

北海道橋梁長寿命化修繕計画



平成 30 年 3 月改訂版
北海道建設部土木局道路課
道路計画グループ

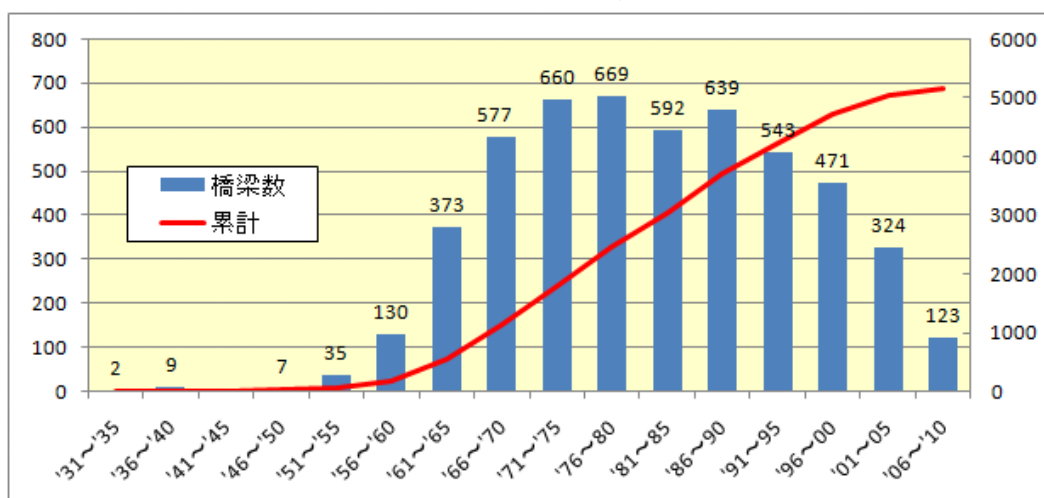
目次

- 1 橋梁長寿命化修繕計画の基本方針
- 2 橋梁長寿命化修繕計画の流れ
- 3 橋梁点検及び日常的な維持管理方針
 - (1) 橋梁点検
 - (2) 日常的な維持管理
- 4 橋梁長寿命化修繕計画の策定
 - (1) 橋梁のグルーピング
 - (2) 健全度の評価
 - 1) 評価対象
 - 2) 評価単位
 - 3) 評価方法
 - 4) 橋梁単位の健全度評価
 - (3) 健全性の診断
 - (4) 対策の優先づけ
 - 1) 橋梁毎の健全性による優先づけ
 - 2) 橋梁グループ間の優先づけ
 - 3) 部材別の優先順位
 - (5) 投資分析結果
- 5 修繕工事の計画
 - (1) 修繕工事の優先順位・計画期間
 - (2) 修繕費の平準化
 - (3) 修繕工事の実施
- 6 計画策定担当部署及び意見聴取した学識経験者

はじめに

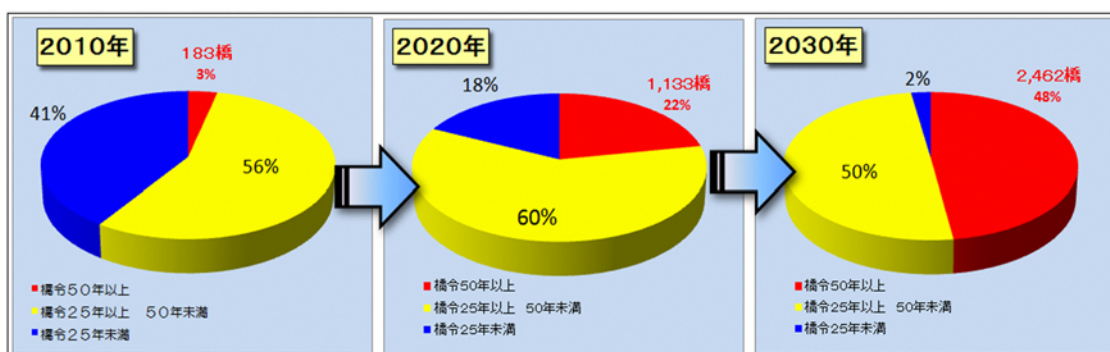
北海道が管理する道路橋は平成21年4月現在で5,154橋あります。これらの多くが高度経済成長期に建設され、今後、急速に高齢化が進むことから修繕や架替えにかかる費用が大きな財政負担となることが予想され、今後の重要課題となっています。

図 1-1 < 築造年代別橋梁数 >



※ 1960年代から築造数が急速に増加しています。

図 1-2 < 橋齢の推移 >



※ 建設後50年を経過する橋梁は、2010年時点で183橋（3%）ですが、10年後の2020年には1,133橋（22%）、20年後 2030年には2,462橋（48%）となり急速に橋梁の高齢化が進みます。

このような状況を踏まえて、橋梁を合理的かつ効率的に維持管理することで安全で円滑な交通を確保するとともに、維持管理コストの縮減や平準化を図っ

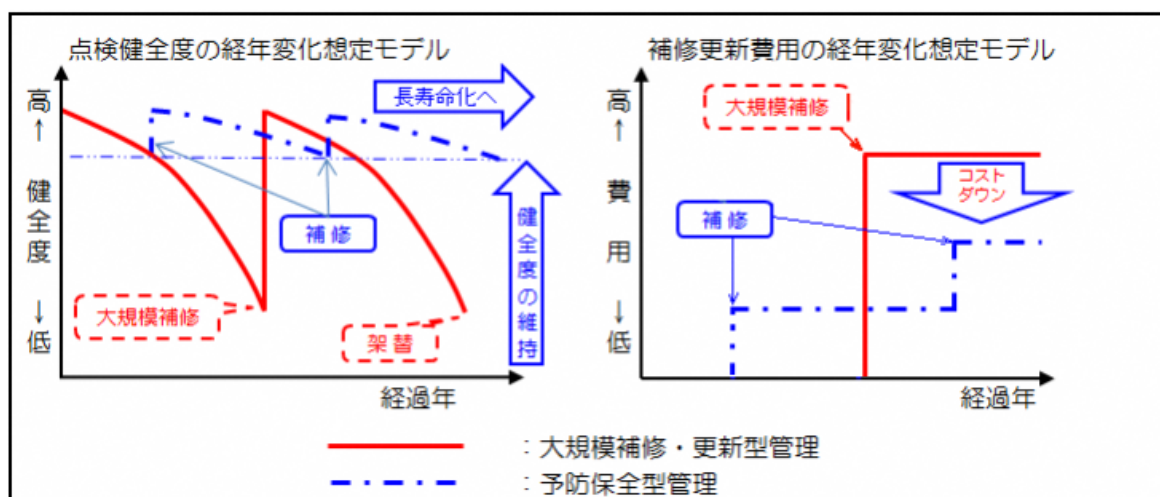
ていくことを目的に、平成16年3月に有識者で構成する公共土木施設長寿命化検討委員会を設置し、助言や指導をいただきながら、平成22年3月に「北海道橋梁長寿命化修繕計画」を策定し、同年12月に公表いたしました。

一方、平成25年度の道路法改正等により点検基準が法定化され、道路管理者は5年に1回の近接目視による点検及び健全性の診断を行うことが義務化されました。これを受け、北海道では平成26年度から近接目視による点検及び健全性の診断を行っており、今回の改定は、長寿命化修繕計画策定時の基本方針を踏襲した上で、健全性に応じて修繕工事の優先順位を見直すものです。

1 橋梁長寿命化修繕計画の基本方針

従来は橋梁の健全度が大きく低下した後に、大規模修繕や架替えを行う大規模補修・更新型の維持管理を行ってきましたが、今後は、定期的な点検と小規模な修繕を繰り返し行うことで健全度を維持しながら長寿命化を図る予防保全型の維持管理を行うこととしました。また、長寿命化修繕計画は長期的な視点に立って維持管理費の平準化やライフサイクルコストの縮減を図るため、アセットマネジメント(資産管理)の考え方を導入した橋梁マネジメントシステム(BMS)により策定されました。

図 1-1<アセットマネジメントのイメージ>



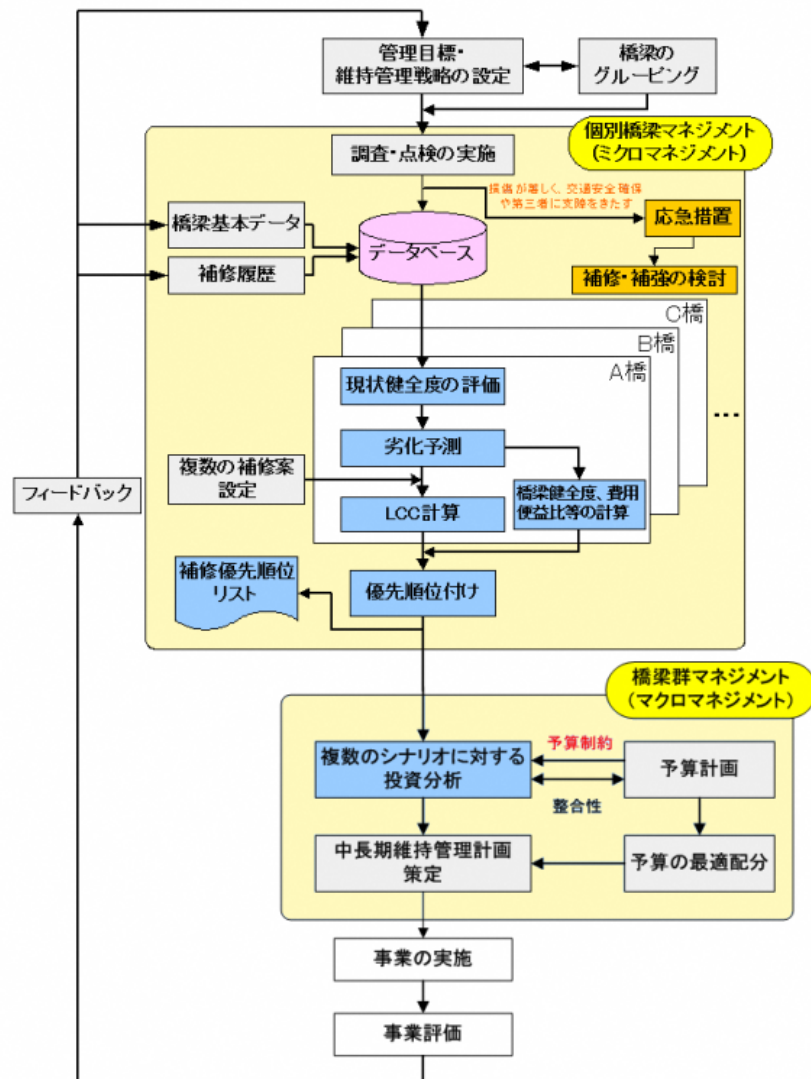
橋梁マネジメントシステム（BMS）とは

蓄積された点検データ等を活用し、橋梁等の健全度の推移や劣化の予測を行い、橋梁の重要度および健全度等からの修繕の優先順位づけや修繕費の算出等を行うシステムです。

2 橋梁長寿命化修繕計画の流れ

長寿命化修繕計画の基本的なフローチャートは図 2-1 のとおりで、図中、青色で着色した項目が橋梁マネジメントシステムで策定している部分です。

図 2-1 <橋梁長寿命化修繕計画の流れ>



長寿命化修繕計画の対象は、北海道が管理するすべての道路橋としています。

3 橋梁点検及び日常的な維持管理

(1) 橋梁点検

北海道の「橋梁点検・維持管理要領」に則り、定期的（5年に1回）に橋梁の点検を行い損傷度の把握及び健全性の診断をしています。点検結果は電子化を図り今後の維持管理のための基礎資料として蓄積を行っています。

○ 損傷度判定区分

橋梁の径間・躯体別の部材単位ごとに、下記に示す5段階で損傷度を判定しています。

表 3-1 < 損傷度判定区分表 >

区 分	一 般 的 状 況
i	損傷が著しく、交通安全確保の支障となる恐れがある
ii	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修・補強の要否の検討を行う必要がある
iii	損傷が認められ、継続的な観察を行う必要がある
iv	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある
OK	点検の結果から、損傷は認められない

○ 健全性判定区分

損傷度を基に構造上の部材（上部構造[主桁、横桁、床版]、下部構造、支承部、その他）単位の健全性（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ）を判定し、その結果に基づいて橋梁毎の健全性（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ）を区分します。

表 3-2 < 健全性判定区分表 >

区 分	状 態	
Ⅰ	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
Ⅱ	予防保全段階	構造物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	構造物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	構造物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

○ 代表的な損傷例

<p><鋼桁の腐食及び塗装劣化></p>	
	<p>塗装の劣化が鋼材腐食の要因となるため適切な時期での塗装塗り替えは重要な予防処置となります。</p> <p>点検の結果、腐食による損傷が激しく、詳細な調査まで必要な橋梁は少ない状況ですが経過を観察すべき橋梁が多いとの結果が得られています。</p>
<p><床版のひび割れ・遊離石灰></p>	
	<p>架設年次の古い床版には防水層が設置されておらず、雨水が床版の微少なひび割れに浸入することで、ひび割れ拡大や鉄筋の腐食をまねきやすい状況にあります。</p> <p>ひび割れが床版の下面まで達すると雨水と一緒に出てきたコンクリート中の水酸化カルシウムが空気中の二酸化炭素と結びつき、遊離石灰となって現れる劣化が顕著になった状況が多く確認されています。</p>
<p><PC桁のひび割れ・遊離石灰></p>	
	<p>PC桁は高強度コンクリートを使用していることや材料特性から劣化進行が遅いと考えられていましたが、近年全国的に経過年数や地域的な特性に限らず損傷が確認されています。</p> <p>北海道内の橋梁においても同様の損傷が発生しており、ひび割れや、遊離石灰、内部鋼材の腐食などが点検により確認</p>

	<p>されています。</p>
<p><アルカリ骨材反応></p>	
	<p>コンクリート中のアルカリと骨材の反応性シリカとの反応で生成されたシリカゲルが、水の供給を受けて吸水膨張して、ひび割れを引き起こす現象で、骨材に許容される反応分量の基準が架設期には明確でなかったことが原因と考えられています。</p>

(2) 日常的な維持管理

日常的な維持管理の継続は、橋梁の長寿命化及び道路の安全性確保に必要であることから、北海道の「公共土木施設の維持管理基本方針」に基づき以下のとおり維持管理の徹底に努めています。

- 通常パトロール（DID 地区：毎日、その他：週3回）
 平常時における公物の状況、利用状況、許認可に係る工事の実施状況、占用物件等の敷設状況及び許可条件の遵守の状況等を把握するために実施しています。（車上からの目視）
- 夜間パトロール（1回/月）
 夜間における公物の状況及び利用状況を把握するために実施しています。（車上からの目視）
- 定期パトロール（1回/年）
 主要構造物の細部の状況を把握するために実施しています。（徒歩による目視）

○ 異常時パトロール（異常気象時）

台風、豪雨、豪雪、地震等により、交通障害もしくは災害が発生した場合又はそのおそれがある場合の公物の状況及び利用状況を把握し、適切な措置を講ずるために実施しています。（橋梁の安全性を確認）

4 橋梁長寿命化修繕計画の策定

(1) 橋梁のグルーピング

以下の表 4-1 のとおり、路線の重要度、交通量、橋長、第三者被害の有無、使用環境に応じて5段階にグループ分けしています。

表4-1<グルーピング表>

グループ	区分内容
①	・第三者被害を及ぼす可能性のある橋梁
②	・緊急輸送道路 ・DID地区 ・橋長100m以上
③	・主要道道 ・塩害影響地域 ・一般道道で交通量5,000台/12h以上
④	・①～③以外で橋長15m以上
⑤	・①～③以外で小規模橋梁(橋長15m未満) ・①以外で自転車道

※ 北海道では第三者被害を及ぼす可能性のある橋梁（跨道橋・跨線橋等）や橋長 100m 以上などの規模の大きな橋梁は重要橋梁と位置づけられています。

(2) 健全度の評価

1) 評価対象

橋梁マネジメントシステムにより補修時期および補修工法・費用を算出する部材は、橋梁を構成する重要部材を対象としています。また、劣化予測手法として点検結果や補修履歴を統計的に処理した予測式によるものと交換サイクルによるものの2種類に分類しています。

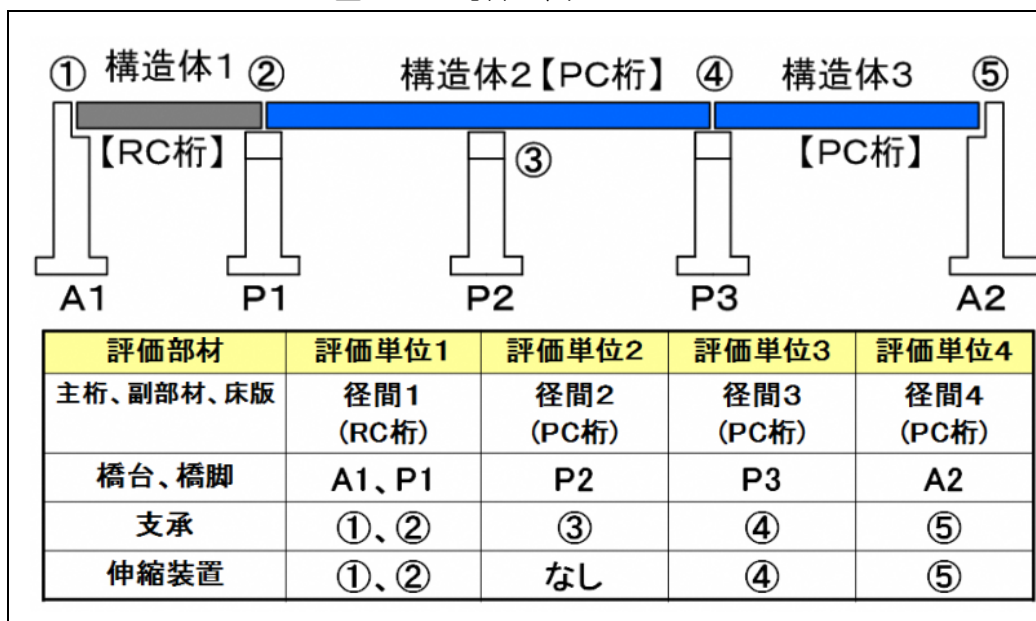
- 将来の健全度（点検健全度）を予測し補修時期を決定する部材
主桁、床版、橋台、橋脚
- 交換サイクルを設定する部材
支承、伸縮装置

2) 評価単位

部材の健全度設定および部材の補修時期・補修費用を算定する場合の評

価単位は、図 4-1 のとおり同一上部工形式の径間単位で部材ごとに行っています。

図 4-1 <評価単位>



3) 評価方法

各部材の健全度（点検健全度）は、橋梁点検結果から得られた損傷度判定区分に基づき、5段階で定性的に評価しています。

表 4-2 <点検健全度表>

損傷度 判定区分	一般的状況	点検健全度 R
i	損傷が著しく、交通安全確保の支障となる恐れがある	1
ii	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修・補強の要否の検討を行う必要がある	2
iii	損傷が認められ、継続的な観察を行う必要がある	3
iv	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある	4
OK	点検の結果から、損傷は認められない	5

4) 橋梁単位の健全度評価

橋梁単位の健全度（橋梁健全度：BHI）は定量的な指標として、各部材の点検健全度（R）と部材間の重み係数（表 4-3）を用いて加重平均法により算出しています。

表 4-3 <部材別重み係数表>

部材(部位)		重み係数	部材(部位)	重み係数
上部工	主桁	3	支承	2
	副部材	1	伸縮装置	2
	床版	3	落橋防止装置	1
下部工	躯体	3	橋面工	1
	基礎工	3	附属部位(部材)	1

(3) 健全性の診断

損傷度判定区分を基に構造上の部材（上部構造[主桁、横桁、床版]、下部構造、支承部、その他）単位の健全性（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ）を判定し、その結果に基づいて橋梁毎の健全性（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ）を4段階で区分します。

表 4-4 <健全性判定区分表>

区 分		状 態
Ⅰ	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
Ⅱ	予防保全段階	構造物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	構造物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	構造物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

(4) 対策の優先づけ

1) 橋梁毎の健全性による優先づけ

橋梁毎の健全性により、優先順位は Ⅳ>Ⅲ>Ⅱ>Ⅰ とします。

2) 橋梁グループ間の優先付け（区分間順位）

各年度の修繕計画は、健全性による優先づけを行った後、各部材に対し

て、表 4-4 に示すように各橋梁グループの維持管理区分ごとに設定した優先順位、点検健全度、補修補強方針に基づき優先順位づけを行い、同一区分においてはBHI、BCを考慮して優先順位づけをしています。

表 4-5 <優先順位> (カッコ内の数字が区分間順位)

点検健全度	グループ①②③	グループ④	グループ⑤
	維持管理区分 A	維持管理区分 B	維持管理区分 C
5 (良)	定期点検	定期点検	定期点検
4	定期点検	定期点検	定期点検
3	(6) 検討 (予防保全)	(8) 検討 (予防保全)	(9) 検討 (予防保全)
2	(4) 検討 (事後保全)	(5) 検討 (事後保全)	(7) 検討 (事後保全)
1 (悪)	(1) 規模補修・更新	(2) 規模補修・更新	(3) 規模補修・更新

※ BC は路線の重要度・立地条件等の社会的要因を考慮した評価指標です。

3) 部材別の優先順位

- ① 劣化予測に基づいて算出された各年度の補修対象リストを作成します。
- ② 優先順位は、各橋梁グループ群内で次の手順で設定します。

STEP1：橋梁グループ、次年度の点検健全度（予測値）からの「区分間順位」の小さい順に並べる。

STEP2：「区分間順位」が同点の場合は、BHI（予測値）の小さい順に並べ替える。

STEP3：BHI が同レベルの範囲内（10 の範囲内）で、BCの大きい順に並べ替える。

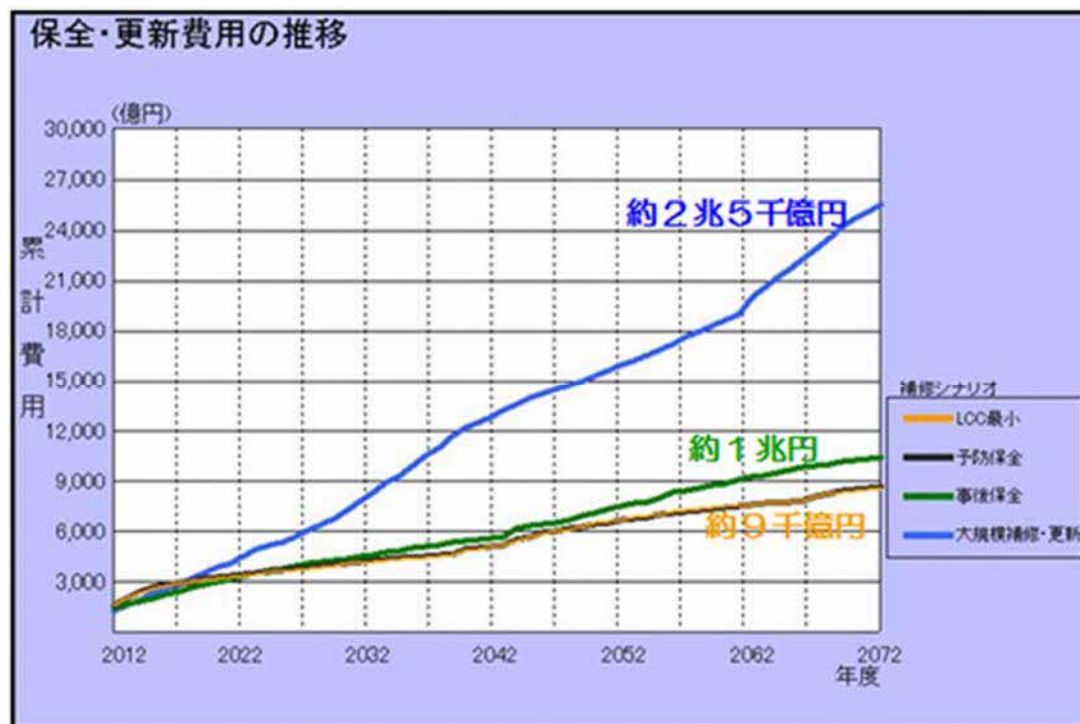
表 4-6 <部材別の優先順位の出力例>

橋梁グループ	点検健全度	区分順位	対象年	路線名	橋梁名	上部型式	対象部材	BHI	補修工法	補修費用(百万円)	BC
①	2	(4)	2012	小樽定山溪線	A橋	鋼板桁	RC床版	35	上面増厚	60.0	1.7
①	2	(4)	2012	小樽定山溪線	B橋	鋼板桁	鋼主桁	36	鋼板補強	45.0	1.5
①	2	(4)	2012	小樽定山溪線	S橋	鋼板桁	RC床版	36	炭素繊維補強	80.0	1.4
②	2	(4)	2012	小樽定山溪線	D橋	鋼板桁	RC床版	37	炭素繊維補強	82.0	1.4
②	2	(4)	2012	小樽定山溪線	T橋	鋼板桁	鋼主桁	37	塗替塗装	45.0	1.3
②	2	(4)	2012	小樽定山溪線	C橋	RC桁	コン桁	41	断面修復	15.0	1.5
③	2	(4)	2012	小樽定山溪線	E橋	PC桁	橋脚	42	断面修復	18.0	1.3
④	2	(5)	2012	小樽定山溪線	P橋	PC桁	橋脚	34	炭素繊維補強	79.0	1.8
④	2	(5)	2012	小樽定山溪線	T橋	PC桁	鋼主桁	34	鋼板補強	42.0	1.6
④	2	(5)	2012	小樽定山溪線	Q橋	鋼板桁	RC床版	42	上面増厚	65.0	1.3
①	3	(6)	2012	小樽定山溪線	E橋	PC桁	コン桁	42	断面修復	22.0	1.2
①	3	(6)	2012	小樽定山溪線	F橋	鋼板桁	鋼主桁	64	塗替塗装	45.0	1.1
⑤	2	(7)	2012	小樽定山溪線	R橋	PC桁	橋脚	46	炭素繊維補強	85.0	1.2

(5) 投資分析結果

橋梁の点検結果及び各橋梁の諸元を基に、橋梁マネジメントシステムで算出された今後60年間の橋梁補修に必要な総額は、現状の管理状態に近い「大規模補修・更新」では、約2兆5千億円となりますが、「予防保全」（「LCC最小」とほぼ同様）では約9千億円となり、約1/3のコストに縮減されるとの結果が得られました。

図 4-2 <60年間における累計投資総額>



5 修繕工事の計画

(1) 修繕工事の優先順位・計画期間

修繕工事の実施あたっては、予算上の制約を考慮して、第三者被害を及ぼす可能性のある橋梁（跨道橋、跨線橋等）や橋長100m以上などの規模の大きな橋梁（重要橋梁）を優先的に取り組むこととします。

表 5-1

	今後10年	以降の10年
重要橋梁	予算の重点投資	適切な予防保全管理 (早期予防保全型へ移行後)
重要橋梁以外	可能な範囲での投資 最低限の補修の実施	予算の重点投資による 予防保全型への移行
架 換	最低限の架け換えを実施(健全性や機能が大きく低下した橋梁)	

図 5-1

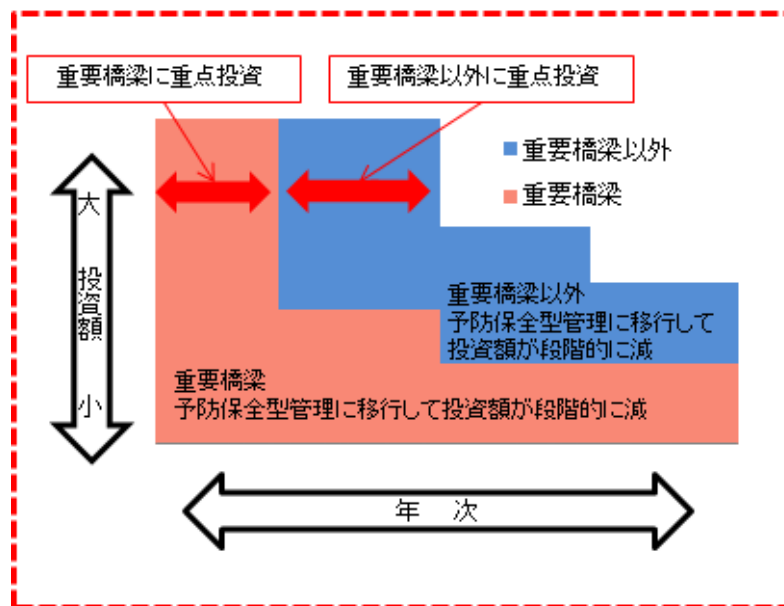


表 5-2

H22～H23	H24～H33
<ul style="list-style-type: none"> ●補修計画 BMS優先順位出力中前倒し可能な橋梁について補修を実施 ●H24～H33補修実施橋梁の準備 <ul style="list-style-type: none"> ・詳細調査 ・補修設計 ・河川協議 等の準備 	<ul style="list-style-type: none"> ●BMS優先順位出力に基づく橋梁長寿命化修繕計画

※平成 22～23 年度は本格運用の準備期間としています。

(2) 修繕費の平準化

○橋梁マネジメントシステムでは、部材毎に修繕時期を算定していますが実際の修繕工事は橋梁毎に行いますので橋梁単位で集約をしています。

BMS出力値
(径間・部材別)



橋梁単位集約
(工事発注単位へ)



○次に、各年度の予算を考慮して修繕時期が集中しないよう平準化を行います。



平 準 化



○最後に、耐震補強計画や河川改修計画などの個別事項による調整を行っています。



個別事項修正
(耐震補強工事など)



(3) 修繕工事の実施

長寿命化修繕計画は、北海道が管理する全ての橋梁を対象としていますが本10ヶ年計画では、計画策定時点で修繕等が必要な重要橋梁（橋長100m以上の長大橋や跨道・跨線橋など）336橋を優先的に予防保全型管理へ移行できるよう策定いたしました。また、点検結果等を踏まえ、適宜、修繕計画を見直すこととします。

橋梁別の対策内容と実施時期等は、別添「北海道長寿命化修繕計画一覧」のとおりです。

6 計画策定担当部署及び意見聴取した学識経験者

1) 計画策定担当部署

北海道建設部土木局道路課道路計画グループ
011 - 231 - 4111 (内線 29-217)

2) 意見を聴取した学識経験者

計画は、下記の有識者から助言・指導をいただき策定しました。

「公共土木施設長寿命化検討委員会」橋梁部会

- 北海学園大学工学部社会環境工学科 教授 杉本 博之
- 室蘭工業大学工学部建築社会基盤系学科 教授 田村 亨
- 北海道大学大学院工学研究科 教授 林川 俊郎
- 北海道大学大学院工学研究科 准教授 松本 高志