

京丹後市橋りょう長寿命化修繕計画

令和7年3月

京丹後市 建設部 土木課



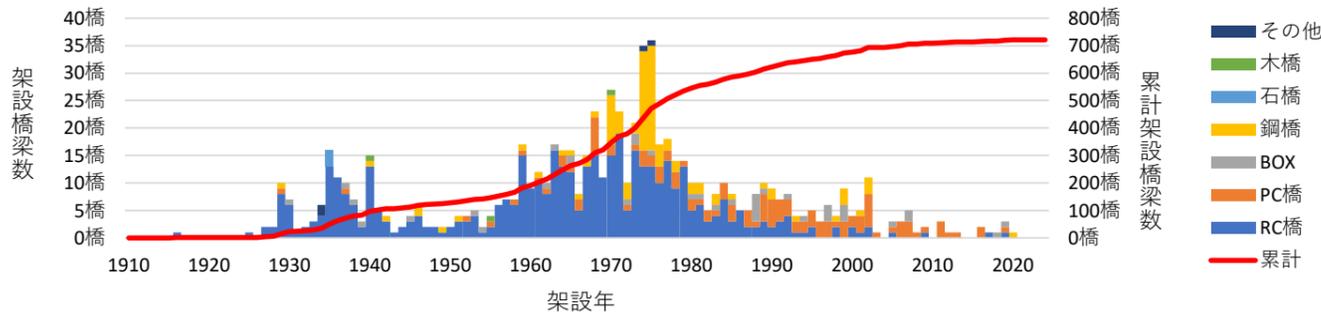
1. はじめに

本計画は、本市が管理する橋りょうについて、計画的な点検や修繕等を行うことにより、従来の対症療法型の維持管理から“損傷が大きくなる前に予防的な対策を行う”予防保全型の維持管理への転換を図り、長寿命化による中長期的なコストの縮減や予算の平準化を図ろうとするものである。

定期点検（1回/5年）の結果、健全性Ⅲ判定の橋りょうが38橋、健全性Ⅱ判定の橋りょうが571橋と、健全性Ⅱ判定以上となる橋りょうが全橋りょう（845橋）の72%と大半を占めている。今後、橋りょうの老朽化が急速に進行していくことを踏まえると、本市の将来的な財政負担の低減や道路交通の安全性の確保を図り、適切に維持管理を行っていく必要がある。そこで全橋りょうの点検時期、Ⅲ判定橋りょう及び優先度の高いⅡ判定橋りょうの対策等の内容や工程、概算工事費等を示した橋りょう長寿命化修繕計画を策定する。また、計画策定にあたっては新技術の活用及び集約化撤去等の工夫により、更なるコスト縮減施策を取り入れ、計画に反映した。

2. 対象橋りょう

・計画対象橋りょう：845橋 内50年を超える橋りょう436橋（架設年度不明な124橋除く）



3. 計画期間

本計画は令和7年度から令和16年度の10年間の計画とし、定期点検が3巡する概ね5年後に、点検・補修・更新等の実行状況を踏まえ、中間見直しを行うこととする。

4. 基本方針

維持管理では、点検・診断・措置・記録の維持管理のマネジメントサイクルを着実に運用することにより、“予防的な対策を行う”予防保全型の維持管理を行い、橋りょうの長寿命化を図ることを基本方針とする。

老朽化対策では、点検結果より損傷における特徴、個別施設の状態を踏まえ、優先順位を定め、効率的に予算配分していくことにより老朽化対策を進めることを基本方針とする。また、新技術の活用や集約化・撤去を積極的に実行し、コスト縮減に努める。

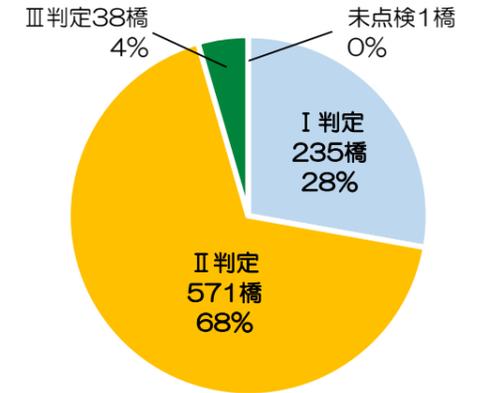
5. 点検及び健全性の診断

定期点検は、「道路橋定期点検要領（令和6年3月 国土交通省 道路局）」等に基づき、5年に1回の頻度で近接目視により実施することを基本とし、変状等について状態の把握を行った上で、道路橋毎に健全性の診断（4段階）を行う。

また、日常点検として、日常の道路巡回時や住民・利用者からの通報時に遠望目視等により変状等の確認を行い、必要に応じて補修等の措置を実施する。

6. 過年度の定期点検及び健全性の診断結果

本市管理橋りょうは、R5年度に2巡目点検が完了、R6年度から3巡目の点検を進めており、健全度は「Ⅰ判定（健全）235橋、Ⅱ判定（予防保全段階）571橋、Ⅲ判定（早期措置段階）38橋、Ⅳ判定（緊急措置段階）該当なし」と診断されている。 ※未点検：1橋



主な変状は、

- 鋼橋：防食機能の劣化、局部的な腐食
P C橋：ひびわれ、それに起因する漏水、遊離石灰
R C橋：経年劣化によるひびわれ、剥離・鉄筋露出
共通：洗堀、舗装の劣化、高欄の損傷

7. 対策等の優先順位の考え方

健全性の低い（Ⅳ→Ⅱ）橋りょうから対策を行う事を基本とし、構造の安全性・路線機能の確保・第三者被害の観点で優先度の高い橋りょうを優先的に対策する。Ⅳ、Ⅲ判定橋りょうについては速やかに対策を行い、現在把握しているⅢ判定橋梁は5年以内を目標に対策を完了させる。6年目以降はⅡ判定の橋りょうについても予防保全の観点から計画的に対策等を行うこととする。

8. 工程及び概算事業費

優先度評価に基づき、年間事業費約2.0億円とした場合の工程、及び概算事業費を下表に示す。補修設計時に適応できる新技術を検討しながらコスト縮減を目指す。

Table with columns for bridge ID, location, construction year, and planned maintenance schedule from R2025 to R2034, including estimated costs.

9. 新技術及び集約化撤去によるコスト縮減効果

本市管理橋りょうの定期点検では、職員点検の実施、近接困難な箇所へのドローンを用いた撮影や、補修工事の際には、設計時に適応可能な新技術の検討を図り、適材適所に活用することで維持管理の高度化およびコスト低減を目指す。

- ①職員点検によるコスト縮減目標 (R7~R16) : 16百万円
②新技術採用によるコスト縮減目標 (R7~R16) : 3百万円
(50年間) : 66百万円
③集約化撤去によるコスト縮減目標 (R7~R16) : 203百万円
★短期のコスト縮減目標合計 (R7~R16) : 222百万円

1. 対象施設の現状

1.1 橋梁種別

橋梁種別ごとの施設数を整理すると、RC橋が6割以上、PC橋およびBOXが約1割を占めており、コンクリート橋が全体の8割以上の橋梁数を占めている。一方で、施設規模の観点から橋梁種別ごとの橋面積合計を整理すると、PC橋が最も大きく全体の約4割を占めており、次いでRC橋、鋼橋が約3割、BOXは1割未満となり、施設数とは異なる傾向となった。これは、RC橋は施設数が多いがほとんどが小規模なものであるが、一方でPC橋や鋼橋は施設数が少ないが施設規模が大きいものが多いことから、維持管理費用に占める割合は大きくなることが想定される。

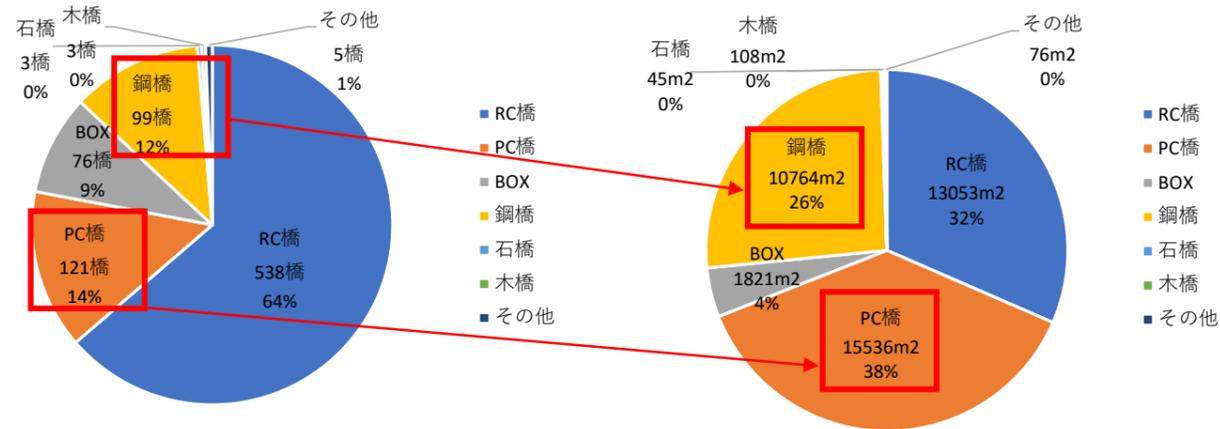


図 1-1 橋梁種別 (左: 橋梁数、右: 橋面積合計)

1.2 橋長

橋長別に見ると5m未満の橋梁が約5割、15m未満の橋梁が約8割を占めている。橋種別に見ると、6m未満の橋梁の多くはRC橋であり、橋長が長くなるほど鋼橋、PC橋の比率が高くなっている。

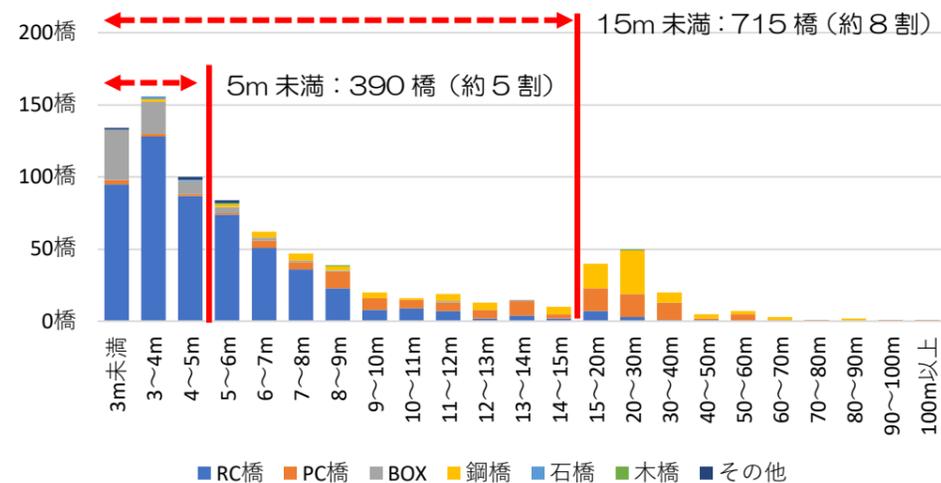


図 1-2 橋長別・橋種別橋梁

1.3 架設年度

対象橋梁845橋のうち、架設年度が既知な橋梁は721橋(全体の約9割)である。これらを対象に整理すると、架設年度は1960~1980年代に集中しており、全体の約6割を占めている。経過年数別にみると、令和6年現在、建設後50年を経過する橋梁は436橋(約6割)であり、半数以上の橋梁が老朽橋の目安となる「建設から50年」を超過しており、今後の維持管理費の増加が懸念される。

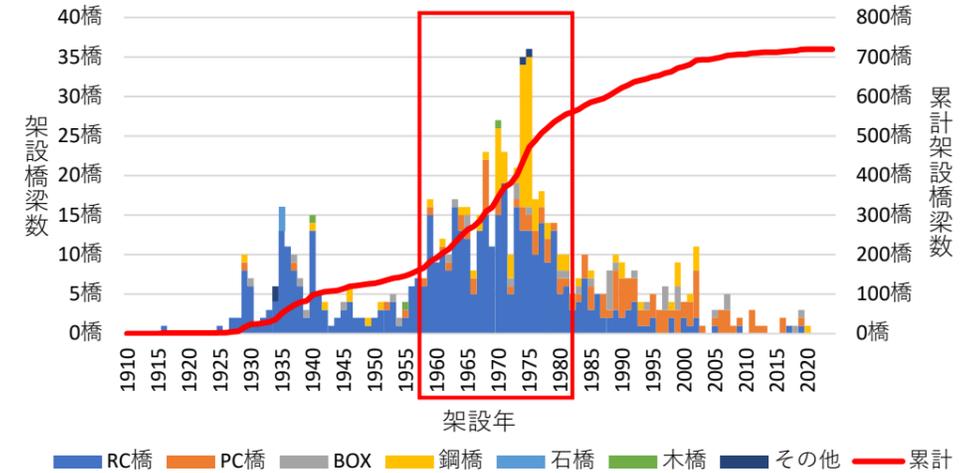


図 1-3 架設年度別橋梁数 (721橋)

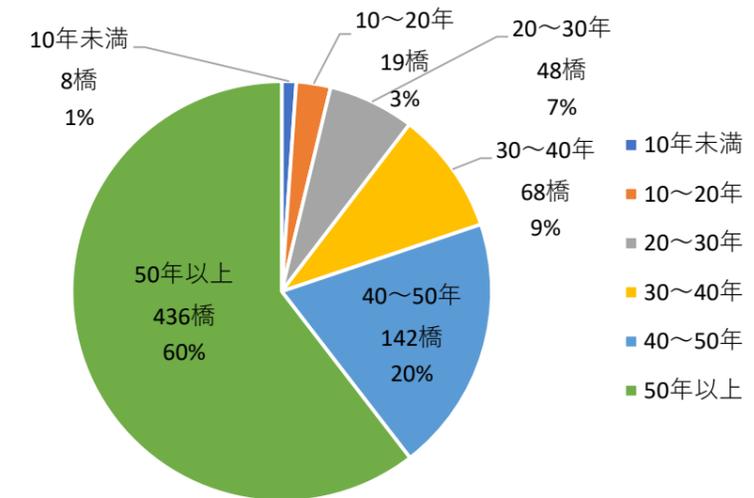


図 1-4 経過年数別の割合

1.4 対象橋梁の健全度

1.4.1 管理橋梁の現状

令和7年3月時点での管理橋梁の現状として、各橋梁の最新の点検結果及び補修実績に基づき橋梁単位の健全性を整理した。ただし、上石橋については令和6年度に更新が完了し、初回点検が未実施であることから、ここでの整理の対象外とした。

最新点検結果に基づく対象施設844橋（上石橋1橋除く）の健全性は、I判定が約3割、II判定が約7割、III判定が1割未満となっていることが確認できた。

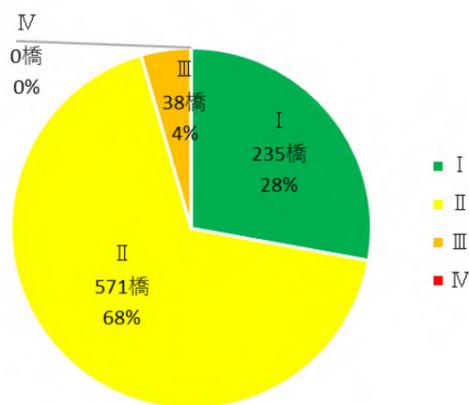


図 1-5 管理橋梁の健全性の判定区分 (最新点検結果より)

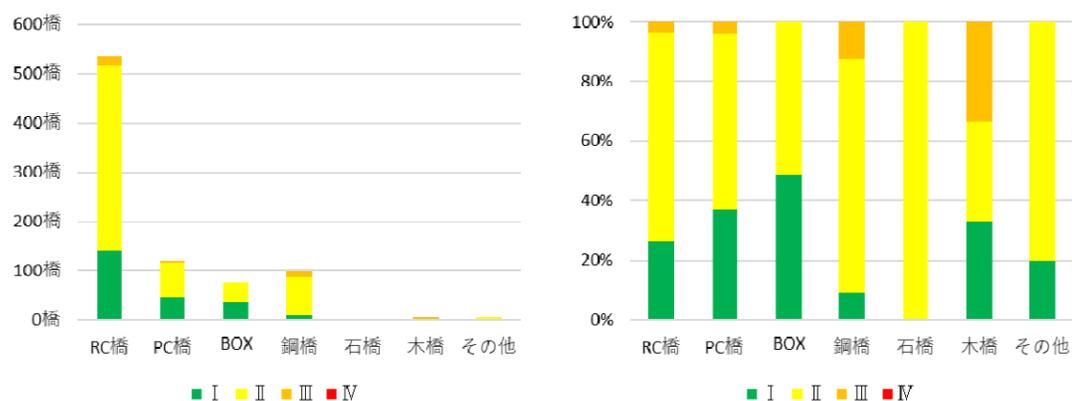


図 1-6 各健全性の橋梁数と割合 (橋梁種別)

表 1-1 健全性の判定区分

区分	状態	状態
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	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講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	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、緊急に措置を講ずべき状態。

出典：道路橋定期点検要領（平成31年2月 国土交通省道路局）

1.4.2 進行性

点検結果の比較を以下に示す。比較対象は1巡目、2巡目点検ともに実施済みの833橋とした。

1巡目点検と比較して、2巡目点検ではIV判定が解消されているものの、III判定の橋梁数は増減なし、II判定の橋梁数は増加していた。健全度が悪化した橋梁は83橋（全体の約10%）であり、健全度が改善した橋梁は37橋（全体の約4%）であった。

III判定に着目すると、1巡目点検でIII判定の橋梁のうち23橋は2巡目点検でI判定あるいはII判定に改善しているが、一方でI、II判定の橋梁のうち22橋が新たにIII判定となっている。そのため、管理施設全体で見ると、III判定の橋梁数は大きく変わらない結果となった。ただし、現在もIII判定に対する補修工事等が実施されていることから、3巡目点検では結果の改善（III判定の橋梁数の減少）が期待できると考えられる（令和6年度の点検結果を反映するとIII判定が22橋となり改善していることを確認できている）。

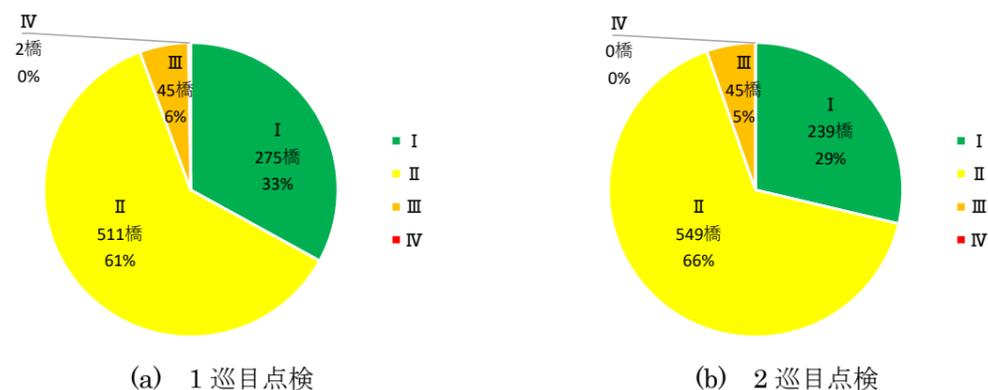


図 1-7 健全度の推移

【凡例】
 健全度が改善
 健全度が悪化

		2巡目点検				合計
		I	II	III	IV	
1巡目点検	I	213橋	61橋	1橋	0橋	275橋
	II	12橋	478橋	21橋	0橋	511橋
	III	13橋	10橋	22橋	0橋	45橋
	IV	1橋	0橋	1橋	0橋	2橋
合計		239橋	549橋	45橋	0橋	

図 1-8 健全度の推移の内訳

2. 対策等の優先順位

2.1 優先度評価対象橋梁の抽出

補修済や工事年度が確定しているものについては、優先順位決定の必要がないとして、以下のフローで優先度評価の対象橋梁を選定することとした。

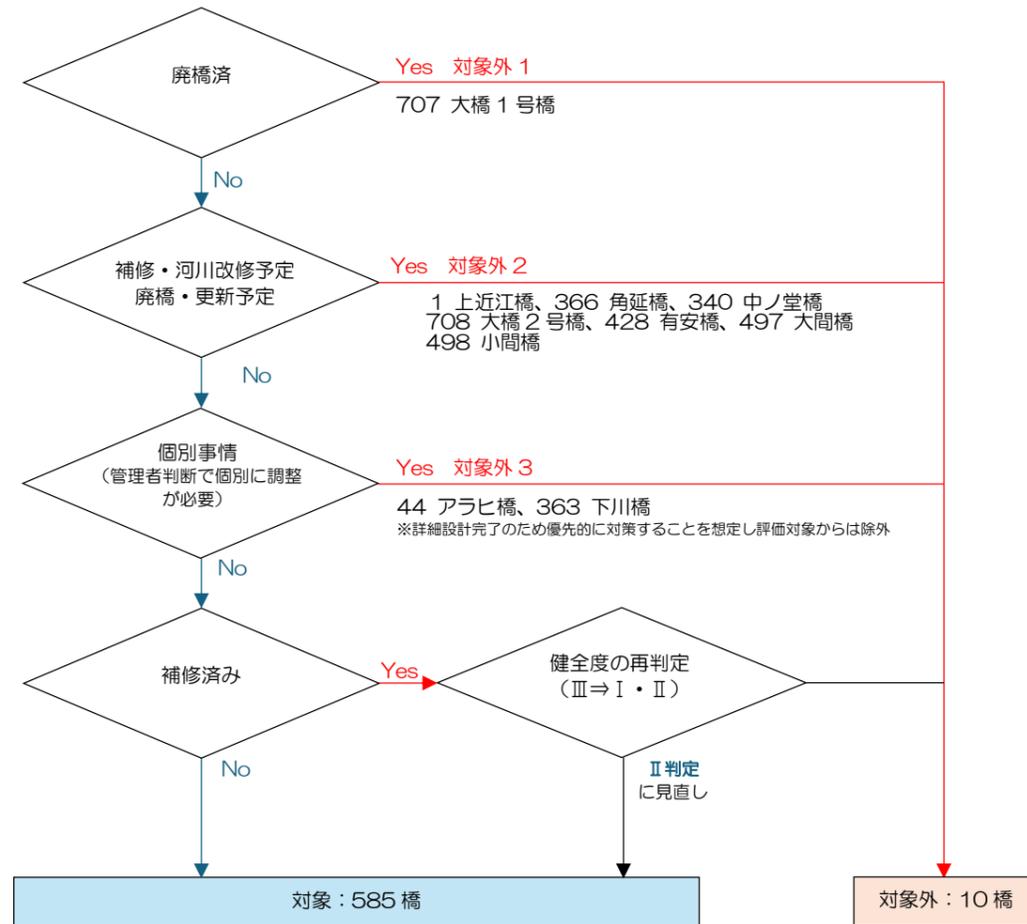


図 2-1 優先度評価対象の橋梁選定フロー

表 2-1 優先順位の設定指標

観点	指標	判断根拠
① 構造の 安全性	判定結果 (I~IV)	そもそもの対策の要否に関わる
	発生部材 (主要部材)	構造性能への影響が大きい
	構造形式 (BOX/BOX 以外)	劣化の進行性や落橋のリスクの大きさが異なる
	特定事象の有無 (洗掘/塩害/ASR/疲労)	劣化進行が早い、構造性能への影響が大きいと想定
② 路線機能の 確保	幹線道路 (第1次/第2次/第3次)	市内の主要ネットワークを形成する
	橋長	機能停止による迂回距離が長くなることや、復旧に時間を要す
③ 第三者 被害	桁下環境 (道路/線路/船の運航路)	部材片が落下した場合の第三者被害のリスクが高い
	高欄の損傷の有無	歩行者の怪我や転落等の被害発生を懸念

2.2 優先度評価

対策の優先度は以下の方法で決定する。

【優先度評価の基本方針】

- ① 利用者への安全性確保は第一条件であるため、健全性の低い橋梁から対策を実施する事を基本とする (健全性IV > III > II > I)
- ② 重要度を前述の三つの観点から、下表のとおり評価し、大 > 中 > 小の順で対策を実施
- ③ 同一健全性・重要度における最終的な順位は橋長 (供用年数) により評価

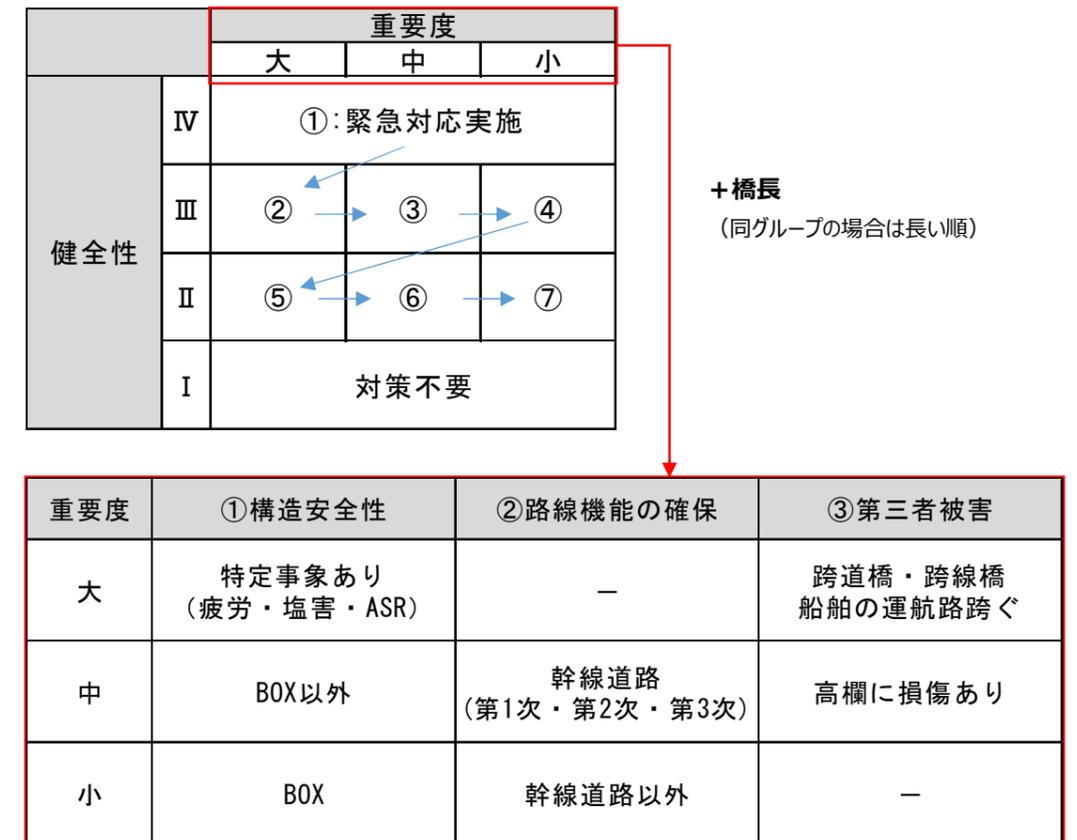


図 2-2 優先度評価対象の橋梁選定フロー

3. 中長期シミュレーションによる効果の算定

3.1 劣化曲線の設定

2 巡した近接目視点検データを基に、回帰分析による劣化予測分析を行った。なお、部材・材料に応じて劣化のメカニズムが異なる事や、架設環境による劣化傾向の相違も想定されることから、各種グルーピングを行った上で分析精度の確保を図った。劣化予測分析により各健全度に至る年数を定め、劣化傾向の違いを定量的に把握すると共に、今後の対策実施時期を予測する結果を得た。

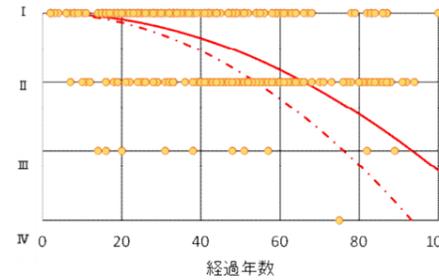


表 3-1 劣化予測結果

部材	材料（橋種）	環境	各健全度に至る年数（年）			
			I	II	III	IV
主桁	コンクリート	海岸	—	49	70	85
		その他	—	58	81	100
	鋼	海岸	—	30	43	53
		その他	—	45	64	78
床版	コンクリート	海岸	—	31	45	55
		その他	—	54	76	93
下部構造		海岸	—	50	71	87
		その他	—	55	78	95
支承		海岸	—	38	54	66
		その他	—	52	73	89
頂版	コンクリート（BOX）	全体	—	53	75	92
側壁	コンクリート（BOX）	全体	—	49	70	86

3.2 対策工法及び数量の設定

シミュレーションに利用する対策工法及び数量は以下の通り設定した。

表 3-2 対策工法及び対策数量

工種		決定数量			
		数量	単位		
主桁	コンクリート	ひびわれ補修工	0.7×橋面積	m/m2	延命設計をラウンド
		断面修復工	0.2×橋面積	m2/m2	延命設計をラウンド
		炭素繊維補強工	0.02×橋面積	m2/m2	延命設計をラウンド
	鋼	部分塗装（1種）	2.66×幅員×4m×2	m2/m2	標準設計より
当て板補強工		4	箇所/橋	延命設計より	
床版	コンクリート	ひびわれ補修工	1.0m/m2×橋面積×20%	m	他業務等を参考に想定
		断面修復工	橋面積×20%	m2/橋面積	他業務等を参考に想定
下部構造	コンクリート	橋台基数×25m2×1.0m/m2×5%		m	橋台：2基/橋
		橋脚基数×50m2×1.0m/m2×5%		m	橋脚：（径間数+1）-2基
支承	鋼橋	鋼橋：幅員×0.4×下部工基数		基	標準設計より
		PC橋：幅員×0.5×下部工基数		基	PC橋、鋼橋のみ
伸縮装置	取替	幅員延長×2箇所		m	実数
足場	吊り足場 ^{※3}	橋面積		m2	鋼橋、PC橋に適用
		枠組み足場	（下部工基数+1）×幅員×4.0m		m2

工種		決定数量			
		数量	単位		
主桁	コンクリート	ひびわれ補修工	2.0	m/橋面積	III判定の2倍
	鋼	塗装塗替（I種）	2.66×橋面積-（2.66×幅員×4m×2）	m2/橋面積	標準設計より
		塗装塗替（III種）	2.66×橋面積	m2/橋面積	標準設計より
床版	コンクリート	ひびわれ補修工	1.0m×橋面積×40%		III判定の2倍
		橋面防水工+舗装	橋面積	m2	実数
下部構造	コンクリート	ひびわれ補修工	橋台基数×25m2×0.02m+橋脚基数×50m2×0.02m	m	III判定の2倍

3.3 対策単価の設定

対策単価は積算等により下表の通り設定した。

表 3-3 対策単価の設定

部材	工法名	単位	直工単価	設定根拠
コンクリート部材	ひび割れ注入	円/m	8,000	延命設計成果
	断面修復工（左官工法）	円/m ²	137,000	延命設計成果
	炭素繊維補強工	円/m ²	50,000	延命設計成果
鋼部材	塗装塗替（Rc-I）	円/m ²	6,000	積算
	塗装塗替（Rc-III）	円/m ²	16,000	積算
	当て板補強工	円/箇所	206,000	延命設計成果
床版（舗装）	橋面防水工	円/m ²	16,000	積算
支承	支承塗装（Rc-III）	円/m ²	6,000	積算
	支承交換	円/基	576,000	積算
伸縮装置	伸縮装置取替	円/m	256,000	積算
足場	吊り足場	円/m ²	84,000	積算
	枠組足場	円/m ²	3,400	積算

表 3-4 更新単価の設定

橋種	撤去単価	新設単価	更新単価 （H28年度単価）	更新単価 （R6年度単価）
鋼橋	51,100円/m2	515,300円/m2	566,400円/m2	760,000円/m2
PC橋	46,400円/m2	501,300円/m2	547,700円/m2	730,000円/m2
RC橋	52,100円/m2	570,200円/m2	622,300円/m2	830,000円/m2

3.4 検討シナリオ

実現性も考慮しつつ、出来る限り予防保全型の管理を実行することを見据え、事後保全型・早期保全型・予防保全型（管理水準および回復レベルにより2分類）による4つのシナリオを想定した。検討は今後50年間の費用を算出した。

表 3-5 シナリオの設定

シナリオ	管理水準	シナリオの考え方
1 事後保全型	—	損傷がある程度進んだ段階で単純更新を実施する
2 早期保全型	III	健全度がIII判定に至った段階で、III判定損傷のみ対策し、II判定まで健全性を回復させる
3 予防保全型（III+II）	III	健全度がIII判定に至った段階で、II判定損傷を含めて対策することで、I判定まで回復させる
4 予防保全型（II）	II	健全度がII判定となった段階で対策を実施する

設定した条件を基にシミュレーションを実施し、投資可能な予算の中で出来る限り LCC 縮減を図れるケースとして、予防保全型（Ⅲ+Ⅱ）のケースを選定した。ただし、Ⅲ判定が解消された後はケース4の予防保全型（Ⅱ）へ移行し、コスト縮減に努める方針とした。

表 3-6 中長期シミュレーション結果

ケース	費用算出結果	50年間の費用推移（平準化前）	50年間の費用推移（前後2年で平準化）																																										
1 事後保全型 ・単純更新 累計費用：314億円/50年 年平均費用：6.3億円/年	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>0年～10年</th> <th>10年～20年</th> <th>20年～30年</th> <th>30年～40年</th> <th>40年～50年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>修繕費（百万円）</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>更新費（百万円）</td> <td>0</td> <td>12,198</td> <td>8,711</td> <td>3,900</td> <td>4,177</td> </tr> <tr> <td>設計費（百万円）</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>点検費（百万円）</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> </tr> <tr> <td>合計（百万円）</td> <td>480</td> <td>12,678</td> <td>9,191</td> <td>4,380</td> <td>4,657</td> </tr> <tr> <td>累積費用（百万円）</td> <td>480</td> <td>13,158</td> <td>22,349</td> <td>26,729</td> <td>31,387</td> </tr> </tbody> </table>		0年～10年	10年～20年	20年～30年	30年～40年	40年～50年	修繕費（百万円）	0	0	0	0	0	更新費（百万円）	0	12,198	8,711	3,900	4,177	設計費（百万円）	0	0	0	0	0	点検費（百万円）	480	480	480	480	480	合計（百万円）	480	12,678	9,191	4,380	4,657	累積費用（百万円）	480	13,158	22,349	26,729	31,387		
	0年～10年	10年～20年	20年～30年	30年～40年	40年～50年																																								
修繕費（百万円）	0	0	0	0	0																																								
更新費（百万円）	0	12,198	8,711	3,900	4,177																																								
設計費（百万円）	0	0	0	0	0																																								
点検費（百万円）	480	480	480	480	480																																								
合計（百万円）	480	12,678	9,191	4,380	4,657																																								
累積費用（百万円）	480	13,158	22,349	26,729	31,387																																								
2 早期保全型 ・Ⅲ判定時点でⅢの損傷のみ対策 累計費用：238億円/50年 年平均費用：4.8億円/年 コスト縮減効果：76億円 (24%)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>0年～10年</th> <th>10年～20年</th> <th>20年～30年</th> <th>30年～40年</th> <th>40年～50年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>修繕費（百万円）</td> <td>313</td> <td>549</td> <td>3,442</td> <td>2,207</td> <td>5,835</td> </tr> <tr> <td>更新費（百万円）</td> <td>0</td> <td>181</td> <td>1,484</td> <td>1,260</td> <td>3,650</td> </tr> <tr> <td>設計費（百万円）</td> <td>57</td> <td>211</td> <td>588</td> <td>662</td> <td>949</td> </tr> <tr> <td>点検費（百万円）</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> </tr> <tr> <td>合計（百万円）</td> <td>850</td> <td>1,422</td> <td>5,994</td> <td>4,609</td> <td>10,913</td> </tr> <tr> <td>累積費用（百万円）</td> <td>850</td> <td>2,272</td> <td>8,266</td> <td>12,875</td> <td>23,788</td> </tr> </tbody> </table>		0年～10年	10年～20年	20年～30年	30年～40年	40年～50年	修繕費（百万円）	313	549	3,442	2,207	5,835	更新費（百万円）	0	181	1,484	1,260	3,650	設計費（百万円）	57	211	588	662	949	点検費（百万円）	480	480	480	480	480	合計（百万円）	850	1,422	5,994	4,609	10,913	累積費用（百万円）	850	2,272	8,266	12,875	23,788		
	0年～10年	10年～20年	20年～30年	30年～40年	40年～50年																																								
修繕費（百万円）	313	549	3,442	2,207	5,835																																								
更新費（百万円）	0	181	1,484	1,260	3,650																																								
設計費（百万円）	57	211	588	662	949																																								
点検費（百万円）	480	480	480	480	480																																								
合計（百万円）	850	1,422	5,994	4,609	10,913																																								
累積費用（百万円）	850	2,272	8,266	12,875	23,788																																								
3 予防保全型（Ⅲ+Ⅱ） ・Ⅲ判定時点でⅡ判定損傷も含めて対策 累計費用：210億円/50年 年平均費用：4.2億円/年 コスト縮減効果：104億円 (33%)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>0年～10年</th> <th>10年～20年</th> <th>20年～30年</th> <th>30年～40年</th> <th>40年～50年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>修繕費（百万円）</td> <td>547</td> <td>691</td> <td>4,460</td> <td>1,686</td> <td>2,650</td> </tr> <tr> <td>更新費（百万円）</td> <td>0</td> <td>181</td> <td>1,484</td> <td>1,260</td> <td>3,650</td> </tr> <tr> <td>設計費（百万円）</td> <td>99</td> <td>274</td> <td>756</td> <td>504</td> <td>363</td> </tr> <tr> <td>点検費（百万円）</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> </tr> <tr> <td>合計（百万円）</td> <td>1,126</td> <td>1,626</td> <td>7,181</td> <td>3,931</td> <td>7,143</td> </tr> <tr> <td>累積費用（百万円）</td> <td>1,126</td> <td>2,752</td> <td>9,933</td> <td>13,864</td> <td>21,007</td> </tr> </tbody> </table>		0年～10年	10年～20年	20年～30年	30年～40年	40年～50年	修繕費（百万円）	547	691	4,460	1,686	2,650	更新費（百万円）	0	181	1,484	1,260	3,650	設計費（百万円）	99	274	756	504	363	点検費（百万円）	480	480	480	480	480	合計（百万円）	1,126	1,626	7,181	3,931	7,143	累積費用（百万円）	1,126	2,752	9,933	13,864	21,007		
	0年～10年	10年～20年	20年～30年	30年～40年	40年～50年																																								
修繕費（百万円）	547	691	4,460	1,686	2,650																																								
更新費（百万円）	0	181	1,484	1,260	3,650																																								
設計費（百万円）	99	274	756	504	363																																								
点検費（百万円）	480	480	480	480	480																																								
合計（百万円）	1,126	1,626	7,181	3,931	7,143																																								
累積費用（百万円）	1,126	2,752	9,933	13,864	21,007																																								
4 予防保全型（Ⅱ） ・Ⅱ判定時点で対策 累計費用：168億円/50年 年平均費用：3.4億円/年 コスト縮減効果：146億円 (46%)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>0年～10年</th> <th>10年～20年</th> <th>20年～30年</th> <th>30年～40年</th> <th>40年～50年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>修繕費（百万円）</td> <td>4,933</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>1,708</td> <td>3,476</td> </tr> <tr> <td>更新費（百万円）</td> <td>0</td> <td>12</td> <td>40</td> <td>1,078</td> <td>1,185</td> </tr> <tr> <td>設計費（百万円）</td> <td>888</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>511</td> <td>531</td> </tr> <tr> <td>点検費（百万円）</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> <td>480</td> </tr> <tr> <td>合計（百万円）</td> <td>6,300</td> <td>492</td> <td>525</td> <td>3,777</td> <td>5,672</td> </tr> <tr> <td>累積費用（百万円）</td> <td>6,300</td> <td>6,792</td> <td>7,318</td> <td>11,094</td> <td>16,766</td> </tr> </tbody> </table>		0年～10年	10年～20年	20年～30年	30年～40年	40年～50年	修繕費（百万円）	4,933	0	4	1,708	3,476	更新費（百万円）	0	12	40	1,078	1,185	設計費（百万円）	888	0	1	511	531	点検費（百万円）	480	480	480	480	480	合計（百万円）	6,300	492	525	3,777	5,672	累積費用（百万円）	6,300	6,792	7,318	11,094	16,766		
	0年～10年	10年～20年	20年～30年	30年～40年	40年～50年																																								
修繕費（百万円）	4,933	0	4	1,708	3,476																																								
更新費（百万円）	0	12	40	1,078	1,185																																								
設計費（百万円）	888	0	1	511	531																																								
点検費（百万円）	480	480	480	480	480																																								
合計（百万円）	6,300	492	525	3,777	5,672																																								
累積費用（百万円）	6,300	6,792	7,318	11,094	16,766																																								

4. 新技術の活用及び集約化撤去によるコスト縮減

4.1 点検段階にてコスト縮減が期待される新技術

延命設計を行う15橋のうち、高所作業車等で定期点検を実施している「大間橋」において、新技術の活用を検討した。斜張橋であり死角も少ないため、ドローンを使用した点検によりコスト縮減を図る。

新技術「全方位衝突回避センサーを有する小型ドローン技術」の採用により、約250万円のコスト縮減が見込まれる。

No.	技術名称	対象部位	変状の種類	NETIS登録番号	性能カタログ番号
1	全方位衝突回避センサーを有する小型ドローン技術 狭小部(直径1.2m空間)に進入可能なインフラ点検用ドローンに関する技術。本計測機器は飛行中、画像処理によって構造物をリアルタイムで3次元空間として把握し、画像処理の機能によって一定の距離を確保しながら障害物との衝突を自動的に回避するドローンである。	●上部構造(主桁、主桁ゲルバー部、横桁、縦桁、床版、対積橋、構橋、主構トラス、アーチ、ラーメン、斜張橋、外ケーブル、PC定着部) ●下部構造(橋脚、橋台) ●支承部(支承本体、アンカーボルト、落橋防止システム、沓座モルタル、台座コンクリート) ●路上(高欄、防護欄、地覆、遮音施設、照明施設、標識施設、舗装) ●排水施設(排水管) ●点検施設 ●添架物 ●袖壁 ●溝橋(ボックスカルバート)(頂板、側壁・底版・隔壁・その他、翼壁、周辺地盤)H形鋼橋(上部構造(主桁)、床版、支承部(支承本体))RC床版橋(上部構造(主桁)、支承部(支承本体))	【鋼】 ①腐食 ③ゆるみ・脱落 ④破断 ⑤防食機能の劣化 【コンクリート】 ⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰 ⑨抜け落ち ⑩床版ひびわれ 【その他】 ⑪舗装の異常 ⑫支承部の機能障害 ⑬その他 【共通】 ⑭補修・補強材の損傷 ⑮定着部の異常 ⑯変色・劣化 ⑰漏水・滞水 ⑱変形・欠損 ⑲土砂詰まり	---	BR010009-V0424
2	UAVを用いた近接撮影による構造物点検支援システム 橋梁の点検の業務において、カメラ搭載の可変ピッチプロペラ付UAVを用いて高精度の近接写真撮影を行い、抽出した変状から損傷箇所を作成し、点検写真と損傷箇所を納品する。	●上部構造(主桁、横桁、床版) ●下部構造(橋脚、橋台)	【コンクリート】 ⑥ひびわれ		
3	構造物点検ロボットシステム「SPIDER」 コンクリート構造物表面を、飛行型ロボットに搭載したカメラで撮影して、静止画像を取得する。この画像から構造物全体のオルソ画像を作成し、損傷部分の位置を明確にする。オルソ画像からひびわれや遊離石灰などの損傷性状を抽出し、点検調査作成の支援をする技術である。	●上部構造(床版) ●下部構造(橋脚、柱)			
4	橋梁点検用ドローンによる構造物2次元画像解析と3Dモデル構築技術 橋梁点検用ドローンのカメラにより撮影された画像から3Dモデルを構築し、超解像度オルソ画像を出力することにより外観視点点検の支援を行う技術。	●上部構造(主桁、床版、対積橋、外ケーブル) ●下部構造(橋脚、橋台)			
5	ドローン・AIを活用した橋梁点検・調査作成支援技術 本技術は橋梁点検の業務において、ドローンを使用し、対象部位を近接写真撮影した映像に対して、AIによる画像解析を行い、ひびわれを抽出し、点検、診断業務に活用する。	●上部構造(主桁、床版、対積橋、外ケーブル) ●下部構造(橋脚、橋台)			

通常の点検方法

名称規格	数量	日	単価	金額	備考
直線人件費					
点検員	技師B	7.0	4.0	47,200	1,321,600
小計					1,321,600
機械経費					
40mリフト車	1.0	0.5	700,000	350,000	
橋梁点検車BT-200	1.0	2.0	120,000	240,000	
小計					590,000
安全費					
交通誘導員	3.0	2.0	16,500	99,000	片側交互通行2.0日
交通誘導員	2.0	0.5	16,500	16,500	通行止め0.5日
小計					115,500
直接費 合計					2,027,100
経費込 合計					4,865,040 経費率140%

UAVによる点検方法 (300円/m²)

名称規格	数量	日	単価	金額	備考
直線人件費					
UAVによる点検費用	技師B	3.004	1	300	性能カタログ掲載単価
小計					901,230
機械経費					
橋梁点検車BT-200	1.0	0.1	120,000	12,000	
小計					12,000
安全費					
交通誘導員	3.0	0.1	16,500	4,950	片側交互通行0.1日
交通誘導員	2.0	2.0	16,500	66,000	通行止め2.0日
小計					70,950
直接費 合計					984,180
経費込 合計					2,362,032 経費率140%

性能カタログより
 ・活用範囲1800m²(コンクリート/鋼橋、橋長100m、幅員20m)
 ・費用 500,000円(経費含む)
 ・作業時間 1日(3人1班体制)

⇒日当たり面積:1800m²/日
 単価:500,000円/1800m²=277.7円/m²≒300円/m² とする

通常の点検:約486万円
 UAV点検:約236万円
 ⇒約250万円のコスト減

4.2 補修段階にてコスト縮減が期待される新技術

延命設計を行う15橋に対して、補修段階においてコスト縮減が期待される新技術を抽出した。

4.2.1 短期的視点でのコスト縮減効果

短期的視点でのコスト縮減効果が見込まれる工法として、15橋の補修内容に適用可能な「断面修復材」および「ひびわれ補修材」に着目して選定を行った。

新技術「バジリスクER7(ひびわれ補修)」、「リブロクイック(断面修復)」、「セルガード(塩害対策用断面修復)」の採用により、66万円のコスト縮減が見込まれる。

No.	技術名称	新技術開発システム(NETIS)									
		従来技術との比較 (※技術開発者の申請情報)					NETISの活用効果調査件数	NETIS登録番号	NETIS表示工事費		
		経済性	工程	品質	施工性	全体					
1	寒冷地仕様コンクリート注入材「リボキシCR-1500」 本技術は、寒冷地仕様のコンクリート注入材で、従来はエポキシ樹脂系注入材によるひび割れ補修工で対応していた。本技術の活用により、-10℃~5℃の低温において、短時間で十分な接着性および強度が確保できることから、工程の短縮および経済性、施工性の向上が図れる。	○	○	-	○	0件	KT-170019-A	596,003円 (100mあたり) ↓ 596円/m			
2	バジリスクER7 液体ひび割れ補修材 本技術は、バクテリアの代謝活動を利用した液状のコンクリートひび割れ補修材であり、従来はクラック処理工(ポンプによりひび割れ注入を行う工法)であった。本技術の活用により、材料費・施工費の縮減や工期の短縮化を期待できる。	○	○	-	○	0件	HK-180017-A	221,960円 (100mあたり) ↓ 222円/m			
3	e-ジェクター工法「自動式樹脂注入工法」 本技術は、コンクリートひび割れ注入において低圧注入を自動で行える注入器の製品技術であり、従来はクラック処理工(ポンプによりひび割れ注入を行う工法)であった。本技術の活用により、施工性の向上、所要日数の短縮が期待できる。	△	○	-	○						
4	ひび割れへのシールテープ「せこたん」を用いた手動式低圧注入工法 本技術は、注入材の充填状況を可視化するテープと手動式低圧注入工法を用いる技術で、従来は不透明なシール材を用いた自動式低圧注入工法で対応していた。本技術の活用により、充填状況を正確かつ最適な圧力で注入できるため、品質及び作業効率の向上が期待できる。	○	○	○	○	0件	KT-150080-VR	74,202円 (1m2あたり) ↓ 1,484,040円/m3			
5	コンクリートひび割れ補修工法「ミクロカプセルGP工法」 本技術は、コンクリート構造物のひび割れ補修におけるカプセル型のジオポリマー注入工法である。従来は、エポキシ樹脂系注入材で行っていた。本技術の活用により、計量不要かつ短時間の攪拌で練り混ぜが可能となるため、施工性の向上が図れる。	-	-	○	○		KT-180077-A	4,210,700円 (5m3あたり) ↓ 842,140円/m3			
6	コンクリート構造物への高粘度材料高圧注入補修工法 本技術は、コンクリートのひび割れ注入について、専用注入器具を用いて高粘度材料の補修材を高圧注入する工法である。従来は、低粘度材料の補修材を高圧注入で行っていた。本技術の活用により、液だれが無く、空隙に補修材が留まりやすくなるため、品質の向上が図れる。	△	○	-	-		CG-200019-A	1,476,187円 (20m2あたり) ↓ 1,476,187円/m3			
7	浸透性アクリル樹脂注入材「クラックブロック」 アクリル系樹脂注入材をローラーや刷毛で塗布・浸透させるコンクリート構造物のひび割れ補修工法。従来はエポキシ樹脂系注入材による低圧注入工法で対応していたが、この技術では粘度の低い注入材の塗布作業により、注入に係る作業が削減され、施工性の向上や工程短縮が可能となる。	○	○	-	○		KT-220206-A	2,955,374円 (1m3あたり) ↓ 2,955,374円/m3			
	耐塩害タイプポリマーセメントモルタル「U-リペアパッチOT」 塩化物イオンが拡散しにくいポリマーセメントモルタルであり、周辺環境の塩分濃度が高いコンクリート構造物の補修工においても、数割腐食を抑制して長寿命化できる断面修復材である。	○	○	○	○	0件	CG-200019-A	1,476,187円 (20m2あたり) ↓ 1,476,187円/m3			
	RFグラウト 鉄筋コンクリートの断面修復材に塩分浸透を抑制する選和材を添加したポリマーセメントモルタル。従来は、塩分浸透抑制剤を含まないポリマーセメントモルタルを用いていた。本技術の活用により、耐塩害性を発揮し鉄筋の腐蝕効果の更なる向上が図れる。	△	-	○	-	0件	KT-220206-A	2,955,374円 (1m3あたり) ↓ 2,955,374円/m3			
	重碳酸リチウム併用型断面修復工法「リハビリ断面修復工法」 塩害・中性化によって劣化したコンクリートを重碳酸リチウムを混入した断面修復材を用いて補修する工法。断面修復材に用いる重碳酸リチウムがコンクリート中へ浸透拡散し、鉄筋の不動態皮膜を再生することで高い防錆環境を構築する。	○	○	○	○	4件	CG-220003-A	1,751,850円 (10m2あたり) ↓ 3,503,700円/m3			

橋梁名	従来工法		新技術		縮減額(円)
	工法名	概算工事費(円)	技術名称	概算工事費(円)	
1 焼橋	断面修復工	446,935	リブロクイック	352,137	94,798
4 豊野東一線1号橋	ひびわれ注入工	191,522	バジリスクER7	171,348	20,174
6 宮の下橋	断面修復工	649,837	リブロクイック	512,003	137,834
8 大間橋	断面修復工(塩害対策)	238,198	セルガード	236,182	2,016
11 ドウド橋	断面修復工	499,031	リブロクイック	393,184	105,848
12 柴崎橋	断面修復工	1,173,546	リブロクイック	924,630	248,916
13 新谷橋	断面修復工	200,161	リブロクイック	157,706	42,455
14 宮ノ下橋	断面修復工(塩害対策)	598,331	セルガード	593,267	5,064
合計		3,997,561		3,340,456	3,340,456

従来工法:約400万円
 新技術:約334万円
 ⇒約66万円のコスト減

4.2.2 長期的視点でのコスト縮減

長期的視点でのコスト縮減効果が見込まれる工法として、「水切り材設置工」に着目して選定した。
 新技術「ウォーターカッター」の採用により、当初の費用は高くなるが、採用後10年で未補修を下回り、約50年で1橋あたり150万程度（全15橋あたり6,594万円）のコスト縮減が見込まれる。

No.	技術名称	新技術開発システム (NETIS)					NETIS登録番号	NETIS表示 工事費
		従来技術との比較 (※技術開発者の申請情報)				NETIS の活用 効果調 査件数		
		経済性	工程	品質	施工性			
1	橋梁用FRP水切り板	△	-	○	○	3件	CG-190023-A 764,560円 (50mあたり) ↓ 15,291円/m	
2	ウォーターカッター	△	-	○	-	47件	KK-180012-VE 222,674円 (100mあたり) ↓ 223円/m	

■LCC算出結果

第1案：未補修 単位：千円

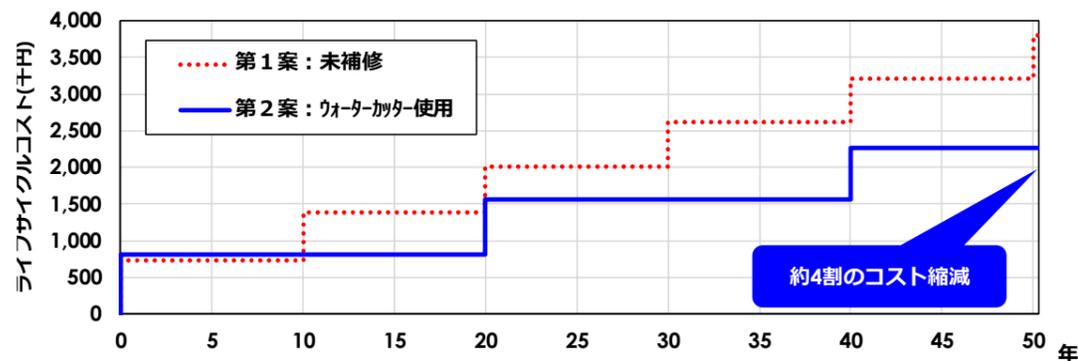
工種	単位	数量	単価	工事費
水切り材(材料費)	m	0	1.3	0
水切り設置工	m	0	0.8	0
コンクリートはつり工	m3	0.025	53.4	1
断面修復工(左官)	m3	0.025	2,899.1	72
仮設工(吊足場)	m2	30	9.8	293
直接工事費(イニシャル)計				366
工事費(イニシャル)経費込(経費率100%)				733
(参考)50年LCC:				3,801

第2案：ウォーターカッター使用 単位：千円

工種	単位	数量	単価	工事費
水切り材(材料費)	m	20	1.3	26
水切り設置工	m	20	0.8	15
コンクリートはつり工	m3	0.025	53.4	1
断面修復工(左官)	m3	0.025	2,899.1	72
仮設工(吊足場)	m2	30	9.8	293
直接工事費(イニシャル)計				407
工事費(イニシャル)経費込(経費率100%)				814
(参考)50年LCC:				2,259

単価根拠

- ※1 ウォーターカッター販売価格
- ※2 土木コスト情報-構造物とこわし工(1)鉄筋構造物-人力施工-東京-時間制約なし
- ※3 国土交通省 土木工事標準積算基準書(共通編)(河川・道路編)(一財)建設物価調査会 II-2-⑨-8
- ※4 橋梁架設工事の積算(一財)日本建設機械施工協会



4.3 職員点検による費用縮減効果

職員による点検を実施することで、年に約160万円のコスト縮減が見込まれる。

4.4 新技術活用における費用縮減効果

ドローンを使用した点検および、補修工事の際に適用可能な新技術(断面修復・ひびわれ補修・水切り材)を活用することによるコスト縮減効果を算定した。

点検段階で約250万円、補修段階で約6,660万円、合計で約6,910万円のコスト縮減が見込まれる。

4.5 集約・撤去によるコスト縮減効果

4.5.1 対象橋梁

集約化・撤去の検討においては、京都府河川改修事業に伴う改築が決定している橋梁に対して整理する。現在、改築が予定されている橋梁は以下の6橋であり、統合後は3橋に集約化される。

橋梁名	内容	点検結果	点検年度	備考
下岡橋(歩道橋)	撤去(下岡橋との統合により)	Ⅲ	2019	福田川河川改修工事に伴う改築 R7年度完了予定
下岡橋	更新(集約化)	Ⅱ	2021	福田川河川改修工事に伴う改築 R7年度完了予定
中ノ堂橋	撤去(集約化)	Ⅲ	2019	新庄川河川改修工事に伴う改築 R8年度着手予定
有安橋	撤去(集約化)	Ⅱ	2019	新庄川河川改修工事に伴う改築 R8年度着手予定
大橋1号橋	撤去(集約化)※統合橋：島大橋	Ⅲ	2014	川上谷川河川改修工事に伴う改築 R7年度完了予定
大橋2号橋	撤去(集約化)	Ⅱ	2014	川上谷川河川改修工事に伴う改築 R7年度完了予定

また利用状況等により撤去を行う橋梁に対しても、そのコスト縮減効果を算定する。撤去が予定されている橋梁は以下の5橋である。

(3) 廃橋予定橋梁一覧表

作業施設番号	施設名	路線名	架設年度_西暦	供用年度	橋長(m)	幅員(m)
BR0-262129-00122	清水ヶ寄橋	市道藤木比治山線	1977	1977	8.2	2.5
BR0-262129-00213	茂手谷線1号橋	市道茂手谷線	1977	1977	2.5	4
BR0-262129-00512	森戸橋	市道吉沢外村線	1928	1928	2	4.5
BR0-262129-00735	比治山橋	市道佐野比治山線	1940	1940	2	2
BR0-262129-00812	山内橋	市道山内線	*	*	5	2.8

4.5.2 集約化・撤去によるコスト縮減効果

集約化・撤去によるコスト縮減効果については、以下の通り算定した。

- ①集約化・撤去の場合：「複数橋梁を集約化した場合」および「複数橋梁をそれぞれ更新した場合」の費用を比較し、その差額を集約化・撤去によるコスト縮減額とする。
- ②撤去の場合：点検に掛かる維持管理費用を、撤去によるコスト縮減額とする。

それぞれのコスト縮減額は以下の通りであり、合計で約203百万円のコスト縮減効果が見込まれる。

①集約化・撤去の場合

	集約化			合計(円)	
	下岡橋	島大橋	1号橋(仮称)		
撤去費	47,656,000	89,079,000	18,065,000	154,800,000	
新設費	121,928,000	73,380,000	73,380,000	268,688,000	
維持管理費	点検	496,083	368,731	327,749	1,192,563
	補修工事	5,120,000	3,174,400	358,400	8,652,800
	補修設計	1,024,000	634,880	716,800	2,375,680
合計	176,224,083	166,637,011	92,847,949	435,709,043	

集約化した場合の費用：約436百万円
 各更新した場合の費用：約638百万円
 ⇒約203百万円のコスト減

	更新						合計(円)
	下岡橋(歩道橋)	下岡橋	大橋1号橋	大橋2号橋	中ノ堂橋	有安橋	
撤去費	18,577,000	29,079,000	44,590,000	44,489,000	6,375,000	11,690,000	154,800,000
新設費	61,504,000	104,432,000	73,380,000	73,380,000	73,380,000	73,380,000	459,456,000
維持管理費	点検	327,749	327,749	327,749	327,749	271,630	1,854,256
	補修工事	1,433,600	4,198,400	3,174,400	3,174,400	3,174,400	18,329,600
	補修設計	286,720	839,680	634,880	634,880	634,880	3,665,920
合計	82,129,069	138,876,829	122,107,029	122,006,029	83,835,910	89,150,910	638,105,776

②撤去の場合

	撤去					合計	
	清水ヶ寄橋	茂手谷線1号橋	森戸橋	比治山橋	山内橋		
維持管理費	点検	271,630	155,507	155,507	155,507	155,507	893,658

撤去により点検費用
 約89万円のコスト減

5. 長寿命化修繕計画の策定

5.1 短期計画

上記の計画策定条件を踏まえ、対象施設の短期計画を策定した。下表に 10 年間の維持管理費用の集計結果を示す。

10 年間の維持管理費用は合計約 17 億円となり、年平均 1.7 億円の予算が必要となる。

表 5-1 10年費用集計結果

	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16
点検	41	22	55	50	43	41	22	55	50	43
設計	0	12	28	21	19	18	15	18	34	35
工事	147	145	108	85	100	104	96	91	77	92
合計	188	179	191	156	162	163	133	164	161	170

表 5-2 対策橋梁数

	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16
点検	184	110	145	167	232	184	110	145	167	232
設計	0	3	10	14	20	28	14	3	12	15
工事	4	4	2	4	11	14	20	28	14	3

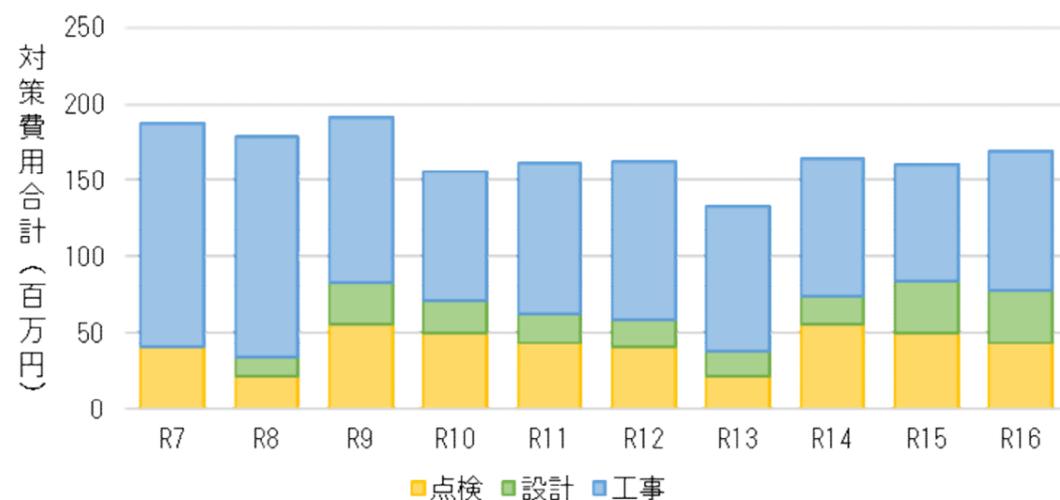


図 5-1 今後 10 年間の維持管理費用

5.2 長寿命化による効果

シミュレーションの結果から、Ⅲ判定の対策はⅡ判定を含めて対策することがコスト縮減に繋がり、将来的にはⅡ判定橋梁の対策を実行することで、コスト縮減が最大となることを見込まれる。そのため、今後 5 年間は予防保全型(Ⅱ+Ⅲ)の対策を実施し、Ⅲ判定橋梁を早期に対策することで、6 年目からの予防保全型(Ⅱ)への移行を目指す方針とする。その際の対策費は約 2.0 億円/年となり、コスト縮減効果は 50 年間で約 160 億円(約 50%)が見込まれる。

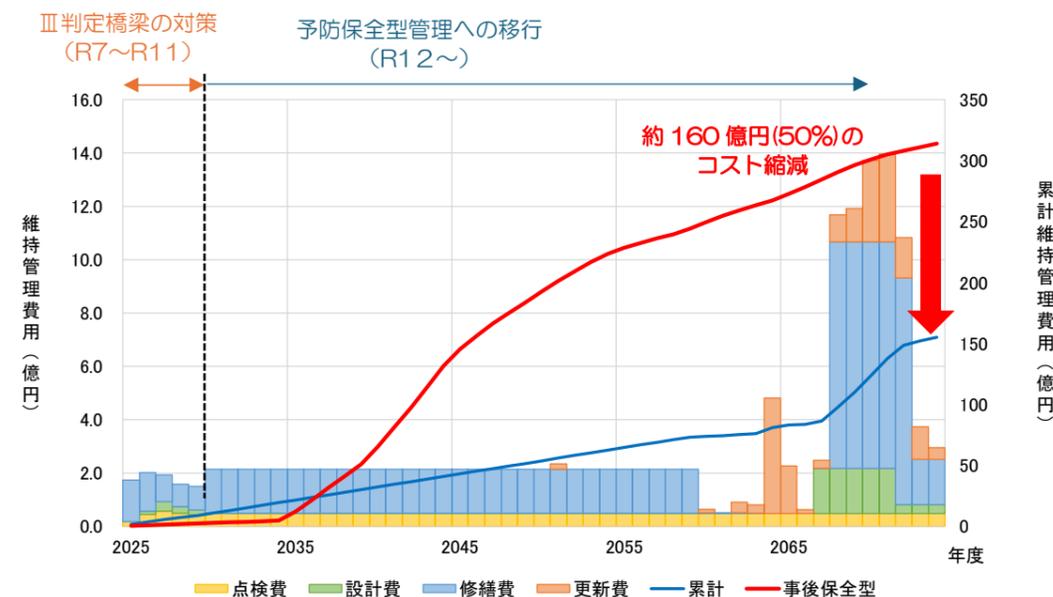


図 5-2 長寿命化による効果