

徳島県 橋梁長寿命化修繕計画



平成29年3月

2-1. 長寿命化修繕計画策定の背景と目的

1) 背景

徳島は水の都とも呼ばれ、吉野川をはじめ大小100をこえる河川が流れており、その河川には全国でも有が数多く架けられている。これらの橋は、私たちの生活に密接に関わっており、景観としても人々を引きつけ、貴重な財産となっている。

しかし、これらの橋は架橋してからかなりの年数が経過しており、**県が管理する道路橋2,479橋**のうち、2479橋のうち、架設後50年を経過する高齡化橋梁は948橋で38.2%を占める。20年後には、この割合が1703橋(68.7%)を占め、急速に高齡化橋梁が増大し、今後修繕費が集中的に必要なになると予想される。



図-高齡化橋梁の変遷

2) 目的

◆ 道路ネットワークの安全性・信頼性の確保

従来の『悪くなってから修繕する管理』から、『定期的に点検を実施し損傷が小さいうちに計画的に修繕を行う管理』へ移行し、橋の長寿命化を図るとともに県民の方が生活する上で、大切な道路交通の安全や貴重な財産を守っていくことを目的とする。

◆ コストの縮減、必要予算の平準化(平均化)

長寿命化を行うことにより、今後、増大が見込まれる橋梁の修繕・架替えに要する経費に対し、可能な限りのコスト縮減・必要予算の平準化(平均化)を行う。

2-2. 長寿命化修繕計画の対象橋梁

長寿命化修繕計画の対象橋梁は、これまで、徳島県が管理する橋梁を基本とし、毎年の点検、修繕・更新等の進捗とともに、計画対象橋梁リストは随時更新を実施してきている。

尚、今年度の修繕計画は、県管理橋梁2,479橋を対象に長寿命化修繕計画を策定する。

2-3. 健全度の把握及び日常的な維持管理に関する基本的な方針

橋梁を良好な状態に保つため、日常的な維持管理としてパトロール、清掃などの実施を徹底する。日常から、橋梁の状態を把握し、きめ細かい維持管理を徹底することにより橋梁の延命化を図る。

1) 日常パトロール



日常パトロールの状況



日常パトロールの状況

2) 日常管理が必要な状態



排水柵の土砂詰まり



排水柵の土砂詰まり



支承の土砂詰まり



支承の土砂詰まり

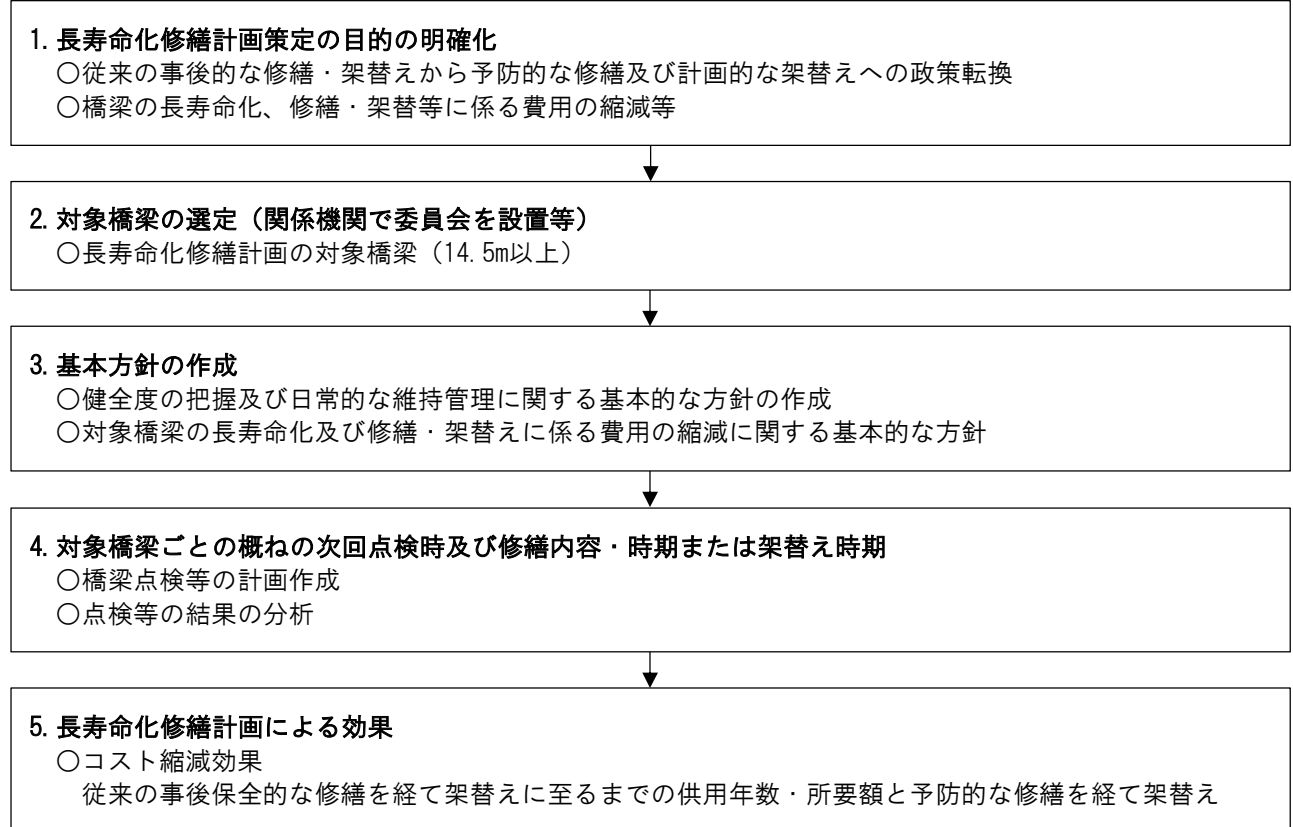
§2. 基本方針の策定

2-4. 長寿命化修繕計画策定の基本方針

基本的な考え方は、『国土交通省 計画策定マニュアル(案)H19年3月』に準拠し、以下の項目について方針を策定した。

- 1) 道路ネットワークの安全性・信頼性の確保
- 2) 長寿命化によるコスト縮減の達成
- 3) 橋梁の予防的な修繕に関する方針（管理のあり方）の明確化
- 4) 橋梁の立地条件、損傷状況をふまえた予防的な対策の選定
- 5) 橋梁の予防的な修繕の実施

計画策定においては、下記のフローに従い策定を実施した。



2-5. 計画期間

平成29年度を初年度とし、平成79年度までの50年間を計画期間とする。

ただし、計画期間内であっても必要に応じて適宜見直しを図り、計画を充実・深化させていくものとする。

2-6. 橋梁点検計画

今回修繕計画の対象となっている橋梁の定期点検は、改訂された【徳島県橋梁定期点検マニュアル(案)】により点検が実施されている。
 (上記マニュアル(案)は基本的に国総研要領に準じているが、この場合、対策区分が示されていないため、この項目については徳島県独自の考え方を取り入れている。)

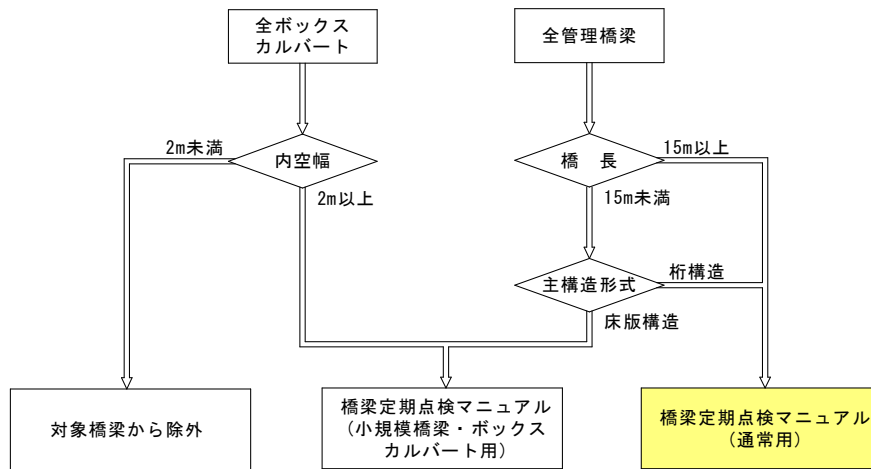


図-定期点検におけるマニュアル適用区分

・ 損傷程度の評価

損傷程度は、部材ごと、損傷種類ごとに評価するものとし、評価区分は下表に示すとおり、2段階または5段階とする。なお、損傷程度の評価は、最も損傷程度が著しい部材の評価区分をその部材の評価とする。

表-損傷種類ごとの評価区分

損傷種類	評価区分	損傷種類	評価区分
1) 腐食	a~e	7) 抜け落ち	有・無
2) 亀裂	有・無	8) 床版ひびわれ	a~e
3) ボルトの脱落	有・無	9) PC定着部の異常	有・無
4) 破断	有・無	10) 路面の凹凸	有・無
5) ひびわれ・漏水・遊離石灰	a~e	11) 支承の機能障害	有・無
6) 鉄筋露出	有・無	12) 下部工の変状	有・無

2-7. LCC検討対象部材

LCC検討対象部材は、鋼橋(鋼部材・コンクリート床版)およびコンクリート橋(主桁、床版)および共通(下部工、付属物)で検討を実施した。

部材		劣化機構					
		防食機能の劣化	疲労	塩害	中性化	ASR	経年劣化
鋼橋	上部工鋼部材	○	-	-	-	-	-
	コンクリート床版	-	○	○	○	-	-
コンクリート橋	主桁	-	-	○	○	-	-
	床版	-	○	○	-	-	-
共通	下部工(RC)	-	-	○	○	-	-
	下部工(鋼)	○	-	-	-	-	-
	支承	-	-	-	-	-	○
	伸縮装置	-	-	-	-	-	○
	舗装	-	-	-	-	-	○

2-8. 対策優先度評価

修繕計画においては、「橋長」、「適用示方書」、「大型車交通量」、「緊急輸送路線」、「交差物件」の、計5項目において橋梁の重要度を評価し、損傷状況を勘案して優先順位を決定した。

3-1. 管理手法の設定

管理手法の設定においては『徳島県維持管理基本計画(案)』に基づいた計画を行う。本計画において、部材ごとに維持管理手法を設定した。尚、管理手法としては下記に示す3種類の方法に分類するものとする。

維持管理手法は、維持管理の対象とする構造物の機能低下の特性を考慮して予防保全、事後保全、観察保全に分類して整理する。

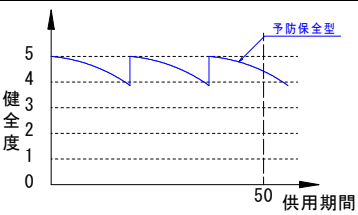
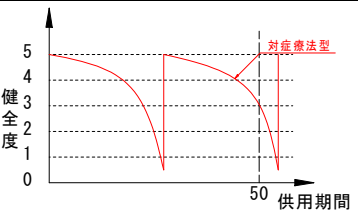
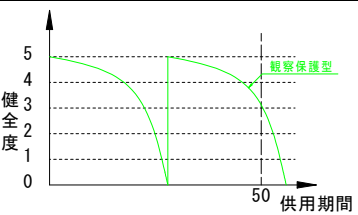
橋梁には種々の部位・部材があるが、大多数を占める主部材(桁、床版など)については予防保全(経年劣化型)の部材に分類される。橋梁の主部材はコンクリートや鋼などの機能低下(劣化)の進行が推定できるものであり、劣化の程度に応じて最適な補修工法・時期を選択した上で機能維持の対応を図る予防保全による維持管理が可能となる。

これまでの検討内容を踏まえ、当面の間、下記の分類により今後の維持管理を実施する。

表-管理手法の区分

維持管理手法	対応の特徴	機能低下の特性と適用可能な部位
予防保全	劣化の程度に応じて最適な補修工法・時期を選択した上で機能維持の対応を図る。	機能低下(劣化)の進行を把握することが可能な部位。
事後保全	機能低下が始まった後、機能不全に陥る前に迅速に機能維持の対応を図る。	機能低下(劣化)の進行は把握できないが機能低下が進行した時に前兆が見られる部位。
観察保全	機能不全に陥った時に適切に機能維持の対応を図る。	(車両衝突など、外力により)突発的に機能不全に陥る部位。

表-管理手法の概要

	予防保全型	事後保全型	観察保全型
維持管理手法の概要	機能低下の進行が把握できる構造物に適用でき、機能低下の程度に応じて最適な補修工法・補修時期を選択した上で機能維持を図る。	機能低下の進行の把握が困難であり、その兆候が表面化した後に対策する構造物に適用し、機能不全に陥る前に迅速に機能維持を図る。	突発的又は、劣化の進行により機能不全に陥る構造物に適用し、機能不全に陥った際に適切に機能維持を図る。
維持修繕の対応方法	LCCが最小となる補修工法・時期を選択することが可能。	機能低下の兆候が発見された後に、補修工法を選択。	機能不全に陥るまで供用し、第三者被害の恐れが生じた場合に補修工法を選択。
機能低下時の延命処置	機能低下の進行を遅らせて延命化を図るため、荷重制限等の手段も可能。	機能低下の兆候後に詳細調査を実施して延命化について検討も可能。	機能不全に陥りながらも、第三者被害の恐れが小さい場合に限り延命化が可能。
機能低下と維持修繕の適用イメージ			
参考：部材等での分類	主桁、床版、下部工など	支承、伸縮装置、舗装など	地覆、高欄など

3-2. 橋梁ごとの修繕計画

修繕計画は、以下のフローにより検討する。

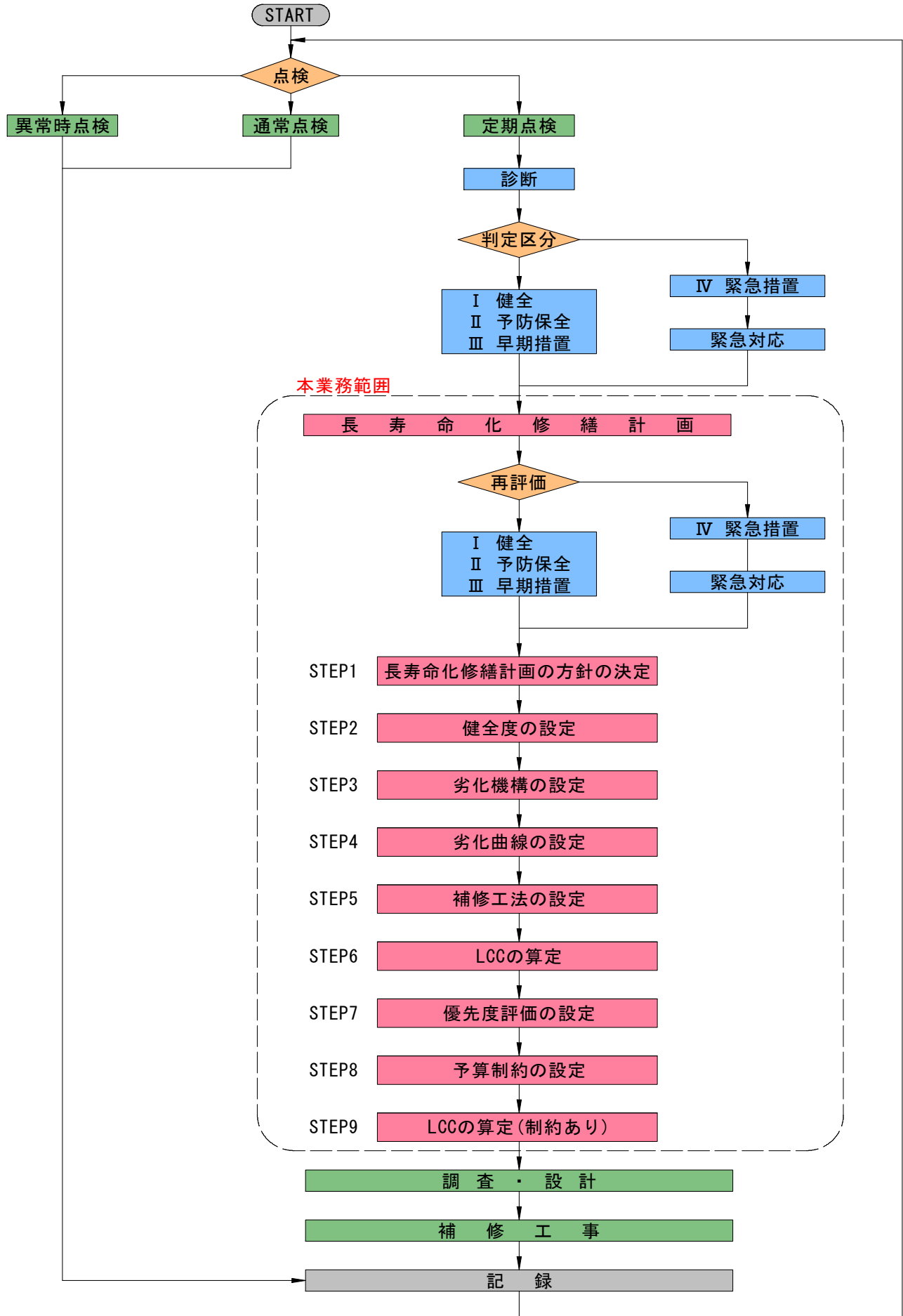


図-長寿命化修繕計画策定フロー

§ 4. 修繕計画策定（橋長L=14.5m以上）

4-1. ライフサイクルコスト最小化の検討

予防保全型の維持管理の場合、橋梁の定期点検結果を基に、最適な時期・方法で修繕を実施する。ここで、最適な時期・方法を決定するための管理レベルを設定する必要があるが、最適な管理レベルは橋梁の各部材ごとに異なっていることが予測される。

したがって、最適な管理レベルを設定し、予算シミュレーションを実施する。

表-LCCシミュレーション結果(14.5m以上)

管理レベル別の修繕費用（50年間）

（単位：千円）

管理 レベル	鋼橋		コンクリート橋		下部工 (RC)	下部工 (鋼)
	上部工(鋼部材)	コンクリート床版	主部材	床版		
B	—	4,249,318	6,948,699	5,833,417	6,252,250	—
C	30,402,566	3,068,282	6,691,664	7,999,981	5,242,608	165,402
D	36,263,501	3,227,104	4,846,730	14,899,669	12,954,057	202,128

なお、支承・伸縮装置・舗装については損傷が深刻化した時点で修繕を実施するため、管理レベルを健全度Eとする。

予防保全型の管理レベル(14.5m以上)

橋種	部材	
鋼橋	上部工(鋼部材)	: C
	コンクリート床版	: C
コンクリート橋	主部材	: D
	床版	: B
共通	下部工(RC)	: C
	下部工(鋼)	: C
	支承	: E
	伸縮装置	: E
	舗装	: E

(1) 予防保全型転換による効果

a) 修繕費

徳島県が管理する14.5m以上の橋梁における予測修繕費を以下に示す。

将来において、対象療法型の維持管理を継続した場合、50年間でおよそ2040億円の修繕費が見込まれる。

これに対して、対象療法型から予防保全型に転換した場合、50年間でおよそ1100億円程度の修繕費が見込まれ、全体修繕費の5割程度となる945億円の修繕費用の削減が可能である。

また、予防保全型を採用した場合、対象療法型よりも高い水準の健全度を維持することが可能である。

なお、上記結果に更新費用は考慮していない。長寿命化計画においては更新を考慮する場合としない場合があるが、本計画では損傷が軽微な段階で修繕を行うことにより橋梁の長寿命化を図ることを目的としているため、更新費用を見込まないものとする。

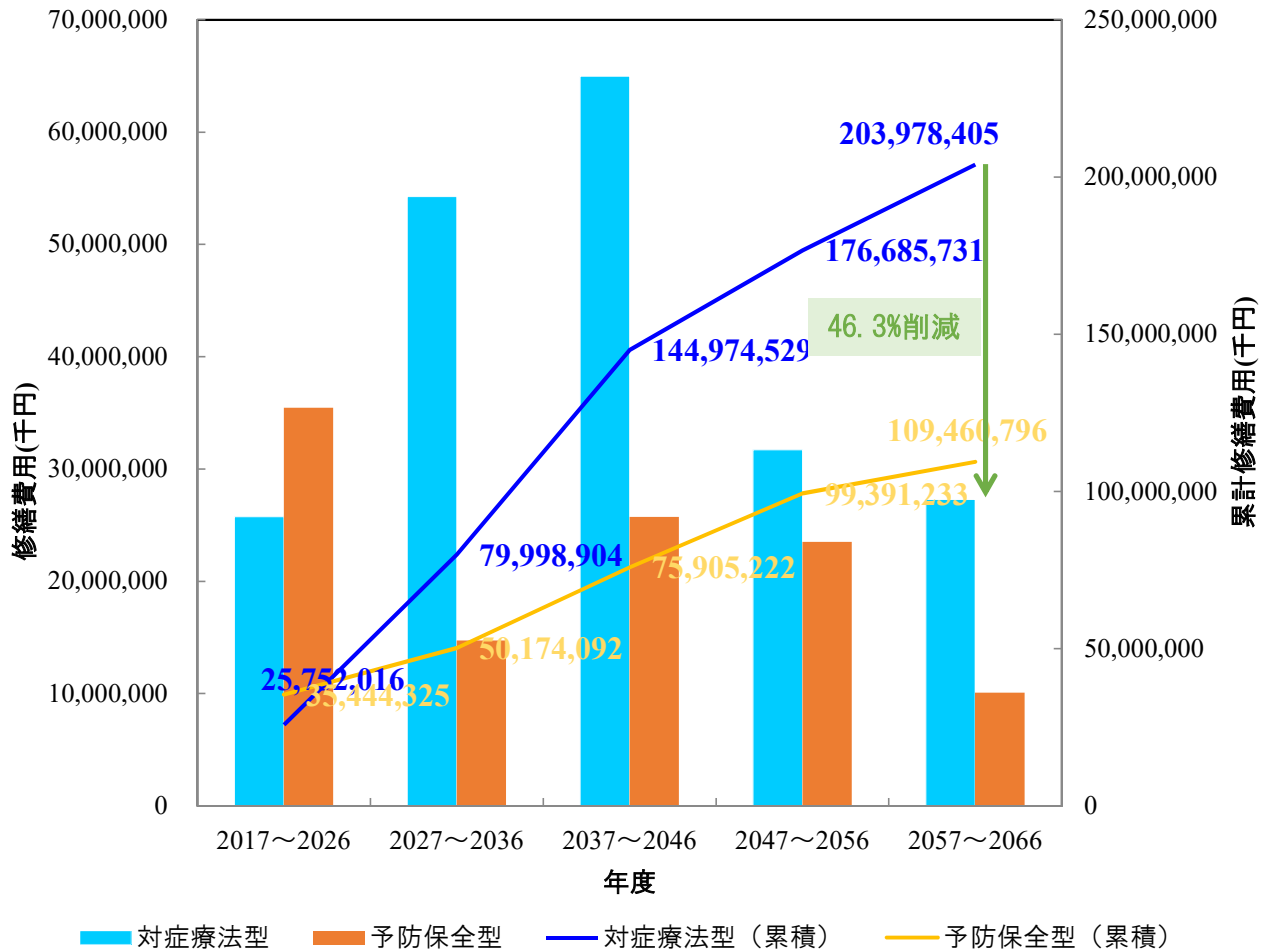


図-全体計画における修繕費用

b) 健全度

対象橋梁の修繕費予測時の健全度分布を以下に示す。

本業務において、事後保全対策を基本とする部材（舗装、伸縮装置、支承）に関しては、健全度が『E』となった時点で補修を実施する計画としているため評価の対象からは除外するものとし、主部材（主桁、床版、下部工）について評価を行うものとする。

修繕予測の結果、予防保全型の転換することで健全度をより高い水準で保つことが可能である。

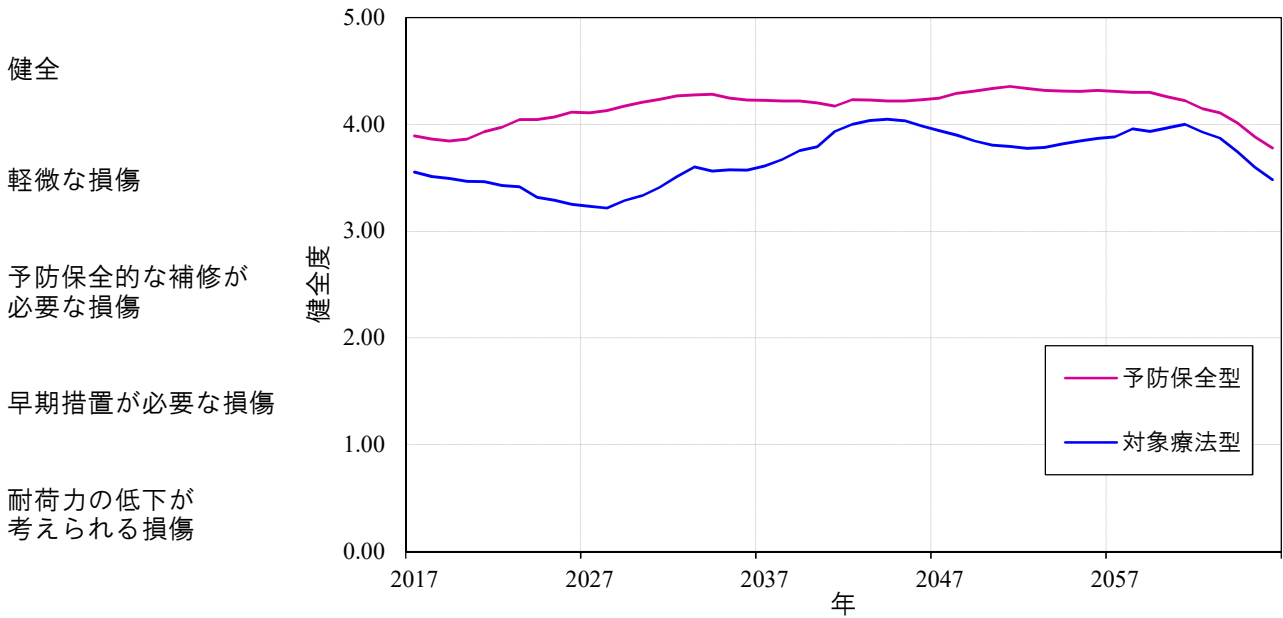


図-健全度(主部材)の分布

a), b) より、予防保全型に転換することで全体の修繕費を縮減しつつ、より高い水準で橋梁を管理することが可能となる。

(2) 修繕費の平準化

管理水準および対策区分から修繕時期を決定すると、すでに管理水準を下回っている部材の修繕費が計画開始年に集中する。また、同種の部材についての対策は、ほぼすべての橋梁で同時期に必要となるため、一定期間ごとにまとまった事業費が必要となる。

この場合、年度間で予算のバラツキが生じるため、下記の項目を考慮して、予算の平準化を行う。

a) 平準化の基本思想

- ・ 予算余剰時に前倒し計算を行う。
- ・ 予算超過時に先送り計算を行う。

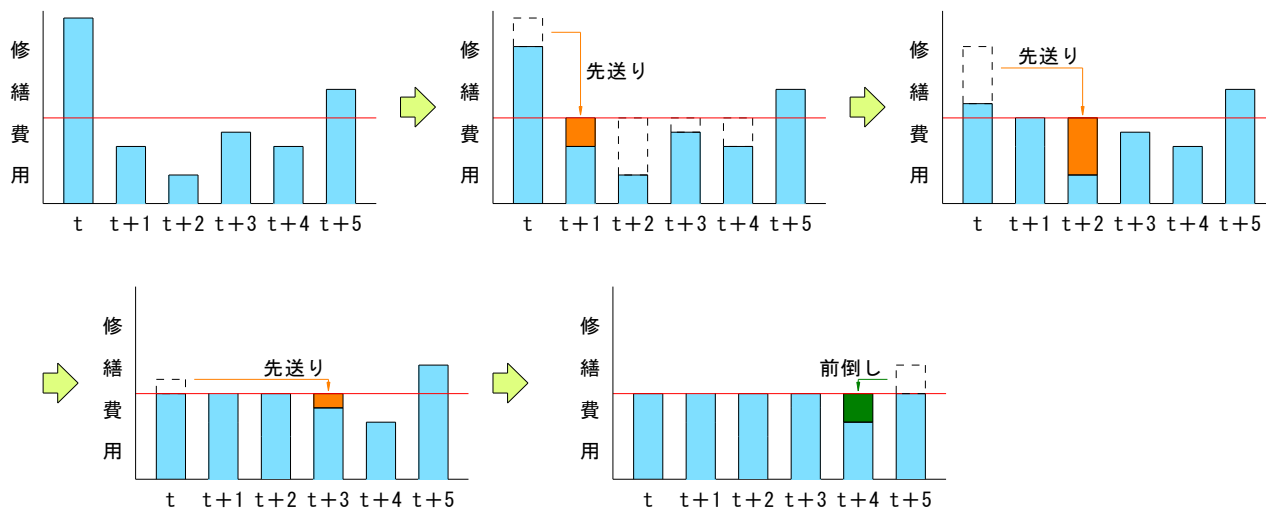


図-修繕費等の平準化イメージ

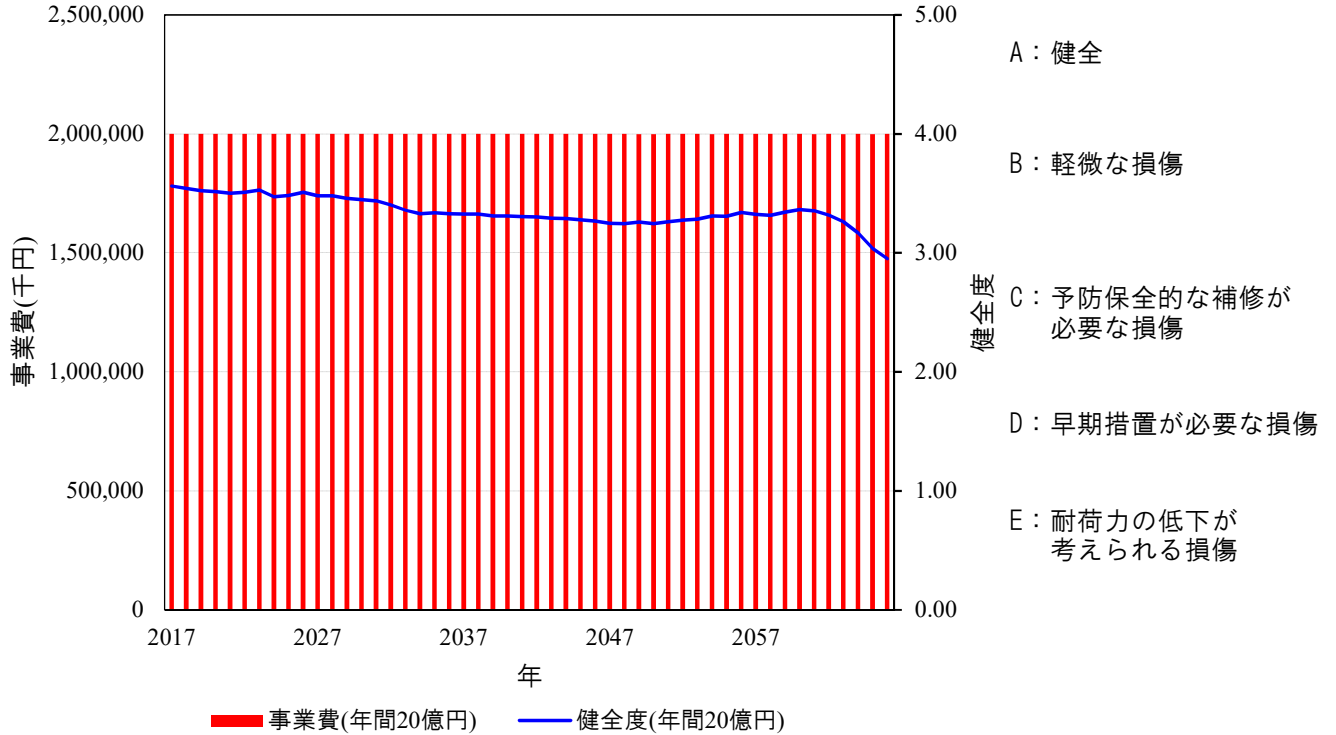
b) 管理水準の設定

予防保全型の維持管理計画を実施するという方針より平準化を行う際の管理水準は、主部材の健全度を高い水準を保ち、かつ経済的な修繕費を確保できるものとする。

c) 平準化予測結果

前述の条件を基に平準化を行った結果を以下に示す。

予測結果によると年間20億円程度の修繕費を見込んだ場合、主部材の健全度を【予防保全的な補修が必要な損傷】の管理水準で維持管理することが可能である。



§5. 修繕計画策定（橋長L=14.5m未満）

5-1. ライフサイクルコスト最小化の検討

予防保全型の維持管理の場合、橋梁の定期点検結果を基に、最適な時期・方法で修繕を実施する。ここで、最適な時期・方法を決定するための管理レベルを設定する必要があるが、最適な管理レベルは橋梁の各部材ごとに異なっていることが予測される。

したがって、最適な管理レベルを設定し、予算シミュレーションを実施する。

表-LCCシミュレーション結果(14.5m未満)

管理レベル別の修繕費用（50年間）

（単位：千円）

管理 レベル	鋼橋		コンクリート橋		下部工 (RC)	下部工 (鋼)
	上部工(鋼部材)	コンクリート床版	主部材	床版		
B	—	73,502	3,701,807	3,764,750	5,341,432	—
C	171,039	102,417	3,784,660	3,126,355	4,418,740	4,085
D	204,207	325,966	15,224,897	9,170,926	15,008,591	5,016

なお、支承・伸縮装置・舗装については損傷が深刻化した時点で修繕を実施するため、管理レベルを健全度Eとする。

予防保全型の管理レベル(14.5m未満)

橋種	部材	
鋼橋	上部工(鋼部材)	: C
	コンクリート床版	: B
コンクリート橋	主部材	: B
	床版	: C
共通	下部工(RC)	: C
	下部工(鋼)	: C
	支承	: E
	伸縮装置	: E
	舗装	: E

(1) 予防保全型転換による効果

a) 修繕費

徳島県が管理する14.5m未満の橋梁における予測修繕費を以下に示す。

将来において、対象療法型の維持管理を継続した場合、50年間でおよそ350億円の修繕費が見込まれる。

これに対して、対象療法型から予防保全型に転換した場合、50年間でおよそ250億円程度の修繕費が見込まれ、全体修繕費の3割程度となる100億円の修繕費用の削減が可能である。

また、予防保全型を採用した場合、対象療法型よりも高い水準の健全度を維持することが可能である。

なお、上記結果に更新費用は考慮していない。長寿命化計画においては更新を考慮する場合としない場合があるが、本計画では損傷が軽微な段階で修繕を行うことにより橋梁の長寿命化を図ることを目的としているため、更新費用を見込まないものとする。

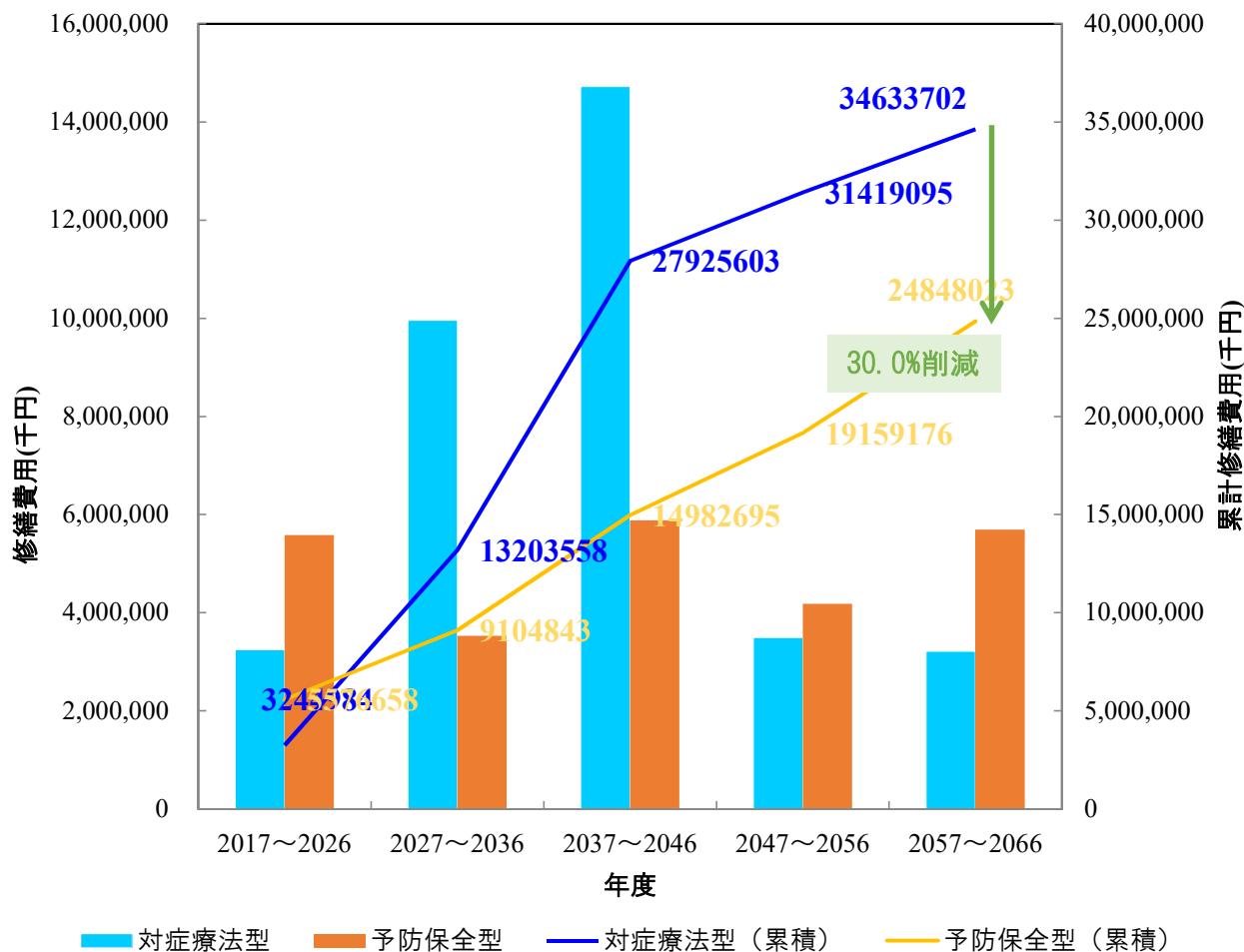


図-全体計画における修繕費用

b) 健全度

対象橋梁の修繕費予測時の健全度分布を以下に示す。

本業務において、事後保全対策を基本とする部材（舗装、伸縮装置、支承）に関しては、健全度が『E』となった時点で補修を実施する計画としているため評価の対象からは除外するものとし、主部材（主桁、床版、下部工）について評価を行うものとする。

修繕予測の結果、予防保全型の転換することで健全度をより高い水準で保つことが可能である。

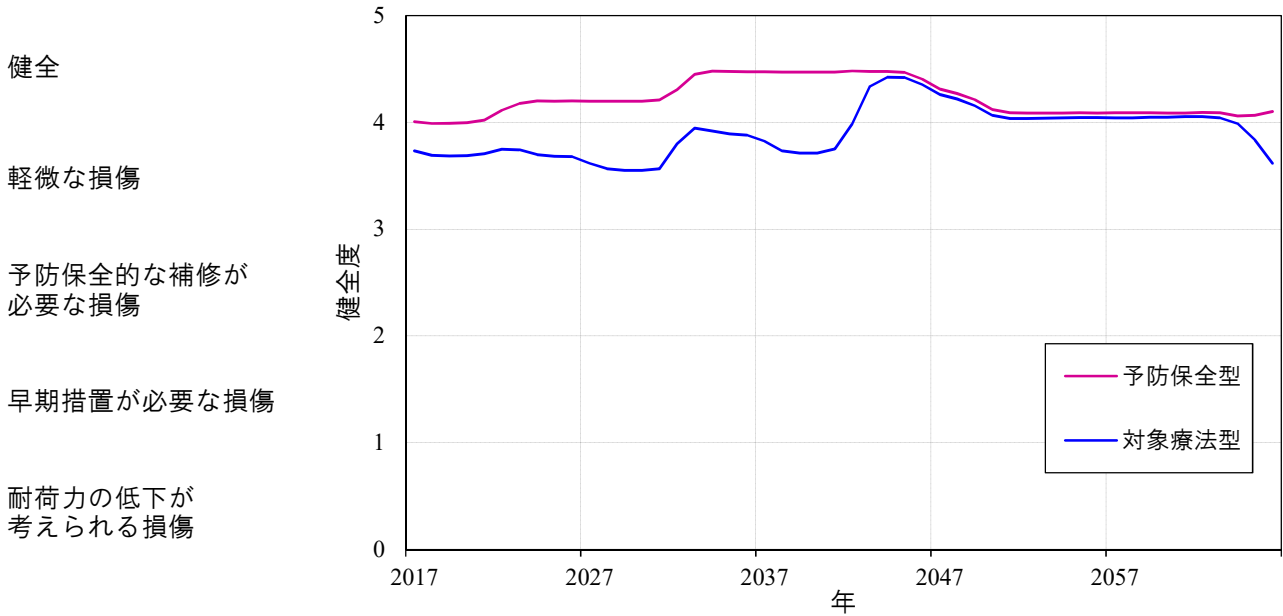


図-健全度(主部材)の分布

a), b) より、予防保全型に転換することで全体の修繕費を縮減しつつ、より高い水準で橋梁を管理することが可能となる。

(2) 修繕費の平準化

管理水準および対策区分から修繕時期を決定すると、すでに管理水準を下回っている部材の修繕費が計画開始年に集中する。また、同種の部材についての対策は、ほぼすべての橋梁で同時期に必要となるため、一定期間ごとにまとまった事業費が必要となる。

この場合、年度間で予算のバラツキが生じるため、下記の項目を考慮して、予算の平準化を行う。

a) 平準化の基本思想

- ・ 予算余剰時に前倒し計算を行う。
- ・ 予算超過時に先送り計算を行う。

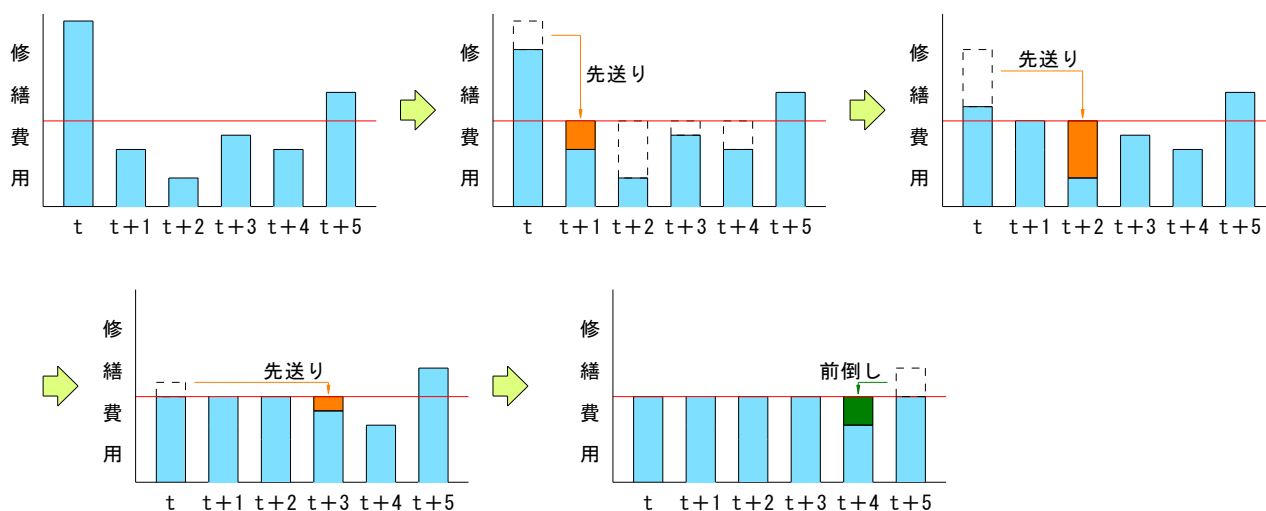


図-修繕費等の平準化イメージ

b) 管理水準の設定

予防保全型の維持管理計画を実施するという方針より平準化を行う際の管理水準は、主部材の健全度を高い水準を保ち、かつ経済的な修繕費を確保できるものとする。

c) 平準化予測結果

前述の条件を基に平準化を行った結果を以下に示す。

予測結果によると年間5億円程度の修繕費を見込んだ場合、主部材の健全度を【予防保全的な補修が必要な損傷】の管理水準で維持管理することが可能である。

