

青森県橋梁アセットマネジメント

基本計画

～ ふるさと青森の未来を支える社会資本の新たな維持管理 ～

平成16年11月

青森県県土整備部道路課

目 次

1 青森県橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト.....	1
2 青森県の橋梁を取巻く現状.....	2
2-1 大量更新時代の到来.....	2
2-2 地理的特徴.....	2
2-3 財政状況.....	4
参考 荒廃するアメリカの示唆.....	5
3 青森県の橋梁アセットマネジメント.....	6
3-1 セールスポイント.....	6
3-2 今後50年間のコスト削減シミュレーション.....	8
3-3 青森県橋梁アセットマネジメントの概要.....	10
3-4 STEP 1 基本戦略.....	11
3-5 STEP 2 個別橋梁の戦略.....	14
3-6 STEP 3 中長期予算計画.....	32
3-7 STEP 4 中期事業計画・事業実施.....	33
4 青森県橋梁アセットマネジメントアクションプランの策定.....	34
5 おわりに.....	35
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.....	36

1 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す

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す。

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（今後50年間で最大1000億円削減。詳細は3-2参照）を実現します。

これからの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

このように、本県は、アセットマネジメントにおける自治体のトップランナーとして、積極的に取り組みを進めていくとともに、点検などのランニングコストの大幅な削減など効率的運営体制についても整理するなど、アセットマネジメントによるこれからの社会資本の維持管理のあり方を全国の自治体に向けて発信します。

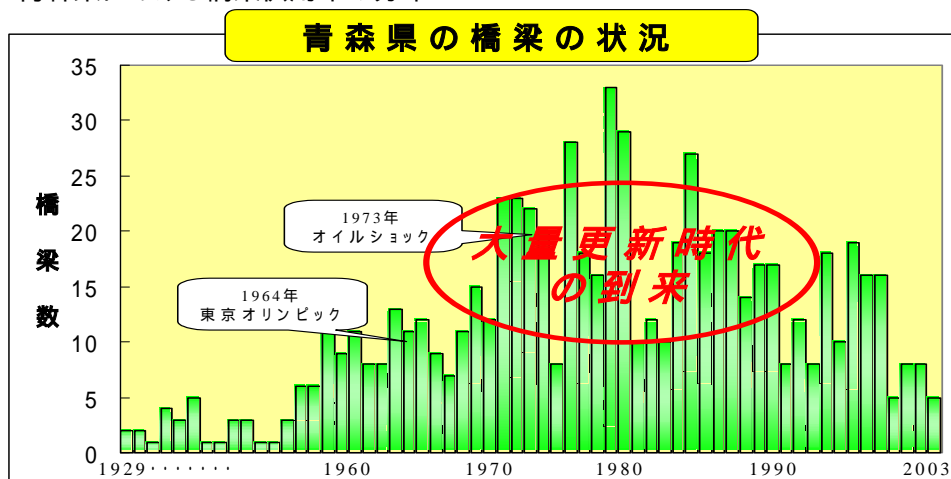
¹ アセットマネジメント：道路を資産としてとらえ、構造物全体の状態を定量的に把握・評価し、中長期的な予測を行うとともに、予算的制約の下で、いつどのような対策をどこに行うのが最適であるかを決定できる総合的なマネジメント（「道路構造物の今後の管理・更新等のあり方提言（平成15年4月）」より）

2 青森県の橋梁を取巻く現状

2-1 大量更新時代の到来

本県は15m以上の橋梁を720橋、15m以下のものを含めると2,320橋に上る橋梁を管理しています。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



2-2 地理的特徴

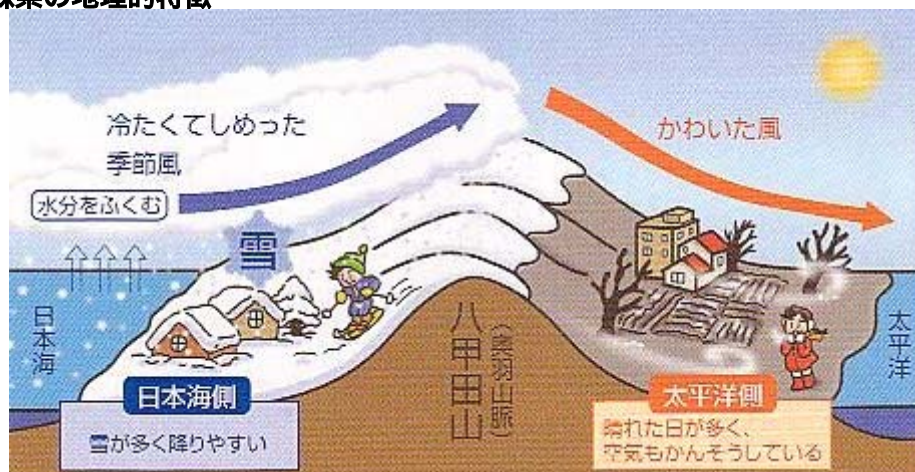
本県は、本州の最北端に位置し、中央には陸奥湾を抱き、北に津軽海峡、東に太平洋、西に日本海と三方を海に囲まれており、日本でも有数の豪雪地帯でもあります。

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。

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

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。

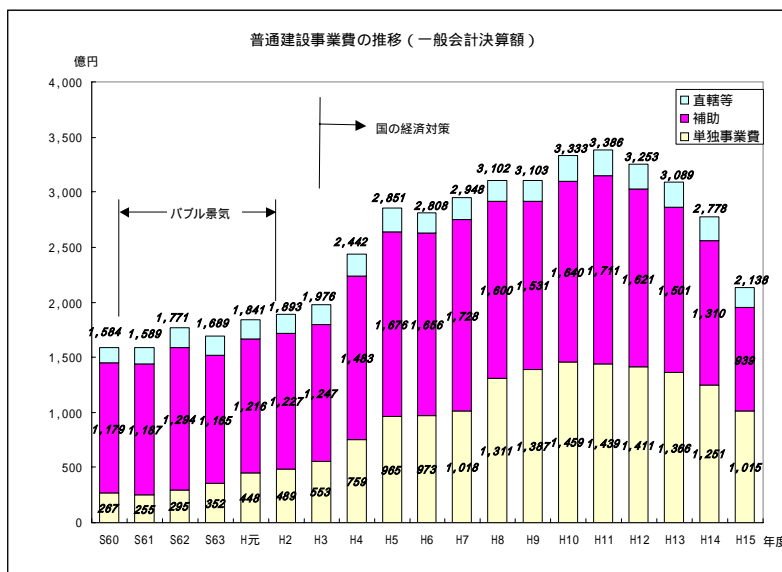


太平洋側の凍害を受けた橋梁
冬期間の凍結融解作用で、主桁下面のかぶりコンクリートが剥がれ、一部鉄筋が露出しています。

2-3 財政状況

本県の財政状況を見ると、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が、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となります。

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

また、平成16年度の橋梁関係予算を見ると、図表4の予算で橋梁の管理・更新を行っており、特に橋梁管理費が少ない状況にあります。

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は重要と言えます。

図表4 平成16年度橋梁関係予算

- ・ 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）

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。

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。拳句の果てには、「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。

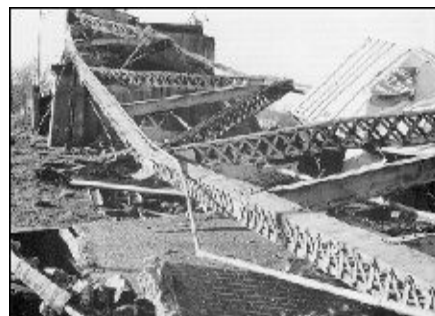
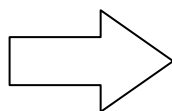
この危機を訴えたのは地方議会の人たちで、「これ以上社会資本整備を停滞させると、アメリカ経済は二度と立ち上がれなくなる」と訴え、その主張を連邦政府も受け入れました。その結果、1983年以降、道路の機能の改善を図るため、停滞する経済の中で、前年に制定した交通支援法に基づき、ガソリン税率を引き上げることによって財源を確保し、道路投資額を拡充しました。道路投資の拡充、道路ストックの改善とともに、1980年代後半からアメリカ経済も回復傾向を示したのは、歴史の示すところです⁴。

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、10年後には36%になり、数字上は「荒廃するアメリカ」とほぼ同じに状況に近づきつつあるわけです。

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、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]

3 青森県の橋梁アセットマネジメント

3-1 セールスポイント

橋梁の現状にあったマネジメントによるLCC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。

本県の橋梁アセットマネジメントでは、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、現状を十分に考慮のうえLCCを算定し、その最小化や平準化を図り、県全体としてのLCCの大幅な削減を実現します。

ITの活用等による点検コストの削減

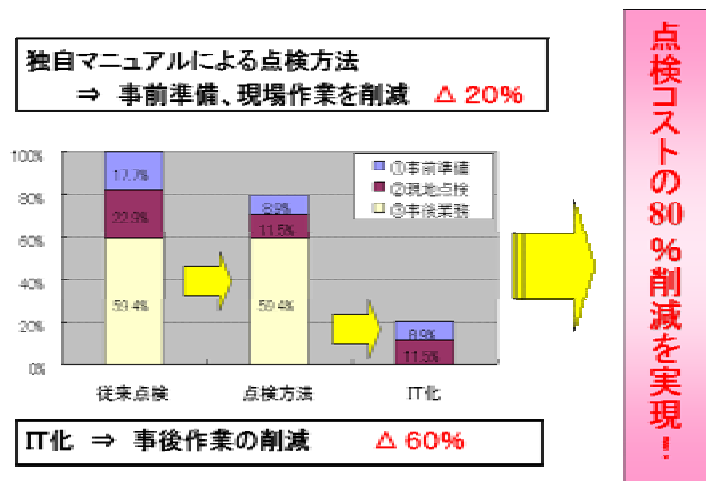
アセットマネジメントを行うためには、点検コストが新たに必要となります。

その点検コストについては、橋梁の中で最も劣化・損傷が進行しやすく、しかも安全性や健全性に大きな影響を与える端支点部を重点的に点検することで、現場作業の省力化などを図ります。

また、ITを活用して携帯情報端末（PDA）により現場作業を行う点検支援システムを開発し、点検の高度化とともに点検の事後作業の大幅な省力化を図ります。

以上の二つにより、従来の点検方法から約80%という大幅なコスト削減を実現します。

図表 5 点検コストの削減イメージ



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、橋梁の定期的な点検に加えて、日常のパトロールや点検などの充実を図り、それらを体系的に行うことで、橋梁の長寿命化などに効果的な維持管理を行います。

トップエンジニアの参加による高い技術レベル

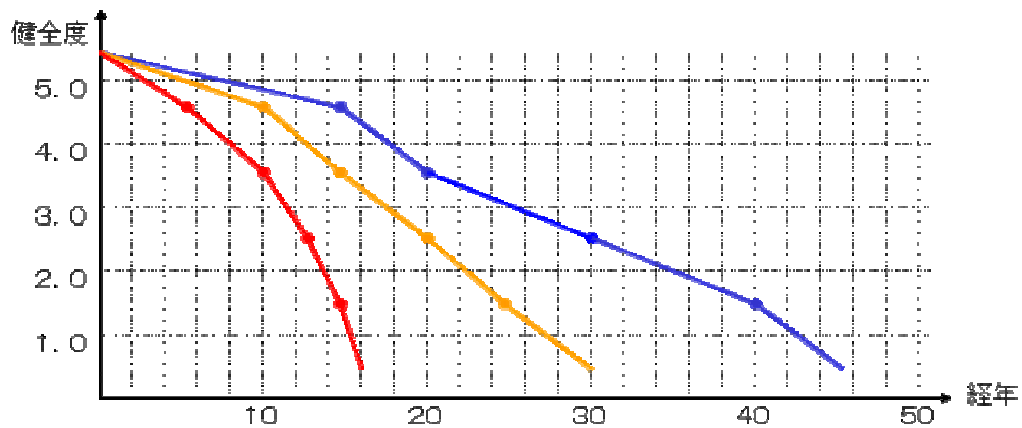
アセットマネジメントには、専門的な高い技術が必要となります。

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88種類にもおよぶ劣化予測式を設定しました。このことは、これまで点検を実施していない本県のような自治体においても、ゼロベースでのアセットマネジメントを導入可能にします。

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160種類にもおよぶ対策工法リストを設定しました。

図表 6 劣化予測式の例



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。

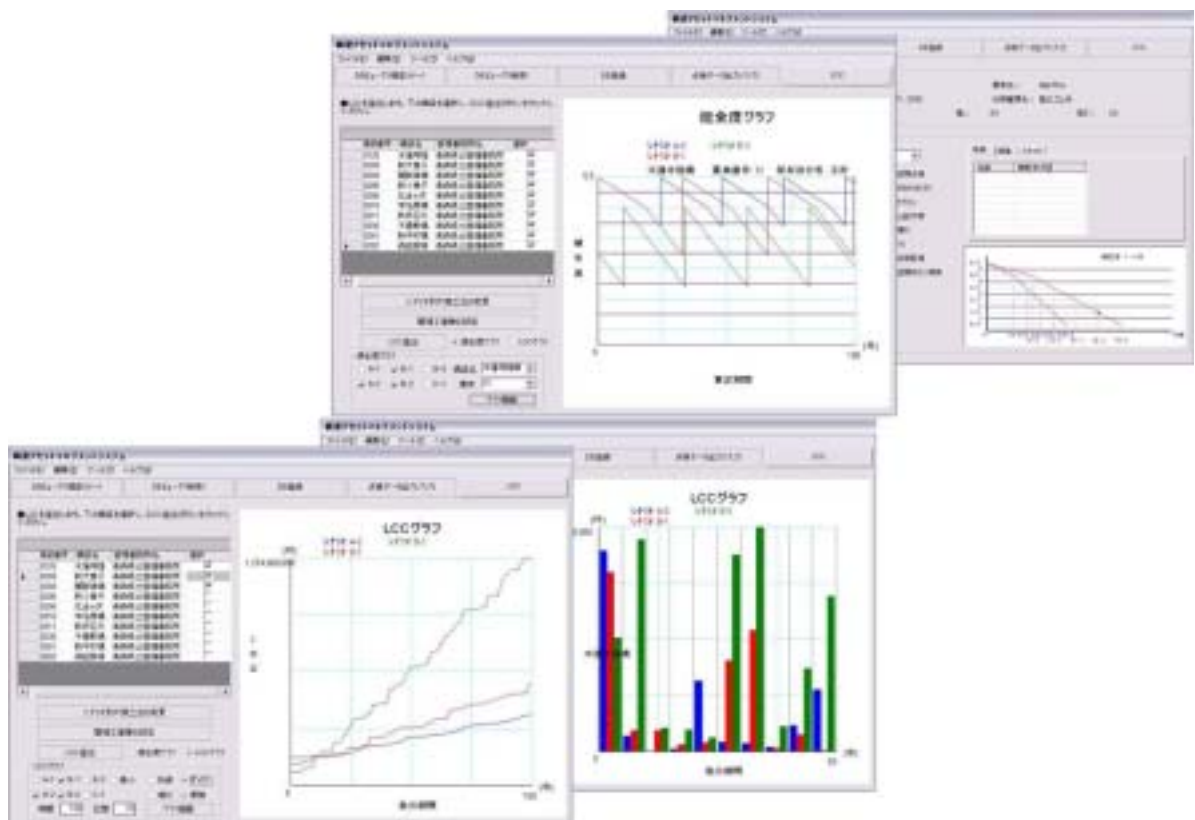
3-2 今後50年間のコスト削減シミュレーション

本県は、アセットマネジメントにより将来にわたる橋梁の維持更新コストを大幅に削減しますが、そのコスト削減について、10橋のサンプルデータを基に、本県が構築した青森県橋梁アセットマネジメントのロジック（詳細は3-3以降参照）によりシミュレーションを行いました。

なお、このシミュレーションは、既に開発してある青森県橋梁アセットマネジメント支援システム（AMSS）のLCC算定システムプロトタイプにより行っています。

図表7は、そのAMSSの画面例です。上の画面では、要素毎と部材毎にそれぞれ健全度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、その結果を年度毎の棒グラフと100年間の累計の折れ線グラフで表示しています。

図表7 青森県橋梁アセットマネジメント支援システムプロトタイプ画面例

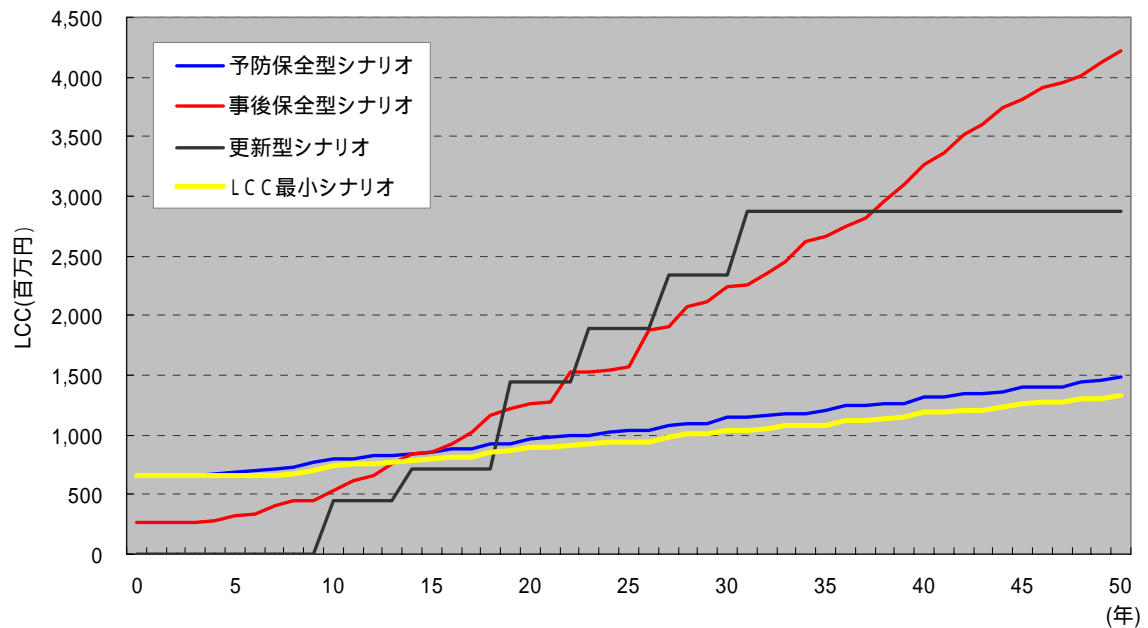


図表 8 は維持管理シナリオ別の L C C のシミュレーション結果です。

これまでの維持管理方針である「古くなったら架け替える」という更新型シナリオの L C C と、L C C 最小シナリオの L C C を比較すると、更新型シナリオの 5 0 年間の累計 L C C が約 2 8 億円であるのに対して、L C C 最小シナリオの累計 L C C は約 1 4 億となり、約半分の維持更新費用で済むという結果が出ました。この結果を本県が管理する 1 5 m 以上の橋梁数である 7 2 0 橋に換算すると「今後 5 0 年間で必要になる維持更新費用を最大 1 0 0 0 億円削減することが可能」と言うことができます。

一方、L C C 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 L C C 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。

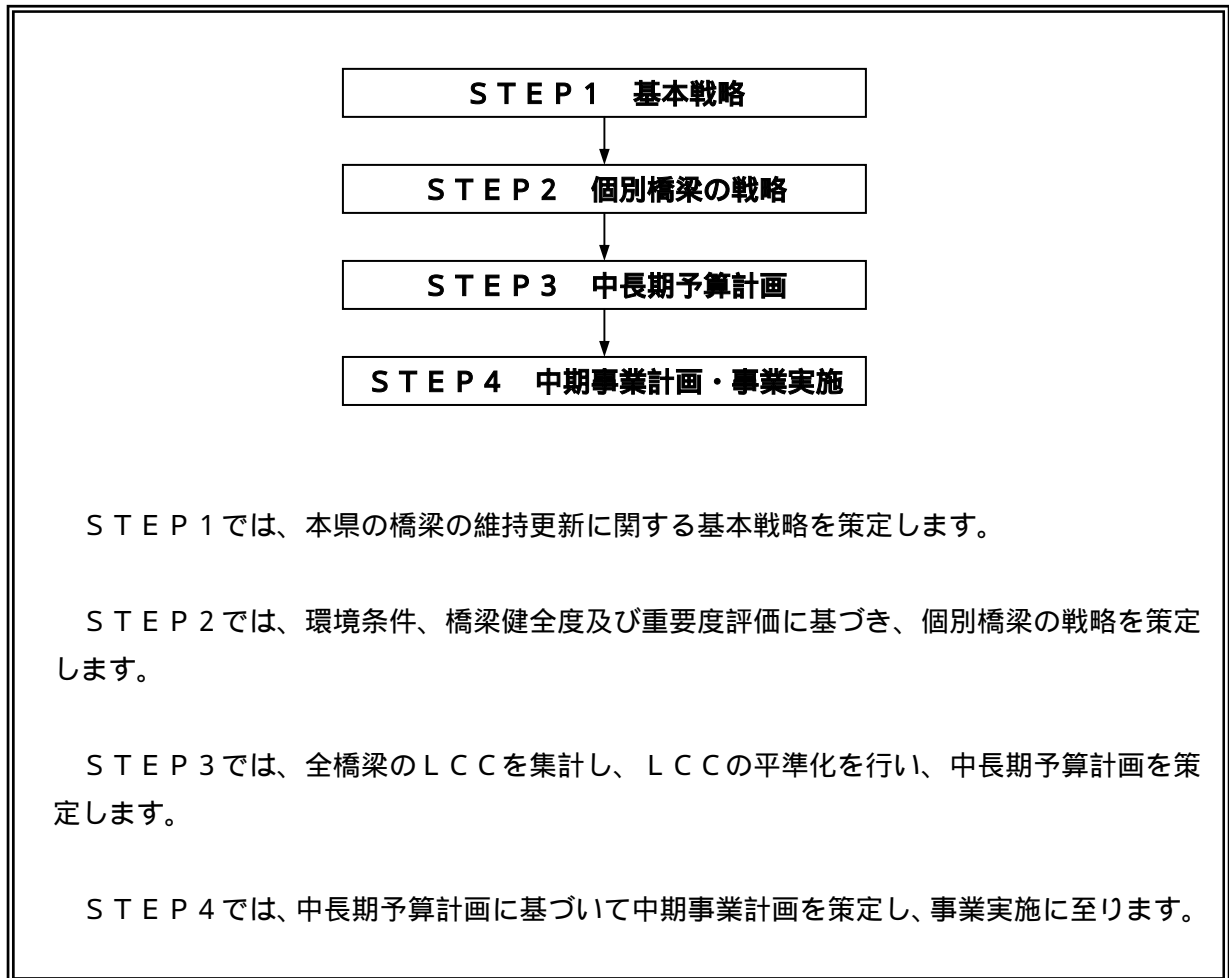
図表 8 シミュレーション結果



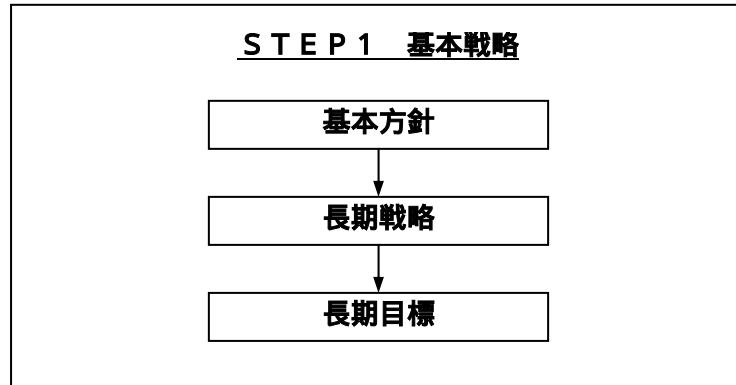
このように、アセットマネジメントは「A橋を早めに直したら、L C C を何億円削減できる」、「B橋よりもC橋を早めに直した方が L C C を多く削減できるから、C橋を優先しよう」など、様々な将来シミュレーションを行い、その客観的データにより、県全体として事業を効率的・効果的に進めることができます。

3-3 青森県橋梁アセットマネジメントの概要

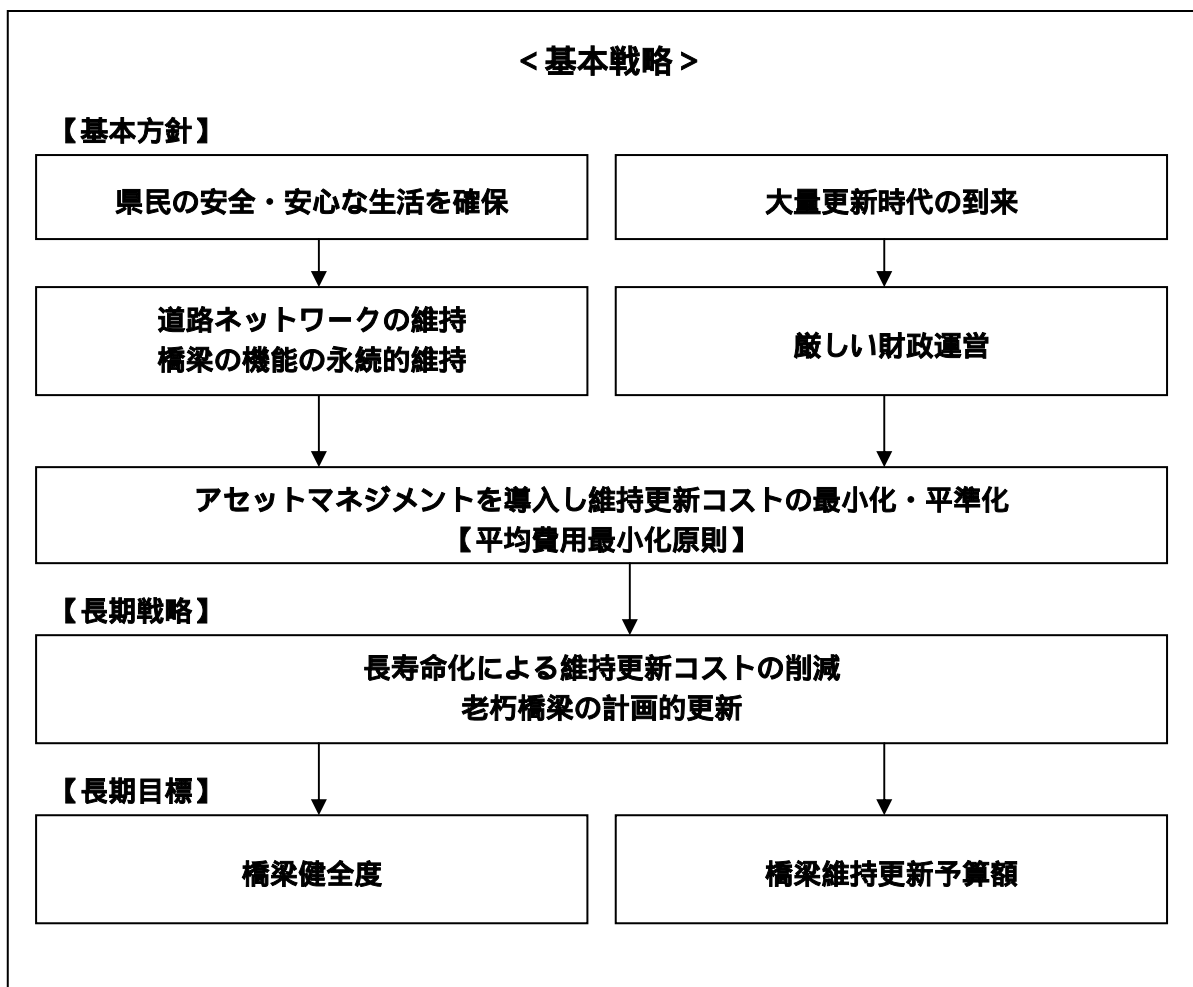
青森県橋梁アセットマネジメントでは、次の四つのステップで橋梁の維持更新の事業を展開します。



3-4 STEP 1 基本戦略



STEP 1では、まず、本県の現状を踏まえた橋梁の維持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。



（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はなくてはならない重要な社会資本です。その一部である橋梁が劣化・損傷し、通行止めになるようなことがあれば、県民の生活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ため、橋梁の機能を永続的に維持する必要があります。

また、橋梁供用年の分布図のとおり、近い将来において橋梁の大量更新時代が到来することが想定されます。この問題を次世代に先送りせず、来るべき大量更新時代の到来に備えて今から対策を講じなければなりません。

一方、本県の財政状況は厳しく、今後一層の予算削減が求められます。費用効率よく橋梁を維持管理していく方法を早急に確立する必要があります。

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「アセットマネジメント」を導入し、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・平準化を図って行きます（平均費用最小化原則）。

（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が必要となりますが、いち早く劣化・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、この長寿命化により、LCCの削減を図ります。

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、老朽橋梁については計画的に更新します。

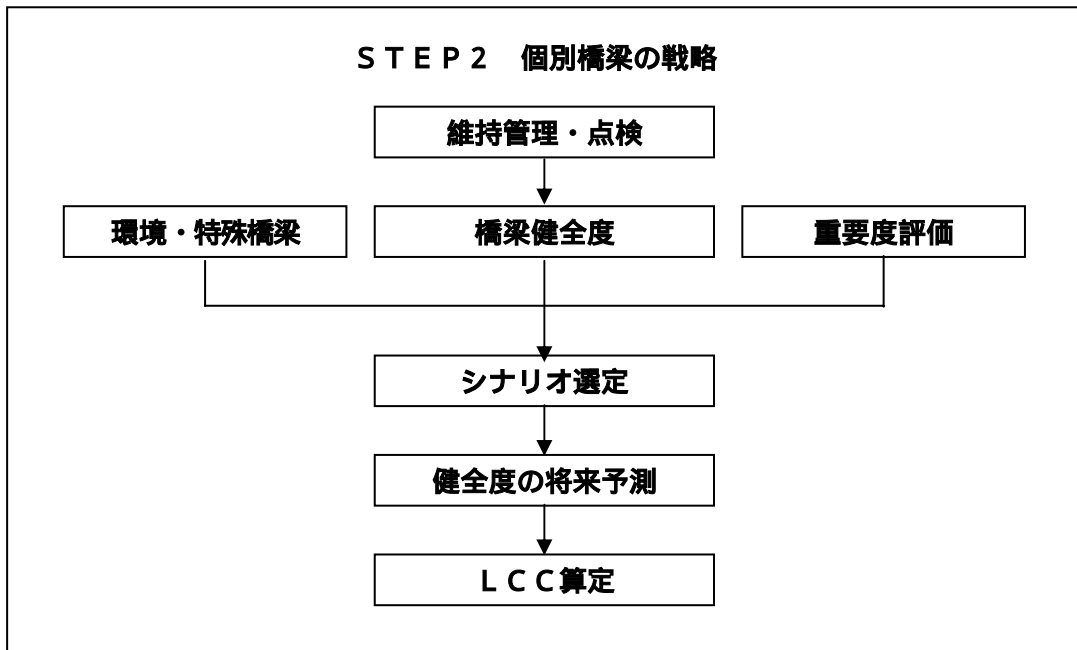
（長期目標）

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、適当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）である県民に理解を得られるとともに、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値として「橋梁健全度」を、費用負担者としての県民へ示す目標値として「橋梁維持更新予算額」を設定します。

なお、これらの具体的目標値については、平成16年度と平成17年度の2カ年で実施する橋梁初期点検のデータに基づきシミュレーション等を行った上で設定します。

3-5 STEP 2 個別橋梁の戦略



STEP 2では、基本戦略に沿って個別橋梁の戦略を立てます。

まず、維持管理・点検を実施し、点検結果から評価される「橋梁健全度」、「環境条件」及び「重要度評価」といった指標でそれぞれの橋梁の現状を把握します。

そして、その現状に基づき「維持管理シナリオ」と呼ぶ維持管理戦略の選定を行い、LCCを算定します。

（維持管理・点検）

（１）維持管理・点検の特長

本県の維持管理・点検の特長は、独自の「維持管理・点検マニュアル」により、点検の重点化と維持管理体系の確立を図ったことと、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。これにより、従来型の点検に較べて大幅なコストダウン（８０％削減）をします。

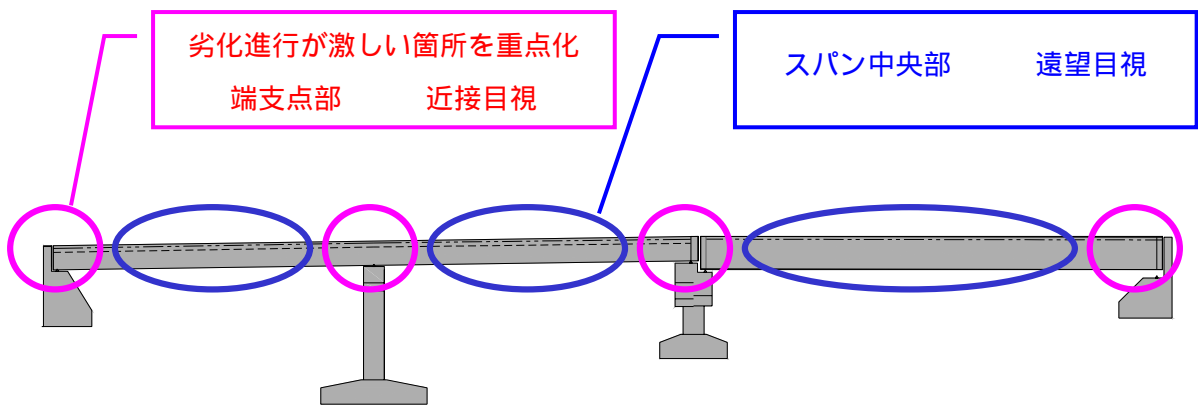
点検の重点化

点検業務の効率向上のため、点検の重点化を図りました。

劣化・損傷の発生・進行が激しく、橋梁の安全性に大きく影響する端支点部については近接目視を実施し、スパン中央部については遠望目視を行うこととしました。

一方で、パトロールや日常点検等の日常管理の充実や、スパン中央部での重大な劣化損傷事例を対象とするような特別点検の実施などによって、橋梁の安全の確保を併せて行います。

図表 9 点検箇所の重点化



維持管理体系の確立

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。

そこで、本県の橋梁アセットマネジメントでは、橋梁の定期的な点検に加えて、パトロールや日常点検を行うなど、効果的な維持管理を体系的に行います。

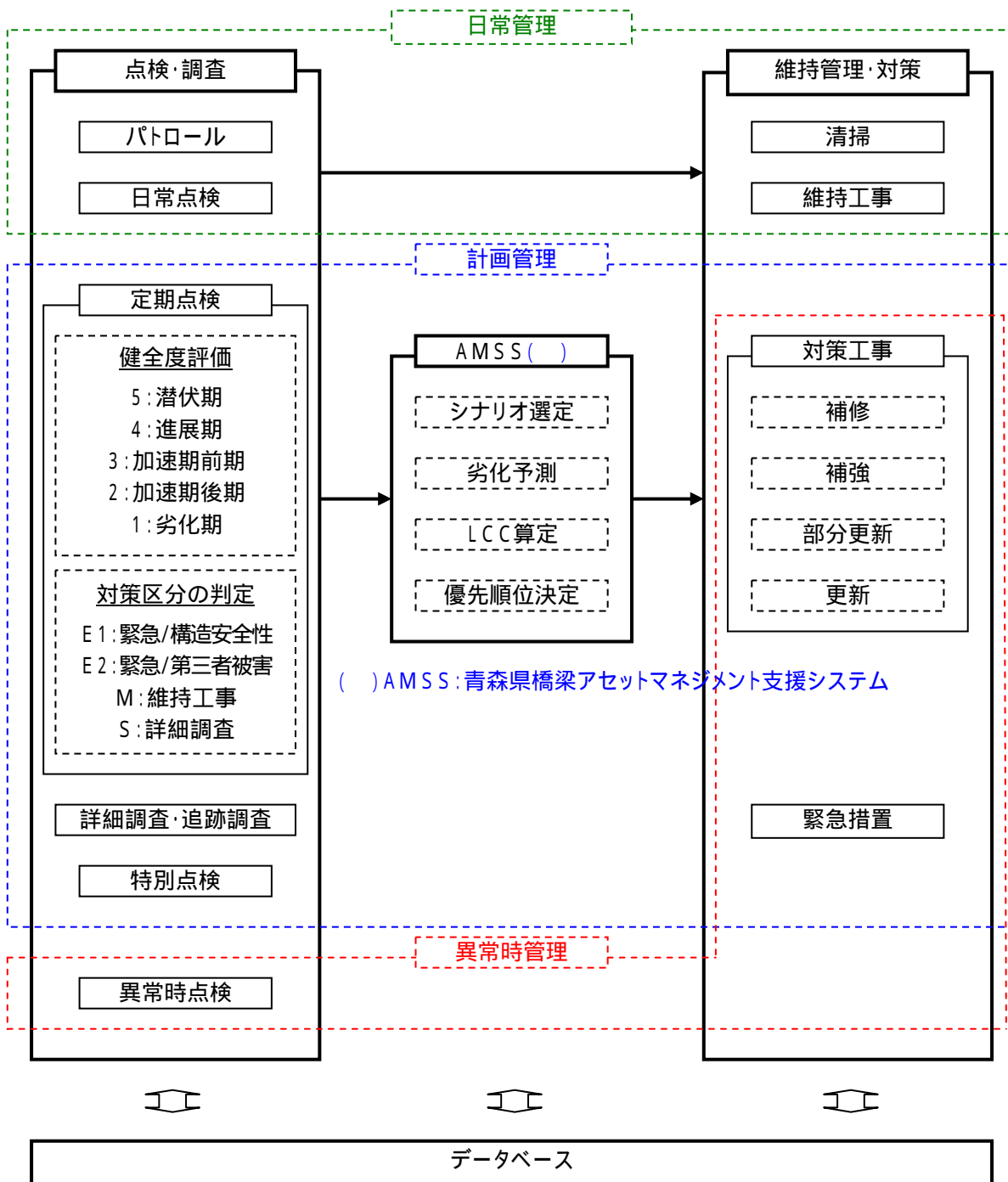
図表10のとおり、本県の維持管理体系は「点検・調査」と「維持管理・対策」から構成されています。

「点検・調査」の結果は、直接あるいは「青森県橋梁アセットマネジメント支援システム（AMSS）」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。定期点検等の点検結果からAMSSを介して対策の時期・方法が決定され、中長期的な計画的維持管理が実施されます。

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 10 維持管理体系



ITを活用した点検の実施（点検支援システムの開発）

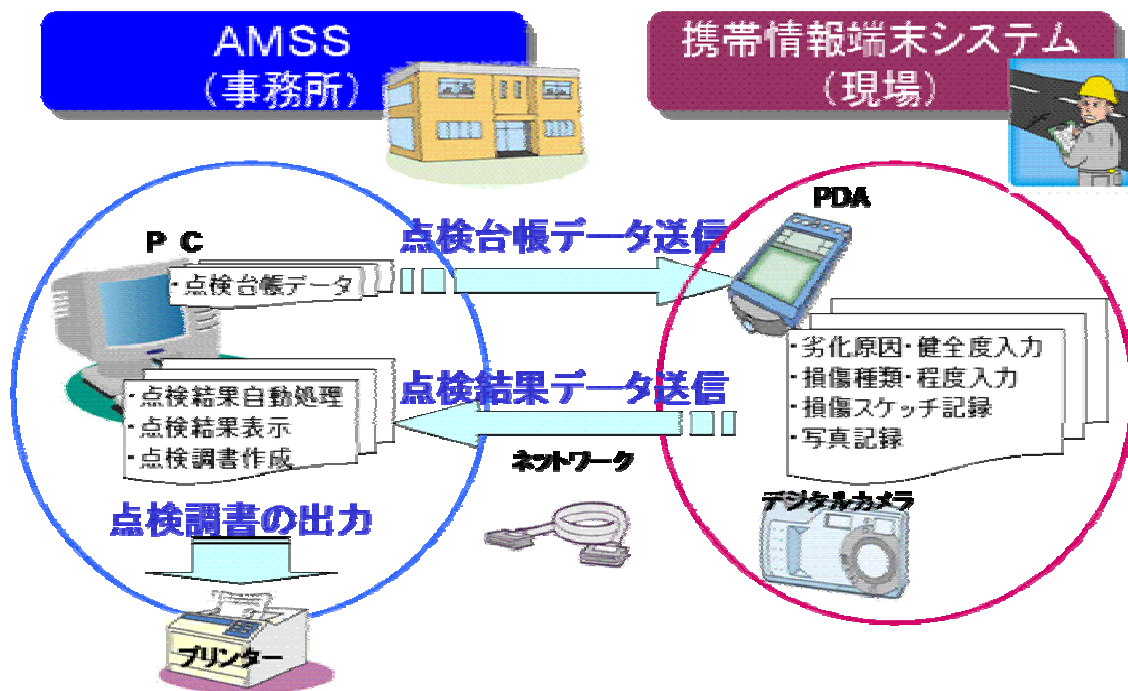
点検業務の高度化とコストダウンを図るため、点検支援システムを独自に開発しました。

このシステムの活用により、点検後に行う事務作業が自動化され、その作業に必要なコストを大幅に削減することができます。

また、以下のような機能を持たせることによって、点検業務の高度化を達成しました。

- ・ 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の警告機能

図表 11 点検支援システムの概要



点検支援システムは、事務所の青森県橋梁アセットマネジメント支援システム（AMSS）と現場で使用する携帯情報端末（PDA）システムから構成されています。

事務所のAMSSの点検データベースから、点検する橋梁の点検台帳データをPDAに送信します。現場では、PDA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12参照）。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、PDAに記録された点検データをAMSSに送信します。点検データはAMSSで処理され、点検調書が自動作成されます。点検データはAMSSのPC画面上で確認できますし（図表13参照）、プリントアウトすることもできます。

図表 12 PDAシステム画面例



健全度・劣化原因入力



損傷の種類と程度

図表 13 AMSS点検データベース画面例



(2) 維持管理・点検マニュアルの概要

日常管理の概要

劣化要因の早期発見と除去並びに重大な劣化・損傷の兆候発見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、予め定められたガイドライン（日常管理ハンドブック）に従って点検などを行い、対策が必要と判断された場合には直ちに対策を実施します。

日常管理の主な実施項目と内容は図表 1 4 のとおりです。

図表 14 日常管理

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 (1 回 / 年)	重大な劣化・損傷の発見	県職員	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
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

計画管理の概要

計画管理では、橋梁の安全性確保とともに、アセットマネジメントに基づいた計画的な維持管理のための定期点検、特別点検及び詳細調査・追跡調査を行います。

計画管理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を随時実施します。

計画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 計画管理

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 一部県職員	全部材を対象に、 支承周り、桁端部 近接目視 スパン中央部 遠望目視
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

定期点検の概要

(A) 安全性の確認

構造安全性・交通安全性を脅かす恐れのある劣化・損傷並びに第三者被害を引き起こす恐れのある劣化・損傷が発見された場合は、図表 16 のとおり対策区分を判定し、必要に応じて対策を実施します。

図表 16 判定区分

対策区分	判定の内容
E 1	橋梁構造の安全確保の観点から、緊急対応の必要がある
E 2	交通安全性の確保、又は第三者被害防止の観点から、緊急対応の必要がある
M	耐久性向上の観点から、維持工事に対応する必要がある。
S	劣化損傷の原因特定又は劣化損傷程度の判定の必要性から詳細調査の必要がある

(B) 計画管理のための情報収集

定期点検のもう一つの目的は、計画管理のための情報、すなわちアセットマネジメントのための情報収集です。劣化原因及び健全度評価に関するデータに基づいて青森県橋梁アセットマネジメント支援システムで劣化予測やLCC算定を行い、適時適切な対策工事を計画的に実施します。

健全度の評価基準

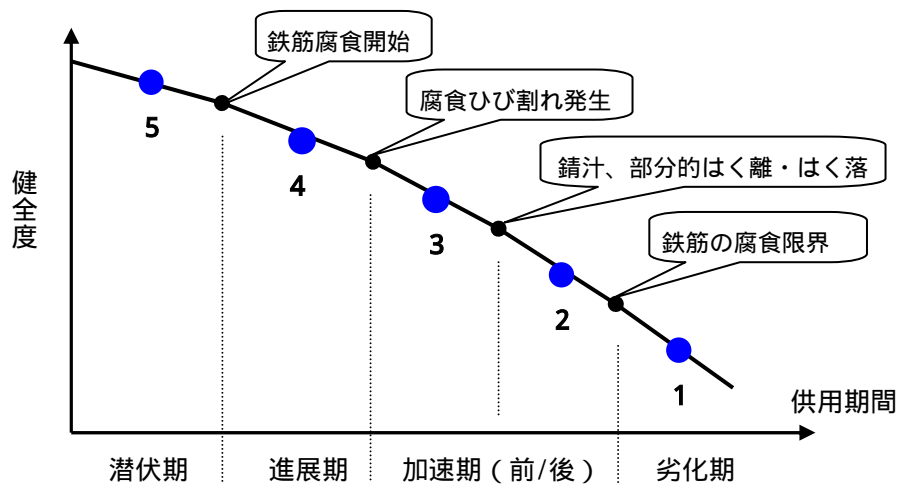
橋梁の劣化の状況について、健全度評価を行います。

健全度評価基準については、土木学会コンクリート標準示方書（維持管理編）の劣化過程をベースに、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、コンクリートだけでなく全ての部材にも適用します。

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88種類におよぶ健全度評価基準を設定しました。

図表17及び図表18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の塩害の事例を示します。

図表 17 健全度の5段階評価（鉄筋コンクリートの塩害）



図表 18 健全度評価基準（鉄筋コンクリートの塩害）

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)	腐食ひび割れ発生により鋼材の腐食速度が増大する期間	腐食ひび割れが発生、錆汁が見られる
加速期後期 (1.5~2.5)		腐食ひび割れが多数発生、錆汁が見られる、部分的なはく離・はく落が見られる、腐食量の増大
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	腐食ひび割れが多数発生、ひび割れ幅が大きい、錆汁が見られる、はく離・はく落が見られる、変位・たわみが大きい

また、健全度評価にあたっては、図表 19 のような実際の劣化状況の写真例を参考にします。

図表 19 健全度評価写真例(鉄筋コンクリートの塩害)

3	2	1
加速期(前期)	加速期(後期)	劣化期
		

健全度評価単位

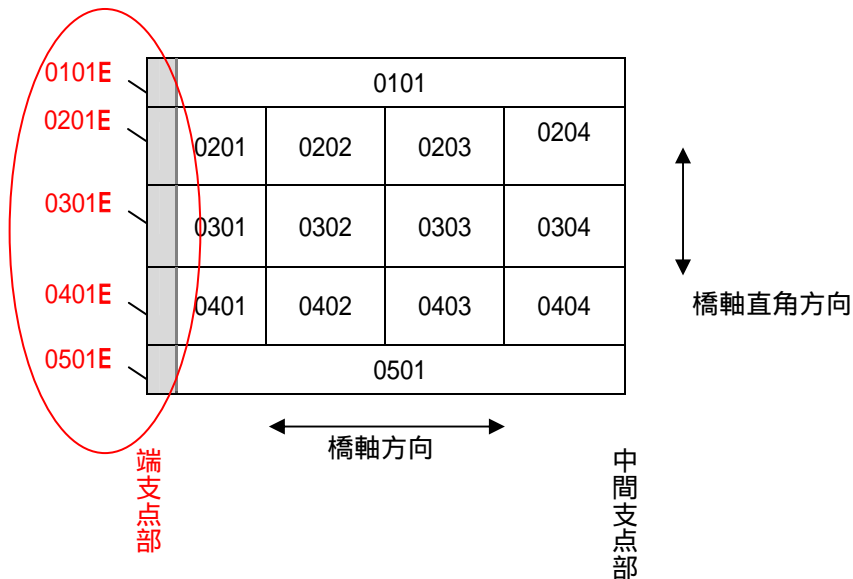
健全度を評価する単位を要素と定義します。この要素単位で、劣化損傷の記録、劣化予測、LCCの算定を行います。

要素の分割は、国土交通省橋梁定期点検要領(案)(平成16年3月)に準じたものとしますが、伸縮装置のある端支点部が伸縮装置部分からの漏水で劣化損傷が他の部分よりも早く進行することなどから、点検の重点化と同様の考え方で、端支点部を一つの要素として別に区切ることにしました。

以下に、床版と主桁の事例を紹介します。

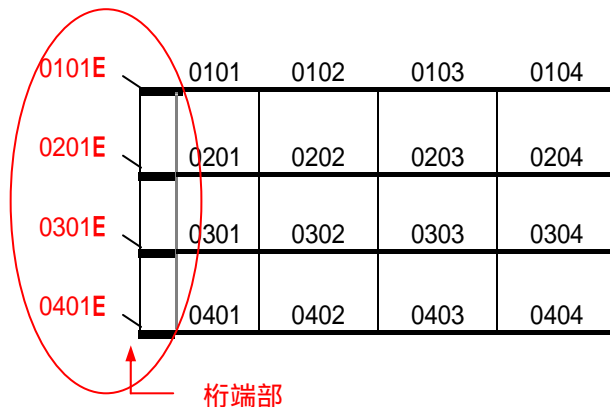
【例1：床版】

- ・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)を要素として区切るほか、伸縮装置の不具合発生によって他の部分よりも早く劣化が進行する伸縮装置に接する端支点部を一つの要素として区切ります。



【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区切るほか、伸縮装置からの漏水等によって劣化進行が早い桁端部を一つの要素として区切ります



異常時管理の概要

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 20 のとおりです。

図表 20 異常時点検

項目	目的	実施者	実施内容
異常時点検	安全性の確認 重大な劣化・損傷の発見	県職員	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

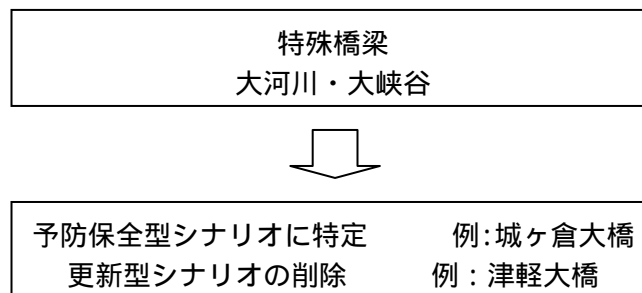
(シナリオ選定)

(1) 環境・特殊橋梁によるシナリオ選定

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、城ヶ倉大橋のように、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は、予防保全型シナリオだけを選定します。

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橋梁は、架け替えに際して莫大な費用が発生するため、更新型シナリオを適用外として削除します。



(2) 橋梁健全度によるシナリオ選定

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。

橋梁の寿命を左右するような主要部材の劣化・損傷が著しく進行している老朽橋梁や、日本海側に多い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の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な場合は、更新型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る八景橋は、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ます。

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) 重要度評価によるシナリオ選定

交通制限を伴う対策工事の社会的影響度を反映する重要度評価からシナリオ選定を行います。

この重要度評価は、緊急輸送路指定、交通量といった重要度指標を点数化した重要度評価点によって行います。

なお、LCC算定の際に、対策工事の社会経済的損失を「外部コスト」として加算する考え方もありますが、本県の場合は、この重要度評価で社会経済的損失を考慮することとしました。

重要度評価点の配点例

図表 21 は重要度評価点の配点例です。それぞれの項目について上段が条件、下段が配点となっています。

図表 21 重要度評価点 配点例

緊急輸送路	特定有 1	特定有 2	特定有 3	指定なし	
	10	7	4	0	
交通量 (総台数：台/日)	10,000	5,000	2,000	1,000	1,000 >
	10	7	4	2	1
交通量 (大型車数：台/日)	3,000	1,000	250	100	100 >
	10	7	4	2	1
迂回路	1 時間以上	20 分～1 時間	市町村道	国道・県道	
	10	7	4	2	
バス路線	有	無			
	3	0			
交差状況(鉄道)	新幹線	東北・奥羽	その他		
	8	6	5		
交差状況(道路)	高速	直轄国道	その他国道	県道	その他
	6	5	4	3	1
橋長(m)	250	150	80	50	50 >
	20	14	10	6	2
住宅密集地	密集	非密集			
	5	0			
現道・旧道	B P	現道	旧道		
	15	10	0		

重要度評価点の算定例

図表 2 2 は、上記の配点例による算定例です。それぞれの項目に当てはまる点数を合計したものが重要度評価点になります。

緊急輸送路に指定されている尻内橋や迂回路のない七沢大橋は点数が高く、緊急輸送路に指定されていない安藤橋や交通量の少ない富野橋は点数が低くなっています。

図表 22 重要度評価点 算定例

橋梁名	緊急輸送路	交通量 総台数	交通量 大型車	迂回路	バス路 線	交差 鉄道	交差 道路	橋長	住宅 密集地	現道 旧道	計
尻内橋	10	7	7	2	3	0	0	20	0	10	59
七沢大橋	10	2	4	10	0	0	0	6	0	10	42
安藤橋	0	4	2	2	0	0	0	14	0	10	32
富野橋	0	2	2	4	3	0	0	2	0	10	23
...

（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。

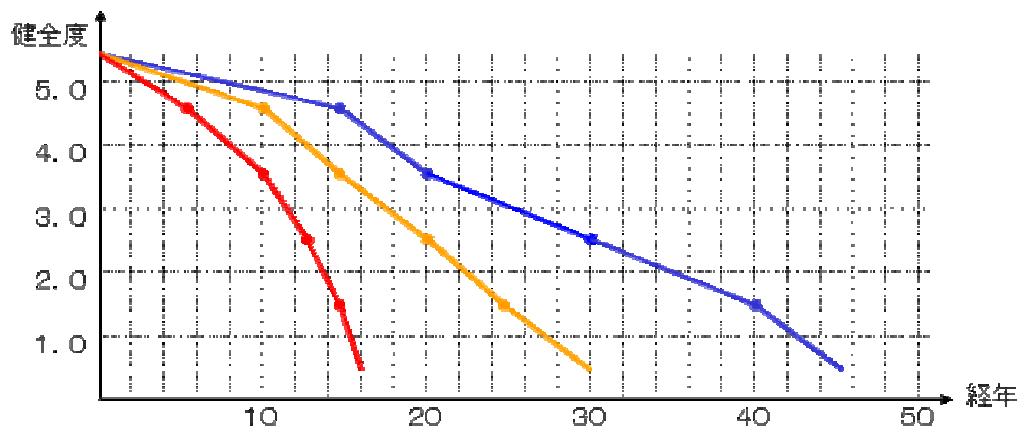
本県では、学術的研究成果が確立されている劣化予測式に加えて、トップエンジニアの高度な技術と豊富な経験により独自の劣化予測式も設定し、部材の種類・劣化機構毎に全部で８８種類におよぶ劣化予測式を設定しました。

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２３はその一例です。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 23 劣化予測式

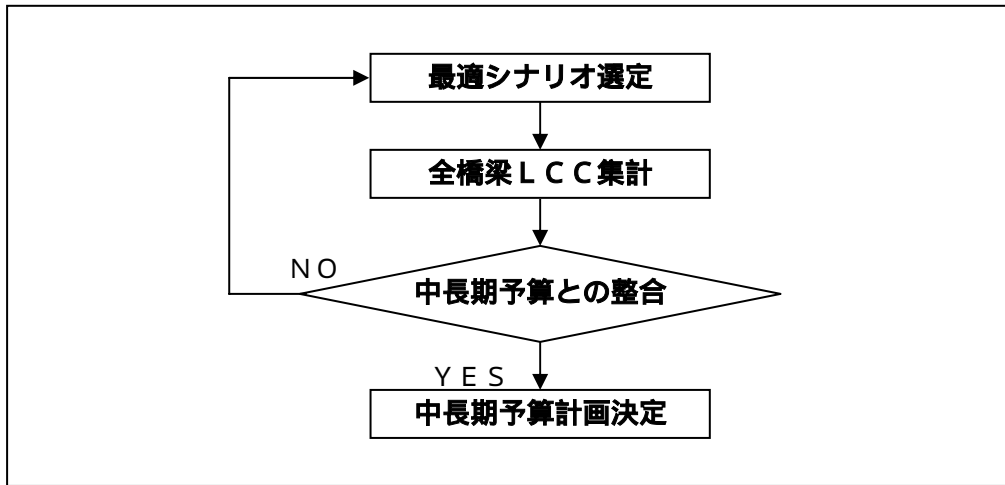


(シナリオ別LCC算定)

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「維持管理・対策マニュアル」を策定し、適切な時期に適切な対策が実施されるように、シナリオ毎に維持管理レベル（許容レベルと回復レベル）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、その数は約160種類にも及びます。

3-6 STEP 3 中長期予算計画

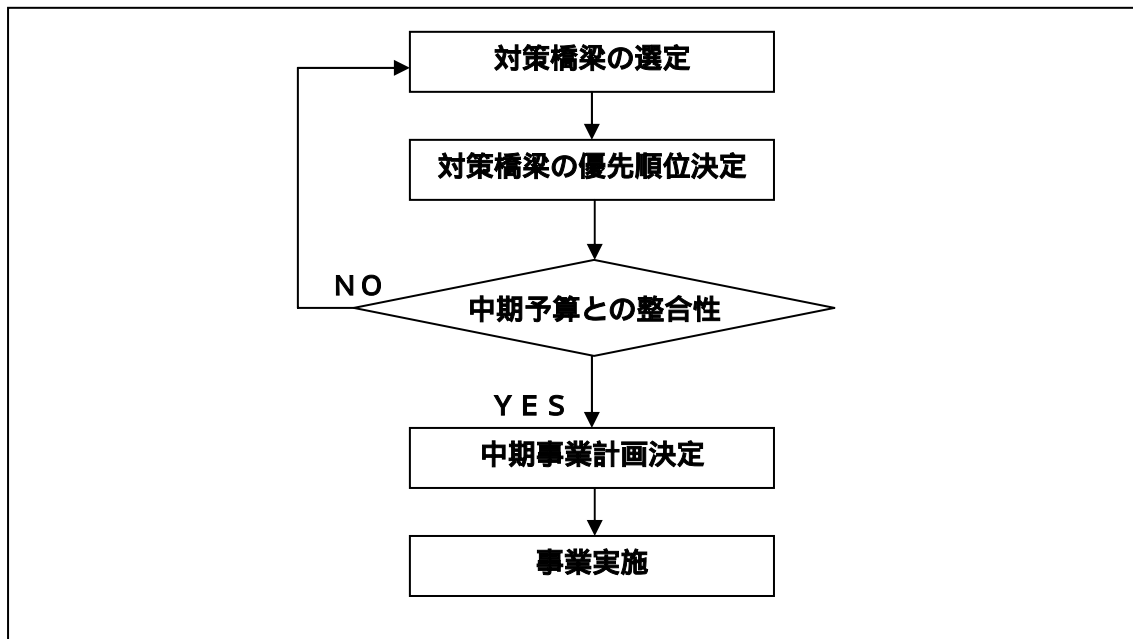


STEP 3では、中長期予算計画を策定します。

まず、橋梁毎に最適シナリオを選定し、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。

3-7 STEP 4 中期事業計画・事業実施



STEP 4では、具体的にどの橋梁のどの部材の対策を実施するかを決定します。

まず、中期計画の中で対策工事が予定されている橋梁を選定し、優先順位をつけた上で、年度毎の予算を確定し、中期予算との整合を図りながら事業計画を決定し、事業を実施していきます。

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」により、本県の橋梁の健全な維持管理を行っていきます。

4 青森県橋梁アセットマネジメントアクションプランの策定

青森県橋梁アセットマネジメントの導入に際し、平成16・17年度の2箇年で15m以上の全橋梁の初期点検を実施します。

本県では、この基本計画で整理したマネジメント手法などを実行に移すべく、初期点検のデータを基に、今後の橋梁の維持管理に係るアクションプランを策定します。

また、アセットマネジメントは、P D C A (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、この基本計画及びアクションプランは定期的に見直しをします。

青森県橋梁アセットマネジメントアクションプランの構成案

1 青森県橋梁維持管理長期計画

本県の橋梁の今後30年間に必要な維持更新費用を初期点検データに基づきシミュレーションのうえ、長期にわたる橋梁の維持更新に必要な予算額目標値と橋梁の健全度目標値などを定める。

2 青森県橋梁維持更新5箇年計画

平成18年度からの5箇年において、具体的にどの橋梁をどのように補修又は更新するかについて、初期点検データに基づきシミュレーションのうえ定める。

また、橋梁点検についても、初期点検で把握した現状により、どのような状況の橋をどのくらいの頻度で点検を行うのかなどについて定める。

3 青森県橋梁アセットマネジメント運営マニュアル

アセットマネジメントを効率的・効果的に運営するため、**組織・運営体制** **青森県橋梁アセットマネジメント支援システム維持更新手法** **新技術の採用手法** **資金調達手法** **入札発注方法** などについて定める。

5 おわりに

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ゼント橋（シルバーブリッジ）、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得ないのです。私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。

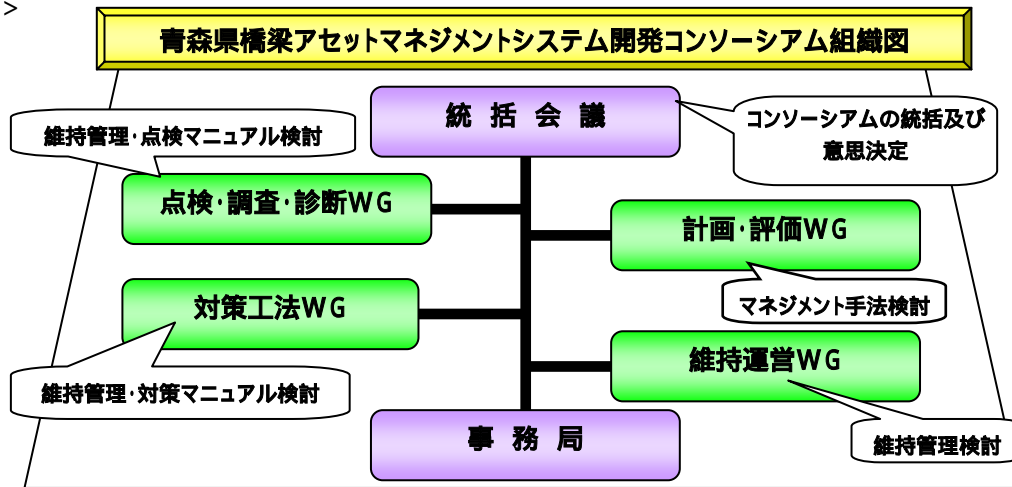
社会基盤の整備の方向は「彫刻家」より「医師」の世界へ、すなわち、新規のインフラづくりより維持・管理・補修といった健康診断・内科・外科的手当のシステムの時代へと推移しています。モニタリング、データ収集、診断の各技術の確立には時代最先端のセンサー技術やリモートセンシング、GPS、GIS等を含む情報収集そしてデータベースの構築などが不可欠ですが、何よりも人間ドックならぬ「インフラドック」については正確な診断を下せるための力学の基本が肝要であります。世の中では、総合的ライフサイクルのフィロソフィーのもと、広範な科学技術に立脚したハードウェア・ソフトウェアそしてそのハイブリッド連携技術が重要となってきま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

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ること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 - 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

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

<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



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。

問い合わせ先

青森県県土整備部道路課アセットマネジメント推進チーム

住所 〒030-8570 青森市長島1-1-1

電話 017(734)9658(直通)

017(722)1111(内4275)

メール doros@ags.pref.aomori.jp

H P <http://www.pref.aomori.jp/douro/asset/index.html>