特集≫≫ 維持管理・長寿命化・リニューアル

青森県における橋梁アセットマネジメントシステムによる維持管理の実績

工 藤 健一郎・池 田 真理子

青森県は平成 15 年度から橋梁の維持管理においてアセットマネジメントに取り組み，事後保全的維持管理から予防保全的維持管理へシフトした。取り組みの中で，独自の橋梁アセットマネジメントシステムを開発し，9 年目の運用に入り，その実用性と効果を確認した。

本報では，システムの特徴の紹介と，導入当初策定したアクションプランの実績，並びに，2 巡目の定期点検を踏まえた平成 24 年度長寿命化修繕計画での最新の実績を報告する。

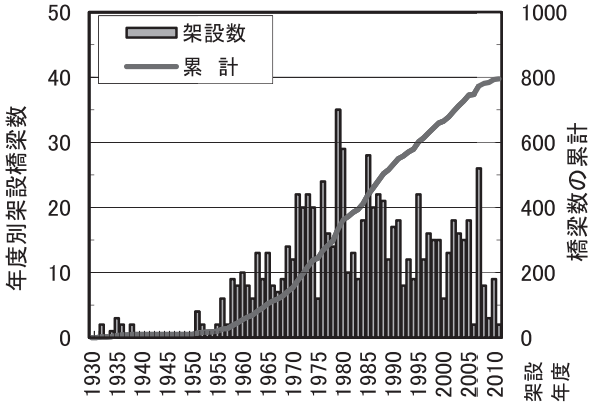
キーワード：橋梁，維持管理，長寿命化，アセットマネジメントシステム，劣化予測，LCC 算定

1. はじめに

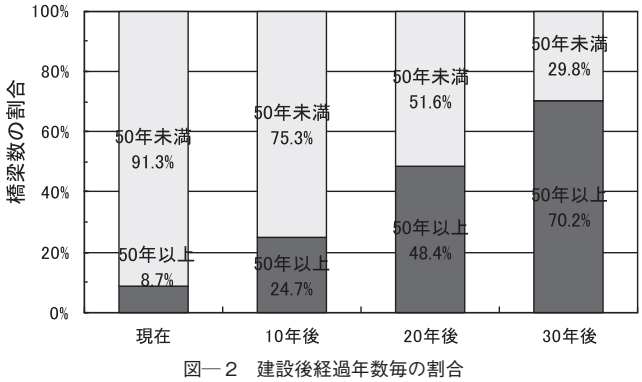
インフラの老朽化対策に関しては，国土交通省が昨年をメンテナンス元年と位置付け，緊急点検や法制度の改正などの施策を実行してきた。全国的なインフラ維持管理のサイクルが可動し始める中で，青森県では，平成 15 年度から全国に先駆けて，橋梁の維持管理に関してアセットマネジメントの取り組みを推進し，効率的かつ計画的な維持管理手法を開発し，平成 18 年度から導入・運用を開始した。維持管理サイクルは 3 巡目に入るが，安定的に回っており，推進体制（運用組織づくり）とシステムの双方がそれを支えていると考える [1)]。

2. 青森県のアセットマネジメント導入の背景と経緯

青森県では，平成 15 年時点で 15m 以上の橋梁を 747 橋有しており，その多くが高度経済成長期の 1970 年以降から建設されたものであった（**図―1**）。そのため，建設後 50 年を超える橋梁が 30 年後には橋梁全体の 7 割を超える等，近い将来における大量更新時代の到来が想定されていた（**図―2**）。一方，県の財政状況としては，平成 11 年度をピークに公共投資が年々減少してきており，平成 15 年度での橋梁更新費用 14.5 億円，耐震補強等予算 6.5 億円，維持管理のための予算はわずか 5 千万円程度と，十分なメンテナンスを行えない状況であったにもかかわらず，平成 14 年度に策定された「財政改革プラン」により投資的経費は平成 20 年度には 15 年度比で 40％削減が目標に掲げられるなど，ますます厳しい運営を強いられることは確実な状況であった。



図―1 橋梁の架設年次の分布



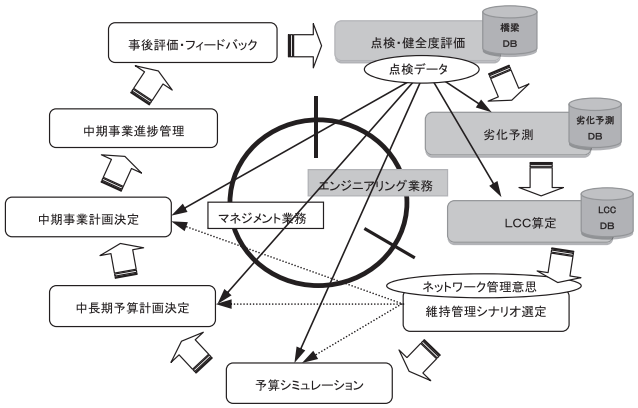
図―2 建設後経過年数毎の割合

このため，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・平準化を図るため，平成 15 年度から橋梁アセットマネジメントに取り組むこととした。

3. 青森県橋梁アセットマネジメントシステムの開発と保守

橋梁アセットマネジメントに取り組むに当たり，推進体制の組織構築を行うとともに，平成 16 年度～ 17 年度の 2 年間で橋梁アセットマネジメントシステム（以下，青森県 BMS）を開発した。

青森県 BMS は，橋梁維持管理の PDCA サイクル（**図―3**）全てを支援することができるシステムである。



図―3　橋梁維持管理の PDCA サイクル

青森県では，15 m 以上の橋梁について，5 年に 1 度の定期点検を定めている。青森県 BMS は，この定期点検により取得された点検データを，劣化予測，LCC 算定，予算シミュレーション，中長期予算計画，中期事業計画に至るまで活用している。すなわち，個別橋梁の現状を中期事業計画に反映している。また，橋梁群としてのネットワーク管理の意思を，維持管理シナリオを選定することで，予算シミュレーション，中長期予算計画，中期事業計画に反映させることとしている。

青森県 BMS は，橋梁の実態に即し，予算制約のある中で，橋梁群としての維持管理を可能にしたマネジメントシステムである。

(1) システムの特徴

橋梁維持管理の PDCA を支援する上でのシステムの特徴を以下に示す。

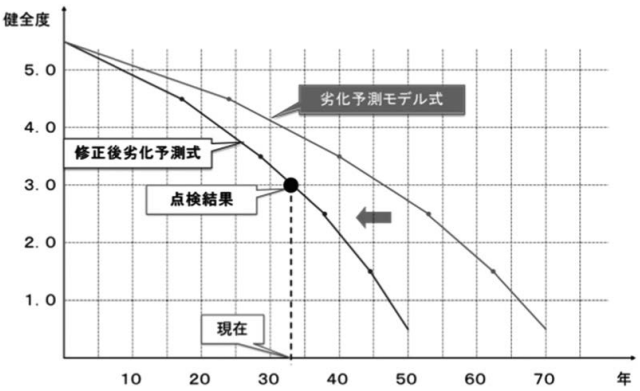
(a) 劣化予測・LCC 算定をするための点検データ

点検データは，劣化予測，LCC 算定に必要なデータを取得する。劣化の原因である劣化機構の特定と劣化過程のどの段階にあるのかを評価する健全度を 1 要素ごとに収集する。評価単位である要素は，国土交通省橋梁定期点検要領（案）に準拠した要素分割を行ったものであり，さらに劣化が激しい端支点部に関しては，別要素とすることで，LCC 算定精度を向上させた。また，点検データはタブレット PC を用いて現地で直接入力して収集することで，点検作業の高度化と効率化を図った。

(b) 劣化予測の自動修正

劣化予測は，部材（主桁，横桁など），材質（鋼，RC など），仕様（塗装仕様など），劣化機構（塗膜劣化，中性化，塩害など），環境条件（交通量，塩害区分など）ごとに設定した劣化予測モデル式を用いて行う。

劣化予測モデル式の構築は，過去の劣化事例，文献並びにエキスパートの知見を元に 1288 のモデル式を構築した。点検結果がこの劣化予測モデル式どおりに進行していない場合は，点検結果を反映させるように，劣化予測モデル式を自動修正・カスタマイズ（**図―4**）することで，劣化予測の精度を向上させている。



図―4　劣化予測モデル式の自動修正

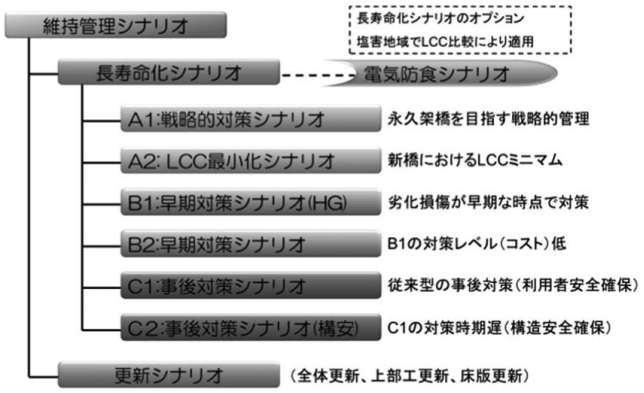
(c) LCC 算定に必要なデータベース

青森県 BMS には，LCC 算定に必要なデータである，劣化予測モデル式のほかに，管理水準，対策工法，対策コスト，回復健全度，及び対策後の劣化予測式がデータベースとして用意されている。したがって，管理水準である維持管理シナリオを選定すれば，その管理水準での LCC が算定できる。

(d) 維持管理シナリオ

橋梁群としてのネットワーク管理では，その重要度により橋梁ごとの管理目標に差をつけることが望ましい。この管理目標を青森 BMS では，維持管理シナリオと名付けた。維持管理シナリオは，その管理目標を達成するための橋梁を構成する部材及び劣化機構ごとの管理水準をパッケージ化したものである。

維持管理シナリオは，大きく長寿命化シナリオと更新シナリオに分けられる。更新シナリオは老朽化が進み，高額な補修工事を繰り返すことになる橋梁に対して，更新を行うことで，定めた期間での LCC が有利になる場合に選定する。長寿命化シナリオは，予防保



図―5 維持管理シナリオ

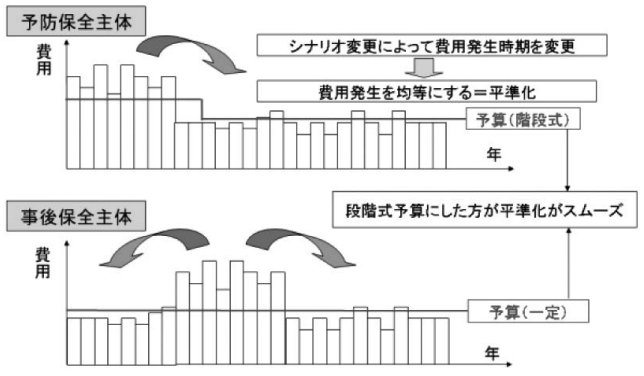
全シナリオから事後対策シナリオまで，六つのシナリオを用意した（**図―5**）。

シナリオ選定には，道路ネットワーク上，最も重要な橋梁に対しては，永久架橋を目指した戦略的管理を行うシナリオ（A1 シナリオ）を選定し，次に重要な橋梁に対しては，上位のシナリオを複数選定する。また，新設橋梁については，新設橋梁の LCC が最少となる A2 シナリオを選定する。残りのすべての橋梁に対しては，A1 シナリオを除くすべてのシナリオを選定する。このように，最重要な橋梁に対しては上位のシナリオに限定し，下位の橋梁になるにつれ，複数のシナリオを選定することで，重要度を反映させつつ，予算制約のある中での管理橋梁全体での LCC を最小化する維持管理計画を策定することができるようになる。

（e）予算シミュレーション

LCC 最少とするには，計画された時期に計画された予算が組まれることが前提となるが，多くの場合，予算平準化の必要があるため，計画の修正が求められる。したがって，一時期に対策費用が集中する場合，対策時期をずらす必要がある（**図―6**）。

この場合，維持管理シナリオを変更することにより対策時期をずらすが，これにより全体の LCC も変化



図―6 シナリオ変更による予算平準化

する。このため，予算制約に合致しつつ，全体 LCC を低減する維持管理シナリオの組合せを予算シミュレーションにより探し出す。

（f）現実的な中期事業計画

予算シミュレーションにより，中長期予算計画が策定されると同時に全橋梁の維持管理シナリオも決定するので，「いつ，どの橋に，どんな対策を行う」のかも決まる。また，ここまで一貫して要素ごとの点検結果を積み上げて算定しているので，現実に則した，実行可能な中期事業計画（工事計画）となっている。

(2) システムの保守

青森県 BMS はデータベースシステムであるため，システムの保守も重要な課題である。

システムの中身である，劣化予測データベース，LCC 算定データベースについては，劣化予測式の検証や対策工法や対策コストの見直しを実施していくことにより，より精度が高い劣化予測・LCC 算定と常に現実的な工事計画策定を維持していく。

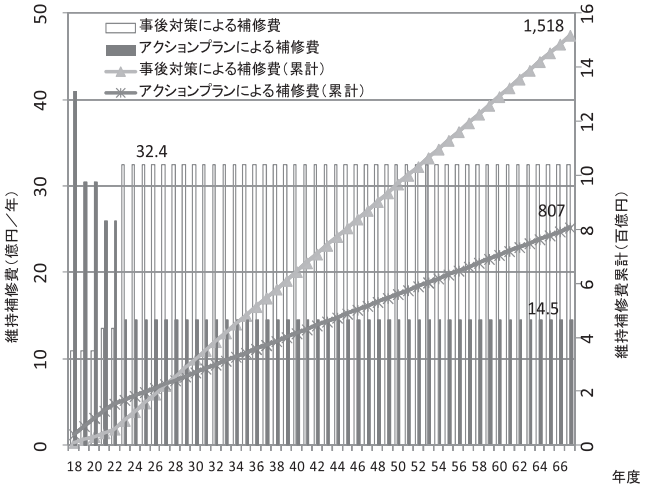
また，OS の更新など，システム環境の変化にも追従していく必要がある。このため，青森県はシステムの保守に関しては外部団体に依頼している。また，他の橋梁管理者も使用できるしくみとしているため，様々な使用者の意見により，ブラッシュアップされていくことを予想している。

4. 青森県におけるアクションプランの策定と実績

(1) アクションプラン策定と LCC

青森県では，橋梁アセットマネジメントを実施するにあたり，アクションプラン（長寿命化修繕計画を含む）をこれまでに 3 度策定している。

平成 17 年度に策定した「橋梁アセットマネジメントアクションプラン（H18 ～ H22)」では，県が管理する橋長 15 m 以上の橋梁を対象に，青森県 BMS による 50 年間の投資シミュレーションから 5 箇年の集中投資期間における長寿命化補修計画や 30 年間の予算計画を定めた。この計画では，初年度に 41 億円，2，3 年目に 30.5 億円，4，5 年目に 26 億円の集中投資を行うことにより，6 年目以降は 14.5 億円／年の予算で，維持管理を行うことが可能とされ，50 年間での LCC 総額は 807 億円と試算された。従来の事後対策による補修を当時の予算規模で行っていった場合には，5 年目以降は毎年 32.4 億円の投資を続けていかなければならず，50 年間での LCC 総額は 1,518 億円と

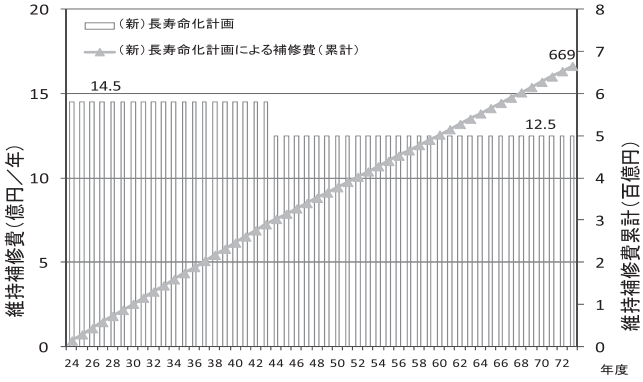


図―7　アクションプラン予算シミュレーション

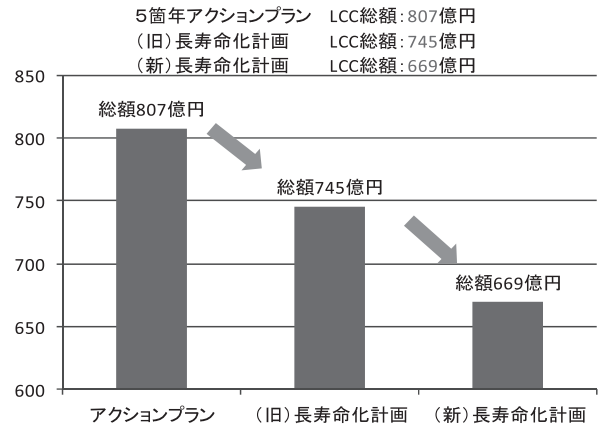
試算され，50 年間の LCC 削減効果は 711 億円という結果となった（**図―7**）。なお，初年度の投資額 41 億円は前年度比約 3 倍規模となっていたが，財政当局に対して青森県 BMS による試算結果を基に説明し，理解を得ることで予算の確保が可能となった。

平成 20 年度には，橋長 2 m 以上の橋梁を対象に加えた「橋梁長寿命化修繕計画（H20 ～ H29）」（以下，（旧）長寿命化計画）を策定した。計画では，橋梁を比較的規模の大きい A グループと小規模橋梁の B グループに分類し，A グループ橋梁については，それまでと同様に，劣化予測，LCC 算定，予算シミュレーションの実施による事業計画を策定し橋梁の長寿命化を図ることとした。また，B グループ橋梁については，小規模なこともあり 1 橋当たりの LCC が小さく，A グループ橋梁と同様の管理手法を駆使したとしても LCC 縮減効果が小さくなると考えられるため，劣化予測を行わず，日常点検における損傷度判定の結果に基づき維持管理を行う，効率的な維持管理手法をとることとした。なお，この（旧）長寿命化計画の中で試算された 50 年間の LCC 総額は 745 億円（橋長 L ＝ 15 m 以上）となっていた。

平成 24 年度には，平成 18 年度からの対策工事及び 2 巡目の定期点検結果を踏まえ，「橋梁長寿命化修繕計画（H24 ～ H33）」（以下，（新）長寿命化計画）を策定した。（新）長寿命化計画では，50 年間の LCC 総額は 669 億円（橋長 L ＝ 15 m 以上）と試算され，当初 20 年間は年間 14.5 億円，21 年以降は年間 12.6 億円の予算で維持管理を行うことが可能という結果を得た（**図―8**）。アクションプラン策定時と比較し 50 年間の LCC が 138 億円縮減される結果となっており，平成 18 年からの集中投資や日常的な点検・管理の効果が現れてきているものと考えられる（**図―9**）。



図―8　（新）長寿命化計画予算シミュレーション



図―9　各計画の LCC 比較（橋長 L ＝ 15 m 以上）

表―1　各計画の LCC 比較（橋長 L ＝ 15 m 以上）

		H18	H19	H20	H21	H22	計
予算（億円）	目標	41	31	31	26	26	155
	実績	42	35	32	49	23	181
対象橋梁数	目標	67	59	60	59	84	329
	実績	66	50	47	71	41	275

(2) アクションプランの実績

アクションプランの 5 箇年における補修対象橋梁数と予算の目標及び実績を**表―1** に示す。

5 箇年の合計では，予算については 154 億円，橋梁数で 329 橋を計画していた。それに対し実績では，予算については 180 億円（117%），橋梁数で 275 橋（83%）という結果であった。予算額の増に対し補修実績がやや小さくなっているが，これは，補修工事に併せて実施した耐震補強工事で現場条件により施工費が増えたことや，伸縮装置の非排水化のために補修を予定していなかった伸縮装置についても伸縮装置の交換を行ったこと等によるものである。これらの要因を除いた場合，工事費の合計費用は概ね青森県 BMS で算定された費用となり，個別橋梁の算定結果でも 75 ～ 125% の誤差の範囲内の橋梁が最も多くなっていた[2)]。また，平成 24 年度からの（新）長寿命化計画でも，他

工事で既に補修を終えた部材等があり，大幅に対策工事費が減額となった橋梁等を除く実績では，予算額に対し実際の工事費は約 93%であった。

青森県 BMS では，最小評価単位である要素毎に「劣化機構」を想定し，5 段間の「健全度評価」を行った結果を基に劣化予測を行うが，劣化予測の基となる定期点検は，5 年に 1 回の頻度で行われており，橋梁長寿命化修繕計画で補修が必要とされる橋梁・部材は 5 年以内の定期点検データが反映された結果である。また，必要とされる対策についても要素ごとにその要否を判断することになり，対策の規模等についても大きな差異が生じないことから，十分に満足できる精度での予算計画が策定できていると考えている。

5. アセットマネジメント推進体制

青森県 BMS は，これまでの実績から信頼性も高く十分に機能しており，過去 3 度算定した 50 年間の LCC 総額が縮減されていることからも，現在のところ概ね順調に推移し，橋梁を健全な状態で維持・管理し長寿命化が図られていると考えている。アセットマネジメントの取り組みは継続して何十年にもわたり取り組んでいく必要がある。そのためには，橋梁アセットマネジメントに携わる担当職員等のアセットマネジメントに対する理解や，技術力の確保が必要であり，青森県では，アセットマネジメントの考え方の浸透を図るための担当者会議や，点検のポイント，設計の基本知識を習得するための研修等，年に 7 回以上の会議・研修を平成 18 年度から継続して行っている。また，県内建設業関係者の技術力の維持・向上のための研修を，県の外郭団体である（公財）青森県建設技術センターを活用し年に 2 回開催している。

6. おわりに

青森県が取り組んでいる橋梁アセットマネジメントについて，当初からの計画の推移と実績を報告するのと同時に，開発したシステムの内容を中心にそれを推進する体制についてもふれた。

維持管理においては，「継続は力なり」がまさに当てはまるため，今後も研修等により，アセットマネジメントの知識・技術力の向上に取り組み，また，システムのさらなる精度向上を図りながら，ねばりづよく取り組み，次代へ受け継いでいきたいと考える。

JCMA

《参 考 文 献》
1）城前俊浩，青木琢磨，金氏眞，青森県における橋梁維持管理の取組み（二巡目の計画策定），橋梁と基礎，2013 年 11 月号，P51 ～ 57,2013.11
2）金氏眞，川村宏行，河原木英貴，渡邊英一，LCC 算定結果の検証と BMS へのフィードバック，土木学会第 65 回年次学術講演会（2010.9）

［筆者紹介］

工藤　健一郎（くどう　けんいちろう）
青森県
県土整備部　道路課　橋梁・アセット推進グループ
主幹

池田　真理子（いけだ　まりこ）
鹿島建設㈱
土木管理本部土木技術部開発管理グループ
課長代理