

青森県橋梁アセットマネジメント

基本計画

平成29年5月

青森県 県土整備部 道路課

目 次

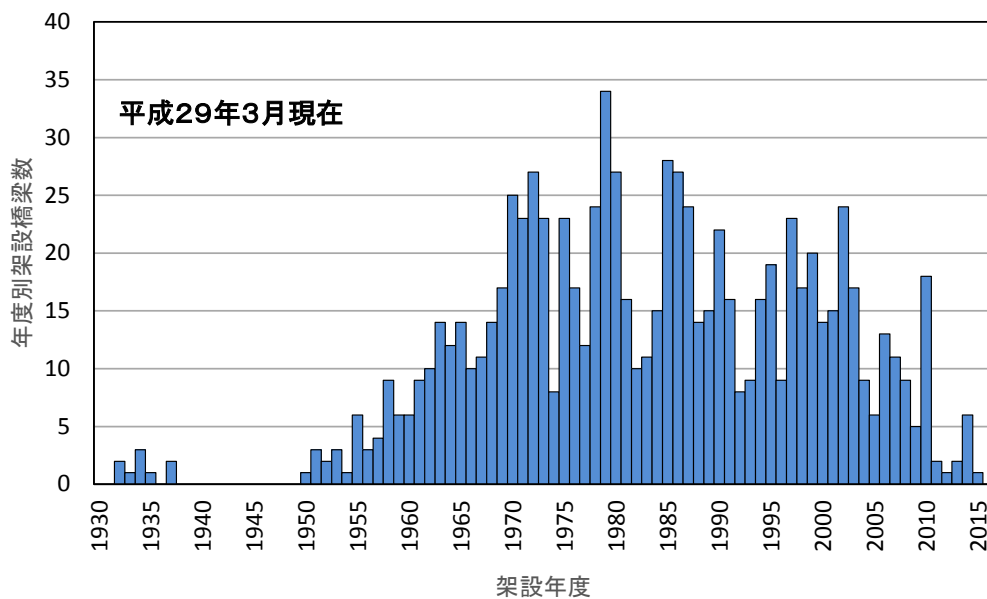
1 青森県における橋梁を取巻く現状	1
1-1 大量更新時代の到来	1
1-2 地理的特徴	1
1-3 財政状況	3
(参考) 荒廃するアメリカの示唆	4
(参考) 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言	4
2 青森県橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト	5
3 青森県の橋梁アセットマネジメントシステム	6
3-1 構成と特色	6
3-2 青森県橋梁アセットマネジメントの事業展開実施フロー	8
3-3 50年間のコスト削減シミュレーションによるコスト縮減効果	10
3-4 STEP1 基本戦略	12
3-5 STEP2 個別橋梁のLCC算定	15
3-6 STEP3 中長期予算計画	36
3-7 STEP4 中期事業計画・事業実施	39
3-8 STEP5 事後評価	42
3-9 人材育成	46
4 青森県橋梁長寿命化修繕計画の策定	47
5 おわりに	48
(参考) 青森県橋梁アセットマネジメントシステム開発コンソーシアム	49
(参考) 開発コンソーシアム委員長の挨拶(平成 16 年 11 月)	50

1 青森県における橋梁を取巻く現状

1-1 大量更新時代の到来

本県は15m以上の橋梁を831橋(横断歩道橋を含む)、2m以上15m未満の橋梁を含めると2,269橋に上る橋梁を管理しています(平成29年3月現在)。これらの供用年の分布状況を見てみると図表1のとおり、高度経済成長期後期以降に集中しており、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。

図表1 青森県における橋梁供用年の分布(橋長15m以上)



1-2 地理的特徴

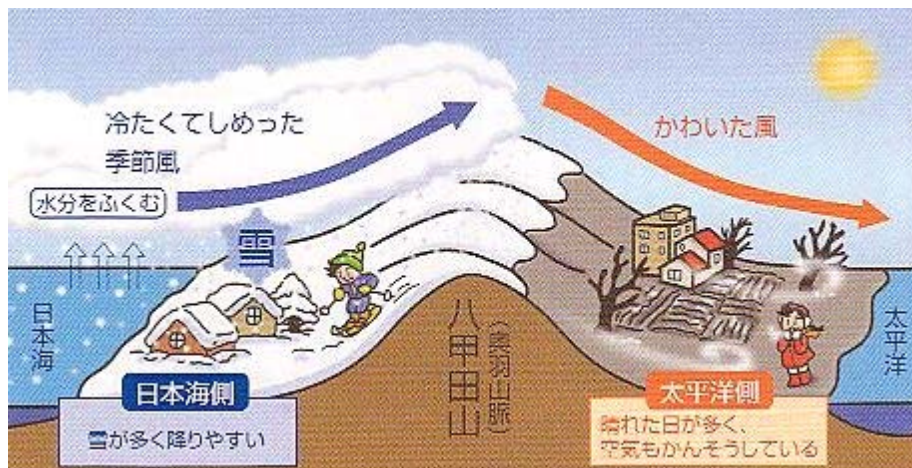
本県は、本州の最北端に位置し、中央には陸奥湾を抱き、北に津軽海峡、東に太平洋、西に日本海と三方を海に囲まれており、日本でも有数の豪雪地帯でもあります。

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¹⁾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²⁾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。

1) 塩害: コンクリート中に塩化物イオンが浸透して鋼材を腐食させる劣化現象

2) 凍害: コンクリート中の水分が凍結膨張し、コンクリートを破壊させる劣化現象

図表 2 青森県の地理的特徴



日本海側の塩害を受けた橋梁

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。



太平洋側の凍害を受けた橋梁

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。

1-3 財政状況

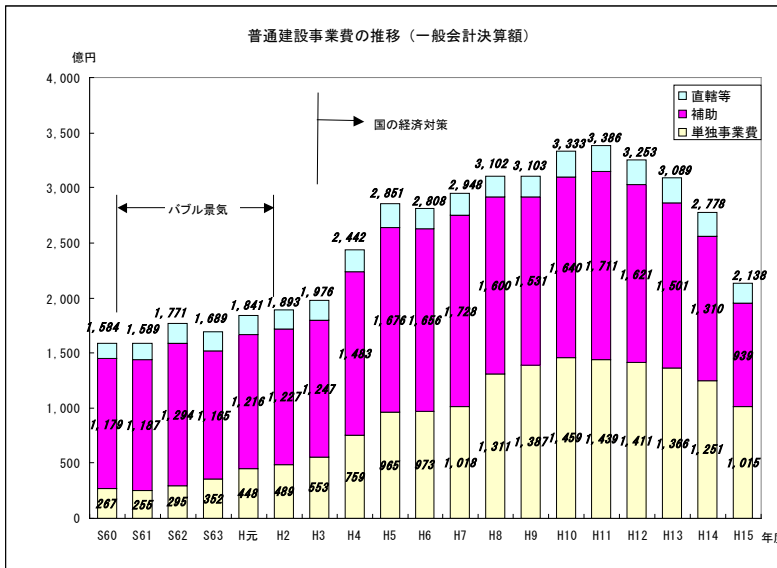
本県行財政環境は徹底した行財政改革努力により、財源不足額を着実に圧縮してきておりますが、引き続き厳しさが見込まれるところです。青森県基本計画「未来を変える挑戦」に基づく諸施策を着実に進めるために、「青森県行財政改革大綱」を策定して限られた行財政資源を効果的・戦略的に活用していくこととしています。

「青森県行財政改革大綱」では、財政戦略として「本県発展に資する社会資本整備や、防災公共及び既存施設の老朽化対策など県民の安全・安心に資する事業への重点化を図り、計画的に実施することとし、国の方針を踏まえながら、毎年度の予算編成に反映」すること、県有資産マネジメントとして「公共土木施設等について、施設機能の維持と将来コストの低減を図るため、長寿命化計画を策定し、適切な改修や維持管理を実施するなど、長寿命化を推進」することとしています。

(参考) 橋梁アセットマネジメントシステム導入時の財政的な背景

橋梁アセットマネジメントに取り組む以前の平成15年度の公共投資(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でした。さらに平成15年11月に策定された「財政改革プラン」により、平成20年度には公共投資が平成15年度当初比で40%の削減が見込まれるなど、今後は非常に厳しい財政運営を強いられることが見込まれていました。

図表3 普通建設事業費の推移



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

(参考) 荒廃するアメリカの示唆

1970年代半ばから1980年代の初めのアメリカは、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を行い、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。

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³⁾。

1980年代のアメリカでは、架設後40年以上の橋梁の割合は37%ありましたが、本県の現状を見ると平成28年度時点で43%(橋長15m以上)あり、数字上は「荒廃するアメリカ」を上回る状況になっています。

この「荒廃するアメリカ」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、橋梁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。

(参考) 道路の老朽化対策の本格実施に関する提言

平成24年12月に発生した中央自動車道・笹子トンネル天井版落下事故を踏まえ、国土交通省は平成25年を「メンテナンス元年」と位置付け、本格的にメンテナンスサイクルを回すための取組みに着手しています。平成26年4月には「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」(社会資本整備審議会・道路分科会)において、メンテナンスサイクルを確定し、メンテナンスサイクルをまわす仕組みを構築することを目指すべき方向性として示しています。

青森県が平成18年度に導入した橋梁アセットマネジメントシステムでは、このメンテナンスサイクル(点検・診断・措置・記録)を含むPDCAサイクル(Plan:計画, Do:実行, Check:評価, Action:改善)を回すことで橋梁の長寿命化を目指します。

3) 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

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⁴⁾を進めます。

(1) 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高齢化が進行しており、「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」(平成26年4月)でも指摘されているとおり、適切な投資による維持管理が行われなければ、近い将来に大きな負担が生じることとなり、県民の生活に影響を及ぼす恐れや、事故や災害等を引き起こす可能性が懸念されます。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の維持に取り組んでいきます。

関係計画

- ・青森県基本計画「未来を変える挑戦」(平成26年3月)
- ・青森県公共施設等総合管理方針(平成28年2月)

(2) 全国に先駆けて導入した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

平成18年度に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」を全国に先駆けて導入しました。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。

(3) 対症療法的な維持管理から予防保全による維持管理を一層進めます

橋梁アセットマネジメントシステムを導入する以前の維持管理は、「傷んでから直すまたは作り替える」という対症療法的なものでしたが、劣化・損傷を早期発見し早期対策する予防保全による維持管理への転換を更に進め、将来にわたるLCC(ライフサイクルコスト)を最小化します。

(4) 橋梁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」を橋梁アセットマネジメントシステムにより適切に計画し、橋梁の長寿命化、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。

(5) 社会資本の維持管理のあり方を全国に向けて発信します

本県は、橋梁アセットマネジメントにおける自治体のパイオニアとして、その取り組みやアセットマネジメント導入の効果を広く公表するなど、社会資本の維持管理のあり方を発信します。

4) 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)」より]

3 青森県の橋梁アセットマネジメントシステム

3-1 構成と特色

定期点検、LCC算定、中長期予算計画の策定などを支援するITシステムとして開発した「青森県橋梁アセットマネジメント支援システム(BMS[※])」、橋梁アセットマネジメントを運営するためのマニュアル類、マネジメントを運営する県職員の意識向上、点検や維持修繕を担う県内業者のスキルアップなど、ひと(人材育成)、もの(ITシステム)、仕組み(マニュアル類)からなるトータルマネジメントシステムとなっています。

※BMS: 青森県橋梁アセットマネジメント支援システム(AMSS)として開発し、現在は汎用品として一般財団法人大阪地域計画研究所(RPI)から提供されているブリッジマネジメントシステム(BMStar)

(1) ひと(人材育成)

■ 継続的な研修制度による人材育成

橋梁アセットマネジメントを実践するためには、橋梁の状態を把握し、適切な工法による長寿命化が必要ですが、最終的な判断は現場の担当職員に委ねられます。また、橋梁アセットマネジメントの取組みを継続し続けていくためには、担当職員の橋梁アセットマネジメントへの理解が欠かすことのできない要素です。これらの技術・理解を習得するために、点検研修・設計研修など各種研修を実施して職員の技術力向上を図ります。

また、実際に点検・施工を担う建設コンサルタントや建設会社についても、橋梁アセットマネジメントや最新工法の理解など技術力の維持・向上が必要となることから、建設コンサルタントや建設会社を対象とした研修も実施します。さらに、点検研修の修了を定期点検の受注資格とすることで、点検・診断・計画の信頼性向上を図ります。

(2) もの(ITシステム)

■ 橋梁の現状にあったマネジメントによる維持管理・更新コストの大幅削減

橋梁は、架けられた年代や環境条件により、それぞれ現状が異なります。BMSは、それぞれの劣化・損傷の状況や道路ネットワークにおける役割(緊急輸送路指定等)などの現状を反映し、維持管理手法・維持管理水準を選定するとともに劣化予測に基づくLCC算定を行い、その最小化や平準化を図り、県全体の維持管理・更新コストの大幅な削減の実現をサポートするシステムです。

■ ITの活用等による点検業務の効率化

タブレットPCにより現場で直接入力可能なシステムとなっており、点検および点検の事後作業の大幅な省力化を図ります。

■ トップエンジニアの参加による高い技術レベルが反映された予算シミュレーション

橋梁アセットマネジメントには、専門的な高い技術が必要となります。本県の橋梁アセットマネジメントでは、橋梁に関する日本のトップエンジニアに参加いただき、その高度な技術と豊富な経験を

フルに反映させています。

例えば、学術的研究成果が確立されている劣化予測式に加えて、独自の劣化予測式も設定し、部材の種類・劣化機構毎に全部で110種類にもおよぶ劣化予測式を設定しています。特定の環境条件だけでなく、さまざまな環境条件に対応する劣化予測式を設定しているため、他の自治体においても劣化予測を行うことが可能です。また、劣化・損傷の状況に応じた対策工法の選定についても、部材種類や劣化機構別に201種類にもおよぶ対策工法リストを設定しています。

今後は、点検の高度化・効率化に資する最新技術等も積極的に導入します。

(3) 仕組み(マニュアル類)

■ 基本計画、運用マニュアルに基づく統一的な運用

橋梁アセットマネジメントは、県の関係する部局全体で統一的・継続的な取組みを行う必要があります。このため、橋梁アセットマネジメントの基本的な方針や手法を定めた「橋梁アセットマネジメント基本計画」(本書)や具体的な運用や点検・対策方法を定めた「橋梁アセットマネジメント運用マニュアル(案)」等を策定し、橋梁アセットマネジメントに取り組んでいます。

■ 日常管理の充実などによる効果的な維持管理

橋梁を健全な状態に保ち長寿命化を図るためには、日常の管理を充実させ、劣化や損傷の原因を早期に発見し早期に取り除くことが効果的です。

そこで、本県の橋梁アセットマネジメントでは、維持管理業務を日常管理(日常点検・清掃・維持工事・追跡調査)、計画管理(定期点検・対策工事)、異常時管理(異常時点検・緊急措置)として体系化し、早期発見・早期対策の効果が高い日常管理業務では、地域県民局単位で包括して発注するなど効率的な維持管理を実施します。

■ LCCや健全度など客観的な指標の活用によるアカウントビリティの向上

本県の橋梁アセットマネジメントでは、将来にわたるLCC算定結果や橋梁の健全度などといった客観的な指標に基づき、県民にわかりやすい事業優先度評価を行うことから、アカウントビリティの向上を図ることができます。

3-2 青森県橋梁アセットマネジメントの事業展開実施フロー

県が管理する橋長2m以上の橋梁2,269橋について、橋梁の構造区分によってA・Bの2グループに分類して管理を行います。

県管理橋梁の62%を占める橋長2m以上15m未満のコンクリート橋は、ボックスカルバートなど単純な構造形式であり維持管理・更新が比較的容易であることから、国土交通省「道路橋定期点検要領[地助言]」に定める定期点検、年1回の頻度で実施する日常点検などによって得られる劣化・損傷の情報に基づき計画的な維持管理・更新を行うことを基本とします(Bグループ橋梁)。

また、橋梁15m以上の鋼橋・コンクリート橋は、大規模な補修工事や更新を行うと維持管理・更新コストが大きくなることから、点検結果に基づく将来予測を行い予防保全主体の適時適切な対策を行うことによりLCC最小化を目指す、より高度な維持管理手法を適用します(Aグループ橋梁)。なお、橋長2m以上15m未満の鋼橋と横断歩道橋は、塗装塗替などの定期的な管理により長寿命化を図ることができるので、Aグループ橋梁として維持管理を行うこととします。

Aグループ橋梁： 橋長2m以上の鋼橋、橋長15m以上のコンクリート橋、横断歩道橋 Bグループ橋梁： 橋長2m以上15m未満のコンクリート橋
--

Aグループ橋梁に適用する青森県橋梁アセットマネジメントでは、次の五つのステップで橋梁の維持管理・更新の事業を展開します。



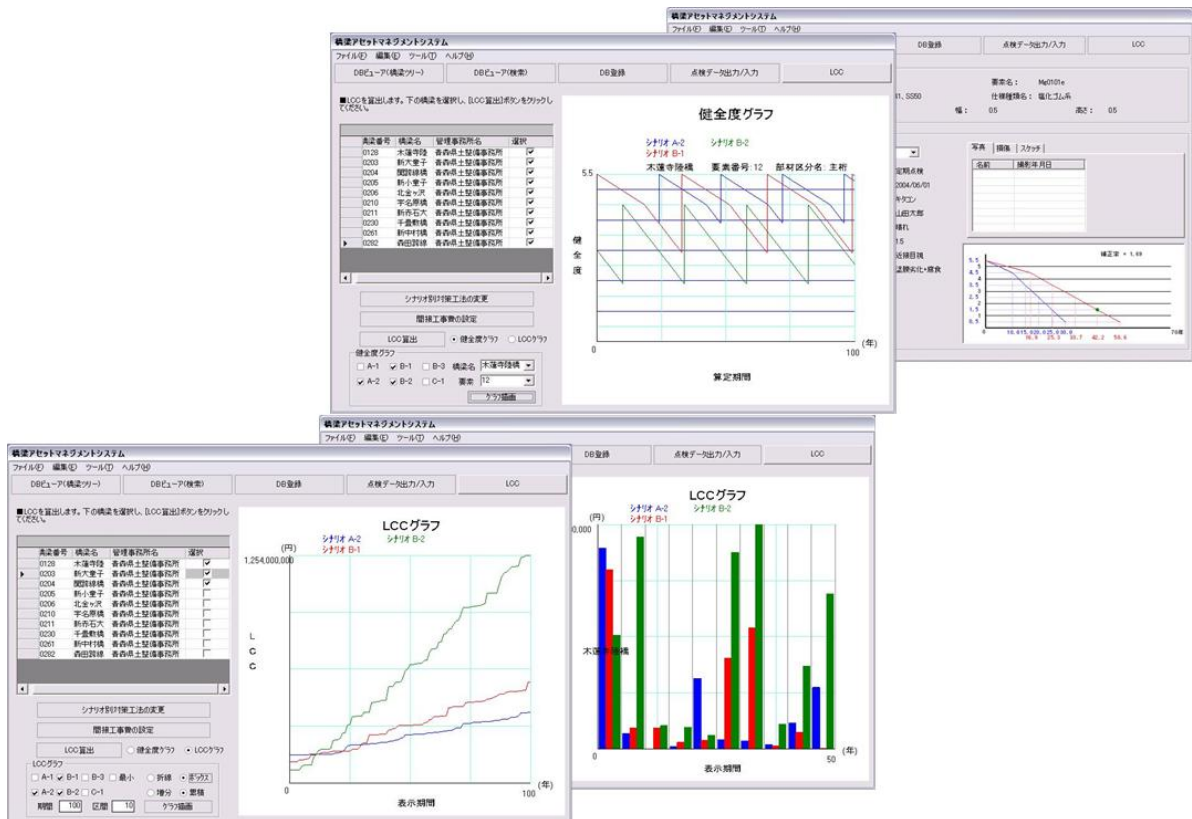
- STEP1では、本県の橋梁の維持管理・更新に関する基本戦略を策定します。
- STEP2では、環境条件、健全度評価および重要度評価に基づき、個別橋梁の維持管理シナリオの一次選定とLCC算定を実施します。
- STEP3では、全橋梁のLCCを集計し、LCCの平準化を行い、中長期予算計画を策定します。
- STEP4では、中長期予算計画に基づいて中期事業計画を策定し、事業実施に至ります。
- STEP5では、効率的なアセットマネジメントの確立を図るために必要な見直しを行います。

3-3 50年間の予算シミュレーションによるコスト削減効果

Aグループ橋梁では、本県が構築したITシステム「BMS」によりシミュレーションを行い、コスト削減効果を評価します。

図表 4 は、BMSの画面例です。上の画面では、要素ごとに健全度の将来予測を行っています。下の画面では、LCCのシミュレーションを行い、その結果を年度ごとの棒グラフと50年間の累計の折れ線グラフで表示しています。

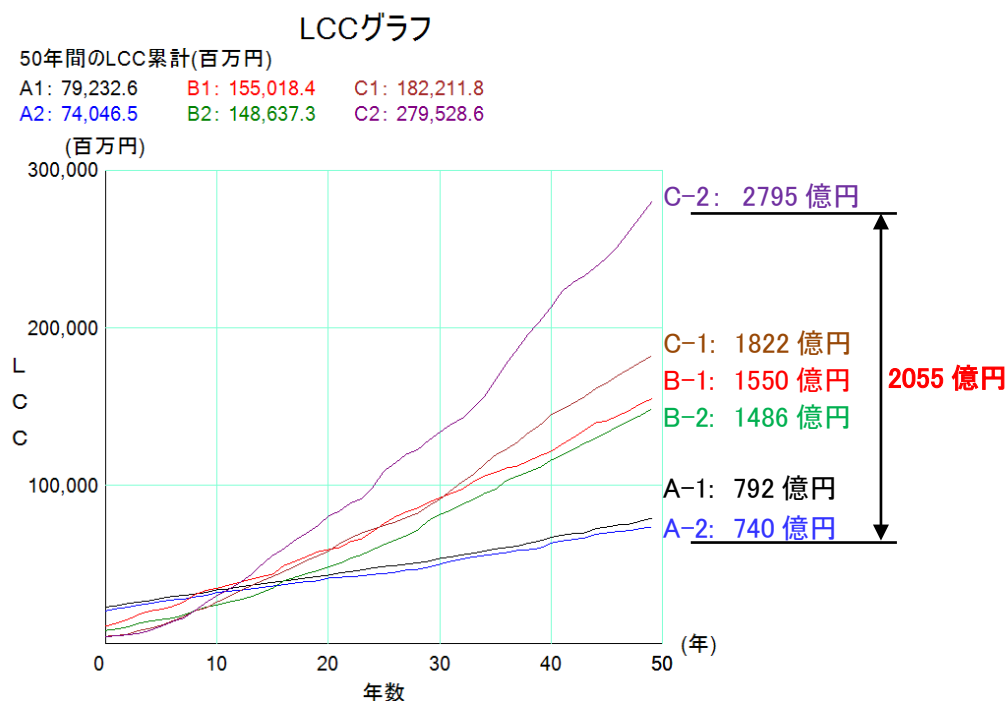
図表 4 BMS画面例



図表5は維持管理シナリオ(3-5のシナリオ一次選定参照)別のLCCのシミュレーション結果です。本県が管理するAグループ橋梁(873橋)に対して、橋梁アセットマネジメントを開始する以前の維持管理方針である「傷んでから直す」という事後対策シナリオのLCCと、LCC最小シナリオのLCCを比較すると、事後対策シナリオの50年間の累計LCCが2,795億円であるのに対して、LCC最小シナリオの累計LCCは740億円となり、「今後50年間で必要になる維持管理費用を最大2,055億円削減することが可能」と言うことができます。

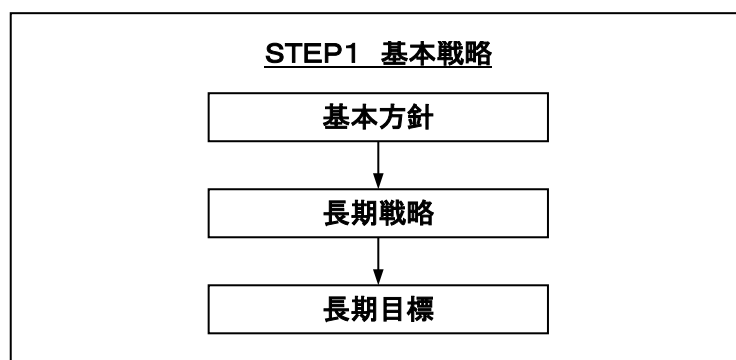
一方、LCC最小化シナリオは、初期に多額の投資が必要であるということがわかります。これは、予防保全により長寿命化を図ることが最もLCCを最小化することができるということで、劣化・損傷が進んでいる橋梁の場合、その劣化・損傷を補修し、健全度を上げるための初期投資が多額に必要となることを示しています。

図表5 シミュレーション結果

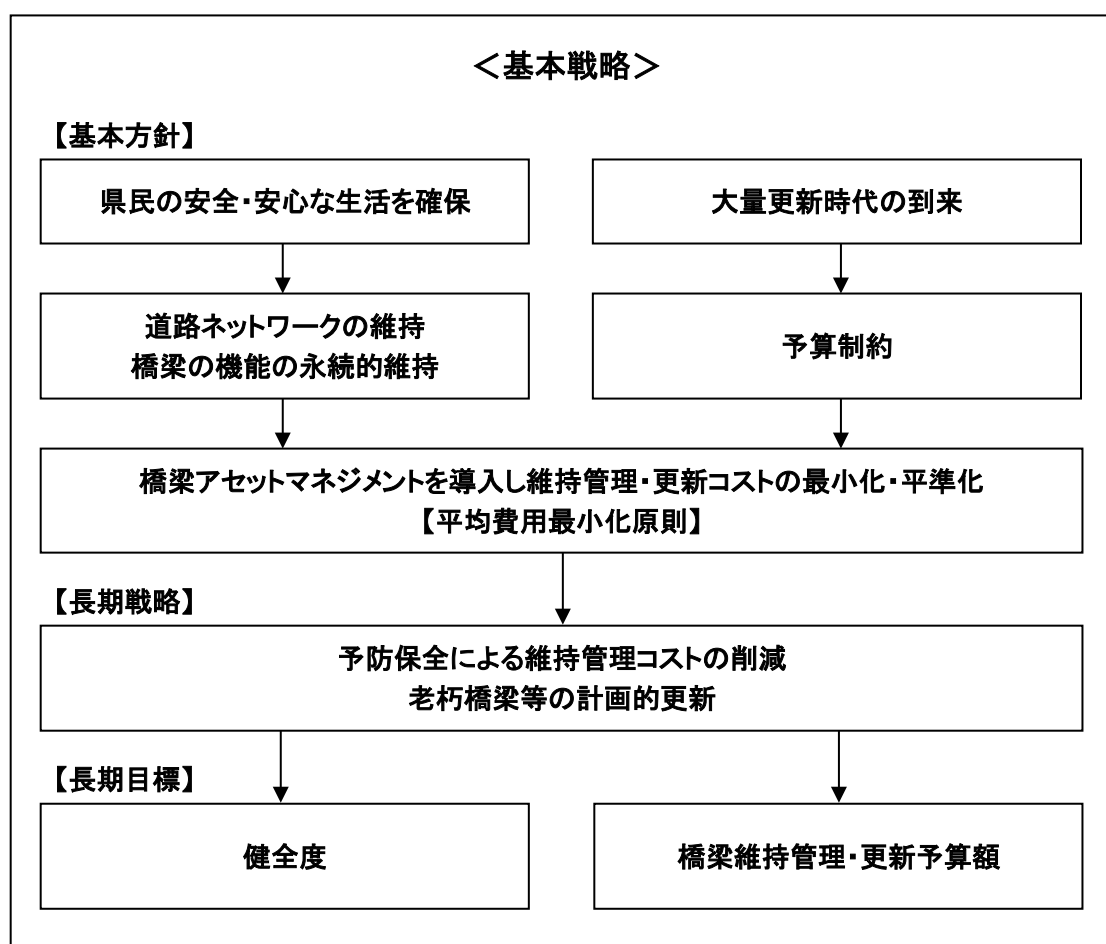


橋梁アセットマネジメント支援システムでは、橋梁ごとに維持管理シナリオを変えてシミュレーションを行うことにより、「A橋を早めに直したら、LCCを何億円削減できる」、「B橋よりもC橋を早めに直した方がLCCを多く削減できるから、C橋を優先しよう」など、様々なケースを検討することも可能です。

3-4 STEP1 基本戦略



STEP1では、まず、本県の現状を踏まえた橋梁の維持管理・更新に係る基本方針を定め、それに基づく長期戦略を立てます。そして、その長期戦略を展開していくため、具体的な目標値を設定します。



(1) 基本方針

本県の道路ネットワークは、県民の安全・安心な生活を確保するためになくてはならない重要な社会資本です。その重要な部分である橋梁が劣化・損傷し、通行止め等を引き起こすことがあれば、県民の生活や経済活動に著しい支障をきたすこととなります。そのような事態とならないように、橋梁の機能を永続的に維持する必要があります。

また、**図表 1** に示したとおり、近い将来において橋梁の高齢化による補修・補強や更新などに要する費用の増大が想定されます。この問題を次世代に先送りせず、今から対策を講じなければなりません。

一方、本県の財政状況は引続き厳しく、今後も費用効率よく橋梁を維持管理していく必要があります。

そこで、本県は、工学・経済学・経営学などの分野における知見を総合的に用いて、橋梁の維持管理を計画的に行うため「橋梁アセットマネジメントシステム」を導入し、計画的更新橋梁を除くすべての橋梁を今後50年間は健全な状態に保つという長期的な視点から、点検による健全度の定量的な評価や劣化予測による補修時期の最適化など橋梁を効率的・効果的に管理し、維持管理・更新コストの最小化・平準化を図って行きます（平均費用最小化原則）。

(2) 長期戦略

橋梁は、海からの飛来塩分などの自然環境の影響や、車輛荷重などの影響を受けて劣化・損傷し、それは時間とともに進行します。その劣化・損傷を放置しておいた場合、劣化・損傷が進み橋梁の架け替えもしくは大規模な補修工事が必要となりますが、点検等により早期に劣化・損傷を発見し的確な対策を施すことによって、橋梁の寿命を延ばすことができます。

そこで、長期戦略の一つ目として、予防保全による維持管理コストの削減を設定します。

一方、橋梁の寿命に大きく影響するような主要な部材について、著しく劣化・損傷が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極めて塩害が進行している重度の劣化橋梁は、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。

そこで、長期戦略の二つ目として、老朽橋梁等については計画的更新を設定します。

(3) 長期目標

長期目標は、基本方針に基づく長期戦略を展開していく上で、適切なものを設定する必要があります。また、道路の利用者でありかつ費用負担者（納税者）である県民に理解が得られるとともに、わかりやすいものとする必要もあります。

そこで、本県の橋梁アセットマネジメントの長期目標として、道路利用者としての県民へ示す目標として定期点検における評価基準である「健全度」を、費用負担者としての県民へ示す目標として「橋梁維持管理・更新予算額」を設定します。

以下に健全度と橋梁維持管理・更新予算額の目標を示します。なお、健全度目標にある「予防保全段階」とは、劣化・損傷が表面に現れていないか劣化・損傷が発生し始めた段階であり、鋼部材の場合には健全度4、コンクリート部材の場合には健全度3が目安となります。

【健全度目標】

主要部材(主桁、横桁、床版、下部工)については、予防保全段階よりも低い健全度をなくします。

【参考】健全度評価基準

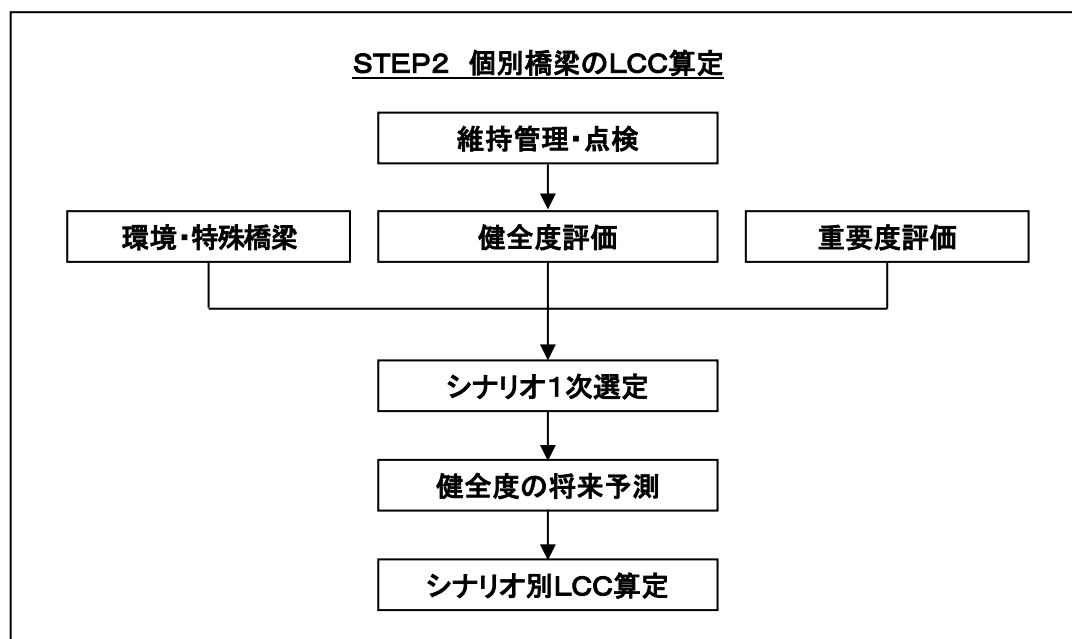
健全度	定 義
健全度5 (潜伏期)	劣化現象が発生していないか、発生していたとしても表面に現れない段階。
健全度4 (進展期)	劣化現象が発生し始めた初期の段階。劣化現象によっては劣化の発生が表面に現れない場合がある。
健全度3 (加速期前期)	劣化現象が加速度的に進行する段階の前半期。部材耐力が低下し始めるが安全性はまだ十分確保されている。
健全度2 (加速期後期)	劣化現象が加速度的に進行する段階の後半期。部材耐力が低下し、安全性が損なわれている。
健全度1 (劣化期)	劣化の進行が著しく、部材の耐荷力が著しく低下した段階。部材種類によっては安全性が損なわれている場合があり緊急措置が必要。

【橋梁維持管理・更新予算額目標】

長寿命化対策および計画的更新として、中長期予算計画で必要とされた予算を確保します。

「健全度」および「橋梁維持管理・更新予算額」の目標を達成するため、今後10年間の対策橋梁数(長寿命化対策および計画的更新)と必要予算額を橋梁長寿命化修繕計画に示します。

3-5 STEP2 個別橋梁のLCC算定



STEP2では、基本戦略に沿って個別橋梁の維持管理シナリオを選定し、LCC算定を行います。

まず、点検を実施して対象橋梁の「健全度評価」を行うとともに、環境条件や構造形式などにより架替えや大規模補修が困難な橋梁を「環境・特殊橋梁」として、交通規制による社会的影響を回避したい重要ネットワーク上の橋梁などを「重要度評価」として分類し、個別橋梁の維持管理シナリオを選定するための条件を把握します。

このシナリオの1次選定では、適用可能な維持管理シナリオを一つまたは複数選定し、それぞれのシナリオに対するLCCを算定します。

(1) 維持管理・点検

本県の維持管理・点検の特長は、独自に策定した「橋梁アセットマネジメント運営マニュアル(案)」により、維持管理体系の確立を図ったことと、計画管理に必要な点検情報(劣化原因、健全度評価)を記録すること、更にITを駆使した点検支援システムを独自に開発したことです。

1) 維持管理体系と点検等による現状把握

① 維持管理体系

橋梁を健全に保ち長寿命化を図るためには、日常管理の充実により、劣化や損傷の原因を早期に取り除くことが効果的です。また、橋梁の安全性を保つためにも、日常管理の充実により、危険要因を早期に発見することが重要です。

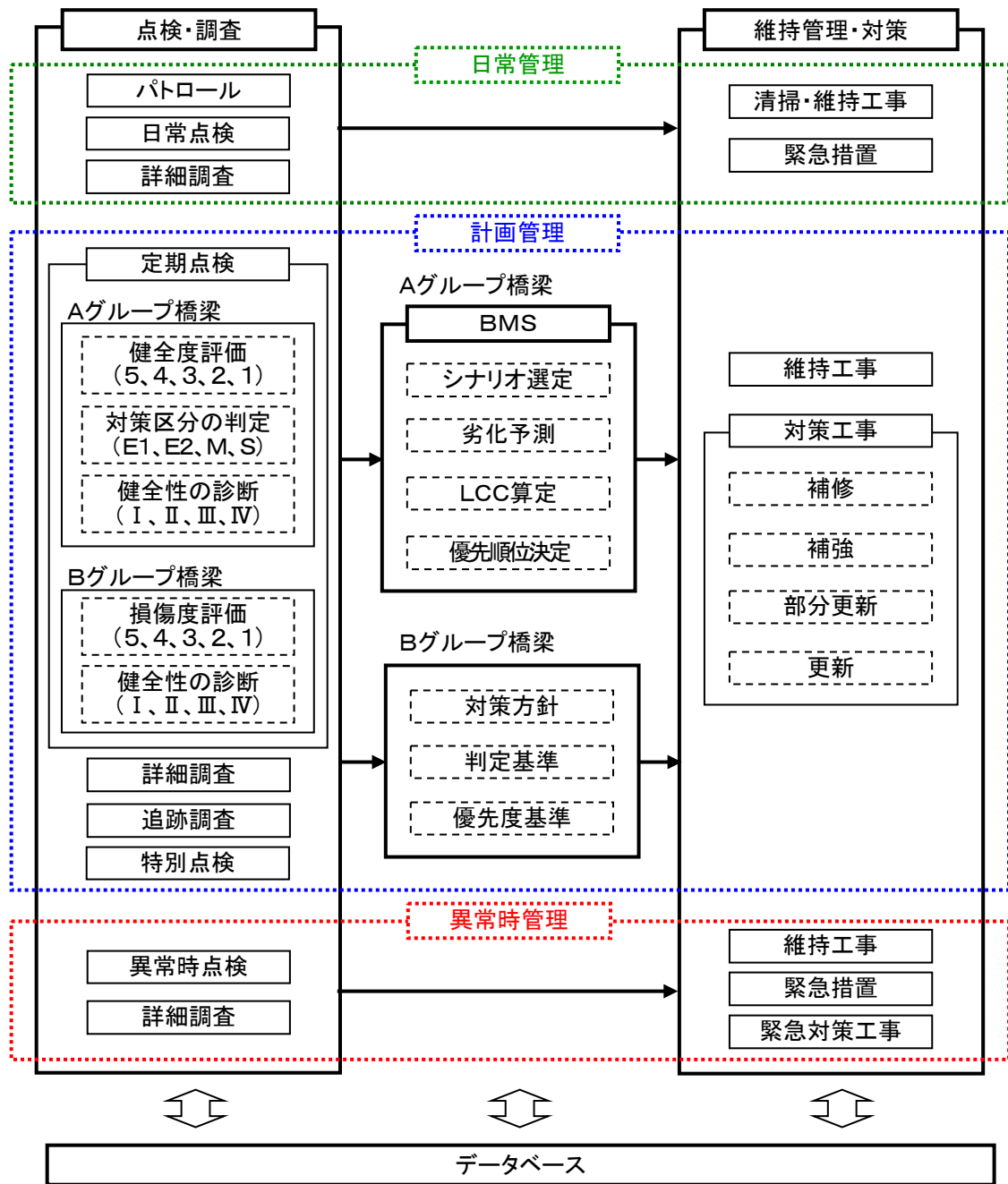
5年に1度の定期点検に加え、パトロール・日常点検・清掃・維持工事・追跡調査を行うなどにより現状を把握し、効果的な維持管理を体系的に行うこととしています。

図表 6 のとおり、本県の維持管理体系は「点検・調査」と「維持管理・対策」から構成されています。「点検・調査」の結果は、直接あるいはBMSを介して「維持管理・対策」に反映されます。

この中心に位置付けられるのが「計画管理」です。BMSにより、定期点検等の点検結果に基づきLCC算定(STEP2)、中長期予算計画作成(STEP3)、中期事業計画作成(STEP4)を行い、計画的な維持管理・対策を実施します。

この「計画管理」を補いサポートするのが「日常管理」と「異常時管理」です。これらは維持管理体系の中で統括的・効率的に運用されます。

図表 6 維持管理体系



② 計画管理のための情報収集

定期点検は近接目視を基本とし、劣化原因及び健全度評価に関するデータを収集するとともに、損傷状況の記録、対策区分の判定、健全性の診断を実施します。

a) 健全度の評価基準

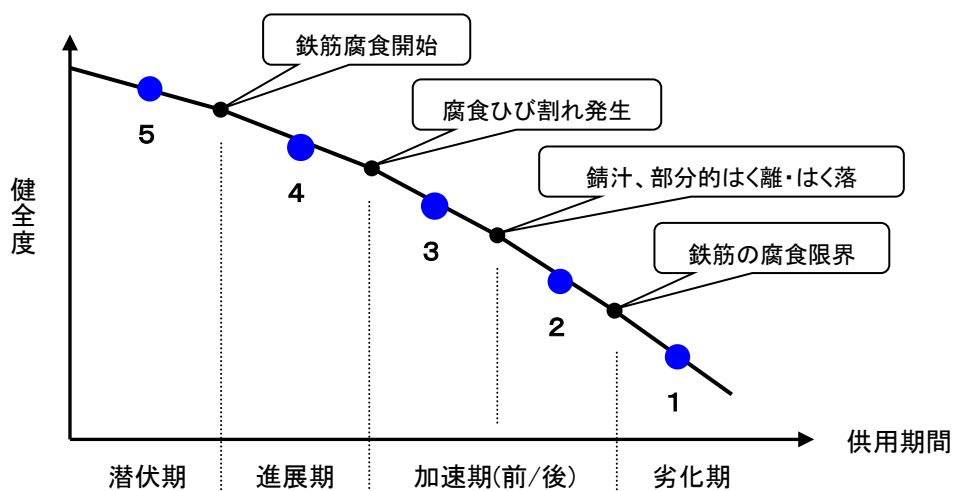
橋梁の健全度評価は「健全度評価基準」により行います。

健全度評価基準は、土木学会コンクリート標準示方書（維持管理編）の劣化過程を参考に、潜伏期、進展期、加速期前期、加速期後期、劣化期の5段階評価手法を採用しています。この健全度評価基準は、コンクリート部材だけでなく鋼部材を含む全ての部材に適用しています。

なお、本県では、トップエンジニアの知見を基に、部材種類、劣化機構別に健全度評価基準を設定しています。

図表7および図表8に、健全度の5段階評価と、その評価基準の一例として、鉄筋コンクリート部材（RC部材）の塩害の事例を示します。

図表7 健全度の5段階評価（RC部材、塩害）






図表 8 健全度評価基準(RC部材、塩害)

健全度評価	定義	状態
潜伏期 (4.5～5.5)	鋼材のかぶり位置における塩化物イオン濃度が腐食発生限界濃度に到達するまでの期間	外観上の変状が見られない、塩化物イオン濃度は腐食発生限界以下
進展期 (3.5～4.5)	鋼材の腐食開始から腐食ひび割れ発生までの期間	外観上の変状が見られない、塩化物イオン濃度は腐食発生限界以上、腐食が開始
加速期前期 (2.5～3.5)	腐食ひび割れが発生し、鋼材の腐食速度が増大する期間	腐食ひび割れが見られ、局部的に浮きがある
加速期後期 (1.5～2.5)		腐食ひび割れが多数みられる、ひび割れから遊離石灰や錆汁が滲出している、局部的なはく離・はく落が見られる、鋼材の腐食量が大きい
劣化期 (0.5～1.5)	鋼材の腐食量の増加により耐荷力の低下が顕著な期間	ひび割れ幅が大きく、錆汁が顕著である、大きなはく離・はく落が見られる

また、健全度評価にあたっては、図表 9 のような実際の劣化状況の写真例を参考にします。劣化情報の写真例は、青森県が独自に作成した「橋梁点検ハンドハンドブック」に劣化原因ごとにまとめ、点検時に参照できるようにします。

図表 9 健全度評価写真例(RC部材、塩害)

3	2	1
加速期(前期)	加速期(後期)	劣化期
		

b) 健全度評価・判定単位

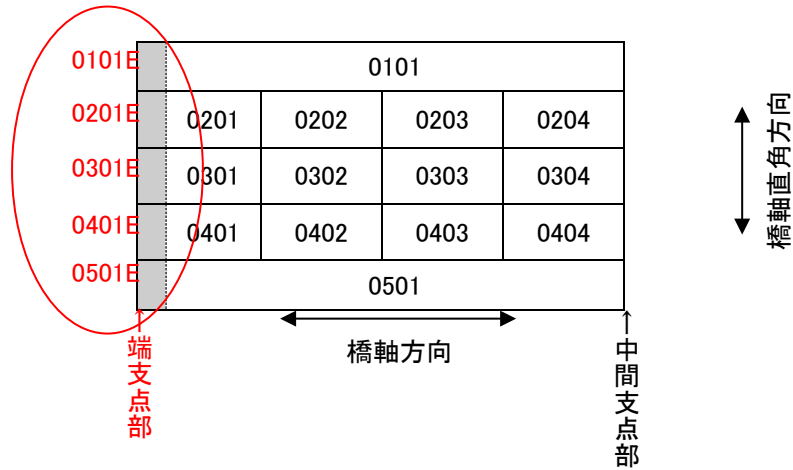
健全度を評価する単位を要素と定義します。この要素単位で、劣化損傷の記録、対策区分の判定、劣化予測、LCCの算定、対策工事の計画等が行われます。

要素の分割は、国土交通省「橋梁定期点検要領(平成16年3月)」に準じていますが、伸縮装置部分からの漏水等の影響による劣化速度の違いにより、端支点部のみ対策するケースも想定されるため、端支点部1mを独立した一つの要素として扱うこととしています。

以下に、床版と主桁の事例を紹介します。

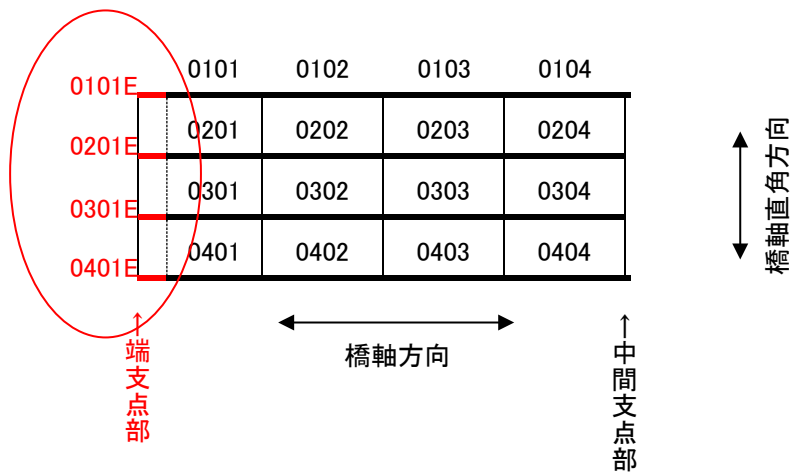
【例1：床版】

- ・床版は、1スパンを1部材とします。
- ・床版は、主桁・横桁・対傾構に仕切られた部分（「パネル」と呼ぶ）を要素として健全度評価単位とするほか、端支点部の桁端部から1mを一つの要素として健全度評価を行います。



【例2：主桁】

- ・主桁は、1スパンを1部材とする
- ・主桁は、横桁・対傾構に仕切られた部分を要素として健全度評価単位とするほか、端支点部の桁端部から1mを一つの要素として健全度評価を行います。



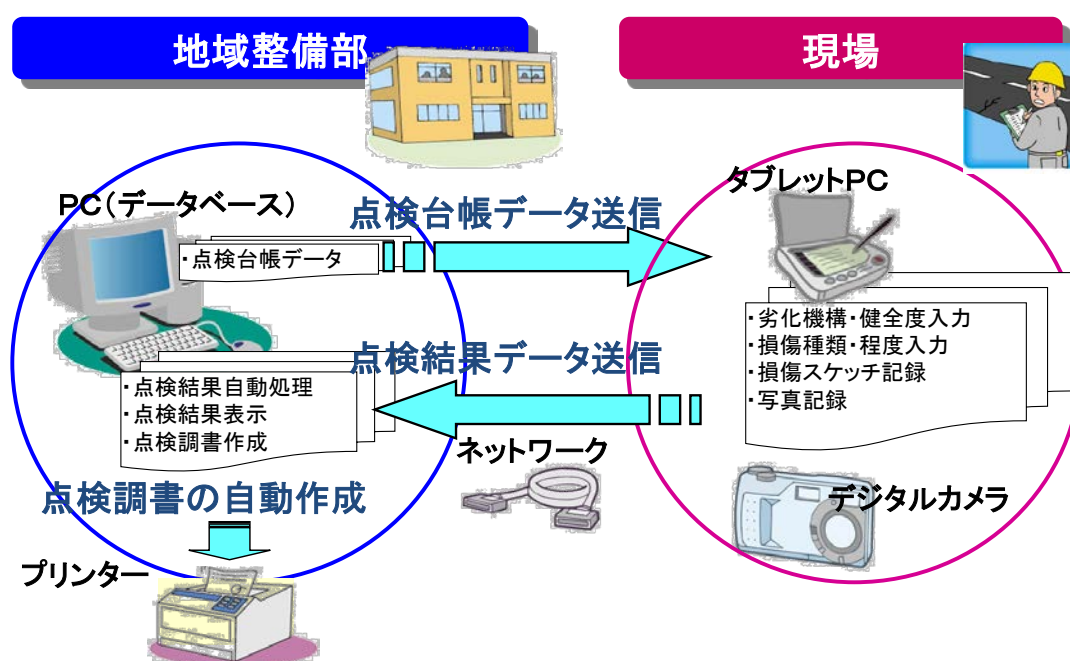
③ ITを活用した点検およびデータ収集

点検業務の高度化と点検の事後作業の大幅な省力化のため、独自に開発したITシステム「BMS点検支援システム」の活用により、点検に要するコストを削減し、効率的なデータ収集を行うことができます。

点検業務の高度化に寄与する機能は、以下のとおりとなっています。

- ・損傷・変状のCAD図への直接入力
- ・過去の点検記録の参照機能
- ・健全度評価基準の参照機能
- ・点検結果に基づいた関連点検箇所への警告機能

図表 10 BMS点検支援システムの概要



BMS点検支援システムは、地域整備部で点検データの管理・点検調書作成を行う機能と現場でタブレットPCにより点検データを入力する機能から構成されています。

地域整備部のBMSのデータベースから、点検する橋梁の点検台帳データをタブレットPCに送信します。現場では、タブレットPCに健全度評価、劣化・損傷記録、損傷図などを直接入力します(図表 11 参照)。また、平行してデジタルカメラで写真撮影します。

点検が終了すると、タブレットPCに記録された点検データをBMSのデータベースに送信します。点検データはBMSで処理され、点検調書が自動作成されます。点検データはBMSが導入されたPC画面上で確認できます(図表 12 参照)、点検調書としてプリントアウトすることもできます。

図表 11 点検支援システムの入力画面例

橋梁名 : 111010001_大沢池線線橋
 径間番号 : 1径間
 部材 : 主桁

要素名	点検条件	潜伏期・進展期	劣化機構	健全度	コメント	要素名	状態
Mc0101	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0101	未選択
Mc0101e	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0101e	未選択
Mc0102	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0102	未選択
Mc0103	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0103	未選択
Mc0104	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0104	未選択
Mc0104e	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0104e	未選択
Mc0201	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0201	未選択
Mc0201e	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0201e	未選択
Mc0202	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0202	未選択
Mc0203	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0203	未選択
Mc0204	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0204	未選択
Mc0204e	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0204e	未選択
Mc0301	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0301	未選択
Mc0301e	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0301e	未選択
Mc0302	近接目視	潜伏期・進展期	-	-		Mc0302	未選択

図表 12 BMSにおける点検データ表示例

橋梁アセットマネジメントシステム

検索設定

大沢池線線橋(#111010001)
 主桁(#7) スパン 1径間

定期点検: 2005/07/15 (点検番号 1)

点検条件: 近接目視
 潜伏期・進展期: 潜伏期・進展期
 劣化機構: 推定劣化機構
 健全度: 4
 コメント:

個別に詳細調査が必要
 データ修正

写真

名前	撮影年月日
P0_0001.jpg	2005/07/12

損傷情報

損傷種類	詳細位置	状態	拡がり	損傷/比率

データ修正

2) 維持管理の種類、目的、内容等

維持管理には、維持管理体系(図表 6)で示したとおり、

- ① 日常管理
- ② 計常管理
- ③ 異常時管理

があります。

① 日常管理

交通安全性の確保、第三者被害防止、劣化・損傷を促進させる原因の早期発見と除去および重大な劣化・損傷の兆候発見し構造安全性の確保を目的として日常管理を行います。

日常管理には、パトロールや日常点検の点検・調査業務と、清掃・維持工事(軽微な補修)の維持管理・対策業務があります。橋梁アセットマネジメント運営マニュアルにしたがって日常点検などを行い、対策が必要と判断された場合には直ちに維持工事などを実施します。

日常管理の主な実施項目と内容は図表 13 のとおりです。

図表 13 日常管理の実施項目および内容

項目	目的	実施者	実施内容
パトロール	重大な劣化・損傷の発見	県職員 維持管理業者	路上構造物を対象に路上目視点検
日常点検 (一次点検)	重大な劣化・損傷の発見	維持管理業者	路上構造物・主要部材を対象に路上目視点検、路下遠望目視点検を実施。なお、点検通路のあるところでは近接目視点検
日常点検 (二次点検)	対策区分の判定 対策予定橋梁の状態把握	県職員 維持管理業者	
清掃	劣化損傷の発生原因の除去	維持管理業者	路上構造物および支承・排水装置を対象に実施
維持工事	軽微な劣化損傷の補修	維持管理業者	路上構造物・排水装置を対象に実施
緊急措置	交通安全性確保と第三者被害防止	維持管理業者	高欄の欠損、路面の段差、コンクリート片叩き落としなどを対象に実施

② 計画管理

計画管理における点検・調査業務には、橋梁の構造安全性確保、定期点検、特別点検及び詳細調査・追跡調査などがあります。計画管理における点検の中心は定期点検ですが、鋼部材の疲労亀裂など特定の劣化・損傷の発見を目的とする場合は特別点検を、劣化・損傷の原因究明が必要な場合には詳細調査・追跡調査を随時実施します。

また、維持管理・対策業務には、劣化予測やLCC算定に基づき作成された中期事業計画による補修・補強等の対策工事があります。

計画管理の主な実施項目と内容は図表 14 のとおりです。

図表 14 計画管理の実施項目および内容

項目	目的	実施者	実施内容
定期点検 (1回/5年)	構造安全性・交通安全性の確認 計画的維持管理のための情報収集	委託業者	全部材を対象に、近接目視
特別点検 (随時)	構造安全性・交通安全性を脅かす恐れのある特定の損傷の発見	委託業者	指定された部材を対象に、近接目視、非破壊検査、サンプリング調査、機器計測
詳細調査 追跡調査 (随時)	劣化損傷の原因究明、劣化程度の把握 劣化損傷の継続的な観察	委託業者	指定された部材を対象に、近接目視、非破壊検査、サンプリング調査、機器計測
対策工事 (補修補強)	劣化損傷を進行させる因子の除去、健全度の回復	補修業者	指定された部材を対象に、補修・補強を実施
対策工事 (更新)	老朽橋梁・関連事業計画対象橋梁の再構築	建設業者	該当する橋梁全体/上部工/床版の撤去・再構築

③ 異常時管理

地震、台風、大雨などの自然災害発生時、あるいは火災や交通事故など異常事態発生時には、安全性の確認ならびに重大損傷の有無の確認のために異常時点検を行います。点検の結果、必要に応じて緊急措置や維持工事を実施します。

異常時管理の主な実施項目と内容は図表 15 のとおりです。

図表 15 異常時管理の実施項目および内容

項目	目的	実施者	実施内容
異常時点検 (一次・二次)	安全性の確認 重大な劣化・損傷の発見	県職員 維持管理業者	主要部材を対象に路上目視点検、路下遠望目視点検を実施 ただし、点検通路のあるところは近接目視点検
緊急措置	安全性の確保	維持管理業者	軽微な補修による応急措置 通行制限など

(2) シナリオの1次選定

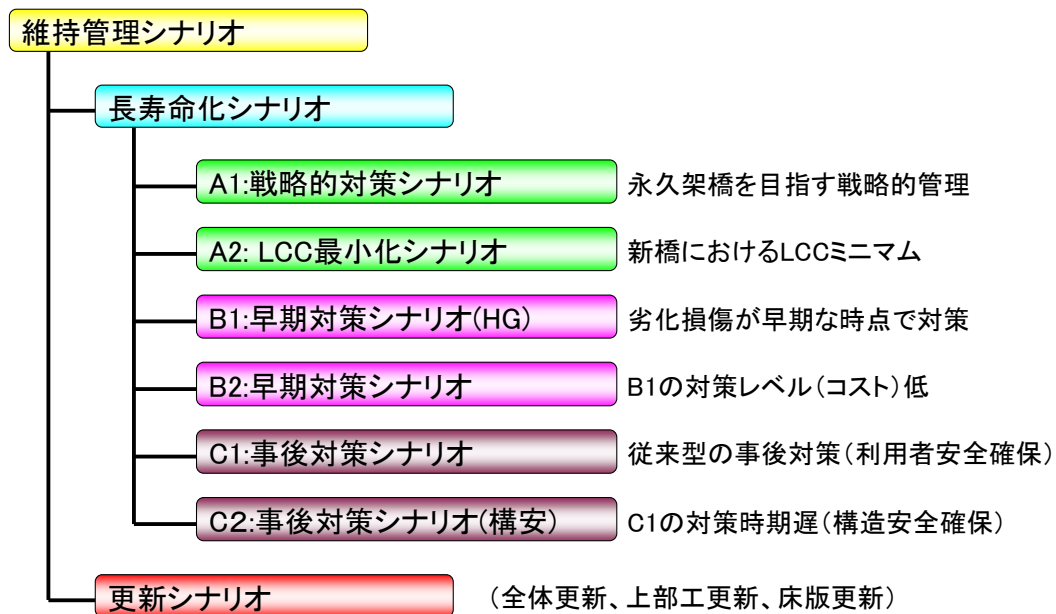
すべての橋梁でLCC最小シナリオを選択することで、橋梁全体のLCCを最小とすることができます。しかし、予算制約がある場合には、いくつかの橋梁のシナリオを変更することで費用の発生時期を変更(予算平準化)する必要があります。このため、橋梁の状況を考慮したうえで適用可能な維持管理シナリオを一つまたは複数選定してLCC算定を行います。

1) 維持管理シナリオの種類と選定フロー

維持管理シナリオは、STEP1の長期戦略に基づき「長寿命化シナリオ」と「更新シナリオ」に大別します。このうち、「長寿命化シナリオ」については橋梁の維持管理戦略をパターン化し、6種類のシナリオを設定します。

このシナリオごとに、健全度がどの値になったら対策を行うかという「管理水準」と対策実施後の健全度の「回復レベル」を設定します。

図表 16 維持管理シナリオ



長寿命化シナリオの種類は、「予防対策型」、「早期対策型」、「事後対策型」の三つに分類し、選定されたシナリオにしたがい、健全度が管理水準まで低下したら、あらかじめ選定された補修対策を実施するという形でLCCを算定します。

更新シナリオは橋梁全体更新、上部工更新、床版更新の三つに分類し、長寿命化シナリオとは別枠で更新費用を計画します。

維持管理シナリオのそれぞれの概要は以下のとおりです。

シナリオA1、A2は予防保全主体の維持管理となり、管理水準を高いレベルに設定し、短いタイ

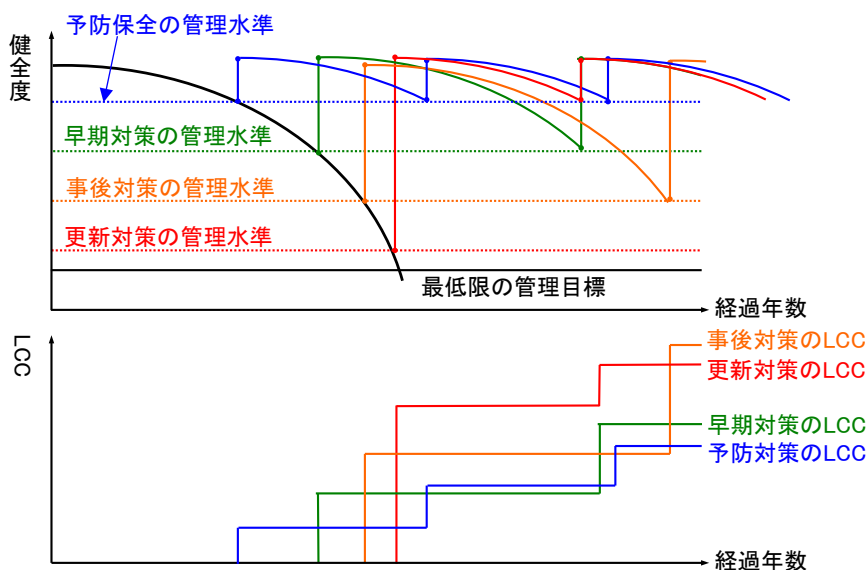
ムスパンで軽微な補修工事を繰り返すことになります。

シナリオB1、B2は早期対策主体の維持管理となり、従前の「壊れてから直す」よりも高い管理水準を設定し、比較的規模の小さい補修工事を実施することになります。

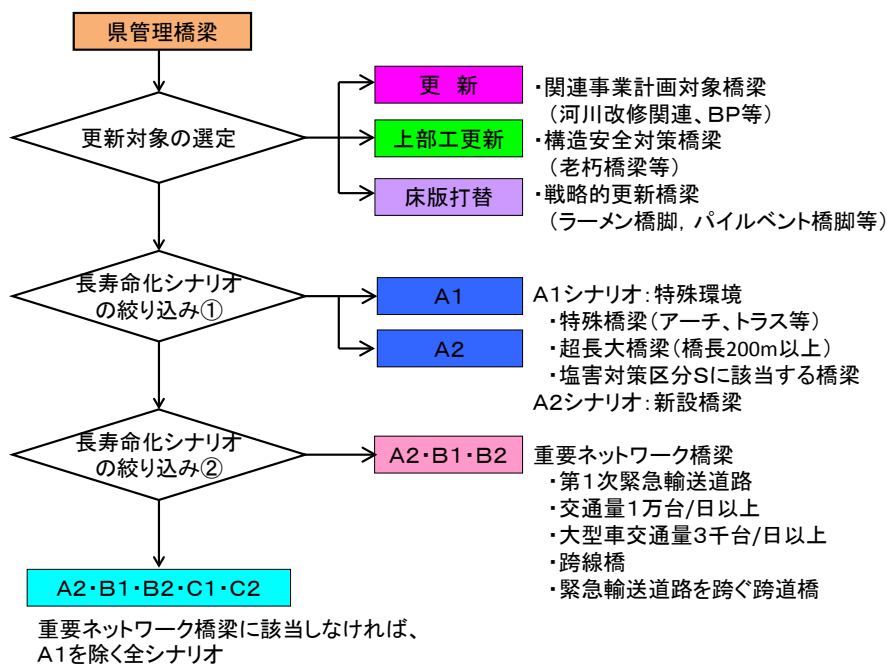
シナリオC1、C2は従前の「壊れてから直す」事後対策の管理水準を設定し、長いタイムスパンで比較的大規模な補修工事を実施することになります。

更新シナリオでは、構造安全性が確保できなくなった時点で更新を行い、更新後はそれ以降のLCCを最小とするために予防保全主体の維持管理(A2と同じ)を行うことになります。

図表 17 管理水準とLCC



図表 18 シナリオ1次選定のフロー



2) 更新対象の選定(更新シナリオ選定)

更新後の橋梁は、予防保全主体による維持管理により健全な状態を維持することによりLCC最小化を図ることができます。このため、更新後の橋梁では、予防保全を主体とするLCC最小化シナリオ(A2)を基本に選定します。

① 関連事業計画等対象橋梁

以下に該当する橋梁は更新シナリオを選定し、更新が実施されるまでの間は構造安全性を確保する最低限の維持管理を行います。

- ・河川改修等の関連事業計画により架替えが予定されている橋梁
- ・ラーメン橋脚やパイルベント橋脚など耐震性能の面で問題がある橋梁



② 構造安全対策橋梁

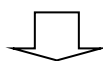
橋梁の健全度が著しく劣っている場合のシナリオの選定を行います。

橋梁の主要部材の劣化・損傷が構造安全性に影響を及ぼすほど著しく進行している老朽橋梁や、日本海側に多い極めて塩害が進行している重度の劣化橋梁は、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評価と詳細調査を行い、更新した方がLCC的に有利な場合は、更新シナリオを選定します。

例えば、平成15年6月から6トンの重量制限を行っていた八景橋は、劣化・損傷が著しい老朽橋梁であることから更新型シナリオを選定し、平成18年度に計画的に更新を行いました。

塩害等の劣化・損傷が進んでいる重度劣化橋梁
主要部材の劣化損傷が著しい老朽橋梁



LCC評価&詳細調査に基づき、
更新型・部分更新型シナリオに特定 ⇒ 例:八景橋

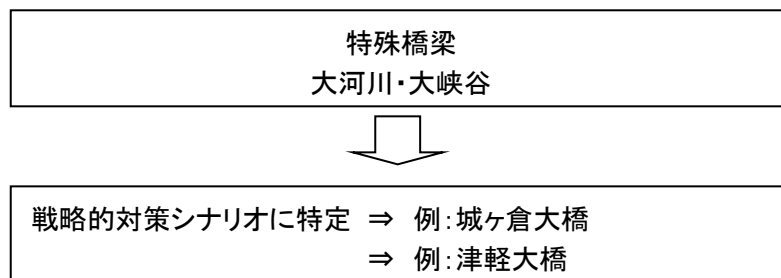


3) 環境・特殊橋梁におけるシナリオ選定

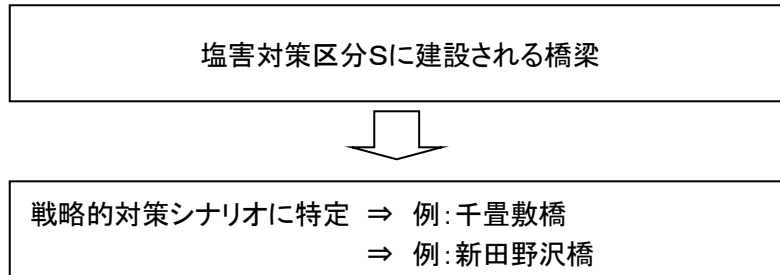
橋梁が架設されている環境条件や特殊性から、シナリオの選定を行います。

例えば、溪谷を跨ぐ城ヶ倉大橋のように、仮橋の設置など架替えが環境的・技術的に非常に困難な橋梁は、永久架橋を目指す戦略的対策シナリオ(A1)を選定します。

また、岩木川河口近くに架かる津軽大橋のように、大河川や大峡谷に架設されている超長大橋梁(橋長200m以上)についても、架替えに際して莫大な費用が発生するために、永久架橋を目指す戦略的対策シナリオ(A1)を基本に選定します。



日本海側など飛来塩分の影響を受ける地域の橋梁では、比較的早期に塩害による劣化・損傷が顕在化することが知られています。このような環境におかれる橋梁では、予防保全主体による維持管理により長寿命化を図ることでLCC最小化につながります。このため、道路橋示方書に規定される塩害対策区分Sに建設される橋梁では、積極的な予防保全による長寿命化を図るために戦略的対策シナリオ(A1)を含めて選定します。



千畳敷橋



新田野沢橋

4) 新設橋梁のシナリオ選定

新設される橋梁は、予防保全主体による維持管理により健全な状態を維持することによりLCC最小化を図ることができます。このため、新設される橋梁では、予防保全を主体とするLCC最小化シナリオ(A2)を基本に選定します。

5) 重要ネットワークを考慮したシナリオ選定

青森県が管理する橋梁のうち、重要ネットワーク上の橋梁では交通制限をとまなう大規模な対策工事を行わないことで、社会的な影響を及ぼさないようにする必要があります。このため、重要ネットワーク上の橋梁では、事後対策シナリオ(C1、C2)を選択しないように設定します。

重要ネットワークに該当する路線には、以下が該当します。

- ・第1次緊急輸送道路
- ・交通量1万台/日以上
- ・大型車交通量3千台/日以上

また、次の橋梁は重要ネットワークの橋梁に準じてシナリオを設定します。

- ・跨線橋
- ・緊急輸送道路を跨ぐ跨道橋



(3) 健全度の将来予測

1) 劣化予測式

劣化予測式は、健全度の5段階評価(潜伏期、進展期、加速期前期、加速期後期、劣化期)ごとの劣化進行速度を年数で設定しました。

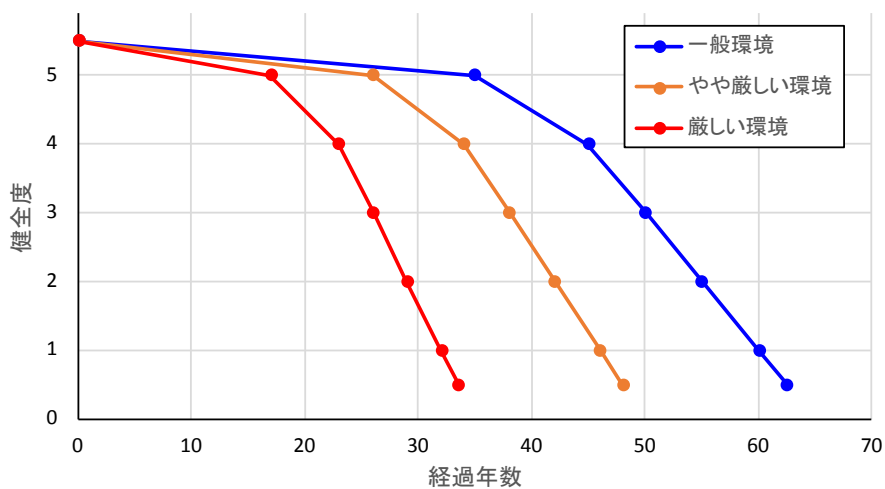
本県では、学術的研究成果が確立されている劣化予測式に加えて、トップエンジニアの高度な技術と豊富な経験により独自の劣化予測式も設定し、部材の種類・劣化機構ごとに劣化予測式を設定しました。

さらには、それぞれの橋梁が置かれている環境条件や個体条件により劣化速度を複数設定し、その条件を反映させます。

なお、点検データの蓄積・評価によって劣化予測式のさらなる精度向上を図っていきます。

図表 19 は鋼部材の塗膜劣化及び腐食の劣化予測式です。環境条件の違いによって、「一般環境」、「やや厳しい環境」及び「厳しい環境」の劣化速度の異なる三つの予測式となっています。

図表 19 劣化予測式(鋼部材の塗膜劣化及び腐食)の一例



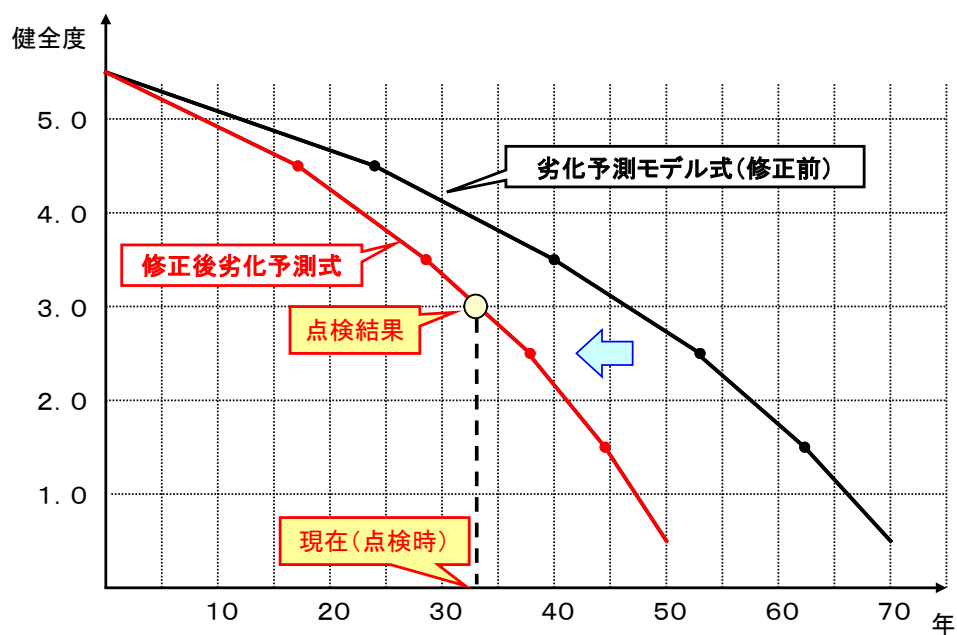
環境条件	潜伏期	進展期	加速期前期	加速期後期	劣化期
一般環境	35	10	5	5	5
やや厳しい環境	26	8	4	4	4
厳しい環境	17	6	3	3	3

2)劣化予測式の時点修正

点検により把握した健全度に応じた将来予測をするために、点検結果を反映させた劣化予測式の時点修正を行います。

例えば、劣化予測式よりも早く劣化が進行している場合は、点検結果を通るように劣化予測式を修正し、以後の劣化予測には修正式を適用します。これによって点検後の劣化予測式は環境条件や個体差を反映したものになり、より現実に即したものになります。

図表 20 劣化予測式の時点修正



(4) シナリオ別LCC算定

シナリオ1次選定で選ばれたシナリオ別にLCCを算定します。

この算定に際しては、独自の「橋梁アセットマネジメント運営マニュアル」を策定し、適切な時期に適切な対策が実施されるように、シナリオごとに維持管理レベル(管理水準と回復レベル)に応じた対策工法を設定したシナリオ別対策工法リストを作成しました。このリストは、トップエンジニアの高度な技術と経験をベースに、部材の材料、仕様、劣化機構、劣化段階に応じて最適な工法を選定したものです。

図表 21 は、シナリオ別の対策工法リストの一例です。シナリオごとに管理水準が設定されており、その管理水準に達した段階で対策を実施し、それがLCCに反映されます。

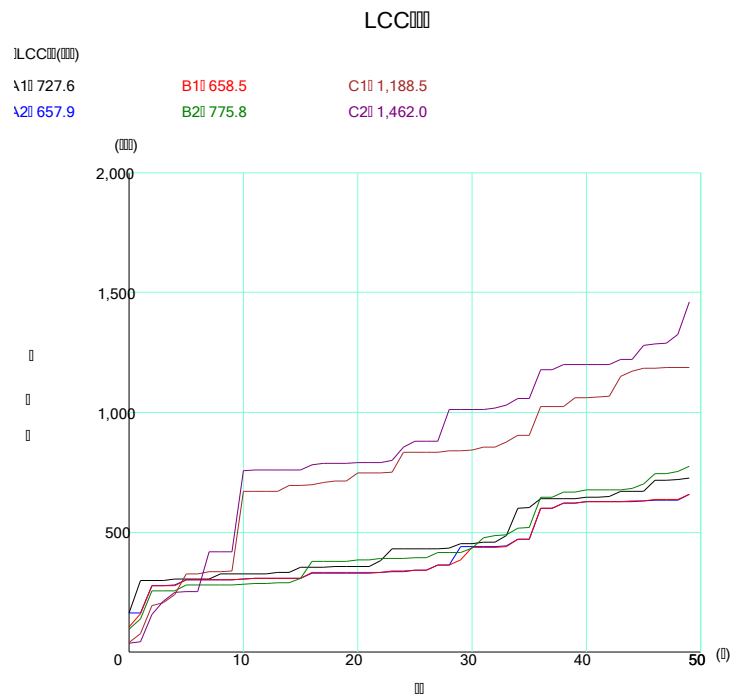
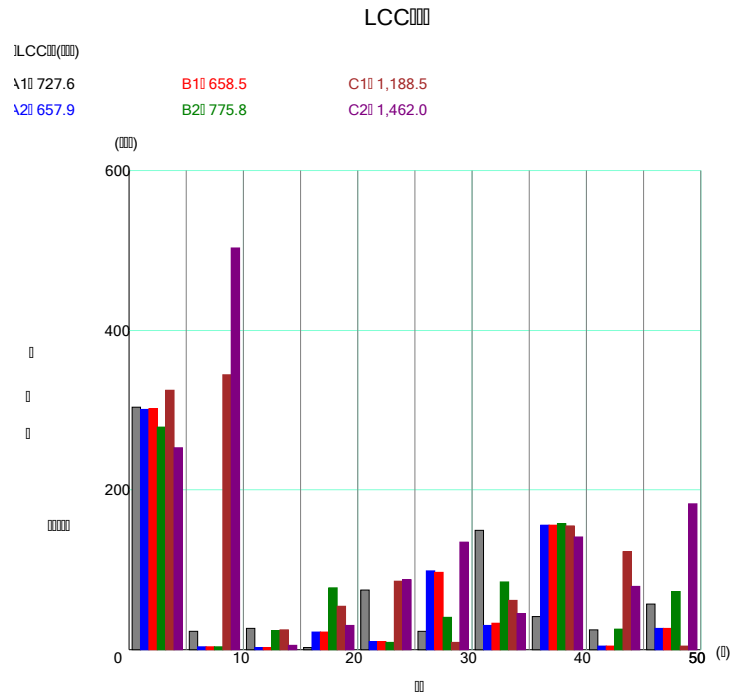
図表 21 維持管理シナリオ別対策工法リストの一例

	維持管理シナリオシナリオ					
	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
5: 潜伏期 (5.5-4.5)	対策しない	対策しない	対策しない	対策しない	対策しない	対策しない
4: 進展期 (4.5-3.5)	3種Bケレン Rc-IV 3,580	対策しない	対策しない	対策しない	対策しない	対策しない
3: 加速期前期 (3.5-2.5)	—	3種Aケレン Rc-III 端部切削 6,020	3種Aケレン Rc-III 端部切削 6,020	3種Aケレン Rc-III 端部切削 6,020	対策しない	対策しない
2: 加速期後期 (2.5-1.5)	—	—	—	—	2種ケレン Rc-II 当て板5% 25,200	対策しない
1: 劣化期 (1.5-0.5)	—	—	—	—	—	2種ケレン Rc-II 当て板10% 43,990

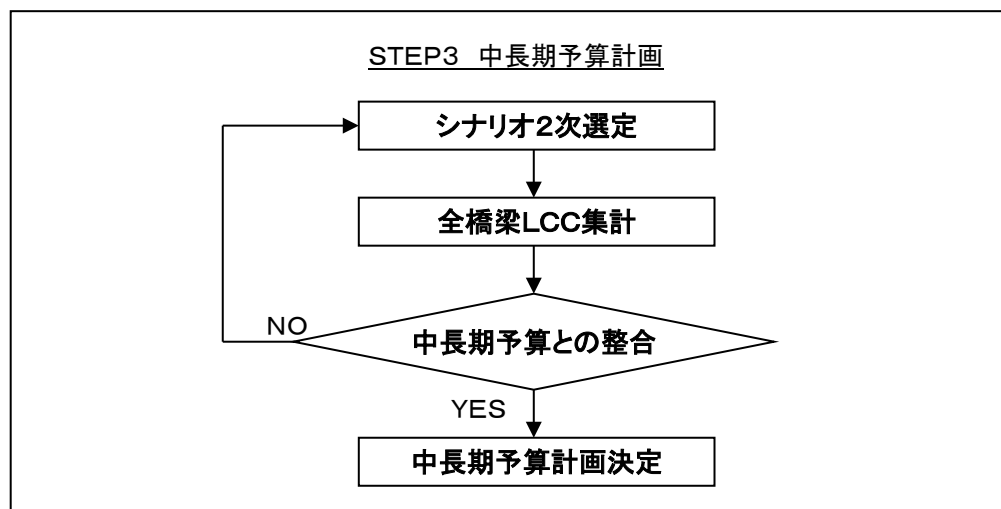
図表 22 は、橋梁のシナリオ別のLCC算定結果の一例です。

A1～C2の六つのシナリオについてのLCCを示します。棒グラフが各年度のLCC、折れ線グラフがLCCの累計です。シナリオによって、費用の発生時期と総額が違って来るのがよく分かります。

図表 22 シナリオ別LCC算定結果



3-6 STEP3 中長期予算計画



STEP3では、今後50年間の中長期予算計画を策定します。

まず、橋梁ごとに1次選定されたシナリオから50年間のLCCが最小となるシナリオを一つ選定(2次選定)し、それらのLCCを全橋梁で集計します。

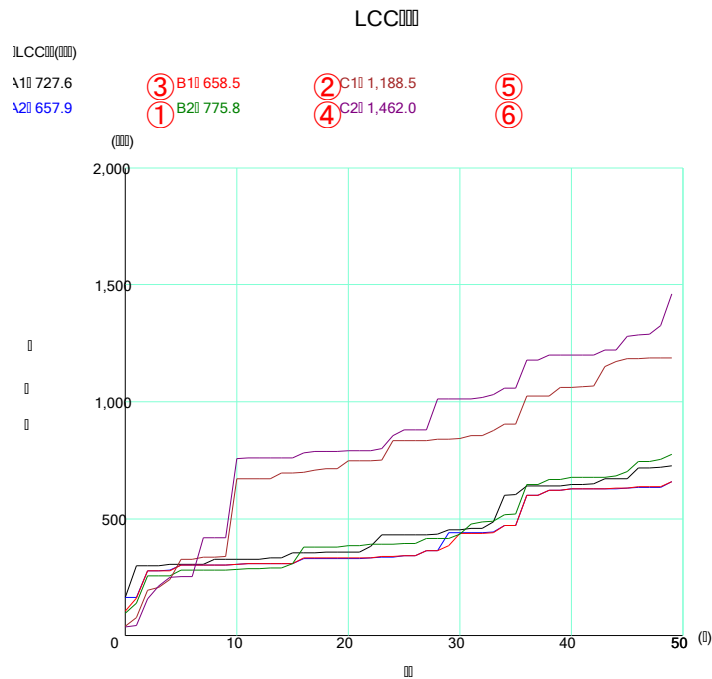
そして、その集計値と中長期予算との整合を図り、整合が取れればそのまま中長期予算計画を決定しますが、整合しない場合はシナリオの再選定を行い、中長期予算との整合を図り、中長期予算計画を決定します。

(1) シナリオ2次選定と全橋梁LCC集計

1次選定した維持管理シナリオから50年間のLCCが最小となるシナリオを2次選定します。

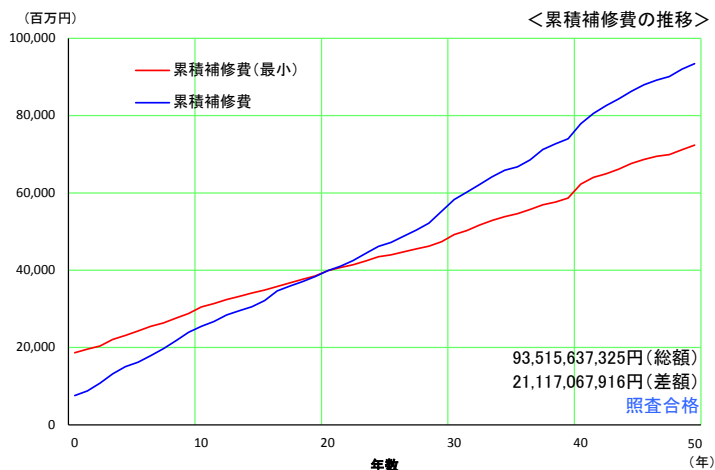
図表 23 に示す橋梁の試算結果を例にとると、六つのシナリオを比較した場合、50年間のLCC累計が最も小さいA2が最適シナリオとなります。その他のシナリオについてもあらかじめLCC累計の小さい順に順位付けをします。これは、LCC集計結果と中長期予算目標の整合がとれずにシナリオを再選定する場合の優先順位となります。

図表 23 シナリオの2次選定の例



図表 24 は、Aグループ橋梁(869橋)について、個別橋梁の2次選定シナリオにおけるLCCを集計した例です(赤線は全橋でLCC最小シナリオ, 青線は2次選定シナリオの集計結果)。

図表 24 2次選定シナリオのLCC集計結果



(2) 中長期予算との整合:予算の平準化

複数の対象橋梁の要素単位で算定したLCCについて、年度ごとに集計し、中長期予算との整合を図ります。この時点で整合しない場合に平準化を行います。その平準化は、長寿命化対策費用と更新費用のそれぞれで行います。

長寿命化対策費用の平準化にあたっては、シナリオの変更に伴うLCCの増加を最小限にするように行います。そこで、費用の発生時期を変更する効果(B)とLCCの増加(C)を比較して、「Bが大きくCが小さい橋梁から優先的にシナリオ変更する」といった平準化ルールを設定します。

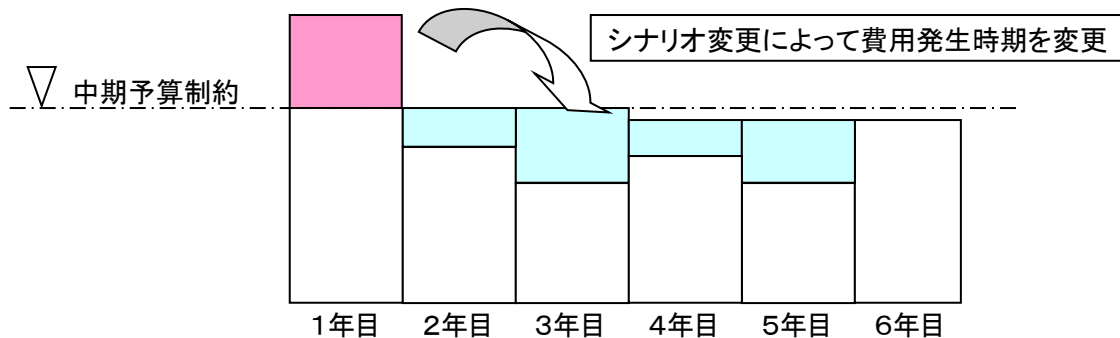
また、更新費用については、関連事業対象橋梁の更新計画および継続箇所の進捗状況にあわせて、橋梁架設年度や健全度等から架替え時期を総合的に判断して平準化を図ります。

図表 25 は2次選定シナリオのLCCを年度ごとにまとめて表示したものです。

計画策定時に健全度の低い橋梁が多い場合、2次選定シナリオの集計LCCは初期に多額の費用が必要となります。

このケースでも1年目の費用が平準化の目標である「中期予算制約」を超過しています。

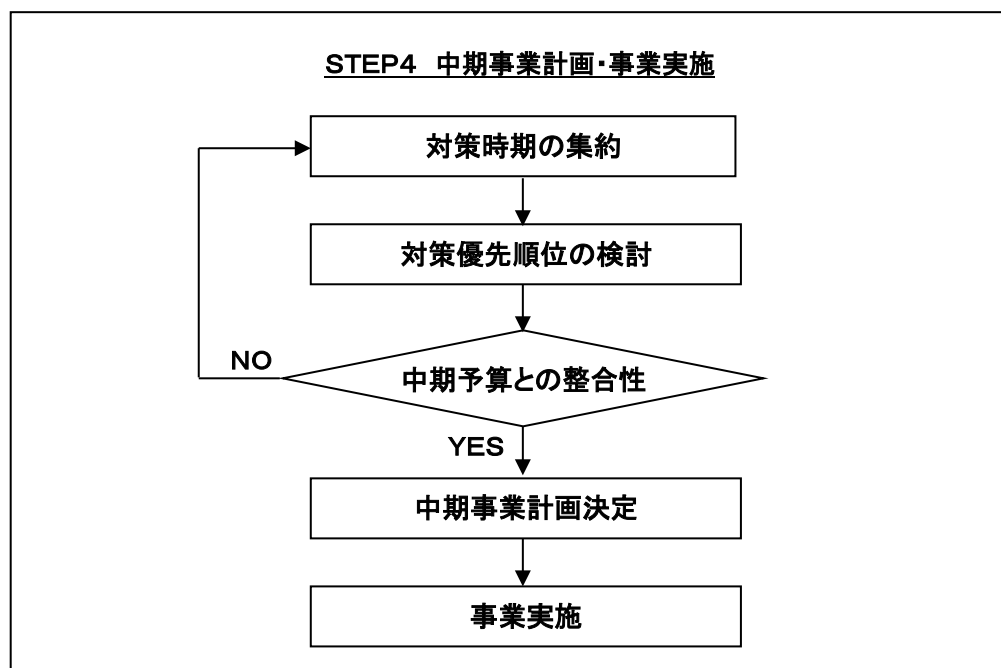
図表 25 予算の平準化



1年目に対策が予定されている橋梁のうち、シナリオ変更によって2年目以降に対策を先送りしてもLCCの増加が少ないものを優先してシナリオの変更を行います。

予算の平準化は、予算制約の超過分を単純に先送りしているのではなく、対策時期が遅れることに対してシナリオ変更(=対策費用の増加を考慮)しているので、中長期にわたって事業実施が実行可能な予算計画の検討を行うことができます。

3-7 STEP4 中期事業計画・事業実施



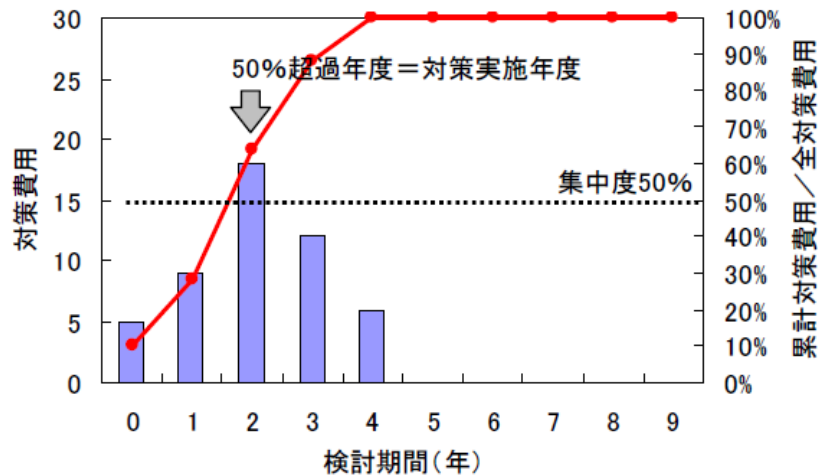
STEP4では、具体的にどの橋梁のどの部材(要素)の対策を、どのくらいの費用でいつ実施するかを決定し、今後10年の中期事業計画を作成します。

STEP2およびSTEP3では要素単位でLCCを算定しているため、中長期予算計画における費用の発生時期は同一橋梁・同一部材種類であっても複数年度に分布しています。この要素ごとの対策費用発生時期を部材種類ごとに集約した後、対策優先順位を検討し中期予算との整合性を確認することで中期事業計画を決定し、事業を実施します。

(1) 対策時期の集約

要素単位で算定した対策費用を橋梁別・部材種類別・対策年度別に集計します。同一橋梁・同一部材種類で年度ごとの対策費用を累積し、累積対策費用が事業期間内の全対策費用の50%を超過する年度を「50%超過年度」とし、50%超過年度に対策実施時期を集約して対策実施年度の候補とします。

図表 26 50%超過年度のイメージ



(2) 対策優先順位の検討

対策の優先順位は、「50%超過年度」が早い橋梁・部材種類の順とします。同一年度では、対策費用の累計が大きい橋梁・部材種類の順とします。

図表 27 対策の優先順位の例

50%超過年度	橋梁名	部材種類	対策内容	対策費用
1	A橋	主桁	塗装塗替	20,000,000
1	B橋	床版	鋼板接着	18,000,000
1	C橋	主桁	塗装塗替	16,000,000
1	D橋	橋台	断面修復	12,000,000
2	E橋	床版	鋼板接着	30,000,000
2	A橋	伸縮装置	交換	24,000,000
2	F橋	伸縮装置	交換	20,000,000
2	B橋	橋脚	断面修復	10,000,000
3	C橋	床版	塗装塗替	21,000,000
3	F橋	主桁	塗装塗替	18,000,000
3				16,000,000
...

(3) 同時施工部材の調整

「50%超過年度」の考え方で優先順位を決めると、同一橋梁で異なる年度に異なる部材の対策工事が予定されることがあります。これらの対策年度が近い部材では、同じ年度に集約して施工したほうが仮設足場を共用できるなど、合理的・効率的となる場合があります。

そのため、同一橋梁の部材別対策工事で優先順位が下位にあるものを、上位にあるものと同時期に施工するように調整します。ただし、同一橋梁であっても同時施工になじまないものは施工時期の変更を行いません。

図表 28 の場合、C橋では1年度に主桁の塗装塗替、3年度に床版の塗装塗替が計画されています。主桁と床版の塗装塗替では、吊足場や板張防護などの共通の仮設備を使用して同時に施工したほうが合理的であるため、3年度にある床版の塗装塗替を1年度にある主桁の塗装塗替と同時施工するように優先順位の変更を行います。

一方、A橋では1年度に主桁の塗装塗替、2年度に伸縮装置の交換がありますが、足場や資機材を共通して使用しないため同時施工を行う必要がありません。

図表 28 対策の優先順位

50%超過年度	橋梁名	部材種類	対策内容	対策費用
1	A橋	主桁	塗装塗替	20,000,000
1	B橋	床版	鋼板接着	18,000,000
1	C橋	主桁	塗装塗替	16,000,000
1	D橋	橋台	断面修復	12,000,000
2	E橋	床版	鋼板接着	30,000,000
2	A橋	伸縮装置	交換	24,000,000
2	F橋	伸縮装置	交換	20,000,000
2	B橋	橋脚	断面修復	10,000,000
3	C橋	床版	塗装塗替	21,000,000
3	F橋	主桁	塗装塗替	18,000,000
3				16,000,000
...

以上のように、対策の優先順位を決定します。

(4) 中期事業計画の決定

1) 中期予算との整合

50%超過年度および同時施工調整により優先順位を設定した対策工事リストについて、対策工事リストの対策優先順位にしたがって、中長期予算計画との整合を図りながら年度ごとに対策工事の割り振りを行うことで中期事業計画を策定する。

図表 29 対策実施年度の決定

50%超過年度	橋梁名	部材種類	対策内容	対策費用	対策年度
1	A橋	主桁	塗装塗替	20,000,000	1年度
1	B橋	床版	鋼板接着	18,000,000	1年度
1	C橋	主桁	塗装塗替	16,000,000	1年度
3	C橋	床版	塗装塗替	21,000,000	1年度
1	D橋	橋台	断面修復	12,000,000	2年度
2	E橋	床版	鋼板接着	30,000,000	2年度
2	A橋	伸縮装置	交換	24,000,000	2年度
2	F橋	伸縮装置	交換	20,000,000	2年度
2	B橋	橋脚	断面修復	10,000,000	3年度
3	F橋	主桁	塗装塗替	18,000,000	3年度
3				16,000,000	3年度
...	

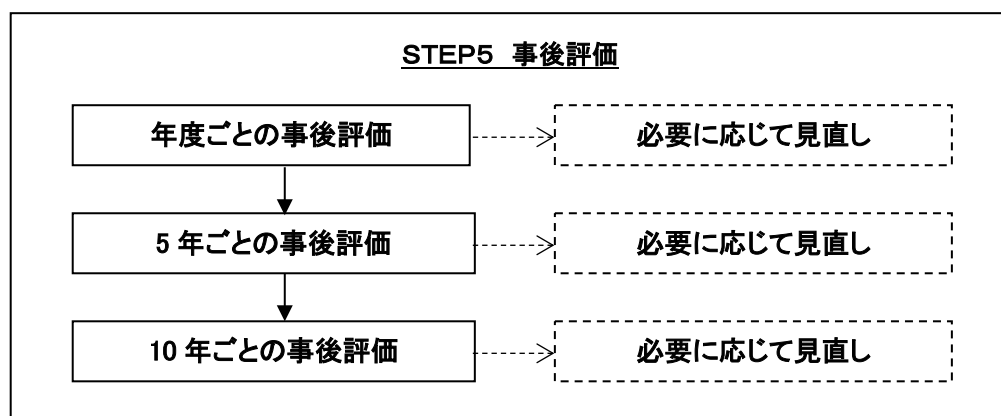
2) 劣化・損傷程度を考慮した対策時期の調整

50%超過年度および同時施工調整により、本来実施することが望ましい年度から大きく遅れて対策が予定される場合、その間に劣化が進行して以降の対策費用が著しく増加することも想定されます。このような橋梁・部材種類がある場合には、対策時期の繰り上げ調整を行います。

また、日常点検などで急遽対策を実施する必要が生じた橋梁についても、ここで調整を行います。

以上のプロセスで、橋梁・部材種類ごとに実施予定年度を決定することで中期事業計画を策定し、事業を実施していきます。

3-8 STEP5 事後評価



STEP5では、橋梁アセットマネジメントを適切に運用するために、橋梁アセットマネジメントに関する業務の実施状況等を適正に評価します。

(1) 年度ごとの事後評価

年度ごとの定期点検や対策工事などの実施状況などに基づき、橋梁長寿命化修繕計画の進捗状況や日常管理業務の実施状況などを確認します。確認した内容を年次レポートとしてとりまとめ、青森県のホームページ上で公表します。

年度ごとの事後評価において基本戦略や橋梁長寿命化修繕計画などと大きな差が生じる場合には、必要に応じて基本戦略や橋梁長寿命化修繕計画の見直しを行います。

(2) 5年ごとの事後評価

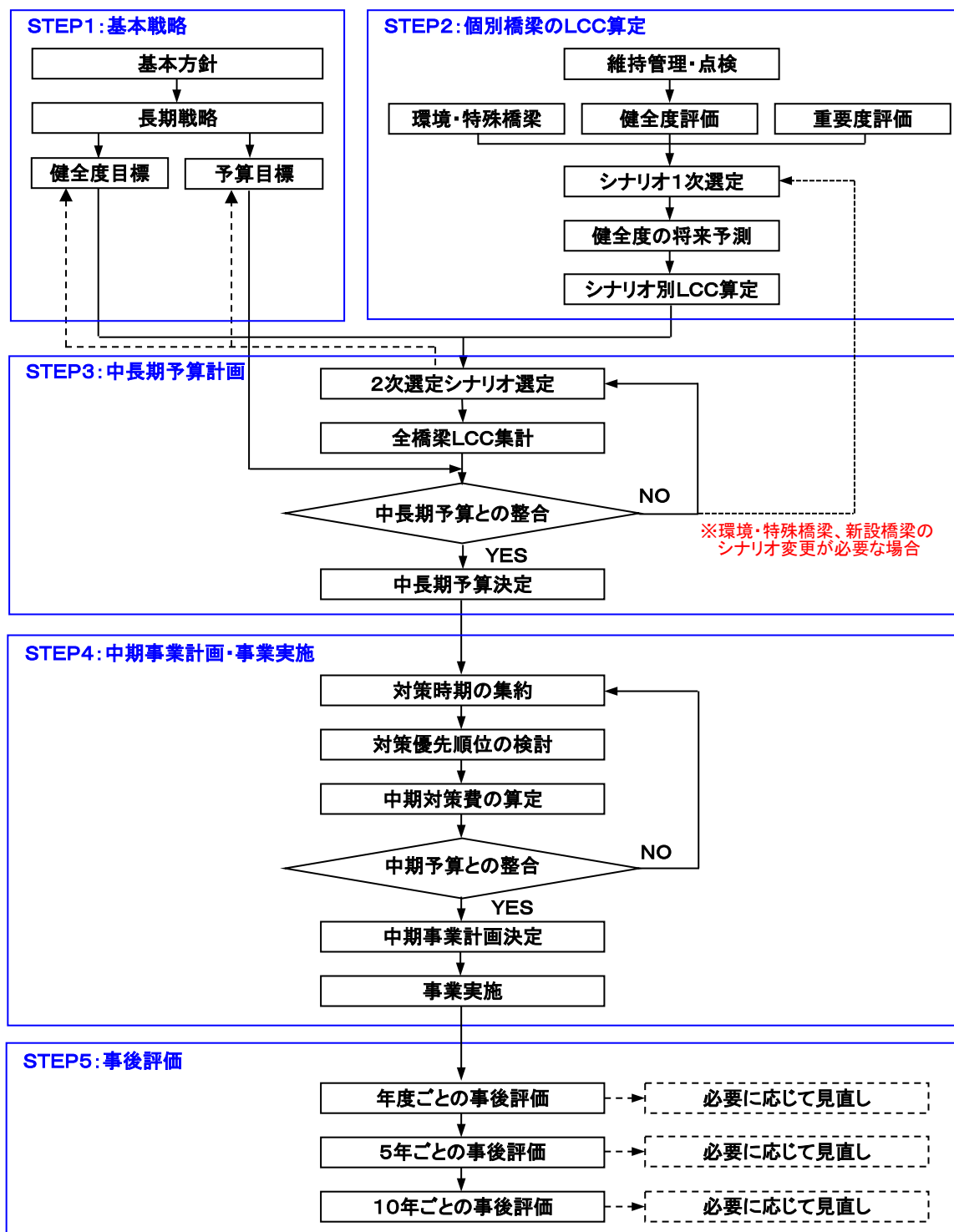
橋梁長寿命化修繕計画の5箇年の実施状況などに基づき、長期目標、運営体制、データ管理状況などを見直し、次期の橋梁長寿命化修繕計画に反映させます。

(3) 10年ごとの事後評価

青森県橋梁アセットマネジメントシステムの10箇年の運用実績に基づき、基本戦略や長期戦略などを見直し、基本計画や運用マニュアルに反映させます。

以上の五つのSTEPをまとめた全体フローが図表 30 となります。

図表 30 青森県橋梁アセットマネジメントの全体フロー



このように「青森県橋梁アセットマネジメント」は、道路ネットワークにおける橋梁の役割、環境条件、健全度の現状を考慮し、劣化の将来予測などを行った上で、最も効率的・効果的な橋梁の維持管理を行うのに適切な手法です。

青森県は、県民の安全・安心な生活を確保するために、この「青森県橋梁アセットマネジメントシステム」により、本県の橋梁の健全な維持管理を行っていきます。

3-9 人材育成

(1)担当職員の研修

橋梁アセットマネジメントの取り組みを継続し続けていくために担当職員に必要な技術力・理解力の向上を図るために、定期的に研修を実施します。研修名称と習得すべき内容を図表 31 に示します。

図表 31 担当職員の研修内容

研修名称	習得すべき内容
橋梁定期点検研修	定期点検の照査に必要な知識の習得 データ作成方法の習得
橋梁設計研修	新設橋梁設計の基礎的知識の習得
橋梁補修設計研修	橋梁補修工事に係る点検・設計・工事までの一連の知識の習得
橋梁耐震補強設計研修	橋梁耐震補強設計の基礎的知識の習得
橋梁施工管理研修	橋梁補修工事の施工管理に必要な知識の習得

(2)建設コンサルタント・建設会社の研修

点検や補修工事を担当する建設コンサルタントや建設会社の担当者を対象に、点検や補修工事に必要な基礎知識を習得させるための点検を定期的に実施します。研修名称と習得すべき内容を図表 32 に示します。

図表 32 建設コンサルタント・建設会社の研修内容

研修名称	習得すべき内容
橋梁点検技術研修 (橋梁点検技術更新研修)	日常点検から定期点検までの必要な知識の習得
橋梁補修技術研修	橋梁補修工事に必要な知識の習得

5 青森県橋梁長寿命化修繕計画の策定

青森県橋梁アセットマネジメント運営マニュアルに基づき、県管理の橋梁をAグループ橋梁^{※1}とBグループ橋梁^{※2}に分類し、それぞれのグループに適した橋梁長寿命化修繕計画を策定し、長寿命化を目指した維持管理を実施します。

また、アセットマネジメントは、PDCA(Plan- Do- Check- Action)サイクルを廻しながら継続的に実施して初めて最大の効果が得られます。アセットマネジメントを継続的・効果的に運用するため、この基本計画、運営マニュアルおよび橋梁長寿命化修繕計画は定期的に見直しを行います。

※1 橋長2m以上の鋼橋、橋長15m以上のコンクリート橋、横断歩道橋

※2 橋長2m以上15m未満のコンクリート橋

■青森県橋梁長寿命化修繕計画の構成概要

1 中長期予算計画

費用最小化と予算平準化を目指した中長期予算シミュレーションを点検結果に基づき実施し、今後50年間に必要な長寿命化対策・更新費用を示します。

2 長寿命化対策工事計画

中長期予算計画に基づき、今後10年間に実施する長寿命化対策工事のリストを作成します。工事リストには、どの橋梁のどの部材を、何年度に何の対策を行うかを具体的に示します。

3 計画的更新工事計画

(中長期予算計画に基づき、)今後10年間に実施する計画的更新工事のリストを作成します。

4 橋梁長寿命化修繕計画によるコスト縮減効果

予防保全型維持管理を中心とした効率的な補修計画を継続的に実施することによるコスト縮減効果を、従来の事後保全型維持管理または更新前提とした維持管理と比較することで、維持管理コストの縮減効果を示します

6 おわりに

青森県は平成 18 年度に橋梁アセットマネジメント 5 箇年アクションプランを公表してから 10 年以上が経過しました。取り組み開始当初のアクションプランは橋長 15m 以上の橋梁を主体とした計画でしたが、平成 20 年度からは橋長 2m 以上のすべての橋梁を対象とした「橋梁長寿命化修繕計画」を策定し、橋梁アセットマネジメントの PDCA サイクルを回してきています。

橋梁アセットマネジメントを開始した当初は、定期点検による評価指標、維持管理シナリオの考え方、シナリオごとの対策工法選定の考え方などへの理解が、県担当職員および建設コンサルタント・建設会社に十分浸透していなかったことから、点検者ごとの健全度評価のバラツキや、長寿命化工事の施工管理が十分ではなく、早期に再劣化を生じるなどの課題も見られましたが、橋梁アセットマネジメントシステムの枠組みの中に「人材育成」を取り込み、橋梁アセットマネジメントに関わるすべての人材を対象とした各種の研修制度の充実により、改善されてきています。

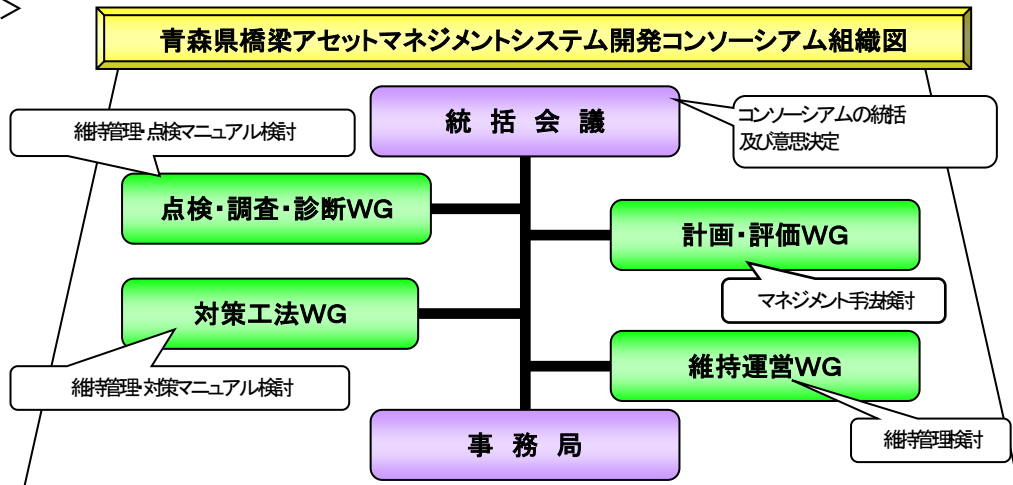
今回、基本計画にある「10 年ごとの事後評価」として、青森県橋梁アセットマネジメントシステムに関する基本計画、運営マニュアルの見直しのほか、青森県橋梁アセットマネジメント支援システム（BMS）による計画策定の根拠となる劣化予測式、対策工法などの評価を行いました。基本計画と運営マニュアルについては、橋梁アセットマネジメントの取組みが概ね計画どおりに進捗していることから、橋長 2m 以上 15m 未満の橋梁を対象に加え、近接目視を原則とした定期点検を実施するとしたこと以外は、基本的な考え方に大きな変更はありません。劣化予測式では、見直しが必要とされるほどの差異がみられないことから、引き続き自動補正による変更を行うこととしました。また、対策工法では、現在の基準類に適合した仕様への変更、材料単価・労務単価の上昇に伴う対策費用の見直しを主体として行いました。

今後も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することにより、健全な道路ネットワークを維持し、県民の安全・安心な生活や産業を確保することは道路管理者の重要な役割です。また、橋梁アセットマネジメントにより蓄積されるデータの利活用が図られ、維持管理に関する知見・技術が向上し、それらが取り込まれることにより、橋梁アセットマネジメントの取組の更なる向上が図られることを期待します。

平成 28 年度青森県橋梁アセットマネジメント検討委員会委員長
八戸工業大学学長 長谷川 明

(参考)青森県橋梁アセットマネジメントシステム開発コンソーシアム(平成16年度～平成17年度)

<組織図>



<名簿>

統括会議

委員長	: 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻教授 渡邊英一 氏
副委員長	: 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻教授 小林潔司 氏
委員	: (社)日本橋梁建設協会保全技術部会長 妹尾義隆 氏(鋼上部工)
	: (株)ピーエス三菱メンテナンス部長 佐藤正明 氏(PC上部工)
	: 川口金属工業(株)部材グループ長 宮原幸春 氏(支承)
	: 日本構造物診断技術協会理事 松村英樹 氏(点検)
	: 青森県 県土整備部 整備企画課長 小山内正昭 氏
	: 青森県 県土整備部 道路課長 藤本正雄 氏

点検・調査・診断ワーキンググループ

メンバー	: 日本構造物診断技術協会理事 松村英樹 氏
	: 川口金属工業(株)メンテナンスグループ長 宮原幸春 氏
	: 日本構造物診断技術協会構造物診断士委員会 副委員長 細井義弘 氏

対策工法ワーキンググループ

メンバー	: (社)日本橋梁建設協会保全技術部会長 妹尾義隆 氏(鋼上部工)
	: (株)ピーエス三菱メンテナンス部長 佐藤正明 氏(PC上部工)

計画・評価ワーキンググループ

メンバー	: 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻教授 小林潔司 氏
	: 東京工業大学工学部開発システム工学科理工学研究科国際開発工学専攻助教授 上田孝行 氏
	: (株)アイ・エス・エス代表取締役 中村裕司 氏
	: (株)ニュージェック道路グループ橋梁チームマネージャー 保田敬一 氏

維持運営ワーキンググループ

各県土整備事務所若手エンジニア有志21名

(参考)開発コンソーシアム委員長の挨拶(平成16年11月)

いよいよ少子高齢化が実感となって切実に感じられる世の中になってきました。街を歩いていても電車、バスに乗っていても私と同年齢か若しくはそれ以上の人が目立つようになってきました。

高齢化が進んでいるのは、人間だけでなく、橋のような社会基盤(インフラ)についても本格的なケアを必要とする時代にいよいよ突入したようです。

幸いにして近年我が国ではインフラを放置したことでその咎を受け、多くの人命が失われることはありませんでした。今後はそうはいきません。放置すると1,000人が犠牲となった江戸時代の永代橋、30年前のアメリカオハイオ州でのポイントプレザント橋(シルバブリッジ)、10年前の韓国のソンスー橋のような崩落がきっと起こり得ます。世の中の人のほとんどが、修理をしなければならないのは設計・施工がまずかったからと思っています。そうではないのです。どんなに最初は素晴らしくて完璧なインフラでも時間がたつと必ず劣化するのです。維持管理フリーのものはありません。私ども技術者ができることはその劣化進行をソフト・ハード的に極力最小限度に抑えることです。

社会基盤の整備の方向は「彫刻家」より「医師」の世界へ、すなわち、新規のインフラづくりより維持・管理・補修といった健康診断・内科・外科的手当のシステムの時代へと推移しています。モニタリング、データ収集、診断の各技術の確立には時代最先端のセンサー技術やリモートセンシング、GPS、GIS等を含む情報収集そしてデータベースの構築などが不可欠であります。何よりも人間ドックならぬ「インフラドック」については正確な診断を下せるための力学の基本が肝要であります。世の中では、総合的ライフサイクルのフィロソフィーのもと、広範な科学技術に立脚したハードウェア・ソフトウェアそしてそのハイブリッド連携技術が重要となってきました。

青森県橋梁アセットマネジメントは、このハイブリッド連携によって橋梁を維持管理していかうとする大きな流れを作るものです。本州最北端の青森県が、このような先進的な試みにチャレンジしていること、そして幸いにして私がこのプロジェクトの一員として関与させていただけることを喜ばしく思います。

青森県橋梁アセットマネジメントシステム開発コンソーシアム委員長
京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻教授 渡邊 英一



青森県は、県民の安全・安心な生活の基盤となる道路や橋などを、これからも県民の皆様に責任をもって提供し続けるために、新たな取り組みに積極的に挑戦するなど、職員一丸となってその実現を図って参ります。

問合せ先

青森県県土整備部道路課橋梁・アセット推進グループ

住 所 〒030-8570 青森市長島1-1-1

電 話 017(734)9658(直通)

メー ル doro@pref.aomori.lg.jp

H P <http://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kendo/doro/kyouryou-asset.html>