全的対策から予防保全的対策への転換

これまで損傷が進行している状態で事後的に対策を実施し、高額な費用が必要としていました。これからは事後保全的な対策から損傷が進行する前に予防保全的対策に転換し費用の増大を防ぎます。

3. 維持修繕費用の縮減化

健全度がある程度低下する前に早期対策を実施することで、全体のLCCの縮減を図ります。



※3 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. 佐井村の橋梁の現状

1. 佐井村橋梁の概要

- ・令和3年度で最も多く占めているのは、経過年数40～49年の橋梁で6橋です。
- ・コンクリート橋14橋、鋼橋3橋です。

令和4年3月31日時点

橋梁名	供用開始日	橋長	全幅員	径間数	供用年数	上部工形式名
1 小原田橋	1978/04/01	5	7	1	43	RC桁橋
2 川目橋	1977/03/01	21.52	5	1	45	単純鋼合成H桁橋
3 川目一号橋	1968/04/01	4.6	5.1	1	53	RCラーメン桁橋
4 福浦橋(15m以上)	1981/03/01	19.7	7.5	1	41	ポストテンション単純T桁橋
5 福浦橋(15m以下)	1993/12/01	12.65	8.3	1	28	プレテンション単純床版桁橋
6 縫道橋	1993/12/01	17.7	8.2	1	28	プレテンション単純床版桁橋
7 平成橋	1989/09/01	15.7	7.35	1	32	プレテンション単純T桁橋
8 開港橋(上流側)	1997/03/01	16.7	3.18	1	25	プレテンション単純床版桁橋
9 開港橋(下流側)	1978/03/01	16.7	5.23	1	44	プレテンション方式PC単純中空床版橋
10 牛滝橋	1998/04/01	14.26	8.2	1	23	プレテンション単純床版桁橋
11 牛滝中央橋	1978/04/01	3.4	7.7	1	43	RC桁橋
12 焼山橋	1977/07/01	47.2	5	1	44	単純トラス橋
13 二又橋	2000/04/01	15.9	6.2	1	21	プレテンション単純床版桁橋
14 織音橋	1989/03/01	16.15	5	1	33	単純鋼合成H桁橋
15 長後橋	1972/03/01	10.2	6.2	1	50	イーリースラブ橋
16 道中橋	1992/03/01	17.72	8.2	1	30	プレテンション単純床版桁橋
17 新生橋	1991/08/01	11.96	5.2	1	30	プレテンション単純床版桁橋

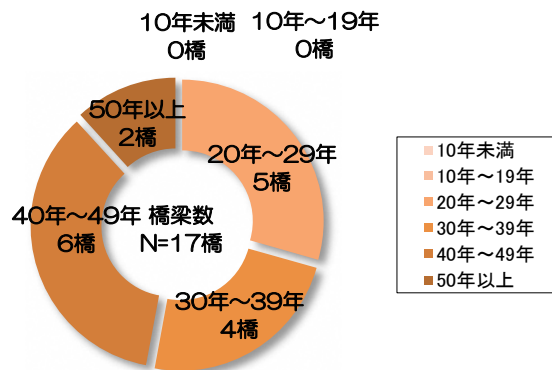


図1 建設後経過年数別の割合

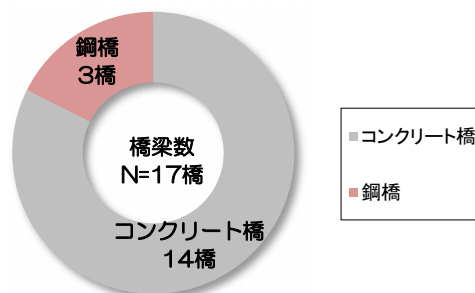
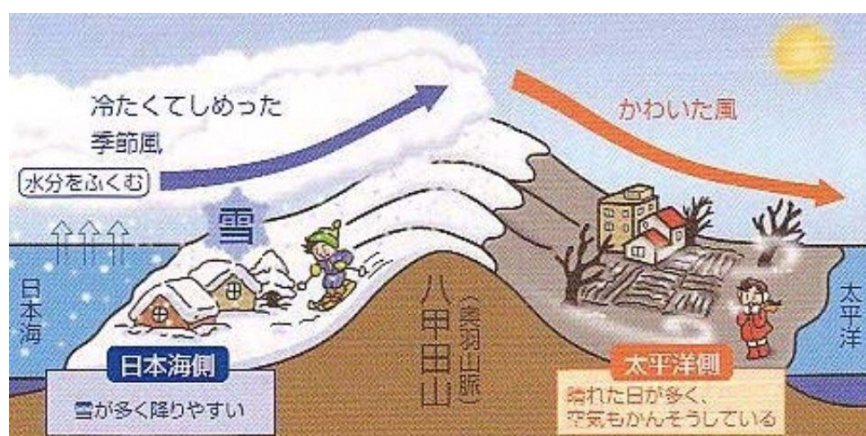


図2 構造型式別の割合

2. 地理的特徴（青森県アセットマネジメント基本計画より引用）

本県は、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※⁴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※⁵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。



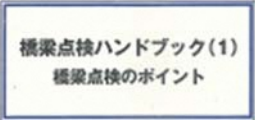
※⁴ 塩害：コンクリート中に塩分が浸透して鋼材を腐食させる劣化現象

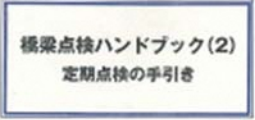
※⁵ 凍害：コンクリート中の水分が凍って膨張し、コンクリートを破壊させる劣化現象

4. 佐井村の橋梁定期点検結果

1. 健全度評価

健全度評価は、青森県の橋梁点検ハンドブック(1)(2)に従い、点検の対象とした部材ごとについての、劣化・損傷の種類と状態及び進行状況を考慮して行います。主な劣化機構の一覧は下記のとおりです。







【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)



潜伏期



健全度: 4.5



健全度: 4.0

橋梁点検ハンドブック(2) 定期点検の手引き P4-5 より抜粋

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、腐食ピ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。

2. 健全度診断

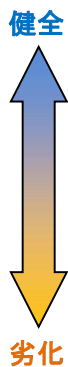
橋の健全度の診断は、国土交通省が規定している、定期点検に関する標準的な内容や現時点での知見で予測される注意事項等についてまとめた要領により基づき診断します。

国の診断方法としての定期点検の健全度診断は、下記の表にあるとおり 4 段階で評価します。(I：健全、II：予防保全段階、III：早期措置段階、IV：緊急措置段階) II と判断された橋梁は予防保全的な対策であり、III と判断された橋梁は次の点検までには補修を行う必要があるとされます。IV については直ちに通行止めなどの措置が必要であると判断されます。

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取りまとめ、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。

表1 判定区分

区分		定義
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。



「橋梁定期点検要領 平成31年3月」より

健全度診断の例：腐食【II（予防保全）】



例

母材の板厚減少はほとんど生じていないものの、広範囲に防食被膜が劣化が進行しつつあり、放置すると全体に深刻な腐食が拡がると見込まれる場合

健全度診断の例：腐食【III（早期措置）】



例

主部材に、拡がりのある顕著な腐食が生じており、局部的に明確な板厚減少が確認でき、断面欠損に至ると構造安全性が損なわれる可能性がある場合

3. 定期点検結果

本年度の各橋梁、各部材の健全度の診断結果を下記のグラフに示します。橋梁毎では、Iと判定された橋が多く14橋、IIIと判定された橋は2橋、IIと判定された橋は1橋でした。

よって、早期措置段階と診断された橋は少なく、予防保全措置の段階の橋が多数を占めております。

各部材においては、ほとんどの部材がIと診断され健全であることが判明しました。

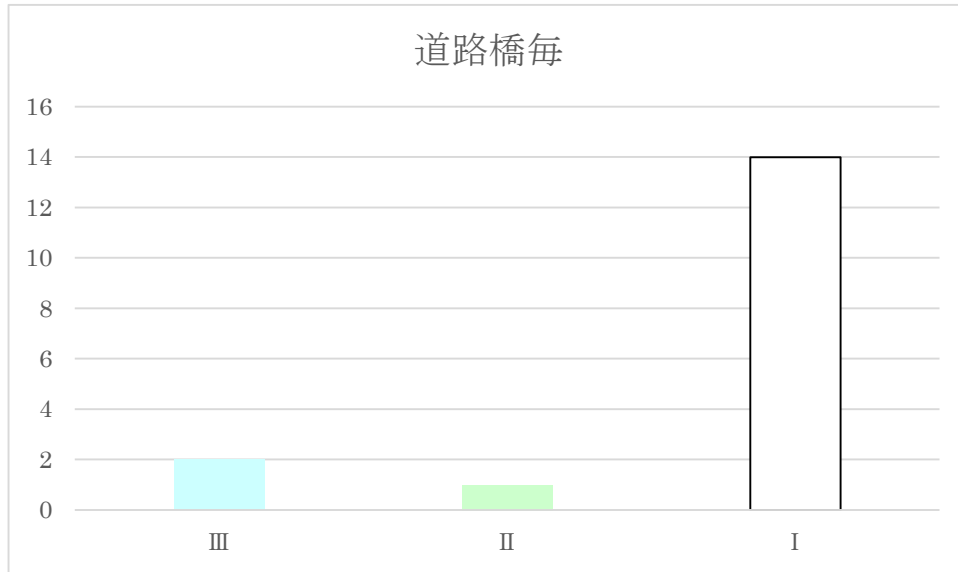


図1 橋梁単位の健全度結果

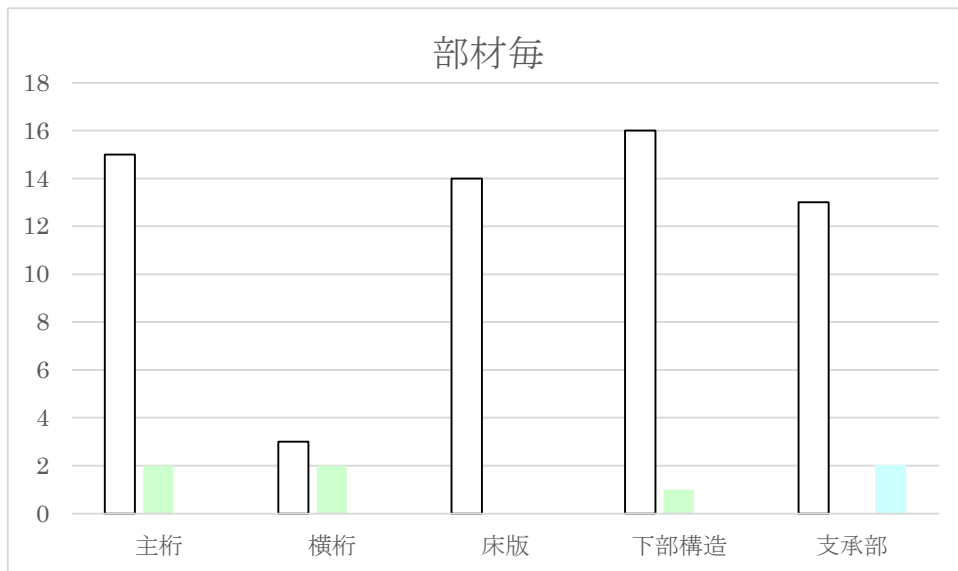


図2 部材ごとの健全度結果

4 橋梁点検の新技术の活用

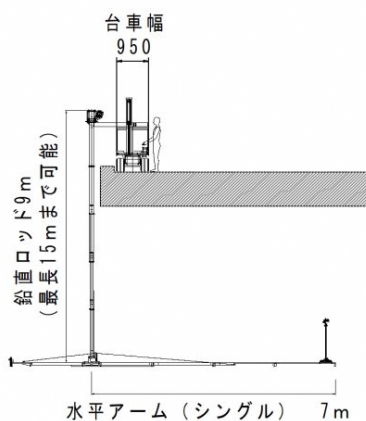
1) 橋梁点検

近接目視による橋梁点検の方法は、橋梁点検車や脚立・はしご等が主流でありました。点検のさらなる効率化、合理化に向け従来方法に代替する新技术について活用することを検討します。「点検支援技術 性能カタログ（令和3年10月）国土交通省」に掲載されているドローン等の無人航空機やアーム型点検支援ロボット等による新技术を参考に従来方法と比較します。



従来の点検方法（橋梁点検車）

橋梁点検支援ロボット （スタンダードタイプ）



「<機体>



新技术の点検（点検支援技術 性能カタログより [出典：国土交通省]）

2) 橋梁点検支援システム

青森県と大阪地域計画研究所が共同開発・提供するブリッジマネジメントシステムにより、橋梁の維持管理を効率的に行います。

個々のPCで稼働するシステムから、クラウド上で稼働するシステムに移行します。また、対策工法や劣化予測式がカスタマイズ可能となり、各ニーズに沿った補修の計画が可能となります。このITシステムを活用することで、自治体とコンサルが共同でデータを管理できます。



表 1 BMStar の機能の内容

BMStarの主な機能種類	機能の内容
a. 橋梁管理機能	管理者に対して、橋梁台帳、点検結果や事業計画等、橋梁管理業務に必要な情報の管理を支援(事前データ作成、調書作成機能等をシステム化)
b. 点検・対策登録機能	定期点検以外の各種点検や対策データ等の各種情報の更新・登録を支援
c. 予算・事業計画策定機能	橋梁群のLCCの算定、予算シミュレーション、中期事業計画(長寿命化修繕計画)の策定支援
d. 進捗管理機能	中期事業計画に対する実施状況を管理支援
e. プロジェクト管理機能	管理者が委託業務に対応したBMSのプロジェクトDBの登録・発行管理、支援会社がプロジェクトDBを取得し、業務実施・完了登録の管理を支援
f. 定期点検支援機能	定期点検を支援(オフラインの点検支援システムを使用) 点検データ作成、更新・登録を支援する(点検支援システムを使用) BMStar様式及び国交省様式1&2の調書作成

5. 集約化の検討

1. 統廃合橋梁

住民の利用状況が低下している橋梁、重要度が低い路線であり代替の路線がある場合の橋梁等について、橋梁の撤去・統合することによって、費用の縮減化を図ることが可能か検討します。

検討結果、佐井村においてはう回路がなく孤立する橋梁、住民にとって利用頻度の高いこと等、集約化にいたる橋梁はありませんでしたが、今後措置方針を検討し、取り組んでいきます。

6. 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 6-1 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、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。

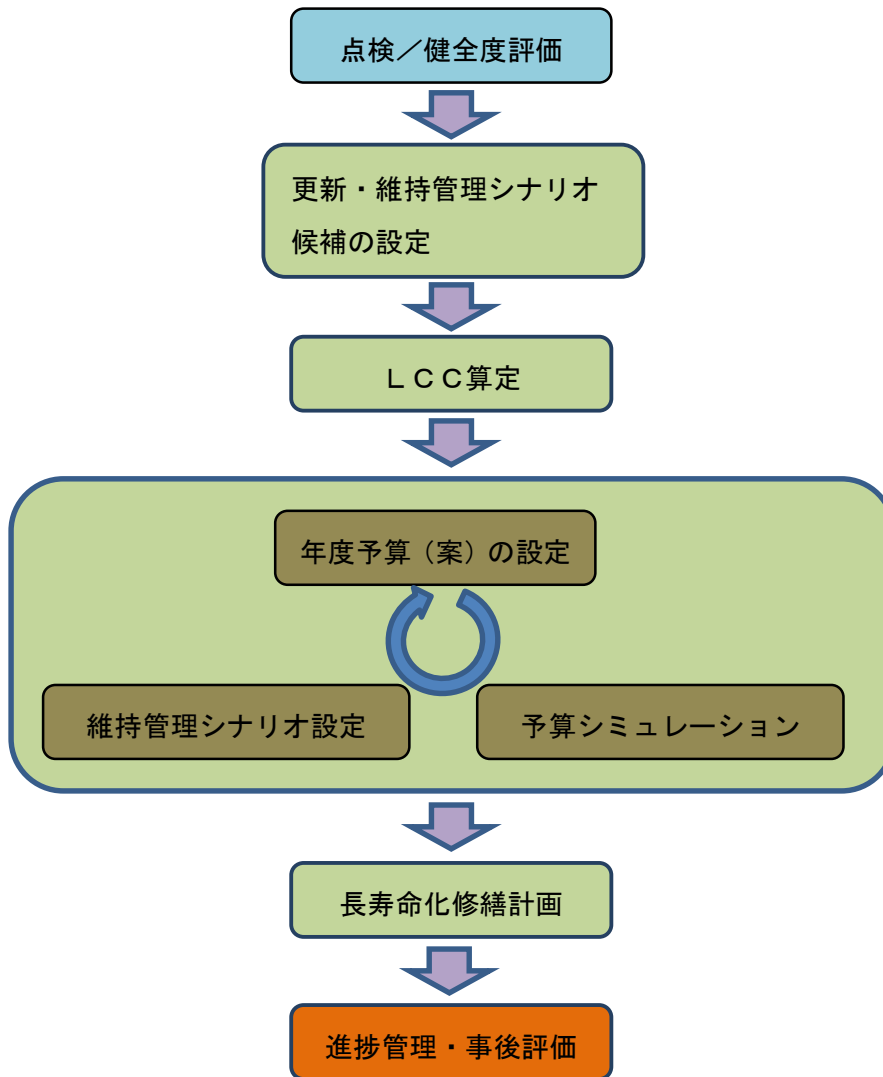


図 6-1 橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー

7. 橋梁長寿命化修繕計画の策定

1. 基本方針

橋梁長寿命化修繕計画はアセットマネジメントにより、管理する橋梁を住民の安全・安心な生活の確保、並びに将来にわたる維持管理更新費用の削減を図るため策定します。

(1) 日常管理の充実

日常的な状況把握により、劣化・損傷の早期発見とそれに対する初期段階での対策を行うなど、交通安全の確保、第三者被害の防止及び構造安全の確保のため、また、橋梁の長寿命化を図るため、日常管理の充実を図ります。

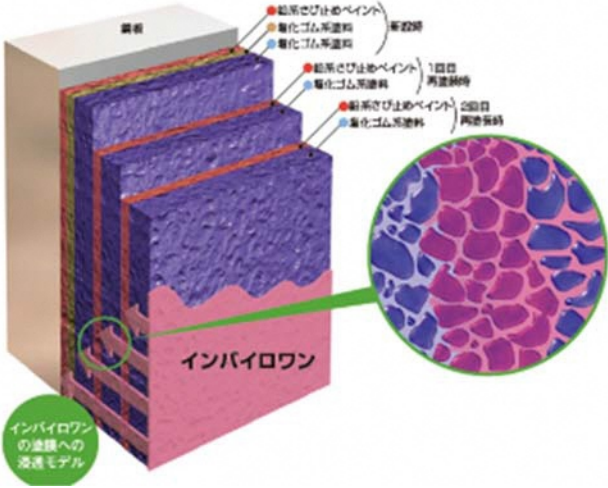
(2) 重要部材などの重点管理

重要な部材や劣化・損傷が発見しやすい部材・部位を重点的に管理し、構造安全性の確保と維持管理の効率化を図ります。

(3) 最新技術の導入

最新の情報技術や新工法などを積極的に活用し、維持管理業務の効率化や将来にわたる維持更新費用の削減を図ります。

新工法：インパイロワン工法 (NETIS 登録 KT-060135-VE)



インパイロワン
の塗膜への
浸透モデル

- ・従来：素地調整 2 種ケレン。動力工具と手工具との併用により、塗膜を除去する方法。鉛などの有害物質を含む橋の場合適さない。
- ・新工法：特殊な塗膜剥離剤を塗布することにより、塗膜の粉塵を発生せず、塗膜を湿潤化させかき落とす方法。鉛中毒などを防止し安全に施工することができる。

(4) 橋梁関係技術者のスキルアップ

効率的なマネジメントを行うため、各種専門技術研修に参加するなど、橋梁関係技術者のスキルアップを図ります。

(5) 橋梁に関する各種データ管理の徹底

定期点検などで収集した点検結果並びに対策工事などして行った補修工事の履歴は、橋梁アセットマネジメントによる計画的な維持管理を行うための重要な情報であり、適切な方法で記録・管理し、劣化予測等関連技術の精度の向上を図ります。

2. 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。

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7-1)。

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。

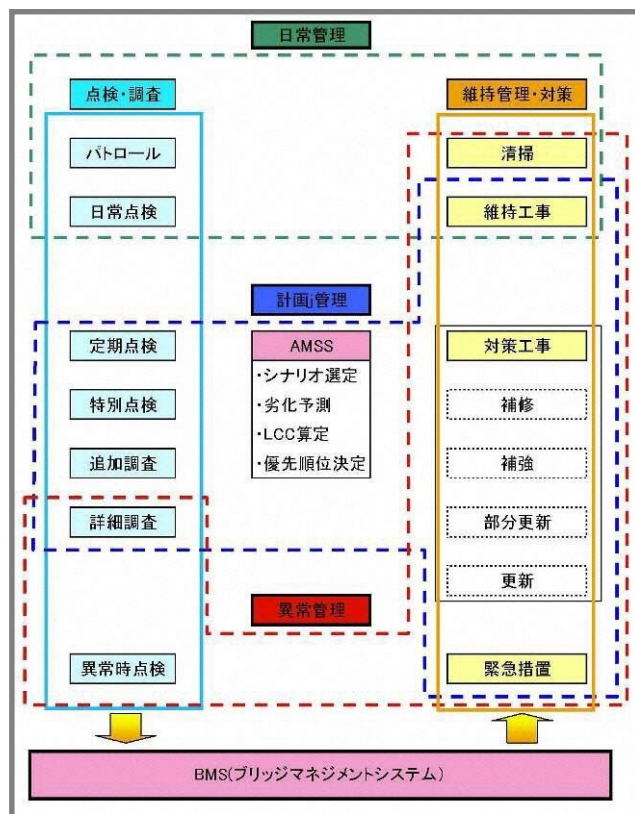


図 7-1 維持管理体系

- (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) 【橋梁アセットマネジメント支援システム(BMSS)】：点検・調査によって得られた情報をもとに環境条件等の現状を踏まえて橋梁毎に維持管理方針を定め、劣化予測に基づいてLCCを算定し、予算制約の中で、いつ、どの橋梁にどのような対策を経済的に実施するかの意思決定を支援するシステムをいいます。
- (4) 【橋梁データベースシステム】：橋梁の構造に関する情報(橋梁形式・材料など)、維持管理に関する情報(点検結果・補修・補修履歴など)、環境条件(立地条件・交通量など)、アセットマネジメントに必要なデータを総合的に管理するITシステムをいいます。また、点検・調査結果から得られた情報に基づいて意思決定を行い、維持管理・対策を実施するまでの一連の業務遂行をその形態から「日常管理」「計画管理」「異常時管理」に大別されます。

3. 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は図 7-2 のように大きく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。

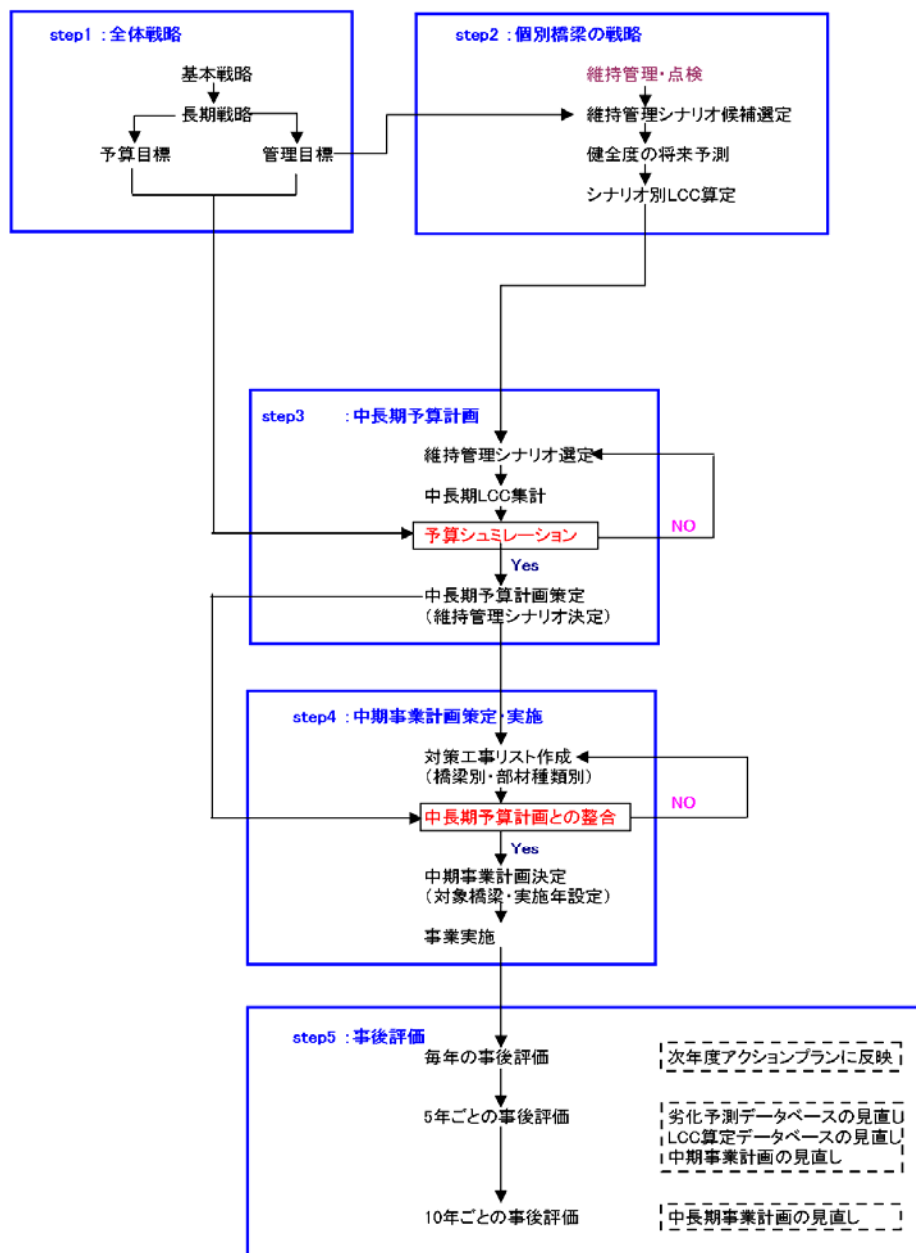


図 7-2 BMSを用いたブリッジマネジメントのフロー

4. 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。これに習い佐井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。

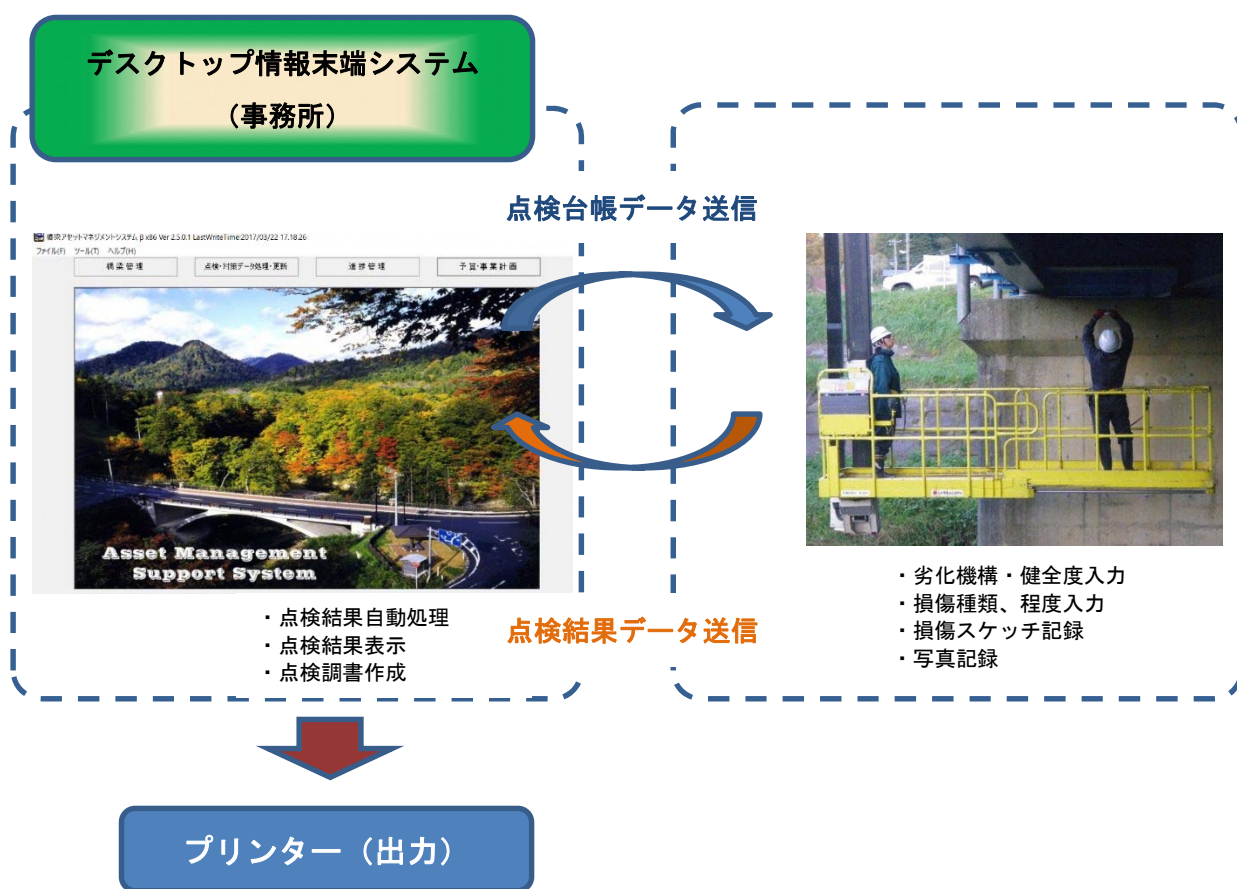


図 7-3 橋梁点検支援システム

5. 橋梁長寿命化計画

(1) 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ます。

A) 更新シナリオ

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。

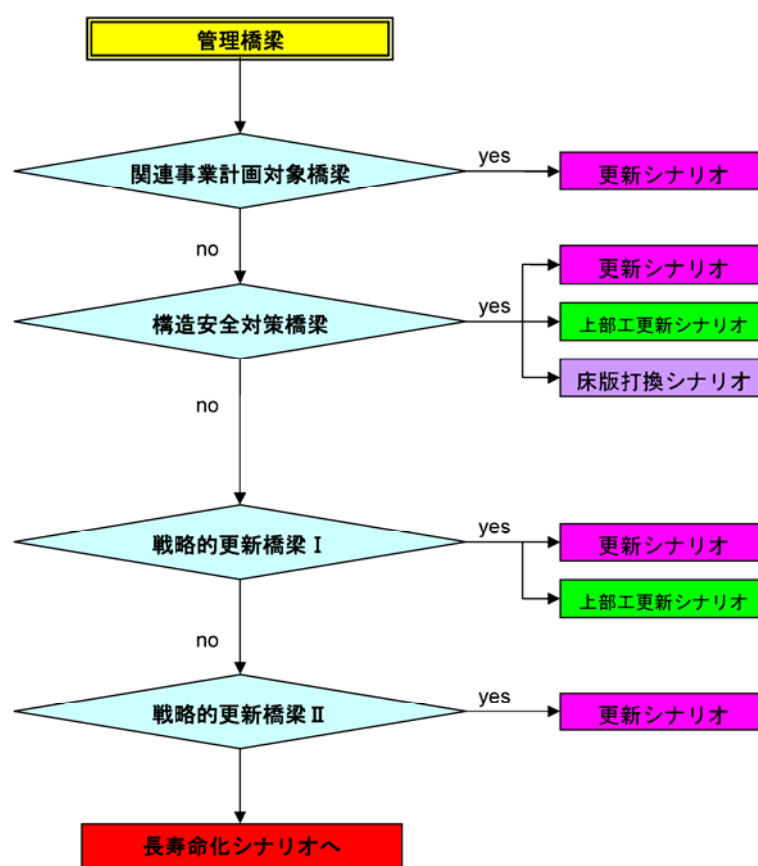


図 7-4 更新シナリオ候補の選定フロー

B) 長寿命化シナリオ

長寿命化シナリオは6つの種類を設定しています。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、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及びトラス橋・鋼アーチ橋並びに塩害対策区分に位置する橋梁のうち健全な橋梁は戦略的対策シナリオ(A1)を選定します。

また、平成18年度以降供用開始した橋梁については、LCC最少シナリオを基本(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。

➤ 戦略的対策シナリオ (A1)

アーチやトラスなどの特殊橋梁、橋長200m以上の超長大橋梁、塩害対策区分Sに該当する橋梁などを対象に、戦略的な予防対策を行うシナリオ。

➤ LCC最小化シナリオ (A2)

新設橋梁の100年間の維持管理においてLCCが最小となるシナリオ。すべてのシナリオのLCCを比較してLCCが最も小さい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、事後対策シナリオよりも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。B-1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、事後対策シナリオよりも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A-1～C-2のいずれかのシナリオの対策を行う。

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。

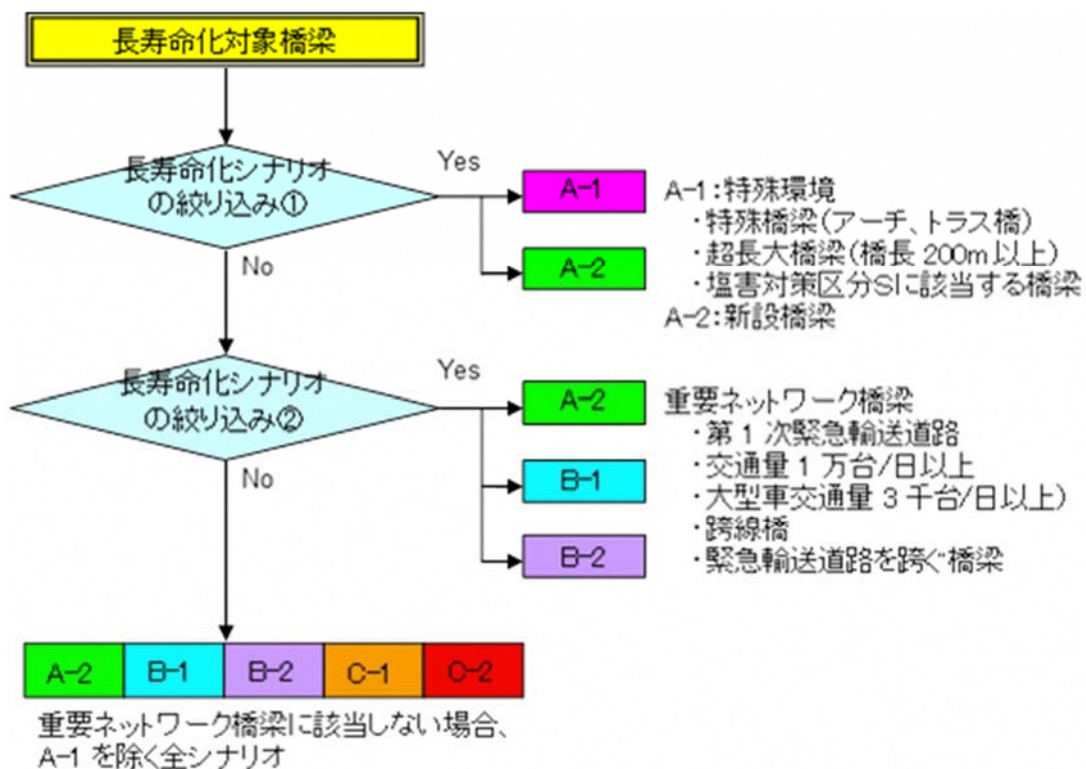


図 7-5 長寿命化シナリオ候補の選定フロー

(2) 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。

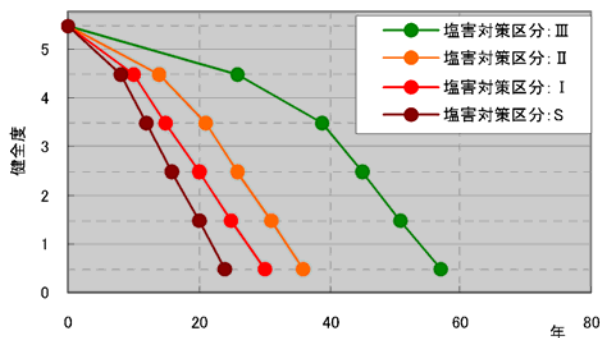


図 7-6 劣化予測式の例（塩害）

➤ 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。

➤ 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 7-7 参照）。

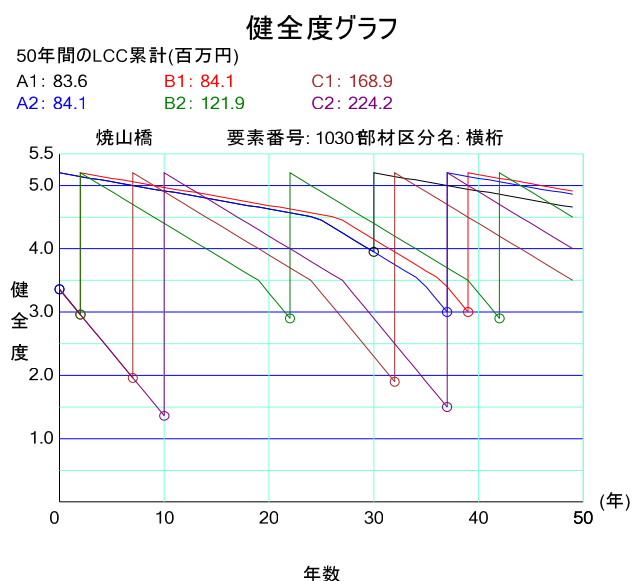


図 7-7 健全度グラフ例

(3) 予算の平準化

LCC 算定結果を基に、LCC が最小となる各橋梁のシナリオの組み合わせを初期状態として予算の平準化を行います。

予算の平準化のイメージは図 7-8 のとおりであり、コストが年度予算を超過する場合は超過分を翌年度に繰り越し、年度予算を下回る場合は翌年度予算を前倒して繰り入れる作業を繰り返します。このとき、繰越額の制約として許容繰越額を設けます。補修工事を同じ工法で行い得る遅延限界を仮に 3 年と設定した場合、繰り越し・繰り入れの作業を全期間にわたって行い、繰越額が許容値、すなわち 3 年間の予算以内に収まっていれば平準化が行われたと判断します。

一方、繰越額が許容値を超える場合は先のシナリオの組み合わせでは平準化できないと判断されます。そのような場合、いずれかの橋梁のシナリオを変更して予算内に収めるようにします。したがって、初期状態の LCC 最小額がシナリオが予防保全対策型から事後保全対策型に変更された結果、LCC が増額することとなります。

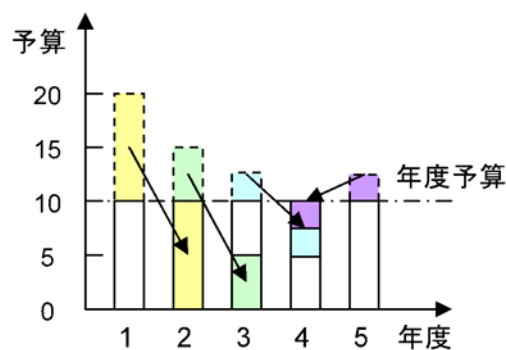


図 7-8 予算平準化のイメージ

○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。

(4) 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。

佐井村の管理橋梁 17 橋のシナリオ候補を検討した結果、図7-9に示す結果となりました（新設橋梁以外）。50年間のLCCは最小額がA2シナリオで3.9億円、最も高額となったC2シナリオが10.6億円という結果となり、差額は6.7億円となりました。

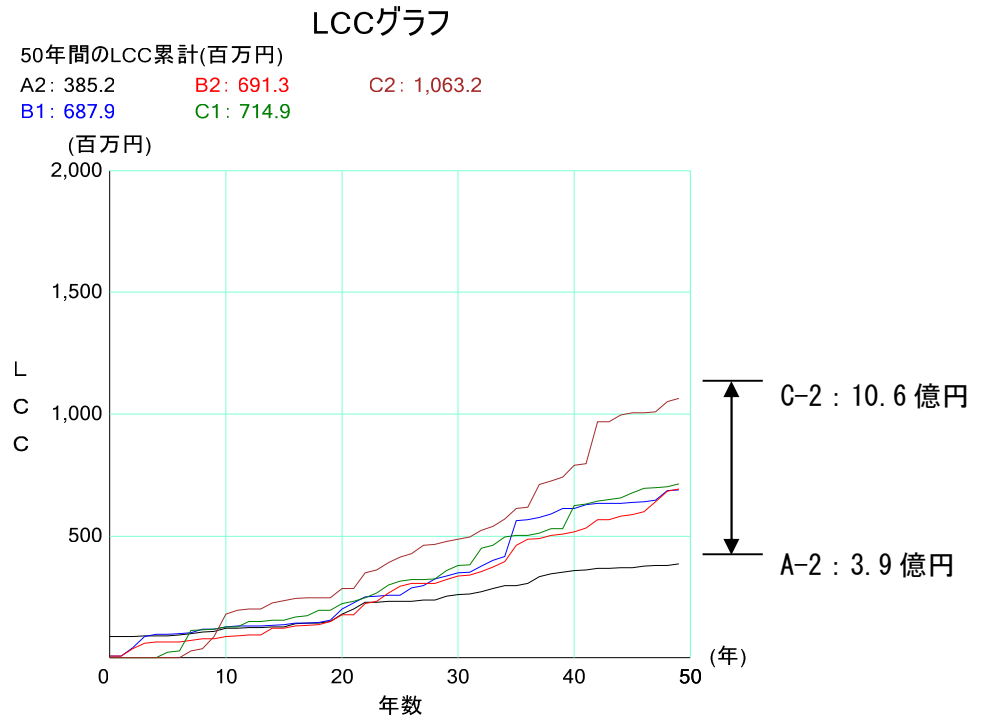


図 7-9 シナリオ別LCC算定結果

(5) 予算シミュレーション

- 50年間LCCが最小となる組み合わせのシナリオを採用して、LCCを集計した結果、毎年必要となる補修費の推移は図7-10のようになり、合計で4.4億円となりました。

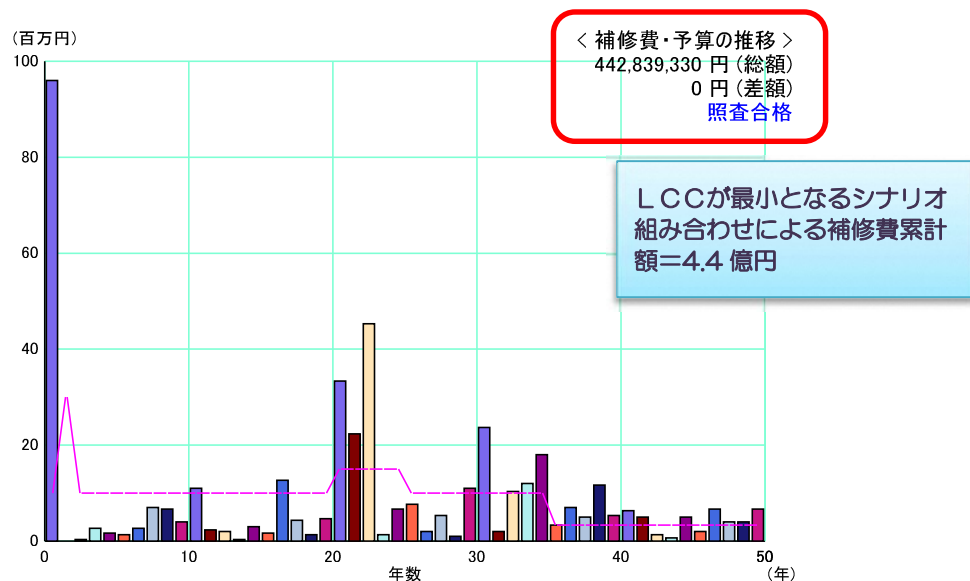


図 7-10 50年間LCCが最小となるシナリオの組み合わせにおける補修費の推移

- 「佐井村」の補修費に対する予算制約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、シナリオの変更はなく、図7-11に示すとおり50年間LCCは 4.4億円となりました。

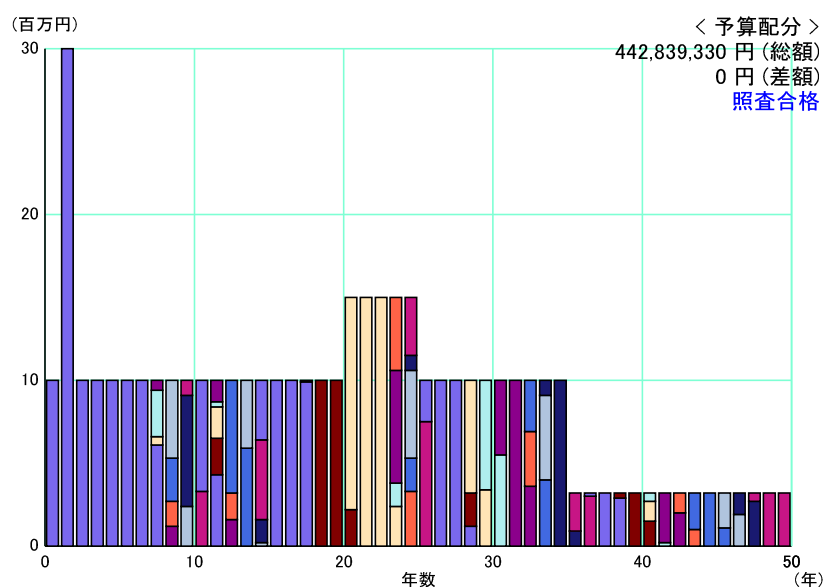


図 7-11 予算制約を考慮した予算シミュレーション結果

- 制約条件による予算シミュレーションの結果、LCC 最小となる初期状態のシナリオから変更はなく、シナリオ別橋梁数は図 7-1 2 に示すとおりとなりました。

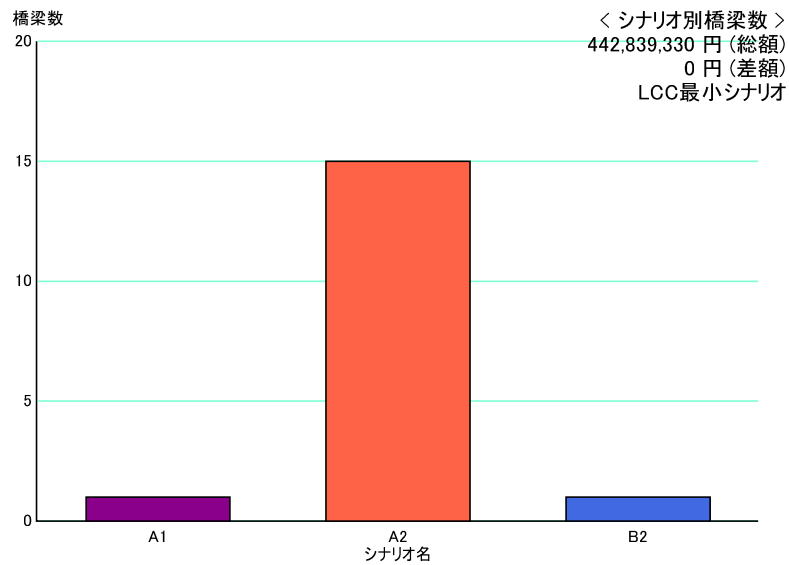


図 7-1 2 予算シミュレーション結果によるシナリオ数

- 制約条件によるシミュレーションの結果、シナリオの変更はないことから L C C は最少額となり、総額 4.4 円となりました。(図 7-1 3 参照)

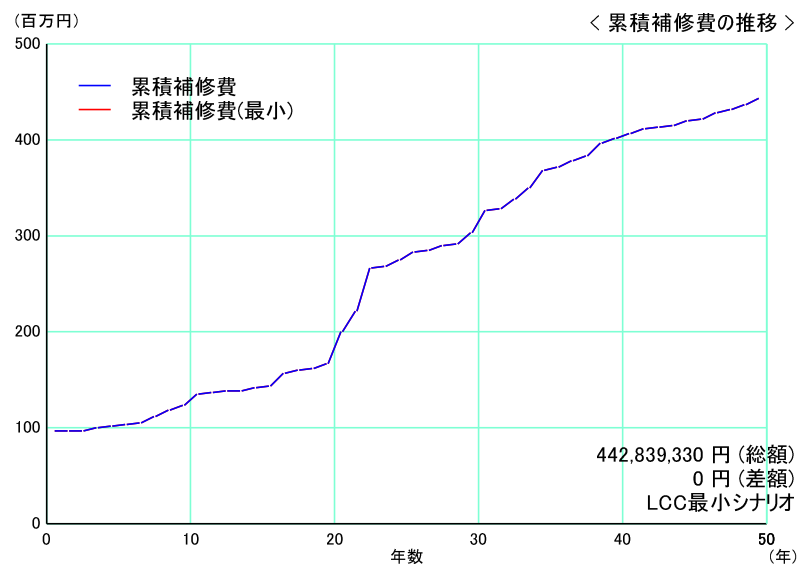


図 7-1 3 予算シミュレーション前後の累計補修費の比較

(6) 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します。

表 7-1 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
2022	令和4年	0	小原田橋	上部工脱塩工法等	
2023	令和5年	1	焼山橋	塗装塗り替え工等	
2024	令和6年	2	織音橋	塗装塗り替え工等	
2025	令和7年	3	牛滝中央橋	下部工脱塩工法等	
2026	令和8年	4	長後橋	下部工脱塩工法等	橋梁定期点検
2027	令和9年	5	開港橋	下部工脱塩工法等	
2028	令和10年	6	福浦橋(15m以上)	上部工表面含浸工等	
2029	令和11年	7	川目橋	塗装塗り替え工等	
			平成橋	上部工断面修復工等	
2030	令和12年	8	道中橋	上部工表面含浸工等	
2031	令和13年	9	小原田橋	下部工表面含浸工等	橋梁定期点検 長寿命化修繕計画
			福浦橋(15m以下)	下部工断面修復工	

8. 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

全橋梁において長寿命化対策を行い、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5.12億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

▶ 全橋梁のコスト削減効果

<全橋を事後保全（C2シナリオ）とした場合との比較>

○全橋を事後保全（C2シナリオ）とした場合のLCC総額（50年間）	9.55億円
○予防保全型維持管理（本修繕計画）によるLCCの総額（50年間）	4.43億円

コスト削減額= 5.12億円

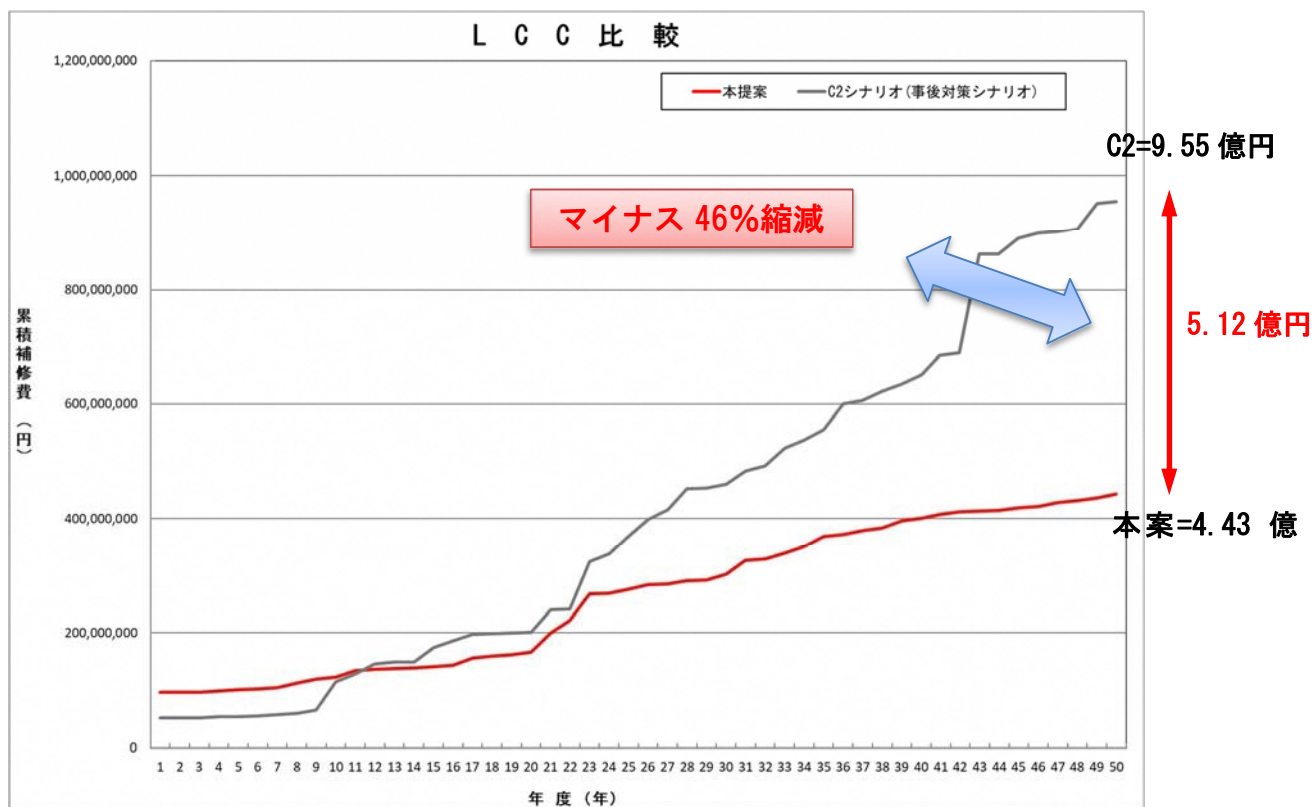


図8-1 橋梁のコスト削減効果

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、基本方針・長期戦略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。

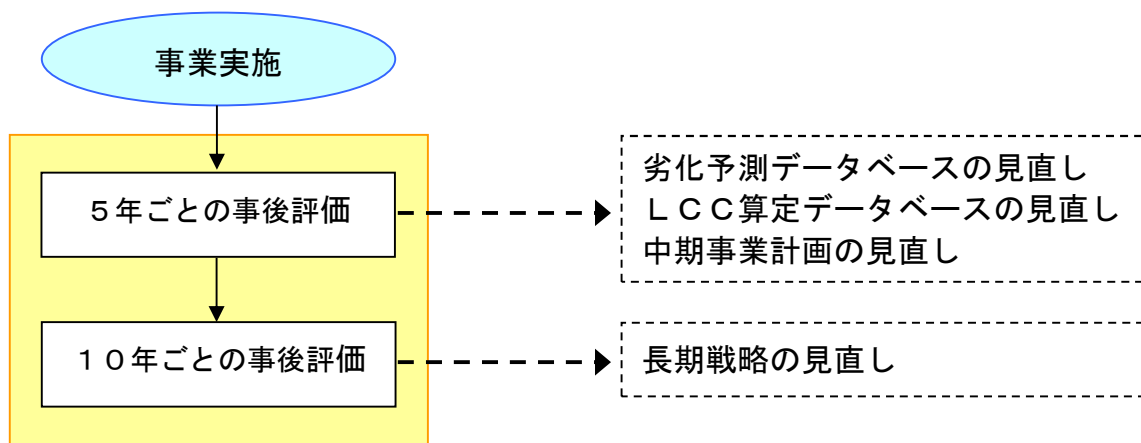


図 9-1 事後評価

10. 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 八戸工業大学 阿波 稔 教授

●計画策定担当 佐井村役場 産業建設課

【 意見聴取実施状況 】

