4. 長寿命化修繕計画の策定

４－１．予算シミュレーションによる長寿命化修繕計画策定の流れ

長寿命化修繕計画の策定においては、現状で健全な橋梁の劣化進行、対策が遅滞した場合の健全度の低下や対策費の増加を考慮した予算シミュレーションを行い、船橋市の限られた財源を勘案した最適予算計画に基づき長寿命化修繕計画を策定した。

図－4.1.1 に検討の流れを示す。

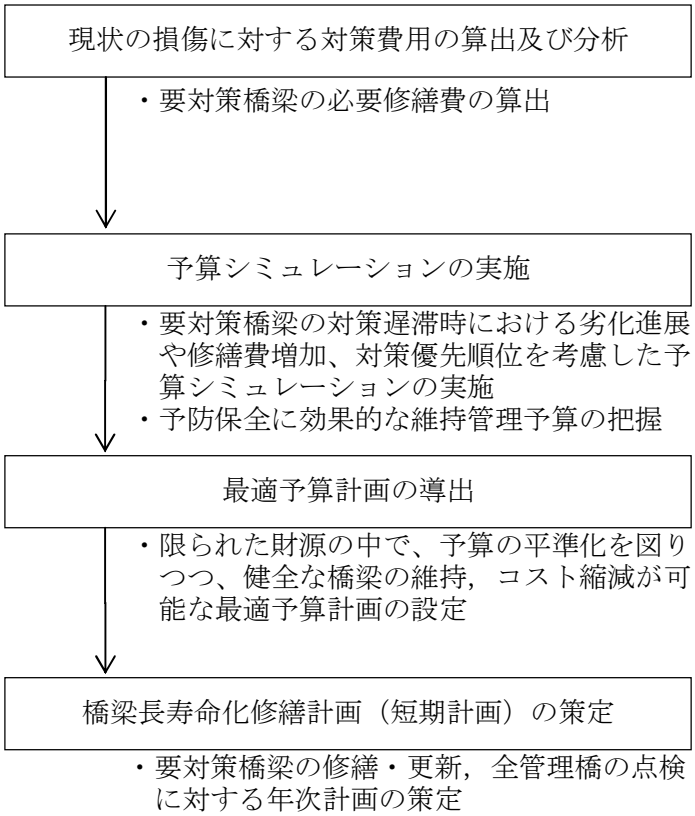


図-4.1.1　予算シミュレーションによる長寿命化修繕計画策定の流れ

４－２．現状の損傷に対する対策費用の算出及び分析

船橋市の点検結果から現状で修繕が必要と判断される橋梁は 44 橋（点検後から H24 年度予算で修繕が行われた橋梁を除く）であり、前出の損傷パターン分類及びパターン毎の対策工法・単価に基づき修繕費を算出した結果、総事業費 15.9 億円（諸経費 80%考慮、更新費用含む）が必要とされる。

対策事業費の内訳を**図-4.2.1** に示したが、船橋市においては、健全度区分Ｅの対策が 523 百万円，健全度区分Ｃの対策が 1,064 百万円であり、特に新船橋橋の更新費（健全度区分は上りがＥ，下りがＣ），健全度区分ＥにおけるカテゴリーⅢのプレキャストＲＣ桁又はパイルベント橋台を有する小規模橋梁のＢＯＸ改良費（12 橋分），健全度区分Ｃにおける新港大橋の対策費が大半を占めており、これら対策を効率的に行うことが重要と判断される。

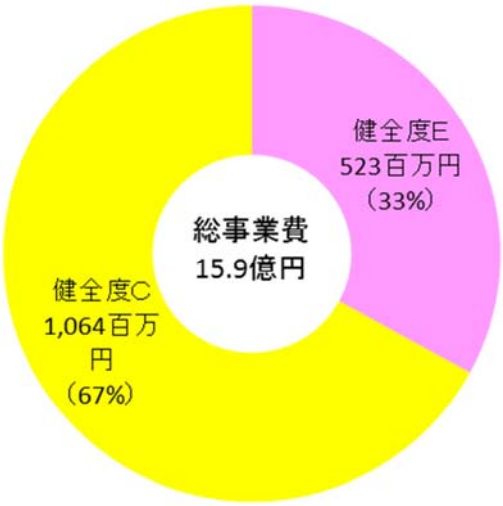


図-4.2.1　現状の損傷に対する対策費用内訳（進展考慮無し）

４－３．予算シミュレーション

（１）シミュレーション条件

長寿命化修繕計画の策定におけるシミュレーション条件を以下に示す。

１）劣化予測と劣化進展の考慮

予算シミュレーションにおいては、**表-4.3.1** に示す部材・損傷に対し、点検結果からの劣化進展、劣化進行による対策費用の増加を考慮した。

シミュレーションにおける劣化予測の対象及び次回対策までの年数，劣化進行時の対策工法の変更，修繕費増加率については、千葉県の考え方を踏襲したが、船橋市の管理橋及び損傷現状を踏まえて、鋼部材の端部腐食（既往点検結果における損傷程度 d のみを対象），コンクリート上・下部工の剥離・鉄筋露出を新たに追加した。また、次回対策までの年数については、前出２－２（２）の損傷程度の経年変化を基に、船橋市の劣化状況を踏まえて見直しを行った。

点検結果を踏まえた補修までの耐用年数は、**図－4.3.1** に示すとおり、次回対策までの年数を補修時期とした 1 次式に対する許容年数とし、許容年数を超えて対策を行った場合に対策工法の変更が生じるものとした。

例）点検結果の損傷程度に対する耐用年数（対策工法変更までの許容年数）

腐食の場合　損傷程度 a：20 年，b：15 年，c：10 年，d：5 年

表-4.3.1　耐用年数と劣化進展時の対策工法の変更・修繕費の増加率

着目部材	材質	損傷の種類	次回対策までの年数※2	劣化進展を考慮した対策工法の変更	損傷パターン	修繕費増加率
主桁等	鋼	腐食	20年	3種ケレン → 1種ケレン	C-①	1.40
		端部腐食※1	5年	当て板補強 → 部材交換	C-②	3.19
	コンクリート※1	剥離・鉄筋露出	30年	断面修復工（橋面積5%）※3 →断面修復工（橋面積10%）	C-⑧	2.00
床版※1	コンクリート	床版ひびわれ	30年	ひびわれ注入＋炭素繊維接着＋橋面防水 →床版取替	C-⑤	1.96
下部工※1	コンクリート	剥離・鉄筋露出	30年	断面修復工（1.0㎡×下部工基数）※3 →断面修復工（2.0㎡×下部工基数）	C-⑧	2.00
支承	鋼	腐食	30年	金属溶射工 →支承取替工	C-③	9.70
高欄・防護柵	鋼	腐食	30年	塗装塗替え →取替え	C-①	2.60
伸縮装置	－	－	30年	劣化考慮しない	－	1.00
舗装	－	－	30年	劣化考慮しない	－	1.00

※1：船橋市の管理橋及び損傷状況を踏まえ、千葉県の項目に新たに追加した内容
※2：船橋市の損傷程度の経年変化に基づき一部修正
※3：補修数量の算定実績より設定

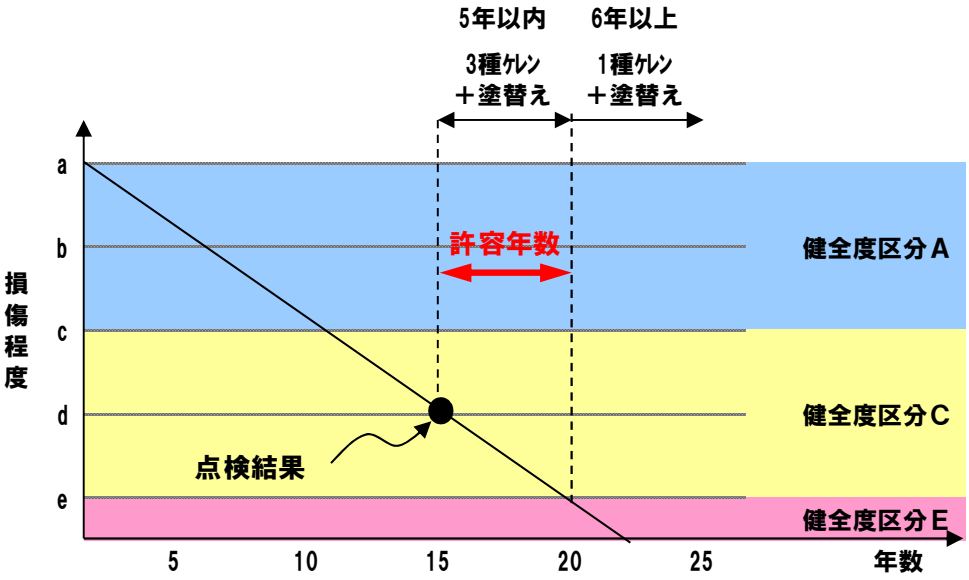


図-4.3.1　劣化進展の考慮（腐食の劣化進展イメージ）

２）予算計画における前提条件

船橋市では、H22 年度から実施されている定期点検結果等を踏まえ、長寿命化修繕計画策定に先立ち損傷の著しい箇所の補修工事について、予算を計上して補修工事を進めている。また、並行して耐震補強や架替え工事，河川改修事業などの計画も進められており、これらを踏まえた予算計画の立案が必要となる。

上記を含め、シミュレーションの前提条件を下記のとおりとした。

○事業費は、直接工事費に対して 80%の諸経費を考慮した額とする。
○H25～H26 年度は、既に計画済みの予算及び修繕事業を行うものとする
　H25 年度（2013）　36.0 百万円
　H26 年度（2014）　73.1 百万円
○老朽化に伴う新船橋橋の架け替え事業についてはH26 年度以降の着手とする
○新港大橋は、H27 年度まで耐震補強工事予定であるため、修繕工事をH28 年度以降の着手とする
○上記の制約条件以外の橋梁については、３－６で示した優先順位の高い橋梁から対策を行うものとする
○シミュレーションの評価期間は、2013～2062 年までの 50 年間とする

（２）予算シミュレーションの結果

前節（１）で示した条件に基づき予算シミュレーションを行った。

シミュレーションは、現状の損傷の対策費として年間予算を変動（2015，H27 年度からの予算を変動）させた場合の健全度区分Ｅ，Ｃの対策完了時期及び現状損傷に対する総修繕費の変化，健全度区分の分布に着目し、投資効果について検証した。

年間予算を 20 百万円から 300 百万円まで変動させた場合のシミュレーション結果を**表-4.3.2，図-4.3.2～図-4.3.3** に示す。

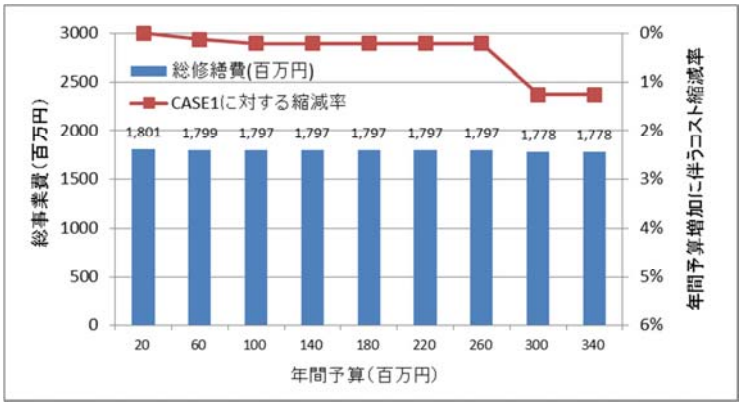
現状損傷に対する総修繕費について、年間予算 1.0 億円(CASE3)で 20 百万円/年(CASE1)と比べ約 0.2%（3.8 百万円）と若干の減少傾向は見られたが、現状の健全度区分Ｅの対策に 8 年，C の対策に 20 年を要することとなり、対策が遅延することで劣化が進行するため、19 年後（2032 年）まで健全度区分Ｅが残る結果となった。

これは、優先順位が高く費用の大半を占める、新船橋橋の更新，カテゴリーⅢの健全度区分ＥのＢＯＸ更新，新港大橋の補修が影響し、他の補修工事が進まないことが原因と判断される。

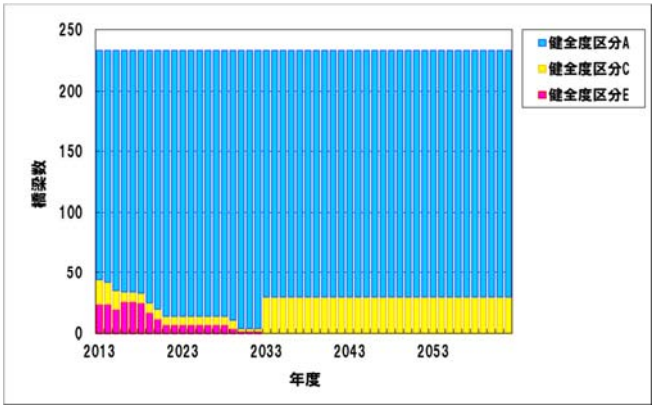
また、年間予算 3.0 億円を投じると CASE1 と比べ 1.26%（22.6 百万円）のコスト縮減効果、現状の健全度区分Ｅの対策に 4 年（劣化進行に伴いＥとなる橋梁の対策は 7 年)、C の対策に 8 年と短期間で解消できる結果が得られた。

表－4.3.2　シミュレーション①結果一覧（要対策橋の全ての対策を対象）

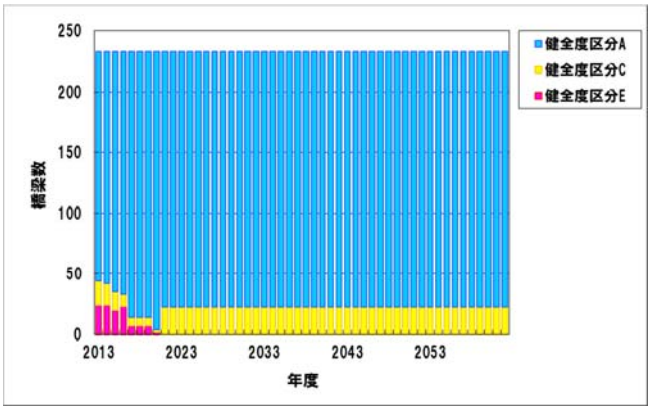
CASE	年間予算（百万円）	総修繕費（百万円）	前CASEに対する縮減率	CASE1に対する縮減率	健全度区分別対策終了年次				2巡目以降の年間修繕予算（百万円/年）	10年後での健全度区分E橋梁数(橋)	20年後での健全度区分E橋梁数(橋)	30年後での健全度区分E橋梁数(橋)
					E			C				
						カテゴリⅠ	カテゴリⅡ					
CASE1	20.0	1,801.1	－	－	2041年(29年)	2028年(16年)	2032年(20年)	2101年(89年)	495.8	27	23	9
CASE2	60.0	1,798.7	0.13%	0.13%	2023年(11年)	2019年(7年)	2020年(8年)	2043年(31年)	102.5	16	7	2
CASE3	100.0	1,797.3	0.08%	0.21%	2020年(8年)	2017年(5年)	2018年(6年)	2032年(20年)	91.1	7	2	0
CASE4	140.0	1,797.3	0.00%	0.21%	2018年(6年)	2016年(4年)	2017年(5年)	2027年(15年)	85.8	7	0	0
CASE5	180.0	1,797.3	0.00%	0.21%	2017年(5年)	2016年(4年)	2016年(4年)	2024年(12年)	85.1	7	0	0
CASE6	220.0	1,797.3	0.00%	0.21%	2017年(5年)	2016年(4年)	2016年(4年)	2022年(10年)	83.5	2	0	0
CASE7	260.0	1,797.3	0.00%	0.21%	2017年(5年)	2016年(4年)	2016年(4年)	2021年(9年)	82.6	0	0	0
CASE8	300.0	1,778.5	1.04%	1.26%	2016年(4年)	2015年(3年)	2016年(4年)	2020年(8年)	81.7	0	0	0
CASE9	340.0	1,778.5	0.00%	1.26%	2016年(4年)	2015年(3年)	2016年(4年)	2020年(8年)	81.7	0	0	0



図－4.3.2　総事業費及びコスト縮減率の変化（シミュレーション①）



▲年間予算 1.0 億円



▲年間予算 3.0 億円

図-4.3.3　健全度分布の変化（シミュレーション①）

ここで、新船橋橋の更新，カテゴリーⅢのＢＯＸ更新，新港大橋の補修を除いた（シミュレーション開始時点で対策が完了していると想定した）条件でシミュレーションを行った結果を**表-4.3.3，図-4.3.4～図 4.3.5** に示す。

現状損傷に対する総修繕費において、年間予算 60 百万円（CASE14）で 20 百万円／年（CASE10）と比べ約 15%（35.8 百万円）の縮減効果があり、また、健全度区分Ｅの対策が 4 年以内，Ｃの対策も 5 年以内に完了する結果となった。（但し、新船橋橋等の対策を除く）

よって、シミュレーションの結果から、新船橋橋等の対策を除く対策費用として年間 60 百万円とすることが経済性や健全性確保の面で有効であると判断される。

表-4.3.3　シミュレーション②結果一覧
（新船橋橋・カテゴリーⅢBOX 改良・新港大橋の対策を除く）

CASE	年間予算（百万円）	総修繕費（百万円）	前CASEに対する縮減率	CASE10に対する縮減率	健全度区分別対策終了年次				2巡目以降の年間修繕予算（百万円/年）	10年後での健全度区分E橋梁数（橋）	20年後での健全度区分E橋梁数（橋）	30年後での健全度区分E橋梁数（橋）
					E			C				
						カテゴリⅠ	カテゴリⅡ					
CASE10	20.0	238.7	－	－	2019年(7年)	2015年(3年)	2019年(7年)	2023年(11年)	86.7	5	0	0
CASE11	30.0	238.7	0.00%	0.00%	2017年(5年)	2015年(3年)	2017年(5年)	2020年(8年)	84.0	0	0	0
CASE12	40.0	238.7	0.00%	0.00%	2017年(5年)	2015年(3年)	2017年(5年)	2019年(7年)	83.1	0	0	0
CASE13	50.0	219.9	7.86%	7.86%	2016年(4年)	2015年(3年)	2016年(4年)	2017年(5年)	81.4	0	0	0
CASE14	60.0	202.8	7.78%	15.02%	2016年(4年)	2015年(3年)	2016年(4年)	2017年(5年)	81.4	0	0	0
CASE15	70.0	202.1	0.37%	15.34%	2016年(4年)	2015年(3年)	2016年(4年)	2017年(5年)	81.4	0	0	0
CASE16	80.0	202.1	0.00%	15.34%	2016年(4年)	2015年(3年)	2016年(4年)	2016年(4年)	80.5	0	0	0
CASE17	90.0	202.1	0.00%	15.34%	2015年(3年)	2015年(3年)	2015年(3年)	2016年(4年)	80.5	0	0	0

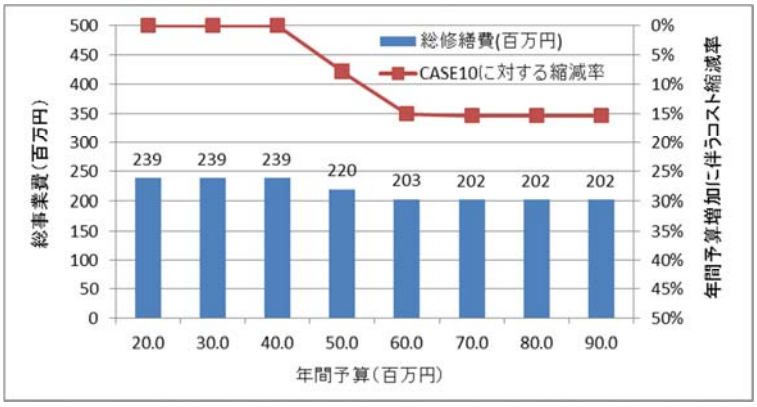


図-4.3.4　総事業費及びコスト縮減率の変化（シミュレーション②）

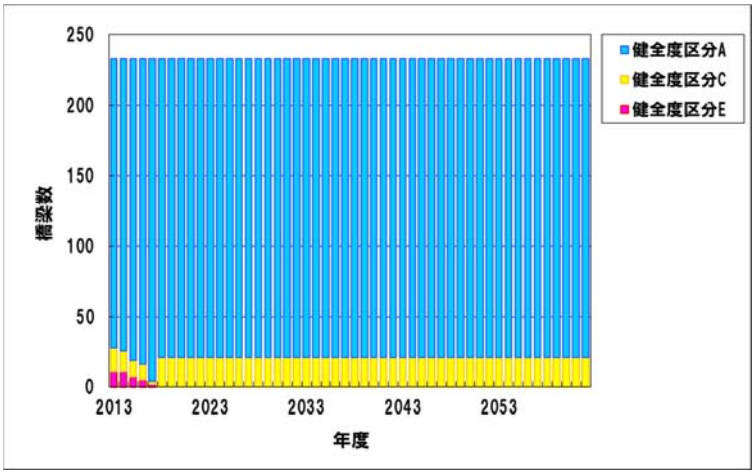


図-4.3.5　健全度分布の変化（シミュレーション②：年間予算 60 百万円）

４－４．最適予算計画

シミュレーション結果を踏まえ、船橋市における最適予算を以下のとおりとした。

・新船橋橋の更新，カテゴリーⅢの健全度区分Ｅの更新費，新港大橋の修繕費用は、複数年の別途予算として計上
・新船橋橋の更新事業を H26 年度（2014 年度）から 5 ヵ年（1.08 億円/年），H27 年度まで耐震補強工事が予定されている新港大橋の修繕費を H28 年度（2016 年度）から 2 ヵ年を 0.69 億円/年，3 ヵ年を 1.84 億円/年の 5 ヵ年で計上
・新港大橋を除くカテゴリーⅠ，Ⅱの対策が完了次第、カテゴリーⅢ・ＥランクのBOX更新は新港大橋対策後、5 ヵ年（0.36 億円/年）で実施（２回/年の点検等で安全管理）
・上記を除く修繕費用として H27 年度から H29 年度に 60 百万円を計上
・2 巡目以降の対策費は、新港大橋の対策完了（2020 年度）以降に未実施期間（2018～2020 年度）を割増した 88.4 百万年／年を計上

上記に基づく 50 年間の最適予算計画のイメージを図-4.4.1 に示す。
最適予算計画による 50 年間の総投資は 47.2 億円であり、これはシミュレーション①の CASE3 の総投資 51.1 億円（1.4 億円×15 年＋0.86 億円×35 年）と比べても 3.9 億円のコスト縮減に加え、特定橋梁を除きシミュレーション②で示した健全度状態を保つことが可能となる。

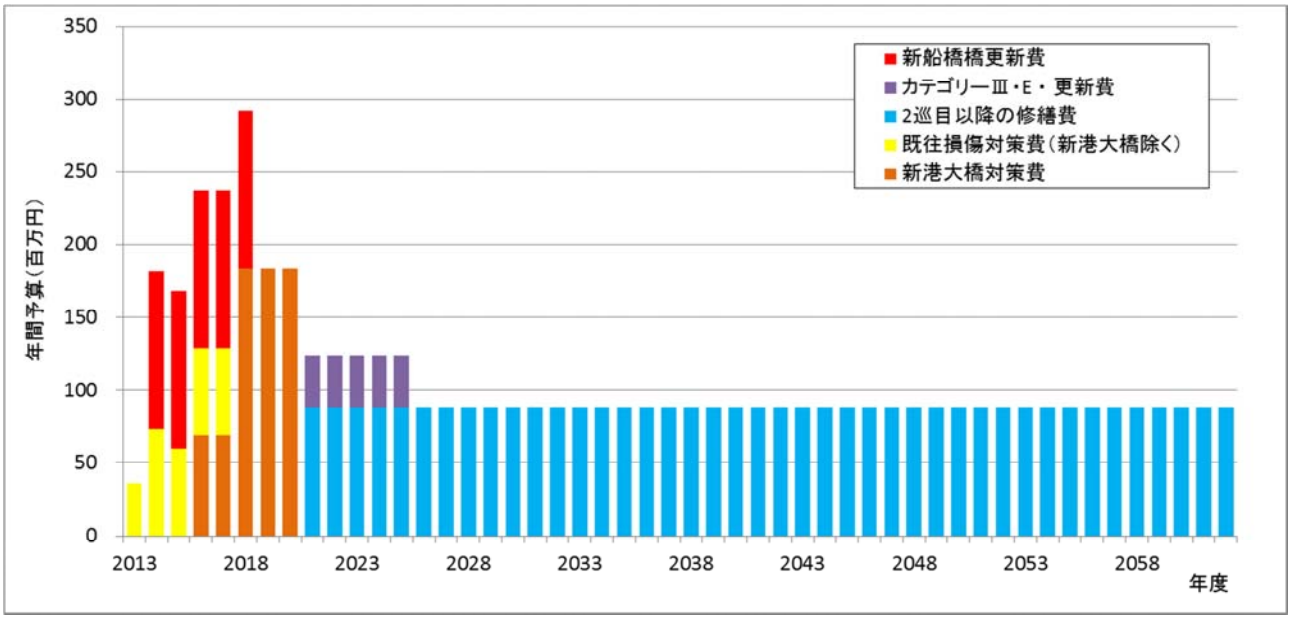


図-4.4.1　最適予算計画

４－５．長寿命化修繕計画によるコスト縮減効果

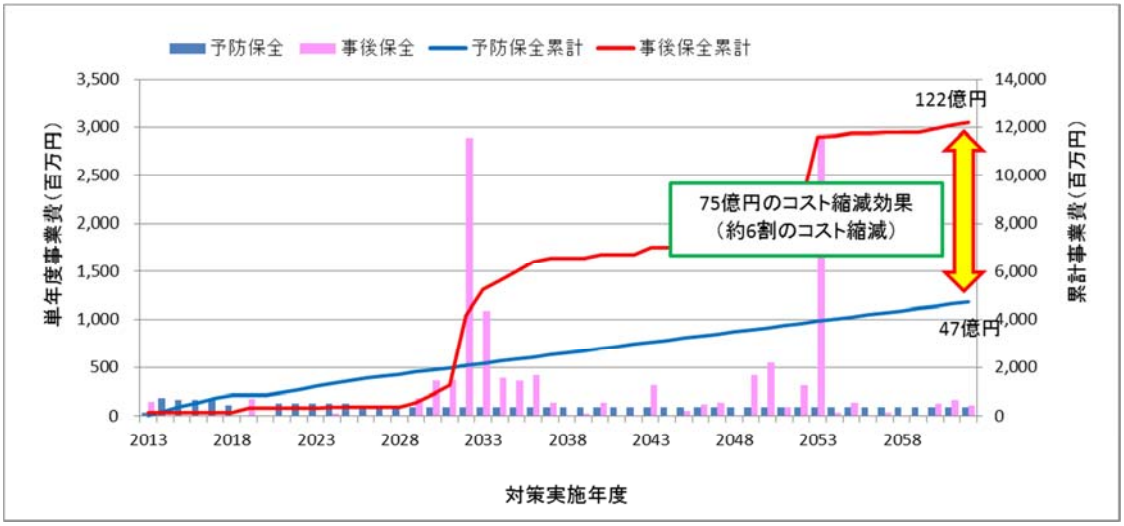
長寿命化修繕計画策定による事業効果を示すため、前項４－４で導出した最適予算計画に基づく予防保全型と事後保全型のコスト比較を行った。

事後保全型のコスト算出は、前述３－７で示した橋梁の耐用年数及び更新単価を用い、補修等を行わずに橋梁が耐用年数（寿命）に到達してから架け替えを行った場合の 50 年間の単年度事業費及び累計事業費を算出した。

なお、架設年が不明な橋梁については、表-3.7.1 で示した橋梁の耐用年数の 1/2 が経過しているものと仮定し、余寿命が経過した年に更新費用を計上した。

最適予算計画と事後保全における 50 年間の単年度事業費と累計事業費を比較した結果を図-4.5.1 に示す。

比較結果から、50 年間の累計事業費として事後保全型の 122 億円に対して、予防保全型では 47 億円となり、約 75 億円（約 6 割）と大幅なコスト縮減効果が見込めると言える。また、事後保全型では単年度事業費の集中が見られるのに対し、計画的な予防保全により予算の平準化が図れるため、財政や交通影響への負担も軽減されると考えられる。



図－4.5.1　　コスト縮減効果

４－６．計画の見直しについて

本計画は、平成 25 年 3 月時点の管理橋の状況および船橋市の財源を勘案した上で作成した修繕計画である。

今後定期的に実施する 2 巡目以降の点検において早期対策を必要とする橋梁等が確認された場合や市の財政状況が変化した場合には、適宜、修繕計画の見直しを行い、安全・安心に利用できる橋梁の継続的な提供に努めるものとする。