

五戸町橋梁長寿命化修繕計画 10箇年計画



写真：豊間内橋

平成31年3月

五戸町



目次

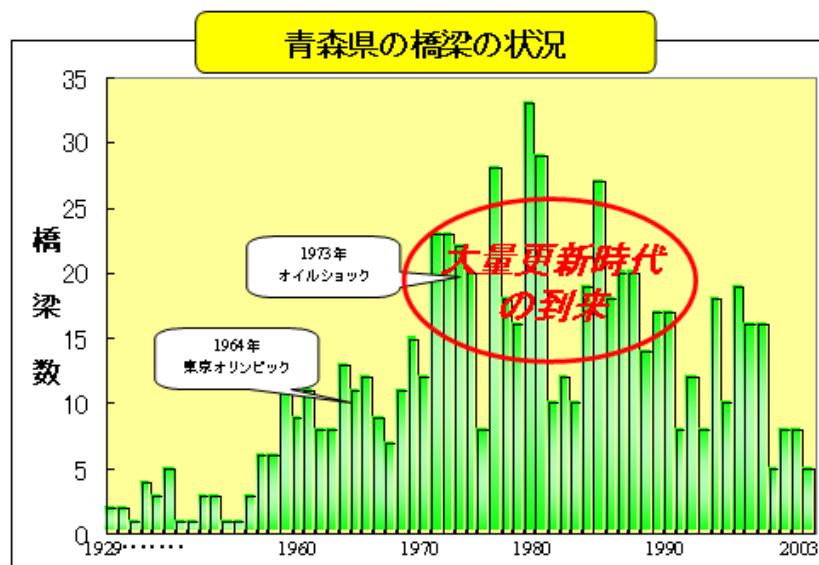
1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の背景	1
2. 五戸町橋梁アセットマネジメントの基本コンセプト	2
3. 五戸町の橋梁を取巻く現状	3
3.1 橋梁の現況(橋梁数の内訳)	3
3.2 地理的特徴	5
4. 橋梁アセットマネジメントに基づく橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー	10
5. 橋梁長寿命化修繕計画の策定	11
5.1 橋梁の維持管理体系	11
5.2 橋梁の維持管理	12
(1) 維持管理・点検	13
(2) 維持管理シナリオ	15
(3) 更新対象の選定	16
(4) 長寿命化シナリオの絞込み	16
(5) 健全度の将来予測とLCC算定	17
(6) 予算の平準化	18
(7) シナリオ別LCC算定結果	19
(8) 予算シミュレーション	19
(9) 10年間対策工事リスト	21
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	23
7. 事後評価	24
8. 五戸町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	25

1. 橋梁長寿命化修繕計画策定の背景

橋梁の長寿命化修繕計画策定の背景として、日本において、高度経済成長時代(1954～1973)に整備された社会資本(橋梁等)が建設から 50 年以上経過し、老朽化が深刻化し、橋梁の安全性・健全性が懸念されている。青森県においても、下図の通り 1980 年をピークに橋梁が建設されており、多くの現況橋梁が高齢化している。

よって、この現状を踏まえて、今後橋梁保全のための長寿命化修繕計画を策定し、橋梁を管理していく必要がある。策定の目標として、ライフサイクルコスト(以下 LCC:橋梁の更新・維持修繕・撤去・再更新までに掛かる半永久的な費用)を最小化することである。

五戸町の橋梁について、「橋梁長寿命化修繕計画」(10 箇年計画:2022 年度～2031 年度)を策定することにより、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上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おり、近い将来、維持修繕・更新のための対策費用が発生します。

今後橋梁の老朽化が深刻化した場合、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ります。

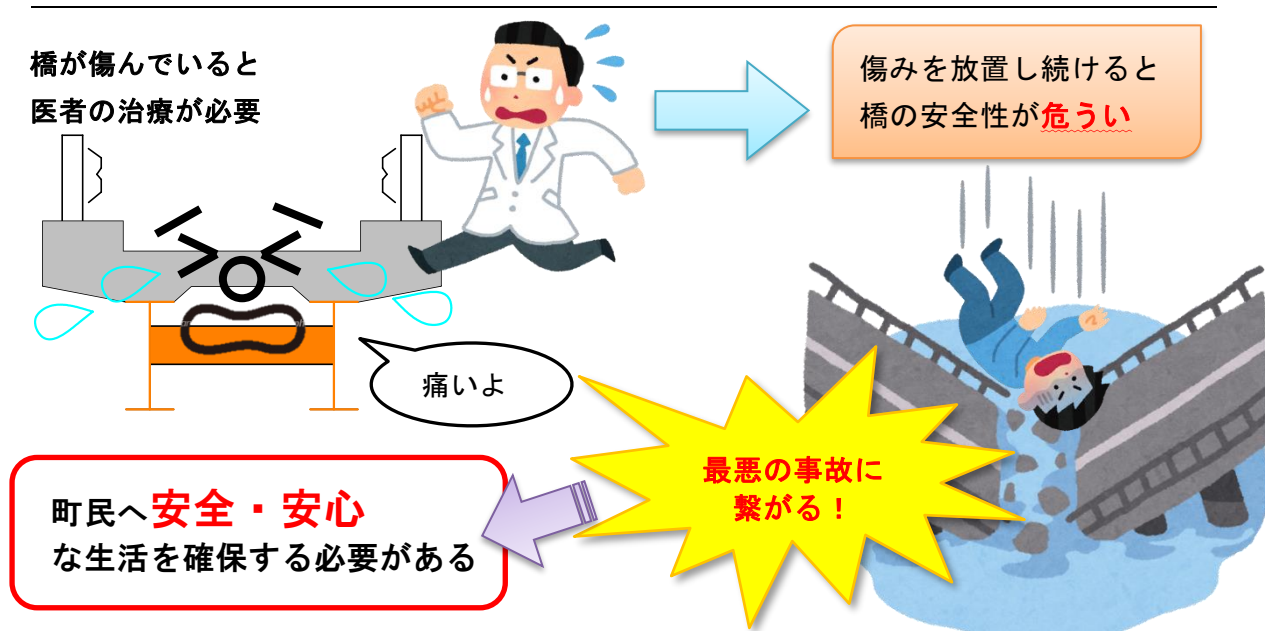
五戸町としては、来るべき橋梁の高齢化に向けて、今後とも町民の安全・安心な生活を維持するため、健全な道路ネットワークを確保することを目標としています。

2. これまでの維持管理の常識から転換します

これまでの橋梁管理は、事後対策(損傷が発生してから対策)でしたが、これからは予防保全(損傷が発生する前に対策する)とし、LCCを最小化する方向に転換します。

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によりの確に判断のうえ、橋の長寿命化を図り、将来にわたる補修・更新コストの大幅な削減を実現します。



※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)」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）

平成 29 年及び平成 30 年に点検した橋梁は全 74 橋であり、現時点で 50 年を経過した橋梁は 0 橋です。（次項図 3.1）

しかしながら、10 年後には経過年数 50 年の橋梁が 3 割程度、20 年後には 5 割程度を占めることになります。（次項図 3.3）また、橋梁の構造形式としてはコンクリート橋が 14 橋、鋼橋が 3 橋です。（次項図 3.2）

表 3.1 橋梁諸元

H31.3.31 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
1 下姥川橋	1971/12/25	5.400	5.6	1	47	TL-14(推定)	RC床版橋
2 上新井田前橋	1974/01/23	8.500	6.85	1	44	T-14(推測)	RC単純T桁橋
3 鹿内下橋	1981/08/25	4.750	6.644	1	37	TL-14(推定)	RCT桁橋、RC床版桁橋
4 粒ヶ谷地中橋	1980/06/17	3.700	4.6	1	38	TL-14(推定)	RC床版橋
5 坂ノ下橋	1980/06/17	3.200	5.2	1	38	TL-14(推定)	RC床版橋、現場打ちボックスカルバート
6 田茂平橋	1974/03/12	10.310	8.2	1	44	TL-20(推定)	スラブ橋用PC橋桁
7 根岸橋	1981/08/25	3.700	3.95	1	37	TL-14(推定)	RC床版桁橋
8 幸ノ神橋	1950/01/01	3.250	6.198	1	68	TL-14(推定)	RC床版桁橋
9 越掛沢橋	1950/01/01	4.700	7.1	1	68	TL-14(推定)	RCT桁橋、RC床版桁橋
10 高寺橋	1978/12/24	2.400	12.5	1	40	TL-14(推定)	RC現場打ちボックスカルバートRC床版桁
11 佐野前谷地橋	1981/08/25	2.910	5.9	1	37	TL-14(推定)	RC床版桁
12 上中岱橋	1966/10/01	4.500	4.5	1	52	TL-14(推定)	RC床版橋
13 下平橋	1958/04/01	2.700	11.4	1	60	TL-14(推定)	RC床版橋、現場打ちボックスカルバート
14 荒田橋	1958/04/01	2.300	6	1	60	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
15 大森前川原橋	1961/01/01	2.310	5	1	57	TL-14	RCボックスカルバート
16 大森橋	1966/11/21	2.000	6.945	1	52	TL-14(推定)	RC床版桁橋
17 鳩岡平橋	1980/06/17	5.550	8.27	1	37	TL-14(推定)	RC床版橋
18 菖蒲川前谷地橋	1975/01/01	2.940	6.46	1	43	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
19 上平橋	1981/08/25	2.930	4.43	1	37	TL-14(推定)	RC床版桁橋
20 寺沢橋	1955/12/10	2.380	7.38	1	63	TL-14(推定)	RC床版桁橋
21 第一岩ノ脇橋	1981/08/25	4.940	6	1	37	TL-14(推定)	RC床版桁橋
22 無名橋	1981/08/25	9.400	5.2	1	37	TL-14(推定)	PCプレテンションホロー桁橋
23 北石沢橋	1974/03/12	6.100	7.2	1	44	TL-14(推定)	現場打ちRCボックスカルバート
24 無名橋	1978/09/19	2.980	5.62	1	40	TL-14(推定)	RC床版桁橋
25 沢内橋	1993/02/01	12.580	6.2	1	25	TL-14	プレテンション方式PC単純スラブ桁橋
26 鍛冶屋窪橋	1975/10/30	2.320	9	1	43	TL-14(推定)	RCボックスカルバート
27 東鍛冶屋窪橋	1970/01/01	2.320	9.62	1	48	TL-14(推定)	RCボックスカルバート
28 兎内下川原橋	1990/12/20	3.050	6	1	28	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
29 無名橋	1981/08/25	7.550	3.5	1	37	TL-14(推定)	RC床版桁橋
30 鹿内橋	1979/11/20	4.800	9.1	1	39	TL-14(推定)	RC床版橋
31 石仏橋	1986/12/16	4.860	4.1	1	32	TL-14(推定)	RC床版桁橋
32 水路橋	1981/08/25	5.550	4.89	1	37	TL-14(推定)	RC床版桁橋
33 前田橋	1961/11/20	3.340	4.46	1	57	TL-14(推定)	RC床版桁橋
34 第3水路橋	1981/08/25	2.560	4.5	1	37	TL-14(推定)	PCプレキャストボックスカルバート
35 第2水路橋	1981/08/25	2.260	3.26	1	37	TL-14(推定)	RC床版桁橋
36 豊間内橋	2009/12/01	29.500	7.2	1	9	A活荷重	ポストテンション方式PC単純バルブT桁橋
37 豊崎橋	1963/08/03	4.000	7.53	1	55	TL-14(推定)	RC床版桁橋
38 兎内後橋	1991/02/20	4.850	4.95	1	27	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
39 石仏前橋	1991/03/20	6.330	5	1	27	TL-14(推定)	プレテンション方式単純床版橋
40 堤下橋	1900/01/01	4.950	7.33	1	28	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
41 下平中谷地橋	1958/04/01	2.600	5.6	1	60	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
42 蟹沢橋	1974/03/19	2.800	6	1	44	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
43 東鳩岡平橋	1962/04/01	2.900	6.05	1	56	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート、RCボックスカルバート
44 山崎橋	1972/03/31	3.150	10.1	2	46	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
45 下山崎橋	1971/05/06	3.640	4.29	1	47	TL-14(推定)	RC桁橋
46 堤下橋	1974/09/14	4.530	4	1	44	TL-14(推定)	RC桁橋
47 天狗沢橋	1900/01/01	3.600	3.65	1	28	TL-14(推定)	RC桁橋
48 畑田橋	1959/04/01	5.450	3.5	1	59	TL-14(推定)	RC床版橋
49 大峰嶽橋	1975/12/20	3.350	7.791	1	43	TL-14(推定)	RC床版橋
50 赤川川原橋	2007/01/01	2.360	6.5	1	11	TL-14(推定)	RCボックスカルバート
51 大森東橋	1962/11/01	2.000	4.5	1	56	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
52 上市川橋	1991/03/20	5.100	7	1	27	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート、PCボックスカルバート
53 湊代橋	1980/06/17	2.250	4.95	1	38	TL-14(推定)	RC床版橋
54 上市川中橋	1980/06/17	2.300	8	1	38	TL-14(推定)	PCボックスカルバート

表 3.1 橋梁諸元

H31.3.31 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
55 高田橋	1941/09/27	6.650	6.3	1	77	TL-14(推定)	RCT桁橋
56 神明川原橋	1973/04/01	6.350	7.3	1	45	TL-14(推定)	プレテンション方式単純床版橋
57 神明川原側道橋	1980/06/17	7.060	2.8	1	38	TL-14(推定)	鋼単純非合成H形桁
58 菖蒲川橋	1994/01/04	2.440	7.286	1	24	TL-14(推定)	RC床版橋
59 切谷内橋	1994/01/04	3.060	8.1	1	24	TL-14(推定)	RCボックスカルバート
60 無名橋	1995/12/20	3.240	6.55	1	23	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
61 無名橋	1995/12/20	2.140	6.5	1	23	TL-14(推定)	現場打ちボックスカルバート
62 無名橋	1995/12/20	2.900	6	1	23	TL-14(推定)	RCボックスカルバート
63 上市川1号橋	2006/06/20	3.200	6.8	1	12	TL-14(推定)	RC床版橋、RCボックスカルバート
64 関口橋	1977/04/30	4.200	4.92	1	41	TL-14(推定)	RC床版桁橋
65 棒田橋	1971/03/26	4.150	3.5	1	47	TL-14(推定)	RC床版桁橋
66 無名橋	1981/08/25	9.560	4.2	1	37	TL-14(推定)	プレテンション方式PC単純スラブ桁橋
67 川向橋	1958/01/01	2.300	3.7	1	60	TL-14(推定)	RC床版桁橋
68 扇田中橋	1958/09/01	2.800	4.22	1	60	TL-14(推定)	プレキャストRC床版桁橋
69 下荷軽井橋	1972/02/09	8.150	4.8	1	46	TL-14(推定)	単純鋼製H桁橋
70 森ノ下橋	1992/02/01	11.980	5.2	1	26	TL-14	プレテンション方式PC単純桁橋
71 中平橋	2007/03/15	5.510	6.2	1	11	TL-14(推定)	RC現場打ちボックスカルバート
72 無名橋	2007/03/15	3.520	4.56	1	11	TL-14(推定)	RC桁橋
73 無名橋	2007/03/15	2.370	7.07	1	11	TL-14(推定)	PCプレキャストボックスカルバート
74 無名橋	2007/03/15	6.450	4.7	1	11	TL-14(推定)	プレテンション方式PC単純ホロー桁橋

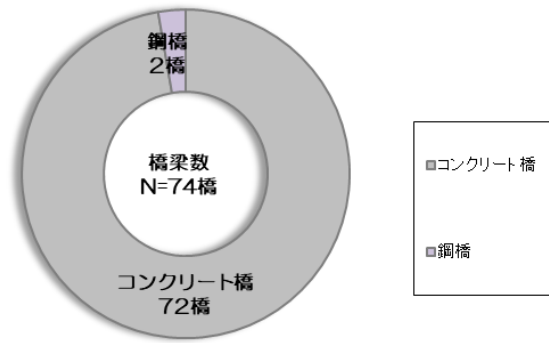
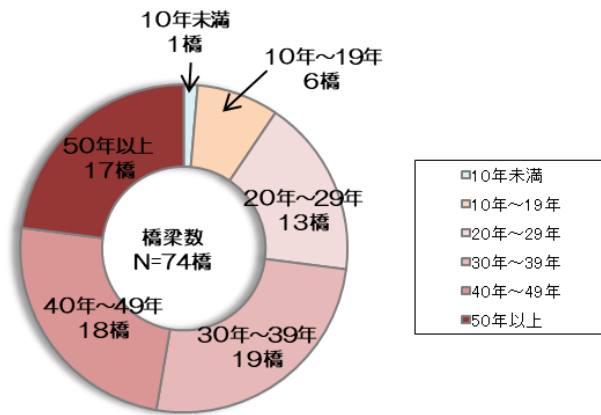


図 3.1 架設後経過年数別の割合

図 3.2 構造形式別の割合

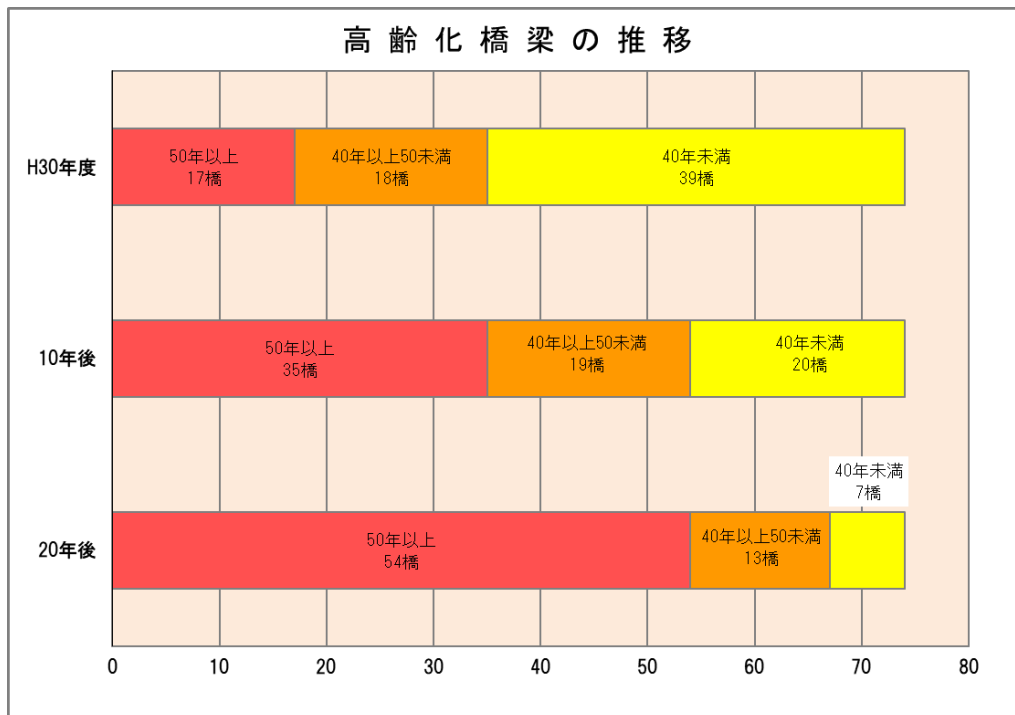


図 3.3 供用年数の推移

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。

五戸町の地理的環境については、総面積の5割程度が森林となっており(平成17年調査時)、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」が吹き、年間の日平均気温は低く、寒冷な気候でもある。さらに、西側から雪が降り、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。

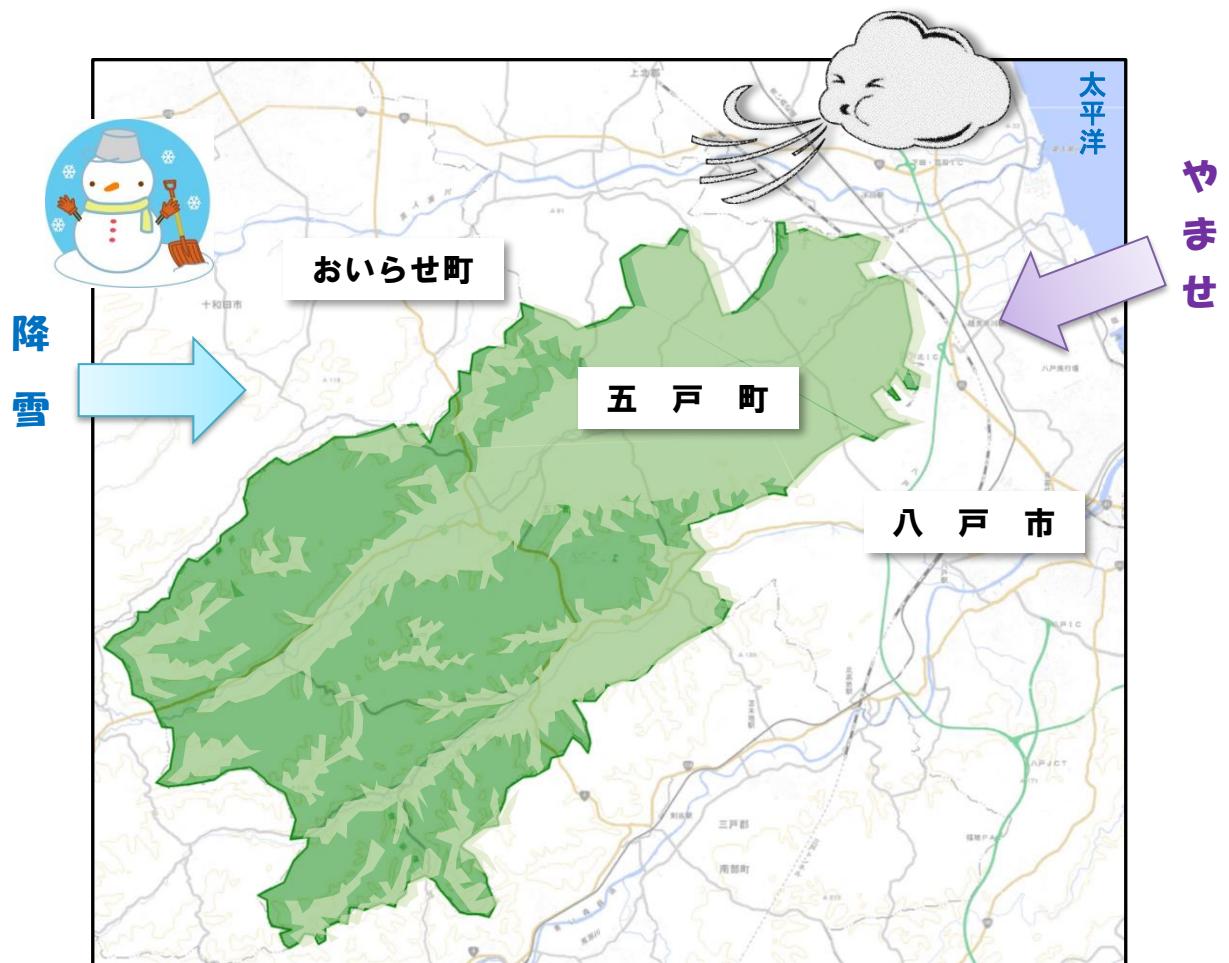


図 3.4 五戸町の地理的特徴

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。



神明川原側道橋

写真 3.1 防食機能の劣化・腐食の例



下姥川橋

写真 3.2 凍害の例



上新井田前橋

写真 3.3 中性化の例



無名橋(山田中崎線)

写真 3.4 アルカリ骨材反応の例

【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。

— 財政難であっても技術開発や研究を行い、安全確保を —

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 に示します。

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）を用いて策定します。

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種類に大別されます。

BMS とはその点検・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す。

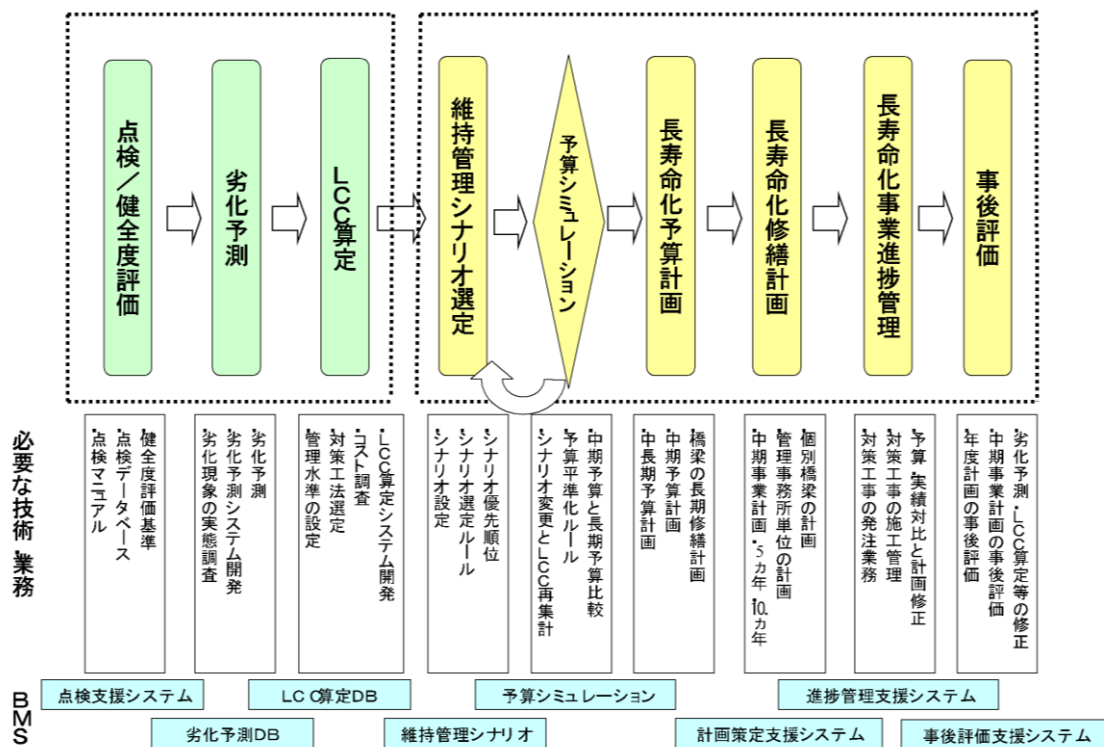


図 4.1 橋梁長寿命化修繕計画の基本フロー

「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。

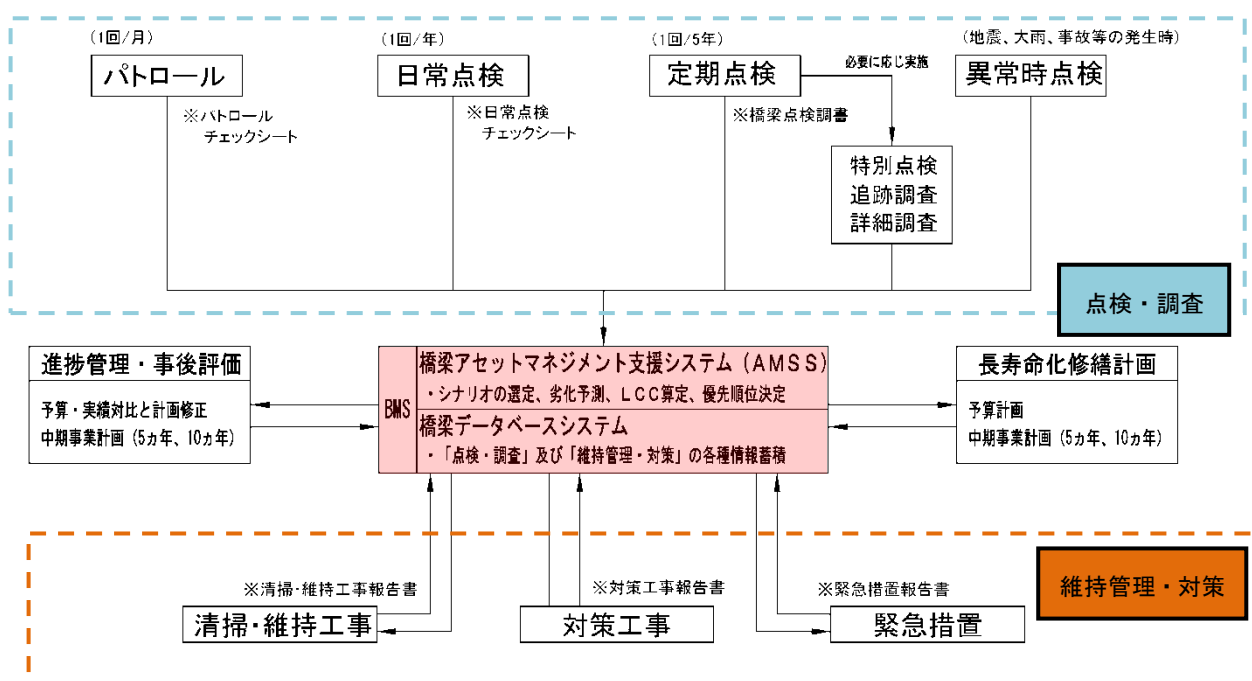


図 5.1 維持管理体系

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。

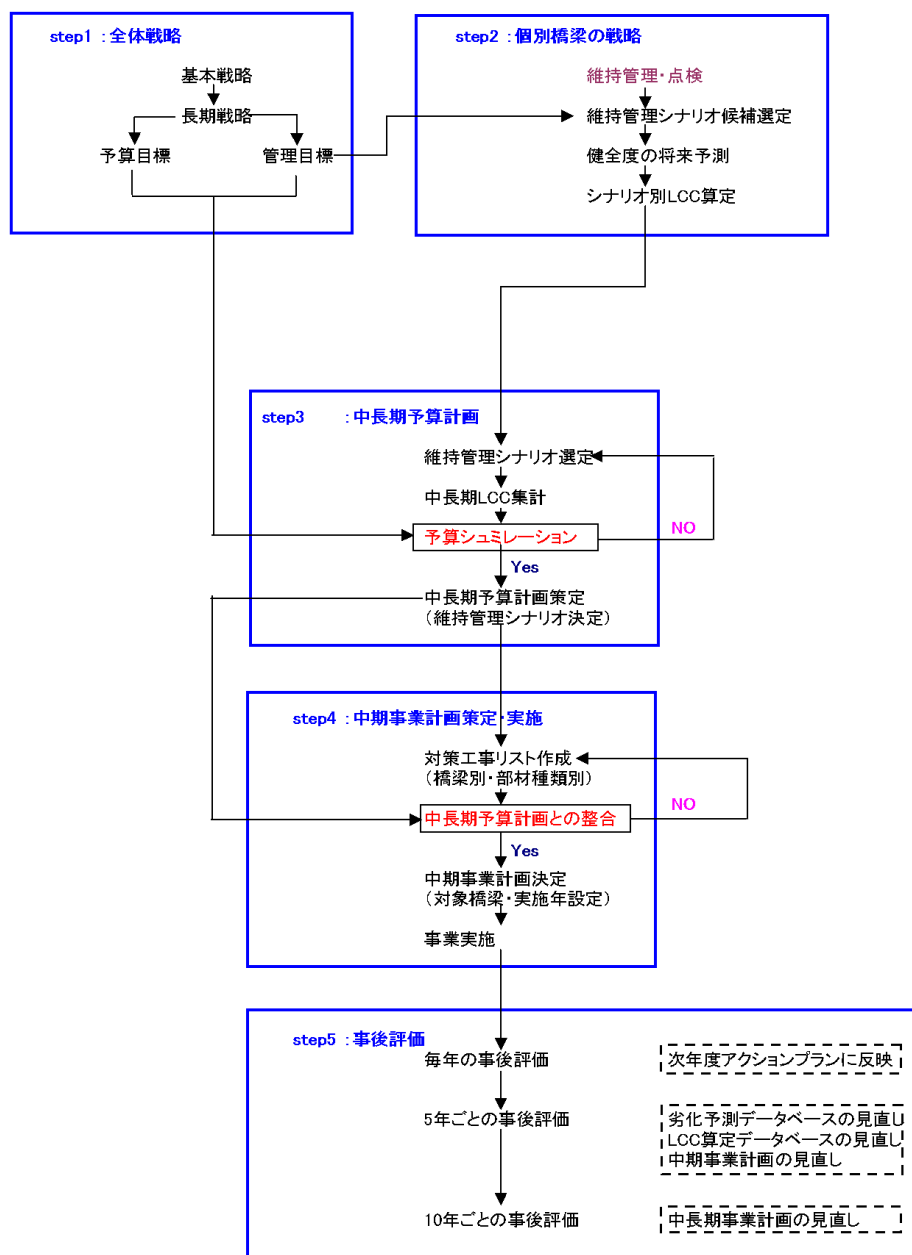


図 5.2 BMSを用いたブリッジマネジメントのフロー

(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。これに習い五戸町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。

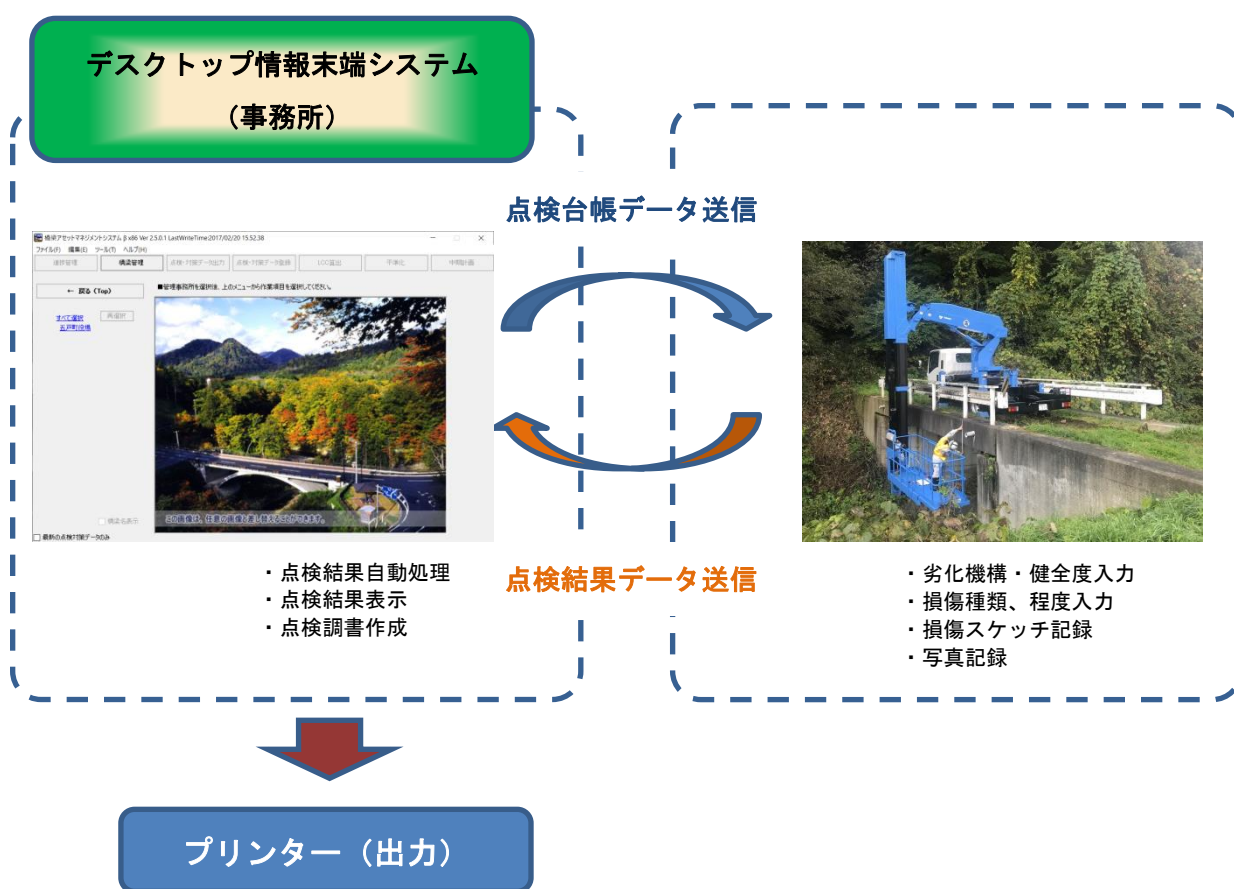


図 5.3 橋梁点検支援システム

➤ 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狀態、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

健全度	定義	標準的狀態	(桁材等)
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出始め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出始める前に、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。

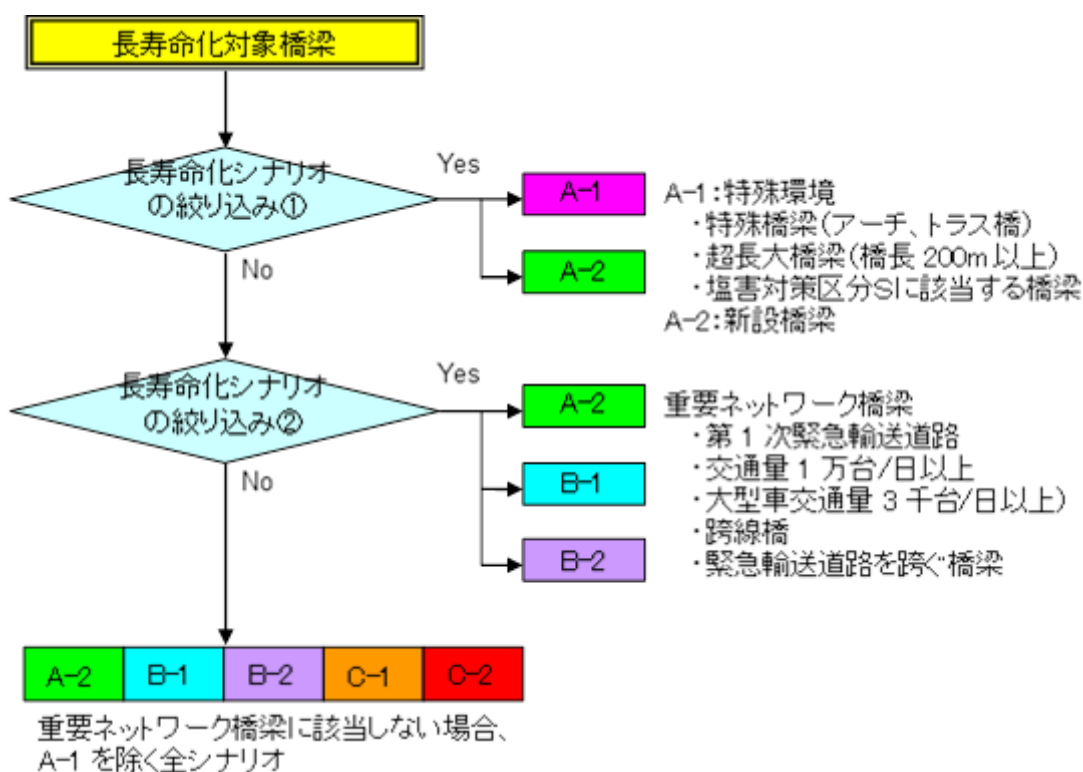


図 5.5 維持管理シナリオ候補の選定フロー

(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)下蛭川橋

- ・部材:防護柵
- ・材質:コンクリート
- ・劣化機構:凍害

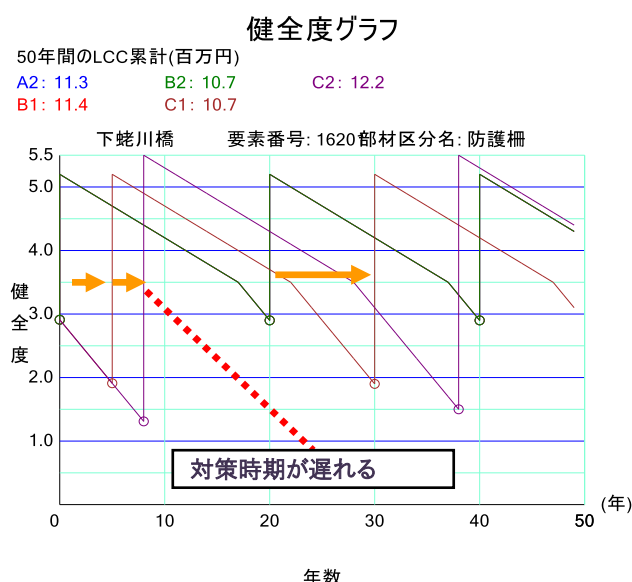


図 5.6 健全度グラフ例

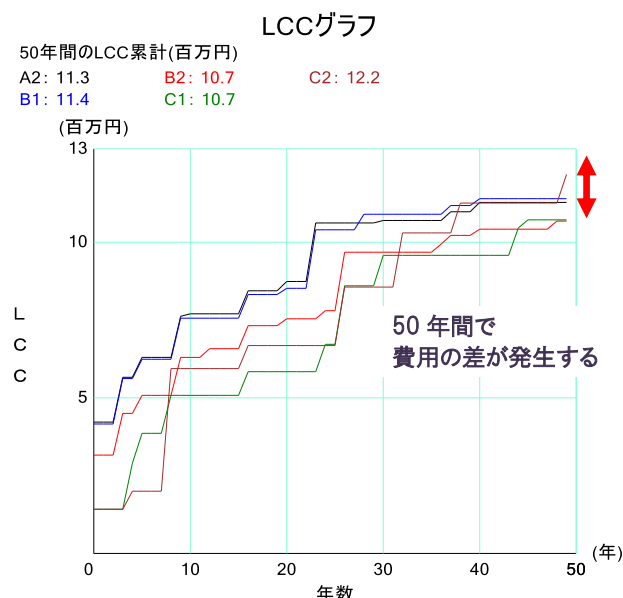


図 5.7 LCC算定例

(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ります。

○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います。



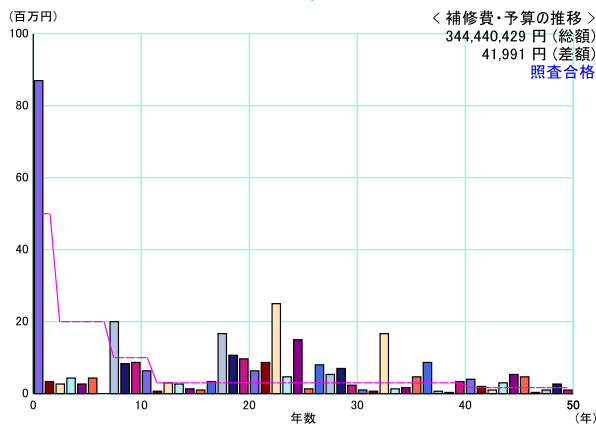
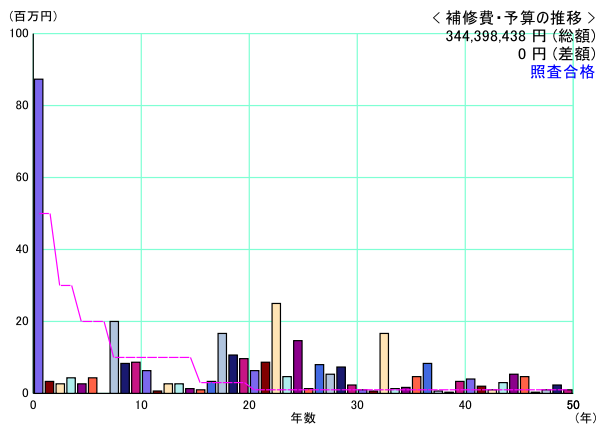
予算に対する信頼度が高くなる

○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

五戸町管理橋梁 47 橋のシナリオを検討した結果、全て長寿命化シナリオ(補修)となった。

(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 5.8)のような集計結果が得られた。補修費総額としては 3.33 億円となった。

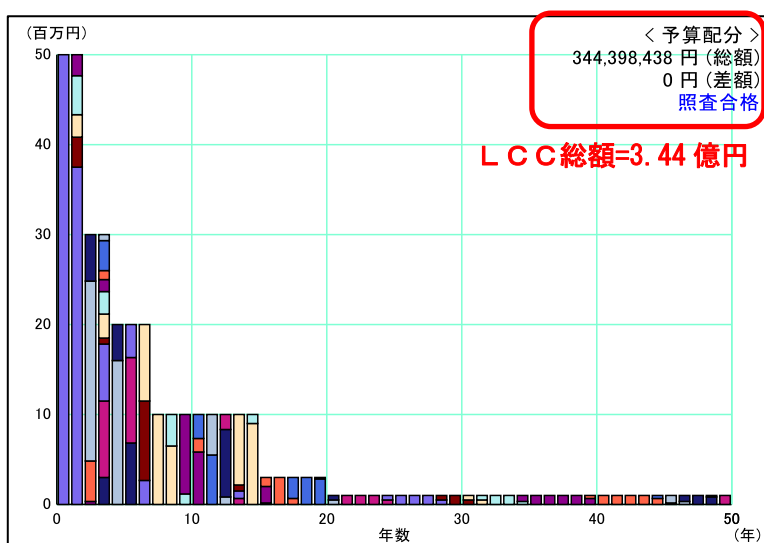


図 5.8 50年間LCCが最小となるシナリオの組み合わせにおける補修費の推移

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。

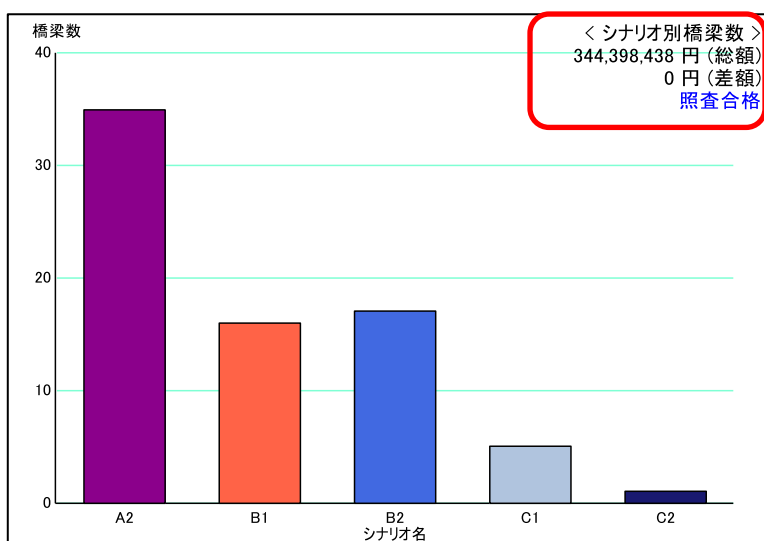


図 5.9 予算シミュレーション結果によるシナリオ数

最小シナリオでの50年間の累計補修費は3.44億円であり、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。

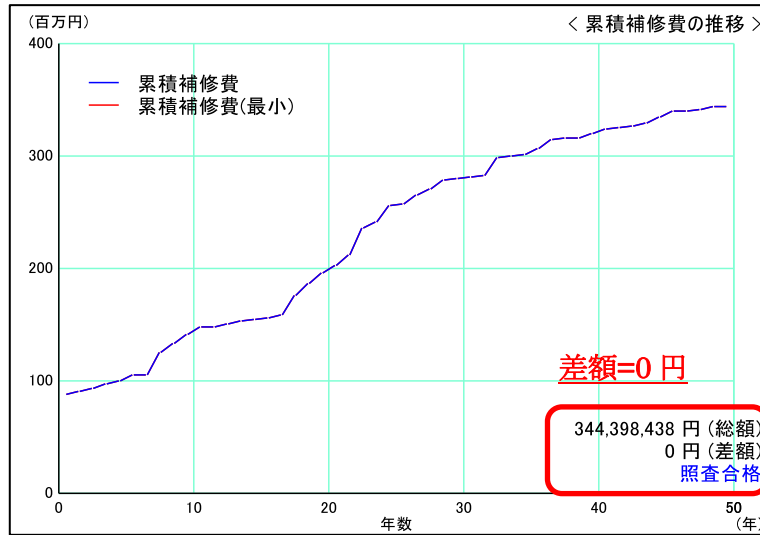


図 5.10 予算シミュレーション前後の累計補修費の比較

(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 年間に実施する更新・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	
2022	1	鹿内下橋	上・下部工の断面修復など	-
		豊崎橋	床版の断面修復、防護柵の塗替えなど	-
		高寺橋	床版の断面修復、舗装の打ち換え	-
		扇田中橋	主桁の断面修復	-
		下蛭川橋	床版の断面修復など	-
2023	2	無名橋(山田中崎線)	主桁の断面修復、地覆打ち替えなど	定期点検
		上新井田前橋	伸縮装置の交換、上部工の断面修復など	
2024	3	下山崎橋	上・下部工の断面修復など	-
		上平橋	下部工の断面修復、防護柵の塗替え	-
		下荷軽井橋	床版・下部工の断面修復など	-
		越掛沢橋	上・下部工の断面修復など	-
		第2水路橋	床版・下部工の断面修復など	-
		上市川1号橋	床版・下部工の断面修復など	-
2025	4	寺沢橋	上・下部工の断面修復	-
		高田橋	上・下部工の断面修復など	-
		菖蒲川橋	床版の断面修復、防護柵の交換など	-
		天狗沢橋	上・下部工の断面修復	-
		蟹沢橋	床版の断面修復	-
		山崎橋	床版の断面修復	-
		切谷内橋	床版・下部工の断面修復など	-
		棒田橋	下部工の断面修復	-
		神明川原側道橋	鋼部材の塗装塗替え・当て板、支承の交換など	-
		粒ヶ谷地中橋	床版の断面修復	-
		鳩岡平橋	床版・下部工の断面修復など	-
2026	5	畑田橋	防護柵・地覆の塗替えなど	-
		大峰嶽橋	床版の断面修復	-
		東鍛冶屋窪橋	床版の断面修復、舗装の打ち換え	-
		鍛冶屋窪橋	床版の断面修復、防護柵の交換	-
		鹿内橋	下部工の断面修復	-
		川向橋	床版・下部工の断面修復	-
		根岸橋	床版の断面修復、防護柵の塗替え	-
		幸ノ神橋	下部工の断面修復、舗装の打ち換え	-
		水路橋	床版の断面修復、防護柵の塗替え	-
		坂ノ下橋	伸縮装置の交換	-
		無名橋(中市9号線)	防護柵の交換、排水管の交換	-
		無名橋(小田ノ沢線)	防護柵の交換	-
		上中岱橋	防護柵の塗替え、基礎の繊維シート貼付	-
		上市川橋	防護柵の塗替え	-
		関口橋	床版の断面修復	-
		堤下橋(堤下上平谷地線)	床版・下部工の断面修復	-
		大森前川原橋	防護柵の塗替え	-
		神明川原橋	防護柵の塗替え	-
		荒田橋	防護柵の交換	-
		東鳩岡平橋	防護柵の交換	-
		森ノ下橋	防護柵の塗替え、排水管の交換	-
		無名橋(山崎川原大沢尻線)1	床版・下部工の断面修復	-
		無名橋(山崎川原大沢尻線)2	床版・下部工の断面修復	-
		沢内橋	防護柵の塗替え、床版防水層の設置	-
		石仏橋	防護柵の塗替え	-
		無名橋(太田芦名沢線)	防護柵の塗替え	-
		第一岩ノ脇橋	防護柵の塗替え	-
大森東橋	防護柵の塗替え	-		
下平中谷地橋	防護柵の塗替え	-		

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	
2027	6	豊崎橋	床版の断面修復	-
		鹿内下橋	上・下部工の断面修復	-
		下蛭川橋	下部工のシート貼付	-
		上新井田前橋	地覆の打ち替え、防護柵の交換	-
		下荷軽井橋	主桁の塗替え、下部工の表面処理	-
		無名橋(山田中崎線)	伸縮装置の交換	-
2028	7	下山崎橋	横桁・下部工の断面修復	定期点検費 長寿命化修繕計画
		第2水路橋	下部工の表面処理	
		寺沢橋	床版・下部工の表面処理	
		上市川1号橋	床版・下部工の断面修復	
		上平橋	下部工の断面修復	
		鹿内橋	下部工の表面処理、防護柵の塗替え	
		水路橋	伸縮装置の交換	
2029	8	大峰嶽橋	防護柵の塗替え	-
		東鍛冶屋窪橋	防護柵の塗替え	-
		神明川原側道橋	伸縮装置の交換	-
		川向橋	床版・下部工の表面処理	-
		幸ノ神橋	下部工の表面処理	-
		根岸橋	防護柵の塗替え	-
		石仏前橋	伸縮装置の交換	-
		2030	9	無名橋(中市9号線)
無名橋(浅水小田ノ沢線)	伸縮装置・防護柵の交換			-
2031	10	関口橋	防護柵の塗替え	-
		無名橋(山崎川原大沢尻線)2	防護柵の塗替え	-
		兔内後橋	防護柵の塗替え	-
		無名橋(山崎川原大沢尻線)1	防護柵の塗替え	-
		堤下橋(善浪前谷地線)	伸縮装置の交換	-
		坂ノ下橋	伸縮装置の交換	-
		無名橋(天満下モ川原線)	伸縮装置の交換	-
		田茂平橋	防護柵の塗替え、排水管の交換	-
		第一岩ノ脇橋	防護柵の塗替え	-
		荒田橋	防護柵の塗替え	-

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

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1.96億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)	5.40億円
○ 本提案 によるLCCの総額(50年間)	3.44億円
コスト削減額	1.96億円

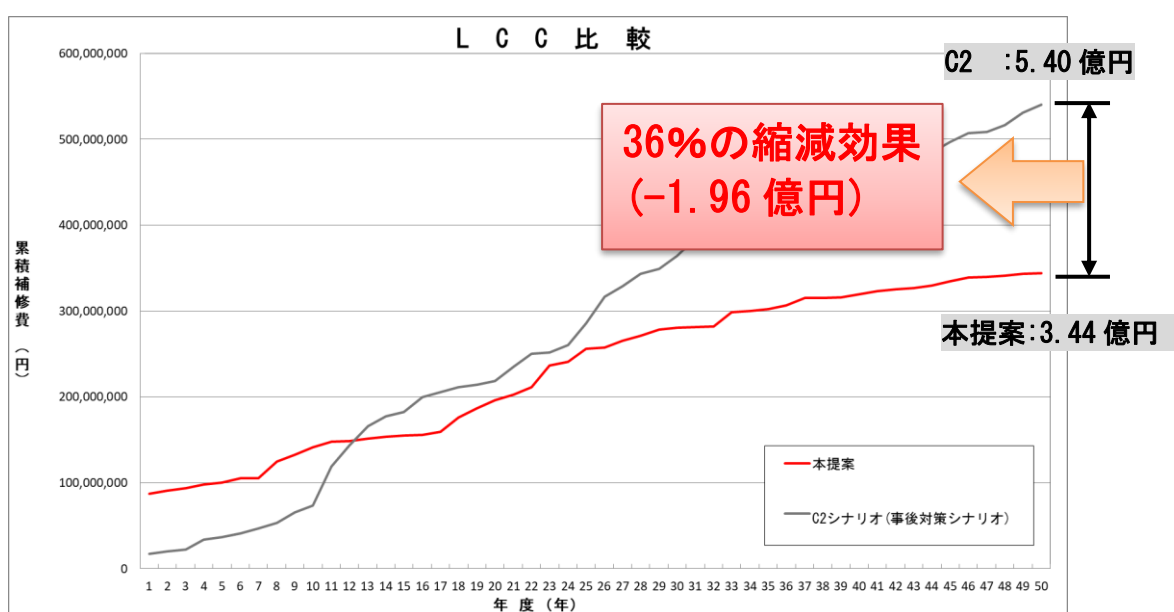


図6.1 橋梁のコスト削減効果

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。

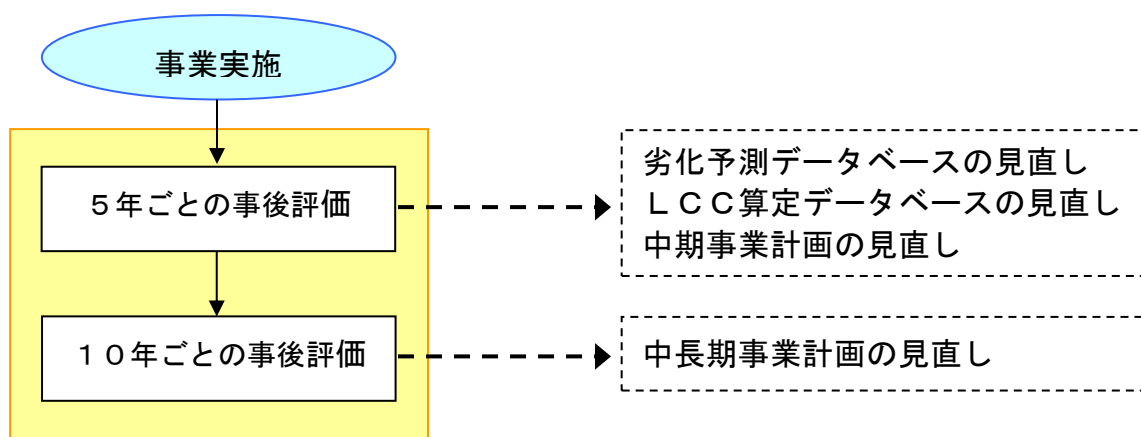


図 7.1 事後評価

8. 五戸町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 長谷川 明 八戸工業大学 学長

計画策定担当 五戸町役場 建設課

【 意見聴取実施状況 】

