

コスト縮減においては、規模が大きく地上や梯子を用いた点検ができない橋りょうに対してその効果が期待される。構造上検証する新技術の使用が可能な橋りょう形式は表 4 のとおりである。

橋りょう点検車又は高所作業車の使用が想定される橋りょうは、新技術によるコスト縮減が期待されるため検証を行った。

表 4 新技術の活用が可能な橋りょう形式

新技術 \ 橋りょう形式	PC 中空床版	PC 箱桁	PCT 桁	鋼 I 桁	鋼箱桁
UAV を用いた近接撮影による橋梁点検支援システム	○	○	-	-	-
橋梁点検ロボットカメラ	○	○	○	○	○

表 5 コスト縮減効果の検証

橋りょう名	構造型式	路下 条件	点検方法 (想定)	点検費_従来 (千円/橋)	新技術	点検費_新技術 (千円/橋)	費用縮減効果	
							縮減金額 (千円/橋)	縮減率
768-1号橋	ボックスガバート	道路	高所作業車	291.8	UAV	103.2	-188.6	64.6%
橋山跨線橋	PC単純プレテン中空床版橋	鉄道	高所作業車	2985.4	UAV	862.8	-2,122.6	71.1%
上谷橋	単純PCプレテン床版橋	河川	点検車	1114.2	ロボットカメラ	22.0	-1,092.1	98.0%
荒川橋	5 @ 鋼単純H桁橋	河川	点検車	1114.2	ロボットカメラ	92.8	-1,021.3	91.7%
宮前橋	4 @ 鋼単純鉄桁橋	河川	点検車	1114.2	ロボットカメラ	242.5	-871.7	78.2%
八幡 (はちまん) 橋	桁橋	河川	点検車	1114.2	ロボットカメラ	98.3	-1,015.9	91.2%
今宮橋	5 @ 鋼単純鉄桁橋	河川	点検車	1114.2	ロボットカメラ	184.7	-929.4	83.4%
新荒川橋	3 @ 単純鋼鉄桁橋	河川	点検車	1114.2	ロボットカメラ	159.8	-954.3	85.7%
御林橋	PC2径間連続中空床版	道路	点検車	3311.1	UAV	190.4	-3,120.7	94.2%
桜ヶ丘橋	PC2径間連続中空床版	道路	点検車	3311.1	UAV	353.4	-2,957.7	89.3%
宿浦橋	PC2径間連続中空床版	道路	点検車	3311.1	UAV	365.4	-2,945.7	89.0%
橋山橋	PC3径間連続中空床版	道路	点検車	3311.1	UAV	525.3	-2,785.8	84.1%

検証結果から、新技術の点検方法の導入により、1 橋あたり 50%以上の費用縮減効果があると推定された。

(2) 修繕工事

修繕工事においては、修繕設計を行う際に新技術活用の検討を行い、新材料や工法の導入により事業の効率化と費用の縮減を図る。例として表面含浸機能を持つ剥落防止工法を記載する。

表 6 提案する新技術

名称	特殊ビニロンクロスを用いたコンクリート剥落防止工法
概要	含浸による透明な特殊ビニロンクロスを用いたコンクリート剥落防止工法である。従来ははつり工+モルタル復旧工で対応していたが、本技術の活用により、はつり作業が不要となり産業廃棄物の削減が見込まれる。また、騒音発生がなく経済性の向上、周辺環境への影響抑制となる。
概要図	

表 7 コスト縮減効果の検証

橋りょう名	構造型式	路下条件	従来工法	修繕費_従来 (千円/m ²)	新技術	修繕費_新技術 (千円/m ²)	費用縮減効果	
							縮減金額 (千円/m ²)	縮減率
御林橋	PC2径間連続中空床版	道路	はつり工+ モルタル復旧工	31.9	特殊剥落 防止工	15.0	-16.9	53.1%
桜ヶ丘橋	PC2径間連続中空床版	道路	はつり工+ モルタル復旧工	31.9	特殊剥落 防止工	15.0	-16.9	53.1%
宿浦橋	PC2径間連続中空床版	道路	はつり工+ モルタル復旧工	31.9	特殊剥落 防止工	15.0	-16.9	53.1%
樺山橋	PC3径間連続中空床版	道路	はつり工+ モルタル復旧工	31.9	特殊剥落 防止工	15.0	-16.9	53.1%

検証結果から、新技術の工法の導入により、1橋あたり50%程度の費用縮減効果があると推定された。

4-4 橋りょうの集約化・撤去の方針

今後老朽化する橋りょうに対して、維持管理にかかる費用の増加や社会情勢の変化に合わせて、道路施設に対して集約化・撤去検討を行い費用の縮減と事業の効率化を図ることが求められている。

そのため、蓮田市の橋りょうの中で、下記の考え方を満たす橋りょうに対して集約化・撤去の検討を行うこととし、迂回路が存在し集約が可能な橋りょうについて、令和 10 年度までに 2 橋程度の集約化・撤去を検討する。

【集約化・撤去の考え方】

- ✓ 日常的な利用が比較的活発ではないと見込まれる橋りょう(主に市街化調整区域に架設されている橋りょう)
- ✓ 撤去した場合、徒歩 3 分以内(240m 圏内)に迂回が可能な橋りょう

上記に該当する橋りょうについて、集約化・撤去の検討を行う際は地域住民からの意見を考慮する。

(参考) 道路メンテナンス事業補助制度要綱(国土交通省)より引用

第4 事業要件

「第3 国の補助等」の事業要件は次に定めるものとする。

1 点検を実施し、その診断結果が公表されている構造物であって、地方公共団体が策定する長寿命化修繕計画に基づいて実施される、次のいずれかに該当する事業及び長寿命化修繕計画の策定・更新にかかる事業であること。

- (1) 構造物の性能・機能の維持・回復・強化を図る修繕
- (2) 構造物の架替えや付替えなどにより、性能・機能の維持・回復・強化を図る更新
- (3) 複数の構造物において、その性能・機能を一部の構造物に集約することに伴い実施する他の構造物の撤去(集約先の構造物に係る対策等を実施する場合に限る)、または横断する道路施設等の安全の確保のために実施する構造物の撤去(改築または修繕と同時に実施する場合に限る)
- (4) 道路メンテナンス事業の実施にあたっては、新技術等の活用の検討を行い、費用の縮減や事業の効率化などに取り組むこと。

4-5 ライフサイクルコスト（LCC）及び予防保全型と事後保全型

ライフサイクルコスト(LCC)とは、計画・設計、運用、維持管理、更新、廃棄・撤去までの一連の流れで必要になる費用のことを示す。

構造物の長寿命化は、上記の一連の費用を抑えることができる措置方針の検討を行い、費用を試算することが重要である。

今回計画において、「予防保全型」及び「事後保全型」の2種の措置方針によるライフサイクルコストを試算し、長期的にコスト削減効果が見込まれるか比較・検討を行う。

「予防保全型」とは、構造物の修繕コストが低いうちに対策を実施することであり、構造物への甚大な損傷を未然に防ぐことが可能である。また、修繕コストが低いうちにこまめに対策を行うことで、同時に長期的なライフサイクルコスト(LCC)を低く抑えることができるとされている。

「事後保全型」とは構造物の損傷が大きくなった段階で対策を実施することである。予防保全型と比べ修繕時期は後になるが、損傷が大きいため修繕コストが大きくなり、損傷が著しい場合は修繕をしても健全な状態に回復しない場合がある。

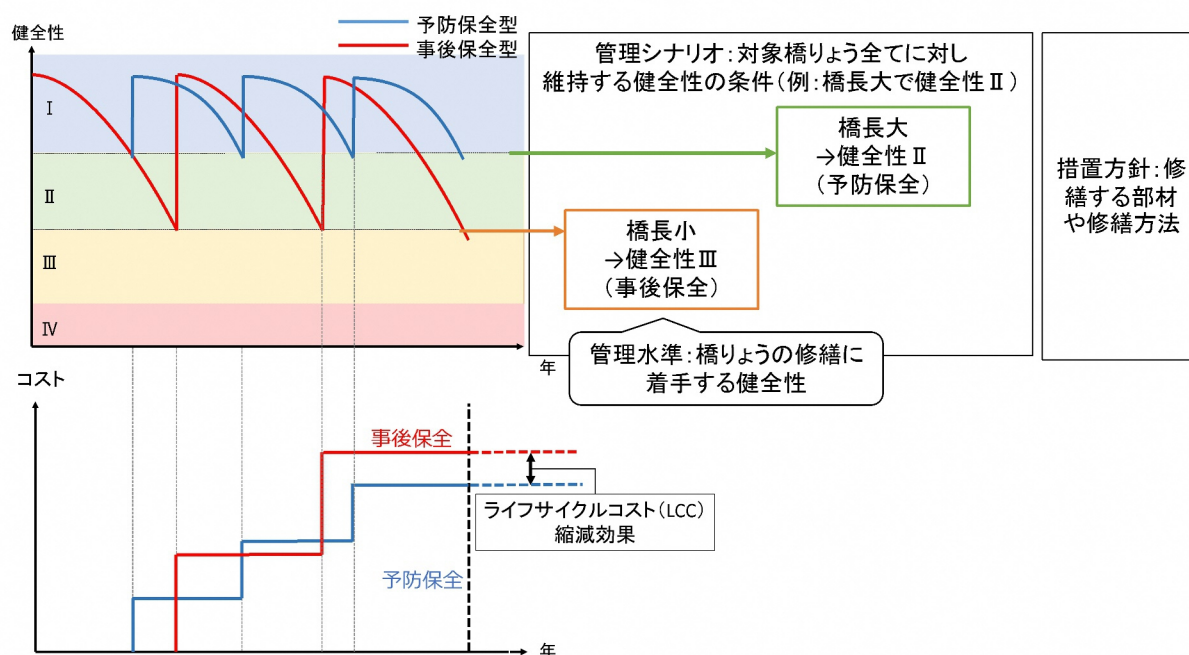


図 19 LCC 及び用語の解説

平成 30 年度の点検要領における健全性Ⅱを管理水準として修繕することを「予防保全型の対策（維持管理）」、健全性Ⅲを管理水準として修繕することを「事後保全型の対策（維持管理）」とし、これらの管理水準を組み合わせることで複数の管理シナリオを作成する。

今回計画において採用する管理シナリオは、50 年間のライフサイクルコストをそれぞれ算出し、効果の検証及び比較を行い選択する。

4-6 基本方針に基づく維持管理シナリオ

基本方針に基づく管理シナリオの費用縮減効果を確認するため、従来型の管理方法であるシナリオ1、提案する管理シナリオを採用したシナリオ2、全て予防保全型で修繕を行うシナリオ3の3種類のシナリオについて、それぞれの50年間の予算シミュレーションを行う。

5m未満の小規模の橋りょうはBOXカルバート形式等による架替えが比較的容易である。そのため、シナリオ2では橋長5mを基準とし管理水準を区分した。

表 8 管理シナリオ

管理シナリオ		管理水準
シナリオ1	事後保全型	全橋りょう健全性Ⅲの事後保全型で修繕を行う。
シナリオ2	予防保全型（5m以上）	跨線跨道橋又は、5m以上の橋りょうは健全性Ⅱの予防保全型で修繕を行い、それ以外の橋りょうは健全性Ⅲの事後保全型で修繕を行う。
シナリオ3	予防保全型（全橋）	全橋りょう健全性Ⅱの予防保全型で修繕を行う。

4-7 予算シミュレーションの算定

予算シミュレーションは、「国土技術政策総合政策研究所 プロジェクト研究報告 住宅・社会資本の管理運営技術の開発 平成18年1月」（以下国総研資料）に準拠する形で算出を行った。

今回計画における算出項目は以下のとおりであり、それぞれの算出条件及び方法を次項より記載する。

- ・修繕時期（劣化予測）
- ・定期点検費
- ・修繕設計費
- ・修繕工事費

表 9 予算シミュレーション上の詳細の条件

費用の高騰が予想される橋りょうに対する割増係数	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道橋は直接工事費を3倍する。 ・高速道路橋は直接工事費を2倍する。
交通規制費	<ul style="list-style-type: none"> ・路下の施設に影響がある場合、床版の修繕の際に高速道路橋は200万円、それ以外の跨道橋で50万円を計上する。 ・当該橋りょうで路面の通行にかかわる伸縮装置の措置を行う場合20万円を計上する。
仮設費（足場）	<ul style="list-style-type: none"> ・橋長5m未満の橋りょうは、桁下高が低く足場が不要であるため、橋長5m以上の橋りょうに対し足場費（3千円/m²）を計上する。
消費税	10%
樺山跨線橋	跨線橋は、跨線部とそれ以外の部分で調書が分かれているが、シミュレーションでは判定が悪い値を使用する。

(1) 劣化予測

劣化予測は、以下国総研資料を参考に実施した。

- ・劣化予測式は点検データを用いて、橋りよの部材ごとに設定する。
- ・劣化予測式は仮設時と点検時の健全性を結んだ2次曲線とする。

$$Y = -aX^2 + 5 \quad \text{このとき、Y:健全性 } a:\text{劣化係数 } X:\text{経過年数}$$

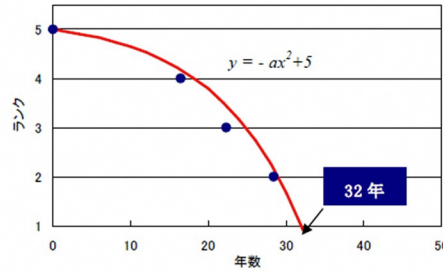


図3-2-1 劣化曲線の設定 (例:床版)

図 20 劣化予測式 (国総研資料より)

表 10 各部材の劣化係数及び劣化曲線 (国総研資料より)

部 材	種 類	a (劣化係数)	劣化曲線
主 桁	鋼 橋	0.00389	$y = -0.00389x^2 + 5$
	一般コンクリート	0.00250	$y = -0.00250x^2 + 5$
	塩害地域 PC	0.00640	$y = -0.00640x^2 + 5$
床 版	一般地域	0.00391	$y = -0.00391x^2 + 5$
	塩害地域	0.00444	$y = -0.00391x^2 + 5$
支 承	鋼製	0.00444	$y = -0.00444x^2 + 5$
	ゴム	0.00110	$y = -0.00110x^2 + 5$

(2) 点検ランクと健全性

国総研資料では施設の損傷程度の指標として、損傷度を5段階で表現した点検ランクを用いている。今回計画での損傷は平成 26 年度の道路法改正による点検要領の健全性によって確認しているため、下表のとおり点検ランクを健全性に変換し検討を行った。

表 11 点検ランクと健全性 (修正後) 国総研資料 P411

損傷度		健全性	
点検ランク	損傷状態	判定区分	状態
OK(5.0)	損傷が無い状態あるいは材料特性による損傷。	I	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
IV(4.0)	劣化による損傷の初期段階。		
III(3.0)	損傷が漸増し安全性が徐々に低下する段階。	II	道路橋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構うことが望ましい状態。
II(2.0)	損傷が加速的に進行し、交通規制を伴う保守が必要な段階。	III	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり早期に措置を構うべき状態。
I(1.0)	直ちに通行規制を行い、修繕が必要。	IV	道路橋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構うべき状態。

(3) 修繕年次の設定方法

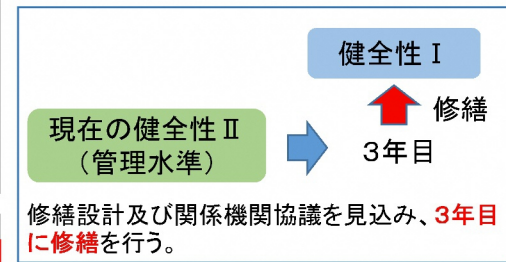
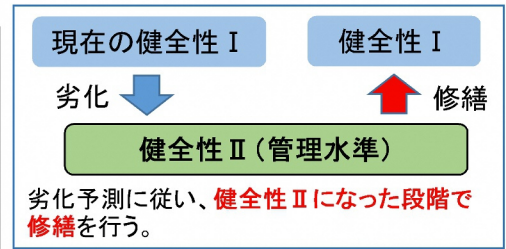
修繕の実施年は、以下の方針に基づき劣化予測式より算出を行った。

- ・初回の修繕年次は現在の健全性から管理水準に至るまでの年数とした。
- ・現在の健全性と管理水準が同じ場合、修繕設計と関係機関協議を各1年ずつ見込み、修繕工事は3年目とした。
- ・修繕工事により健全性Ⅰに健全性が回復するものとし、2回目以降の修繕年次は以降の各部材ごとのシナリオの耐久性に基づいて算出を行った。

管理水準がⅡ（予防保全型を適用する橋りょう）の場合

損傷度		健全性	
点検ランク	損傷状態	判定区分	状態
OK(5.0)	損傷が無い状態あるいは材料特性による損傷。	Ⅰ	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
Ⅳ(4.0)	劣化による損傷の初期段階。		
Ⅲ(3.0)	損傷が漸増し安全性が徐々に低下する段階。	Ⅱ	道路橋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構ることが望ましい状態。
Ⅱ(2.0)	損傷が加速的に進行し、交通規制を伴う保守が必要な段階。	Ⅲ	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり早期に措置を構すべき状態。
Ⅰ(1.0)	直ちに通行規制を行い、修繕が必要。	Ⅳ	道路橋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構すべき状態。

健全性及び点検ランク	考慮する損傷	管理水準					
		事後保全型(健全性Ⅲ)			予防保全型(健全性Ⅱ)		
		修繕工法	回復	耐久性	修繕工法	回復	耐久性
Ⅰ(5.0)	無し	—			—		
Ⅰ(4.0)	無し	—			—		
Ⅱ(3.0)	ひびわれ、剝離・鉄筋露出、うき	—			表面被覆	(5.0)	14
		—			剝離防止(第三者被害)	(5.0)	35
Ⅲ(2.0)	ひびわれ、剝離・鉄筋露出、うき	断面修復	(5.0)	9	断面修復	(5.0)	9
		ひびわれ注入	(5.0)	9	ひびわれ注入	(5.0)	9



→健全性Ⅱでの修繕のため、床版では**表面被覆・剝離防止**を選択。健全性はⅠに回復。その後各工法に設定されている耐久性より算出した、管理水準の健全性まで損傷が生じるまでの年数を周期とする

図 21 修繕年次決定のイメージ

(4) 各部材における管理水準ごとの修繕時期

1) 主桁・横桁（鋼部材）のシナリオ

■事後保全型

健全性Ⅲとなった段階で、損傷が生じている部分に再塗装を行う。

■予防保全型

鋼部材に対しては健全性Ⅱと健全性Ⅲで適用する工法は同じであり、健全性Ⅱとなった段階ではまだ損傷は大きくないため、管理水準は健全性Ⅱであるが健全性Ⅲで修繕を行う。

表 12 主桁・横桁（鋼部材）のシナリオ

健全性及び 点検ランク	考慮する 損傷	管理水準					
		事後保全型（健全性Ⅲ）			予防保全型（健全性Ⅱ）		
		修繕工法	回復	耐久性	修繕工法	回復	耐久性
I (5.0)	無し	—			—		
I (4.0)	無し	—			—		
II (3.0)	塗装劣 化、腐食	—			—		
III (2.0)	塗装劣 化、腐食	部分再塗 装(Rc-I)	(5.0)	51	部分再塗 装(Rc-I)	(5.0)	51

2) 主桁（コンクリート）のシナリオ

■事後保全型

健全性Ⅲとなった段階で、断面修復とひびわれ注入を行う。

■予防保全型

健全性Ⅱとなった段階で表面含浸を行う。（第三者被害が想定される橋りょうにおいては、表面含浸機能のある剥落防止工を実施。）既に健全性Ⅲの橋りょうは、加えて断面修復とひびわれ注入を行う。

表 13 主桁（コンクリート）のシナリオ

健全性及び 点検ランク	考慮する 損傷	管理水準					
		事後保全型（健全性Ⅲ）			予防保全型（健全性Ⅱ）		
		修繕工法	回復	耐久性	修繕工法	回復	耐久性
I (5.0)	無し	—			—		
I (4.0)	無し	—			—		
II (3.0)	ひびわれ、 剝離・鉄筋	—			表面含浸	(5.0)	14
		—			剥落防止(第 三者被害)	(5.0)	35
III (2.0)	露出、うき	断面修復	(5.0)	9	断面修復	(5.0)	9
		ひびわれ注入	(5.0)	9	ひびわれ注入	(5.0)	9

3) 床板のシナリオ

■事後保全型

健全性Ⅲとなった段階で、断面修復とひびわれ注入を行う。

■予防保全型

健全性Ⅱとなった段階で表面含浸を行う。（第三者被害が想定される橋りょうにおいては、表面含浸機能のある剥落防止工を実施。）既に健全性Ⅲの橋りょうは、加えて断面修復とひびわれ注入を行う。

表 14 床板のシナリオ

健全性及び 点検ランク	考慮する 損傷	管理水準					
		事後保全型（健全性Ⅲ）			予防保全型（健全性Ⅱ）		
		修繕工法	回復	耐久性	修繕工法	回復	耐久性
I (5.0)	無し	—			—		
I (4.0)	無し	—			—		
II (3.0)	ひびわれ、剥離・鉄筋	—			表面含浸	(5.0)	14
		—			剥落防止（第三者被害）	(5.0)	35
III (2.0)	露出、うき	断面修復	(5.0)	9	断面修復	(5.0)	9
		ひびわれ注入	(5.0)	9	ひびわれ注入	(5.0)	9

4) 下部工（鋼部材）のシナリオ

■事後保全型

健全性Ⅲとなった段階で、損傷が生じている部分に再塗装を行う。

■予防保全型

鋼部材に対しては健全性Ⅱと健全性Ⅲで適用する工法は同じであり、健全性Ⅱとなった段階ではまだ損傷は大きくないため、管理水準は健全性Ⅱであるが健全性Ⅲで修繕を行う。

表 15 下部工（鋼部材）のシナリオ

健全性及び 点検ランク	考慮する 損傷	管理水準					
		事後保全型（健全性Ⅲ）			予防保全型（健全性Ⅱ）		
		修繕工法	回復	耐久性	修繕工法	回復	耐久性
I (5.0)	無し	—			—		
I (4.0)	無し	—			—		
II (3.0)	塗装劣化、腐食	—			—		
III (2.0)		再塗装 (Rc-I)	(5.0)	51	再塗装 (Rc-I)	(5.0)	51

5) 下部工（コンクリート）のシナリオ

■事後保全型

健全性Ⅲとなった段階で、断面修復とひびわれ注入を行う。

■予防保全型

健全性Ⅱとなった段階で、表面含浸を行う。既に健全性Ⅲの橋りょうは、加えて断面修復とひびわれ注入を行う。

表 16 下部工（コンクリート）のシナリオ

健全性及び 点検ランク	考慮する 損傷	管理水準					
		事後保全型（健全性Ⅲ）			予防保全型（健全性Ⅱ）		
		修繕工法	回復	耐久性	修繕工法	回復	耐久性
I (5.0)	無し	—			—		
I (4.0)	無し	—			—		
II (3.0)	ひびわれ、 剝離・鉄筋 露出、うき	—			表面含浸	(5.0)	14
III (2.0)		断面修復	(5.0)	9	断面修復	(5.0)	9
		ひびわれ 注入	(5.0)	9	ひびわれ 注入	(5.0)	9

6) 支承のシナリオ

■事後保全型

健全性Ⅲとなった段階で、損傷が生じている部分に再塗装を行う。

■予防保全型

鋼部材に対しては健全性Ⅱと健全性Ⅲで適用する工法は同じであり、健全性Ⅱとなった段階ではまだ損傷は大きくないため、管理水準は健全性Ⅱであるが健全性Ⅲで修繕を行う。

表 17 支承のシナリオ

健全性及び 点検ランク	考慮する 損傷	管理水準					
		事後保全型（健全性Ⅲ）			予防保全型（健全性Ⅱ）		
		修繕工法	回復	耐久性	修繕工法	回復	耐久性
I (5.0)	無し	—			—		
I (4.0)	無し	—			—		
II (3.0)	塗装劣化 、腐食	—			—		
III (2.0)		再塗装 (Re-I)	(5.0)	51	再塗装 (Re-I)	(5.0)	51