

1章 群管理の手順のケーススタディ

ケーススタディにおいては国道橋を対象とし、実際の管理の実態に即し、ストック量(群の単位)を、全体と対象施設の状態が把握できる範囲とに階層化して検討する。全体を取り扱う群管理をマクロマネジメント、対象施設の状態が把握できる範囲の群管理をミクロマネジメントと称し、ミクロマネジメントとマクロマネジメントがサイクルとなって施設を保持するために実施する「それぞれの取り組み」と「必要な情報とプロセス」を提示し、ストックマネジメントの考え方の仮説及び両者の間でやり取りされる情報の妥当性を検証することを目的としている。

1-1. ケーススタディの概要

1) ケーススタディのイメージ

ここでは概ね、ミクロマネジメントとマクロマネジメントの各々の取り組みと必要な情報とプロセスについて以下(図1-1-1)のイメージを前提にケーススタディを行い、詳細を検証することとする。

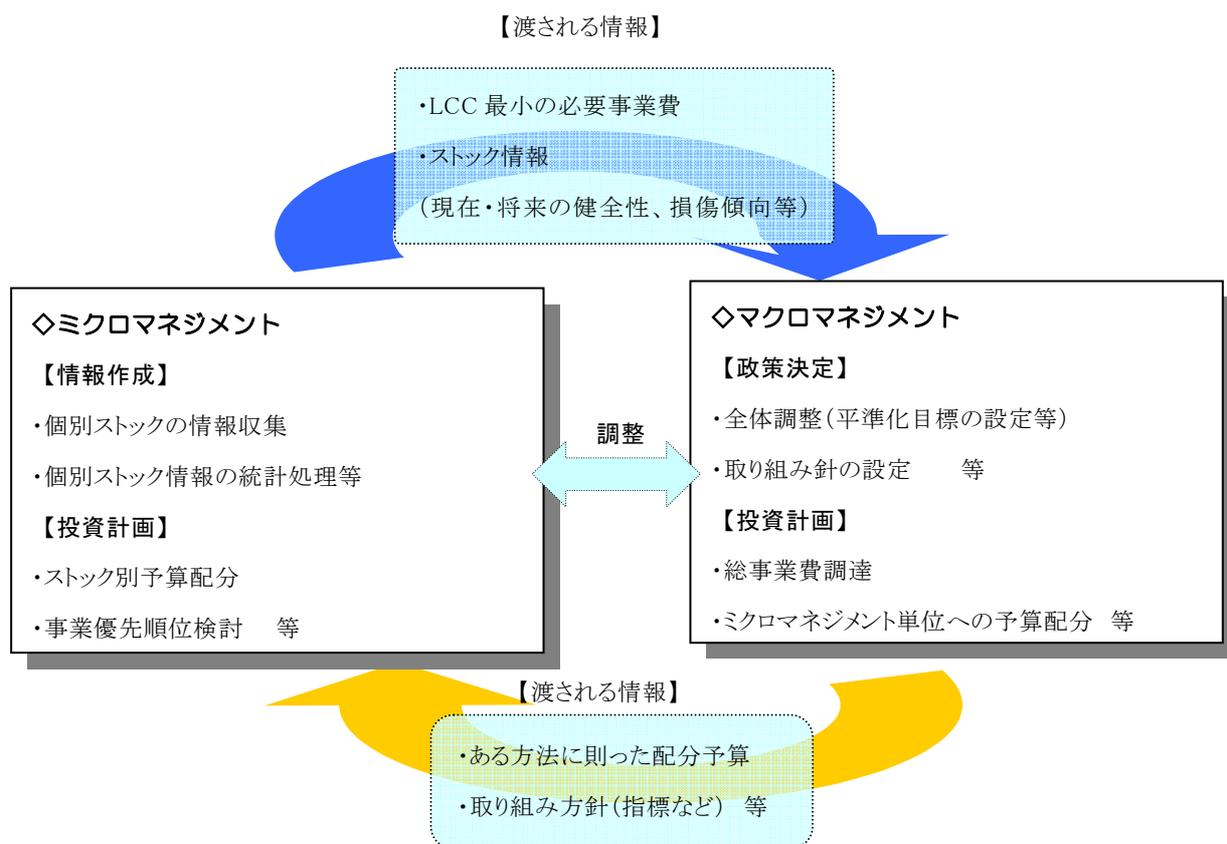


図1-1-1 全体イメージ

2) ケーススタディの対象

ケーススタディの対象は、以下の理由により道路橋とする。

- ・耐用年数が比較的長い施設で、事業の集中時期などが表現しやすい可能性がある。
- ・部材の集合体であるため、健全性指標の設定やシナリオ設定の方法などが比較的複雑であると考えられ、他の施設への応用が図りやすいと考えられる。また、部材を一つの施設として見なせば、例えば港湾など複数の施設から構成される社会資本への応用が可能であると考えられる。
- ・継続的に行われている橋梁点検により、経年的データの入手が期待できる。

ケーススタディの目標として、マイクロでは個々の施設の状態に応じてLCCが最小となる事業計画を推奨する。この場合、長期的な予算計画には凹凸が生じ、年度ごとに実際に投入できる資金と計画には不足／過大が生じ、理想的な事業計画を実施するのは現実的には難しい。マイクロ側からの情報を受け取るマクロ側でも同様の問題が生じる。交通量や重要性等を考慮して優先順位付けを行って、重要な施設は先送りせず、そうではない施設は全体の調整を図りつつ、平準化を図ることが必要である。

このようなことから、ケーススタディでは必要な情報や予算配分、平準化、優先順位付けなどの手法について、実データを用いた試行によりプロセスを明らかにするとともに、課題を抽出し解決法を検討する。ケーススタディでは、ストックマネジメントを行う上での具体的な取り組みイメージの提示及び実際のデータの使用により必要に応じて取り組み内容を修正することが可能となる。

3) ミクロマネジメントとマクロマネジメント

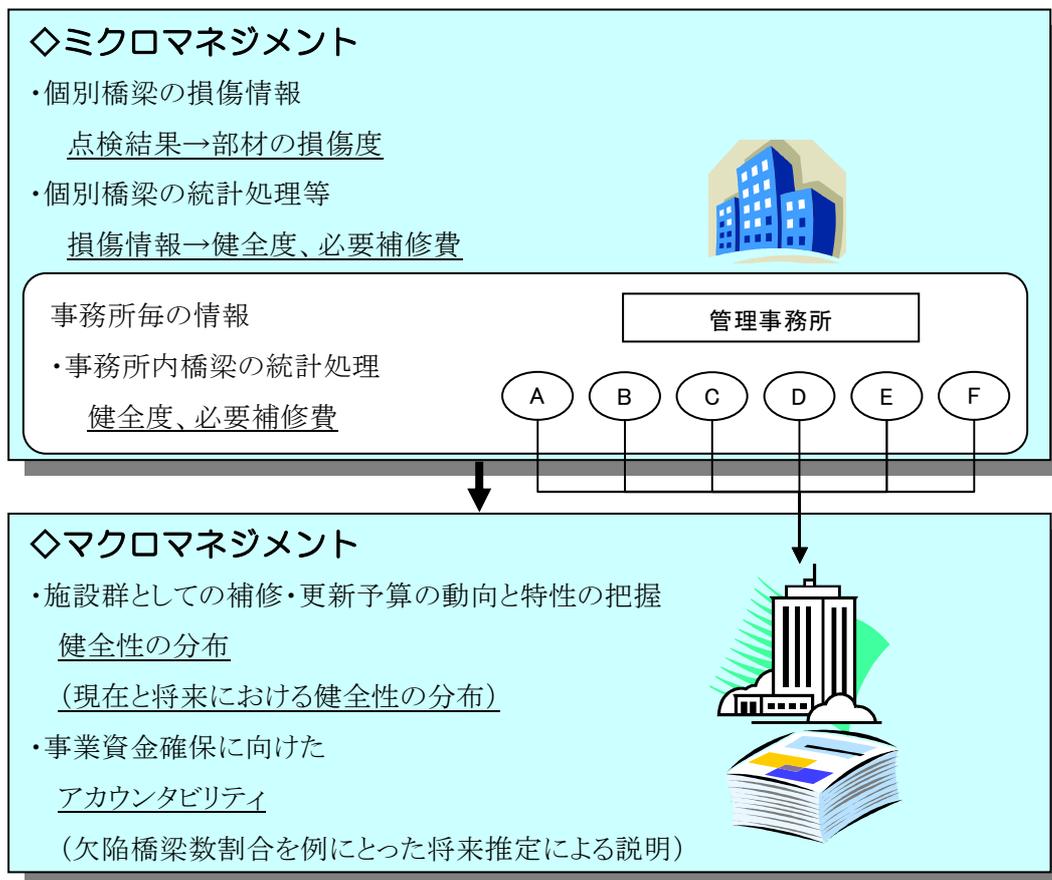


図1-1-2 本ケーススタディのイメージ

本ケーススタディでは、橋梁を対象として実施するため、具体的なマイクロマネジメントとマクロマネジメントのイメージおよびマイクロとマクロの各々の取り組みについて以下の事項を前提とする。

- ・ ミクロは、「個々の橋」の性能評価、補修・予算計画および管理する施設全体を適切に維持管理する取り組みを行う。
- ・ マクロの取り組みは、ミクロからの情報(性能と予算)からミクロ群全体の方針を検討し、ミクロにおけるマネジメントを適切に行うための予算や管理方針などを検討する。すなわち、このケーススタディではマクロは個々の橋は扱わないものとする。

4) ケーススタディの流れ

図1-1-1 に示すように基本的にミクロとマクロはそれぞれの役割で一連のマネジメントサイクルを担うこととなる。しかし、マネジメントサイクルはPDCAサイクルのように一連の流れで完結するとは限らず、途中段階で方向修正が必要となる場合もある。この場合には、ミクロとマクロが調整を図りつつ、必要な情報を修正、再検討を行って再びサイクルに戻るといったことが現実的に行われると考えられる。もちろん、マネジメント技術が高度化するにつれて途中段階における調整は少なくなると考えられるが、現時点では実際のマネジメント上の考え方や課題等が必ずしも明らかになっていないこともあり、途中段階における調整が必要と考えられる。また、長期予算計画は現時点の最新情報に基づいており、例えば、今年度に設定した長期予算計画が次年度以降も継続するとは限らず、新たな点検や知見が得られた時点で最良と考えられる予算計画を再度検討することになる。

本ケーススタディは、以下(図1-1-3)に示すようなマネジメントの流れに沿って行うこととし、Step1～Step4については本章で、各 Step における課題に対する検討については次章に記述する。

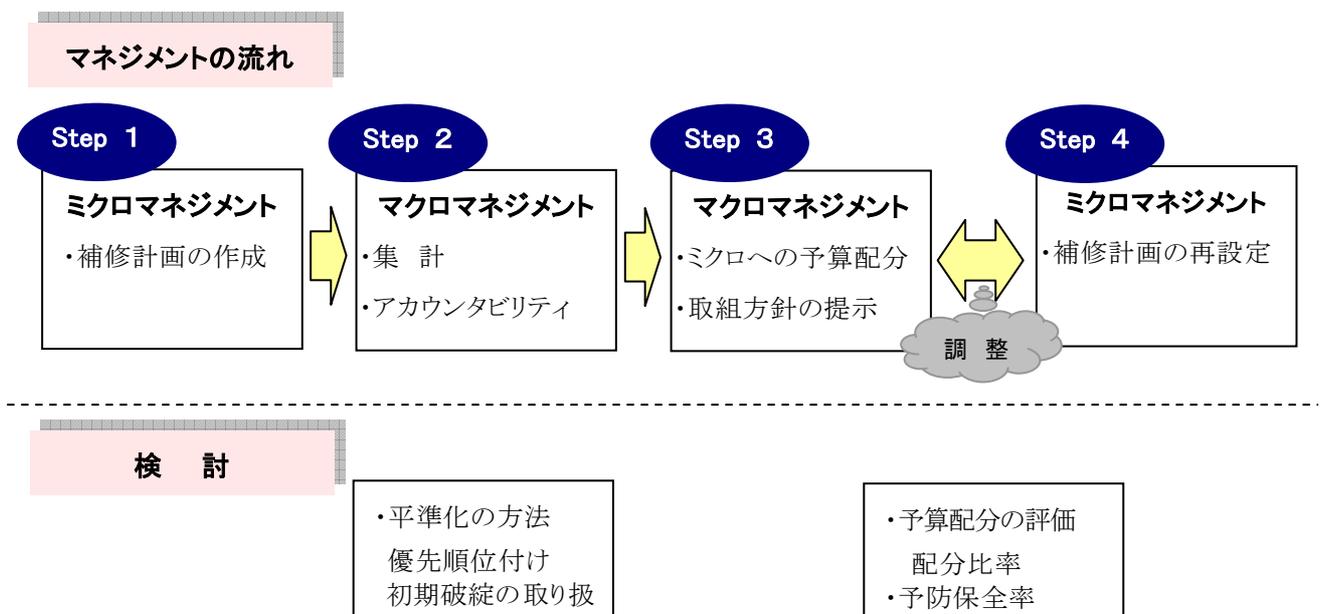


図1-1-3 ケーススタディの全体の流れ

1-2. ケーススタディの前提条件

1) 対象橋梁

北海道開発局のうち、1開発建設部(全橋梁数 721 橋、うち既往の点検結果のある橋梁 533 橋)を対象とした。対象橋梁全体の架設状況を図1-2-1 に示す。ここから、1965~1975 年の高度経済成長期に多くの橋梁が架設されたことがわかる。また、この傾向は他の地域や施設においても同様と考えられる。

また、対象橋梁の架設状況を材料別で示すと図1-2-2 のようになる。

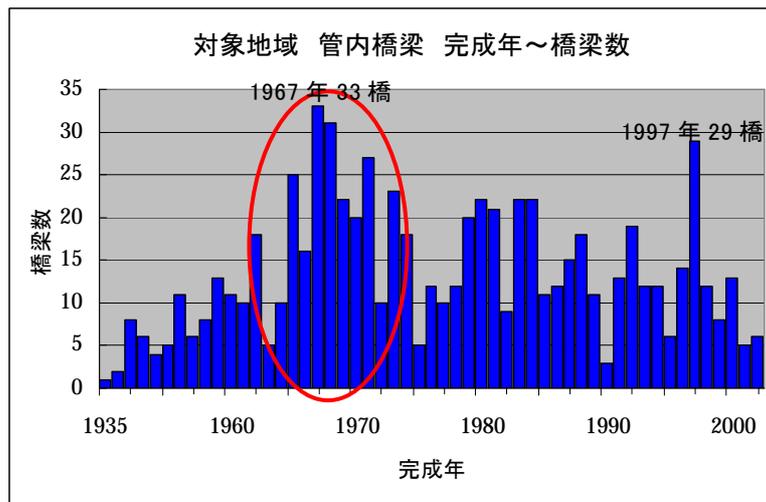
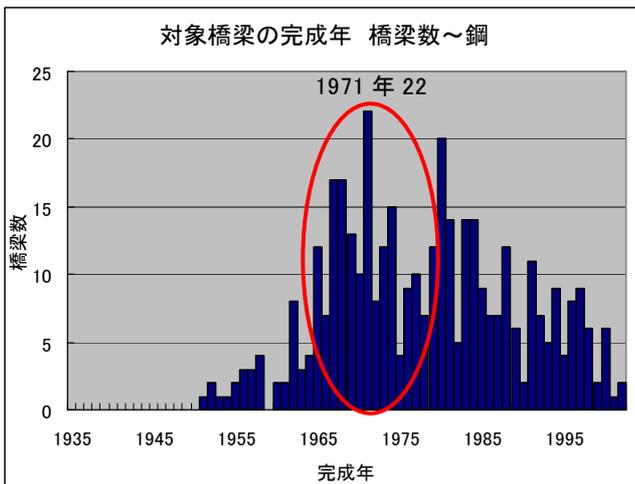
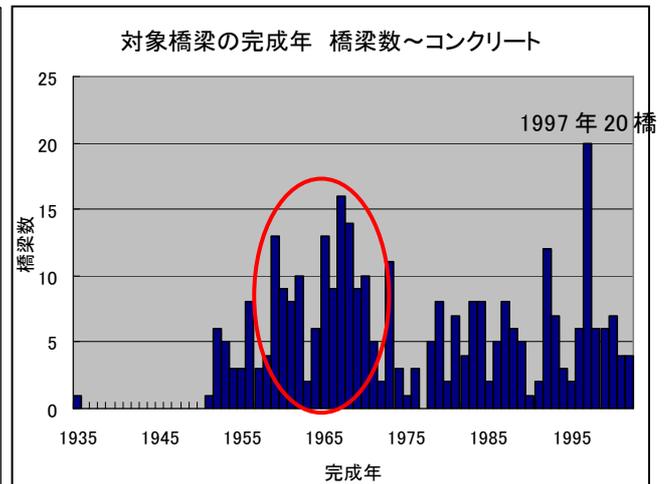


図1-2-1 対象橋梁の完成年



(a) 鋼橋



(b) コンクリート橋

図1-2-2 材料別の対象橋梁の完成年

また、対象とした開発建設部管内の道路橋は、6ヶ所の道路事務所により維持管理が行われている。各事務所で管理している橋梁数を図1-2-3 に示す。

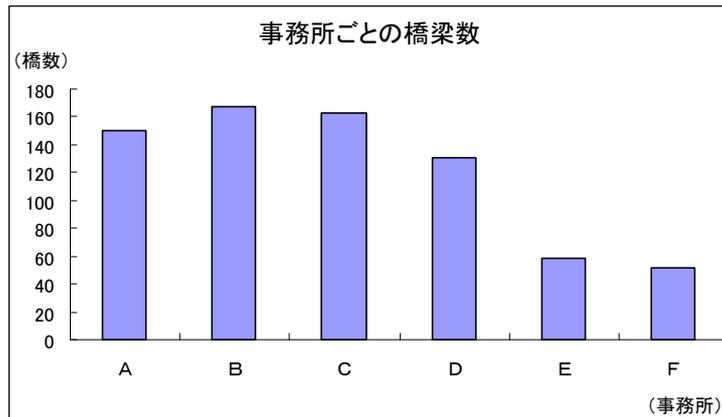


図1-2-3 対象とした建設部の現状 (721 橋)

対象とした橋梁は、図1-2-4 に示す健全度分布となっており、健全度としては比較的高い状態に保たれている。一方、欠陥橋梁は、図1-2-5 に示すように現時点で相当数含まれている。このような検討モデルの場合、特にランク I の補修費が大きい(基本的に取り替え)ため、検討初期に大きな補修費が必要となることが予想される(ただし、実際には既に補修済みの橋梁もあるため、実態を表しているとは限らない)。

なお、「健全度」および「欠陥橋梁」の定義については、「5) ケーススタディにおける定義」に示している。

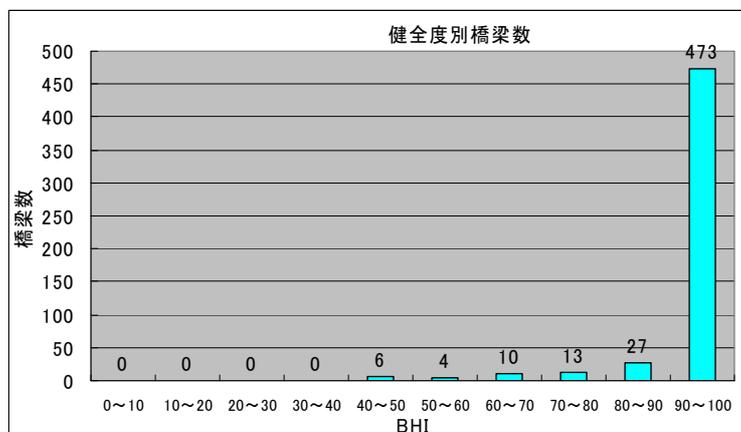


図1-2-4 対象とした橋梁の現状(健全度)

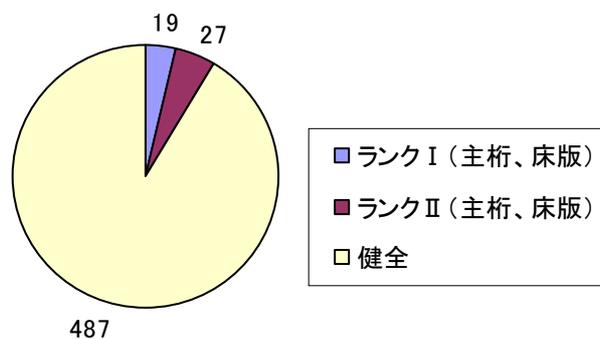


図1-2-5 対象とした橋梁の現状(欠陥橋梁数)

2) ケーススタディの方法

ケーススタディの対象橋梁数が多い場合、シミュレーションが煩雑となる。そこで、本ケーススタディではプログラムにより、多くの橋梁のシミュレーションが可能な「北海道 BMS」((独)北海道開発土木研究所において研究中)を使用することとした。北海道 BMS の特徴について、用いている健全度評価、劣化曲線の考え方等を以下にまとめて示す。

表1-2-1 北海道 BMS の考え方

健全度評価	部材・・・損傷度 橋・・・健全度 健全度の算出方法・・・便宜上再調達価格を重み付けにして平均化※1)
劣化予測の元データ	北海道開発局が管理する国道橋の既往点検結果
劣化曲線の考え方	確率論的な手法としてマルコフモデルを採用※2) (損傷の範囲を評価可能)
補修計画の考え方	部材及び損傷に応じてあらかじめ規定したシナリオを使用

※1) 土木学会論文集No. 703/I-59, 53-65, 2002. 4 「橋梁各部材の資産的評価と橋梁健全度指数の解析」

※2) 土木学会第58回年次学術講演会 「北海道におけるBridge Management System(BMS)の現状と今後」

3) 具体的なシミュレーションの実施条件

(1) シミュレーションの条件

シミュレーションの条件としては、以下のとおりである。

- ・ 対象期間 …… 50年(=LCC 算定期間)
- ・ 対象部材 …… 全部材 (ただし、本ケーススタディにおける評価は、簡略化のため、実際の橋梁において損傷が多く、主たる補修の対象となっている主桁と床版と支承の3部材を対象とする)
- ・ 対象シナリオ・・・(図1-2-6 ~図1-2-8)に示す3つのシナリオ

(2) シナリオの設定

シナリオは以下の3タイプを考える。

① 使い捨て型

特に維持管理をせずに、安全にかかわる問題が発生し、補修が困難な状況で更新する。この場合、長期間通行止めとなり、迂回等による経済損失が発生する。本ケーススタディではこのような外部コストは特に考慮しないこととしているが、このシナリオは外部コストが大きい。

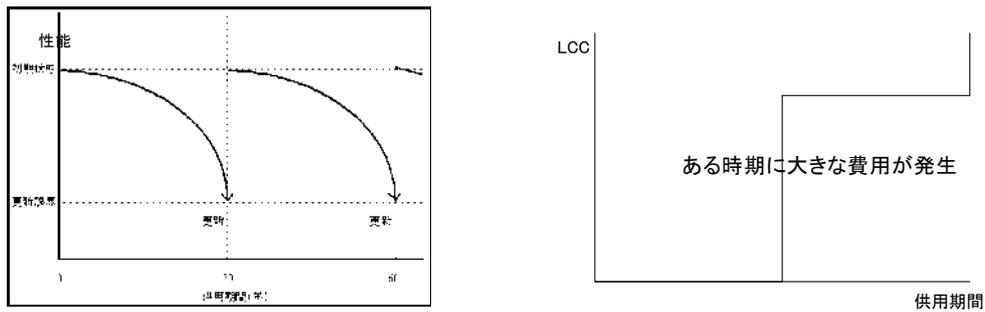


図1-2-6 使い捨て型のイメージ

②対症療法型

これまでの一般的な維持管理手法で、使用上の問題が生じた段階で補修する。

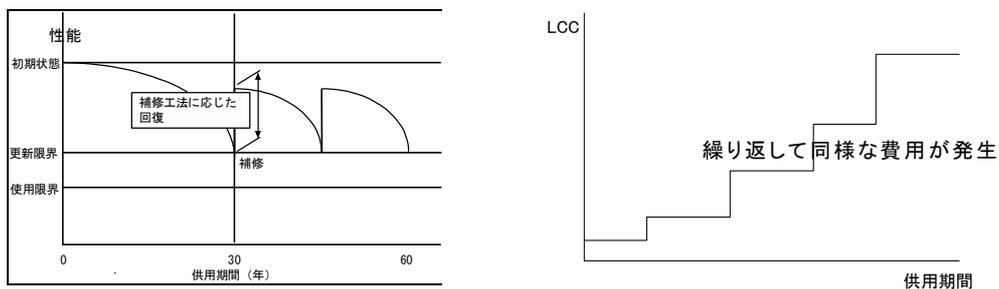


図1-2-7 対症療法型のイメージ

③危機管理型

初期不良等の損傷を早い段階で補修し、現状において可能な長寿命工法を適用して補修する。

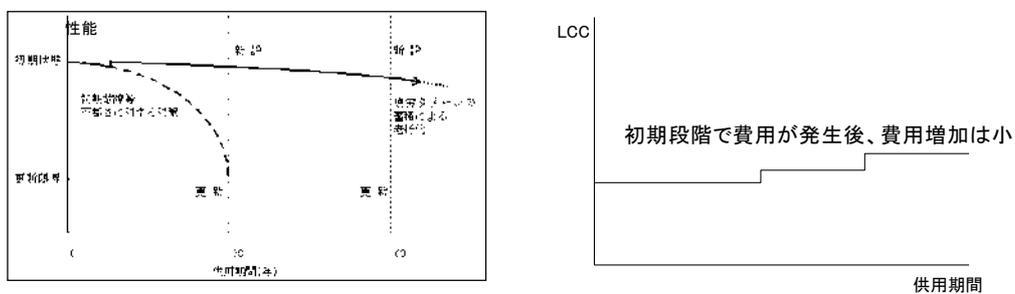


図1-2-8 危機管理型のイメージ

4) ケーススタディにおける定義

(1)健全度

健全度は劣化状態を表す指標として設定する。本ケーススタディでは、部材の損傷ランクを用いて、再調達価格による重み付けの方法により算出する(参考:表1-2-2)。部材及び橋梁の健全度の算出例を以下に示す(ここで、本ケーススタディで対象とする部材は主桁、床版及び支承の3部材である)。

表1-2-2 健全度評価例

ランク	OK	IV	III	II	I	部材の健全度	全数量	部材単価	総価格	現在価格
Wf	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00				TEV	CEV
床版	75.0	0.0	0.0	16.7	8.3	79.2	330	50	16,500	13,063
主桁	0.0	33.3	8.3	25.0	0.0	35.4	60	500	30,000	10,625
舗装	0.0	50.0	50.0			62.5	300	4	1,200	750
伸縮装置			50	50		37.5	20	50	1,000	375
排水装置	100					100.0	10	20	200	200
支承		50	50			62.5	8	1000	8,000	5,000
防護柵		80	20			70.0	60	30	1,800	1,260
橋台		50	50			62.5	700	60	42,000	26,250
橋脚						0.0	0	60	0	0
合計									100,700	57,523

Wf：損傷減少率

総価格：Total Element Value (TEV)

現在価格：Current Element Value (CEV)

部材の健全度は下式に示すよう、各ランクにおける数量と損傷減少率(Wf)によって算出される。

$$\text{部材健全度} = \text{OK数量} \times 1.00 + \text{IV数量} \times 0.75 + \text{III数量} \times 0.50 + \text{II数量} \times 0.25 + \text{I数量} \times 0.00$$

橋梁の健全度はここで対象とする3部材の総価格の合計と現在価格の合計を用いて算出される。

$$\text{橋梁の健全度} = \frac{\sum \text{部材の現在価格 (CEV)}}{\sum \text{部材の総価格 (TEV)}}$$

ここで、部材の総価格(TEV) = 全数量 × 部材単価

$$\text{部材の現在価格(CEV)} = \text{部材健全度} \times \text{総価格(TEV)}$$

$$\text{橋梁群の健全度} = \frac{\text{橋梁群の現在価格}}{\text{橋梁群の総価格}} = \frac{\sum (\sum \text{部材の現在価格 (CEV)})}{\sum (\sum \text{部材の総価格 (TEV)})}$$

(2)欠陥橋梁

欠陥橋梁は上述した部材健全度が 0.5 未満の部材(ここでは、主桁と床版を対象としている)を持つ橋梁と定義する。以下、

ランク I・・・部材健全度 0.25 未満の部材を持つ橋梁

ランク II・・・部材健全度 0.25 以上 0.50 未満の部材を持つ橋梁

と表記する。

1-3. マクロマネジメントに渡す情報の作成 —マイクロマネジメント

マイクロマネジメントでは、個々の橋梁の補修計画を作成し、その集計結果をマクロマネジメントに渡す。渡す情報としては、必要事業費、健全度及び欠陥橋梁数の推移である。基本的にマイクロではLCC最小の事業費となる補修計画を推奨する。また、その比較代替案も同時にマクロに情報として渡す。本ケーススタディでは、前述の3シナリオ(使い捨て型、対症療法型、危機管理型)を例に、それぞれのシナリ

オに基づく補修計画を作成し、それらの集計結果をマクロへ渡す情報とする。

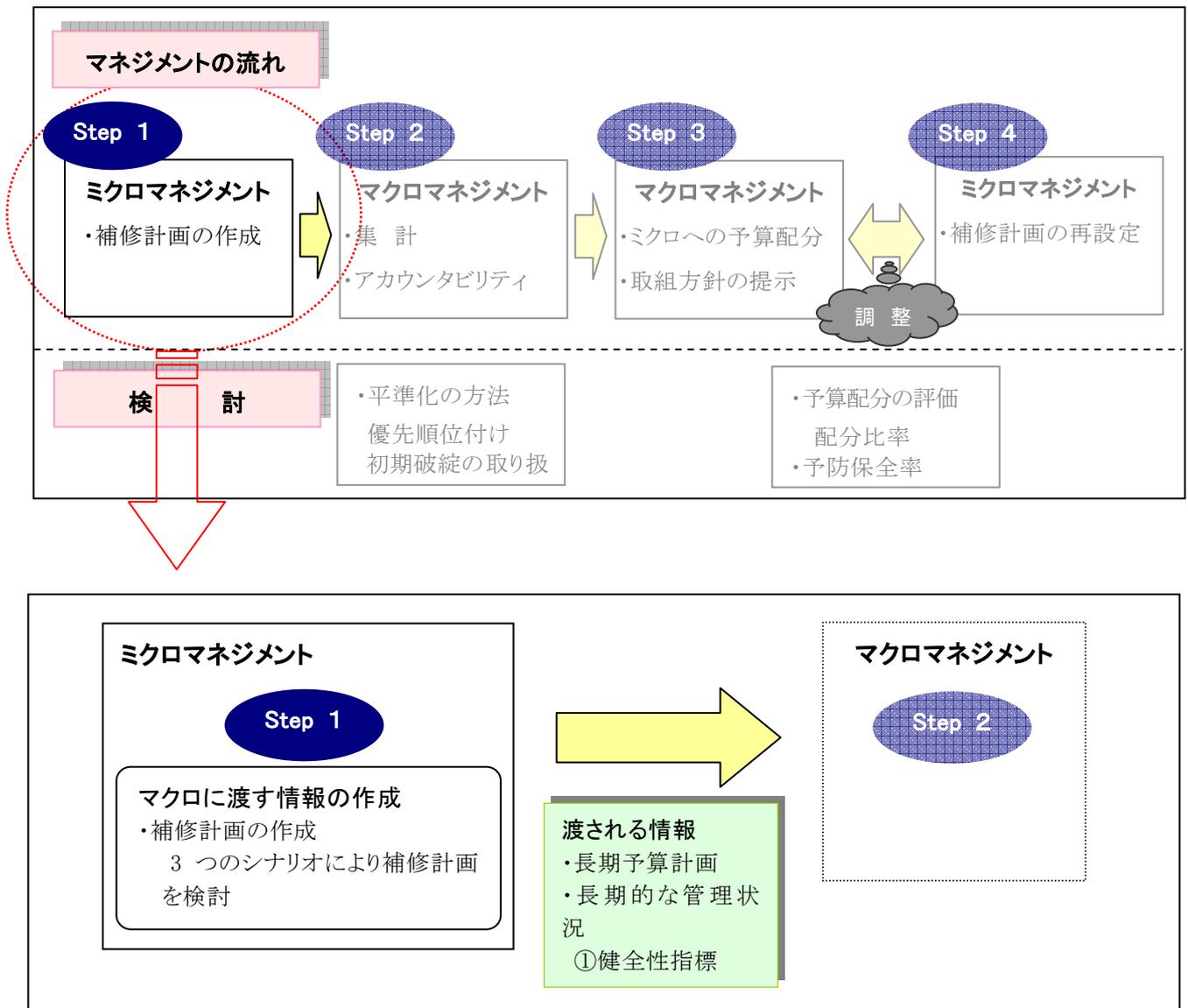


図1-3-1 ケーススタディの流れと具体的内容 (Step1)

1) 補修計画の作成

3つのシナリオごとに個別橋梁の補修の発生時期を推定し、補修計画を作成する(図1-3-2)。個別橋梁の補修計画は、事業費、健全度及び欠陥橋梁数の推移について推奨案(図1-2-8)及び代替案(図1-2-6、図1-2-7)を含めて集計しマクロへ渡す(図1-3-3)。

【〇〇〇橋】										
【事業費】	年次	2004	2005	2006	...	2021	2022	...	2053	LCC
	使い捨て型	—	—	—		—	—		50	50
	対症療法型	—	—	10		—	32		—	42
	危機管理型	—	30	—		—	4		—	34
【健全度】	年次	2004	2005	2006	...	2021	2022	...	2053	
	使い捨て型	0.80	0.78	0.76		0.56	0.50		0.30	
	対症療法型	0.80	0.78	0.76		0.75	0.70		0.50	
	危機管理型	0.80	0.78	0.95		0.85	0.80		0.82	
【欠陥橋梁】	年次	2004	2005	2006	...	2021	2022	...	2053	
	使い捨て型	—	—	—		✓	✓		✓	
	対症療法型	—	—	—		—	—		✓	
	危機管理型	—	—	—		—	—			

✓ : 欠陥橋梁

図1-3-2 個別橋梁の補修計画イメージ

【〇〇〇管理事務所】										
【事業費】	年次	2004	2005	2006	...	2021	2022	...	2053	LCC
	使い捨て型	0	0	200		1000	800		2000	5000
	対症療法型	10	30	50		200	100		100	800
	危機管理型	30	20	30		10	30		20	150
【健全度】	年次	2004	2005	2006	...	2021	2022	...	2053	
	使い捨て型	0.80	0.76	0.72		0.45	0.42		0.33	
	対症療法型	0.80	0.78	0.74		0.65	0.72		0.55	
	危機管理型	0.80	0.82	0.81		0.85	0.82		0.84	
【欠陥橋梁】	年次	2004	2005	2006	...	2021	2022	...	2053	
	使い捨て型	0	1	3		10	15		30	
	対症療法型	0	1	3		10	8		15	
	危機管理型	0	1	0		1	2		3	

図1-3-3 橋梁群の補修計画の集計イメージ

2) 補修計画の集計結果

マクロへ渡す各シナリオの補修計画の集計結果(事業費推移、健全度推移、欠陥橋梁数推移、LCC)を、マイクロごとに次ページより示す。

表1-3-1 補修計画の集計結果 (A 道路事務所)

	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移	<p>128,707(百万円) 合計 年平均</p>	<p>33,403(百万円) 合計 年平均</p>	<p>27,798(百万円) 合計 年平均</p>
健全度推移	<p>年平均</p>	<p>年平均</p>	<p>年平均</p>
欠陥橋梁数推移	<p>年平均</p>	<p>年平均</p>	<p>年平均</p>

表1-3-2 補修計画の集計結果 (B道路事務所)

	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移	<p>事業費 (百万円) 20,000 18,000 16,000 14,000 12,000 10,000 8,000 6,000 4,000 2,000 0</p> <p>予測年 2004 2009 2014 2019 2024 2029 2034 2039 2044 2049</p> <p>合計 年平均 63,049 (百万円)</p> <p>ランクⅢ ランクⅡ ランクⅠ</p>	<p>事業費 (百万円) 5,000 4,000 3,000 2,000 1,000 0</p> <p>予測年 2004 2009 2014 2019 2024 2029 2034 2039 2044 2049</p> <p>合計 年平均 18,646 (百万円)</p> <p>ランクⅢ ランクⅡ ランクⅠ</p>	<p>事業費 (百万円) 5,000 4,000 3,000 2,000 1,000 0</p> <p>予測年 2004 2009 2014 2019 2024 2029 2034 2039 2044 2049</p> <p>合計 年平均 15,071 (百万円)</p> <p>ランクⅢ ランクⅡ ランクⅠ</p>
健全度推移	<p>健全度 1 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0</p> <p>予測年 2004 2009 2014 2019 2024 2029 2034 2039 2044 2049</p>	<p>健全度 1 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0</p> <p>予測年 2004 2009 2014 2019 2024 2029 2034 2039 2044 2049</p>	<p>健全度 1 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0</p> <p>予測年 2004 2009 2014 2019 2024 2029 2034 2039 2044 2049</p>
欠陥橋梁数推移	<p>欠陥橋梁数 140 120 100 80 60 40 20 0</p> <p>予測年 2004 2009 2014 2019 2024 2029 2034 2039 2044 2049</p> <p>ランクⅡ ランクⅠ</p>	<p>欠陥橋梁数 140 120 100 80 60 40 20 0</p> <p>予測年 2004 2009 2014 2019 2024 2029 2034 2039 2044 2049</p> <p>ランクⅡ ランクⅠ</p>	<p>欠陥橋梁数 140 120 100 80 60 40 20 0</p> <p>予測年 2004 2009 2014 2019 2024 2029 2034 2039 2044 2049</p> <p>ランクⅡ ランクⅠ</p>

表1-3-3 補修計画の集計結果 (C道路事務所)

	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移	<p>事業費総額(百万円) 54,637(百万円) 年平均 1,093(百万円)</p>	<p>事業費総額(百万円) 18,082(百万円) 年平均 362(百万円)</p>	<p>事業費総額(百万円) 19,027(百万円) 年平均 381(百万円)</p>
健全度推移			
欠陥橋梁数推移			

表1-3-4 補修計画の集計結果 (D道路事務所)

	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移	<p>事業費 (百万円) 合計 年平均 26,934 (百万円)</p>	<p>事業費 (百万円) 合計 年平均 8,559 (百万円)</p>	<p>事業費 (百万円) 合計 年平均 7,775 (百万円)</p>
健全度推移			
欠陥橋梁数推移			

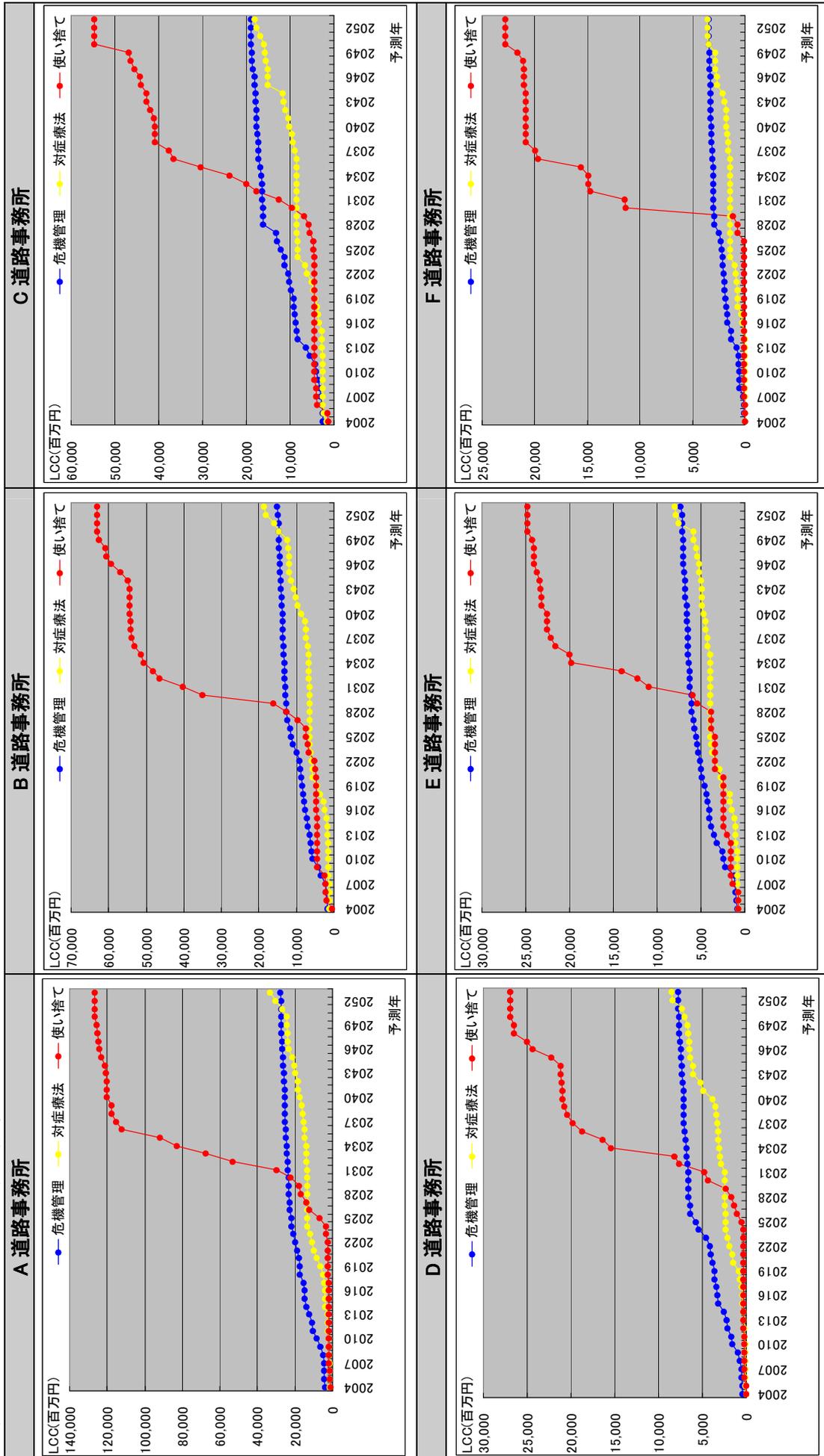
表1-3-5 補修計画の集計結果（E道路事務所）

	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移	<p>事業費(百万円) 24,801(百万円) 合計 年平均</p>	<p>事業費(百万円) 7,962(百万円) 合計 年平均</p>	<p>事業費(百万円) 7,302(百万円) 合計 年平均</p>
健全度推移	<p>健全度</p>	<p>健全度</p>	<p>健全度</p>
欠陥橋梁数推移	<p>欠陥橋梁数</p>	<p>欠陥橋梁数</p>	<p>欠陥橋梁数</p>

表1-3-6 補修計画の集計結果 (F道路事務所)

	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移	<p>事業費推移 (百万円) 合計 年平均 22,744 (百万円) 年別年</p>	<p>事業費推移 (百万円) 合計 年平均 71 (百万円) 年別年</p>	<p>事業費推移 (百万円) 合計 年平均 3,497 (百万円) 年別年</p>
健全度推移	<p>健全度 年別年</p>	<p>健全度 年別年</p>	<p>健全度 年別年</p>
欠陥橋梁数推移	<p>欠陥橋梁数 年別年</p>	<p>欠陥橋梁数 年別年</p>	<p>欠陥橋梁数 年別年</p>

表1-3-7 補修計画の集計結果 (LCC)



3) 結果のまとめ

(1) 事業費について

各マイクロにおける必要事業費について、検討期間 50 年間の合計(表中上段)及び年平均事業費(表中下段)をシナリオごとにまとめて下表に示す。

表1-3-8 各マイクロにおける事業費のまとめ

道路事務所	単位	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
A	50年間の計(百万円)	126,707	33,403	27,759
	年平均(百万円/年)	2,534	668	555
B	50年間の計(百万円)	63,049	18,647	15,071
	年平均(百万円/年)	1,261	373	301
C	50年間の計(百万円)	54,637	18,082	19,027
	年平均(百万円/年)	1,093	362	381
D	50年間の計(百万円)	26,934	8,559	7,775
	年平均(百万円/年)	539	171	156
E	50年間の計(百万円)	24,801	7,962	7,302
	年平均(百万円/年)	496	159	146
F	50年間の計(百万円)	22,744	3,551	3,497
	年平均(百万円/年)	455	71	70

*1 太字:3つのシナリオのうち最小事業費

- ・ 全事務所を通して、使い捨て型では他の2シナリオに比べて非常に大きな事業費となった。
- ・ 対症療法型と危機管理型では大きな差は見られないが、C道路事務所を除く5道路事務所において危機管理型が最も安くなった。

また、例として、D道路事務所のシナリオごとのLCCの比較を図1-3-4に示す。

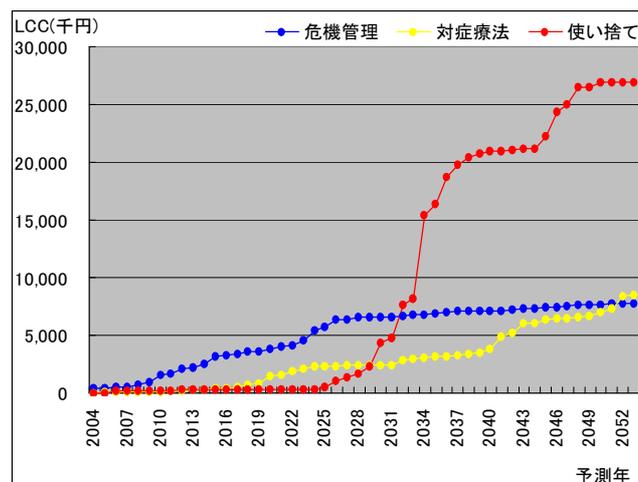


図1-3-4 LCCの比較 (例:D道路事務所)

- ・ 期間前半では危機管理型のLCCが他の2シナリオ(使い捨て型及び対症療法型)に比べて大きくなっているが、期間後半において使い捨て型や対症療法型でLCCの増加が見られ逆転している。

使い捨て型に関しては、後半に架け替えの集中による大きなLCC増加が見られる。LCCに関しても全事務所で同様な傾向を示している。

(2)健全度について

例として、A道路事務所における健全度推移をシナリオごとに比較して以下に示す。

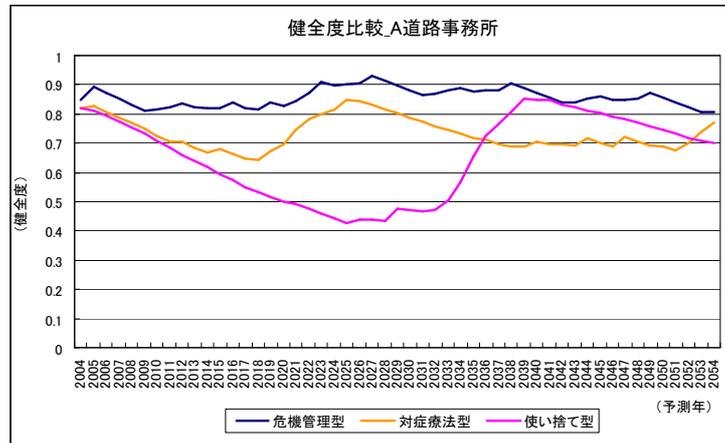


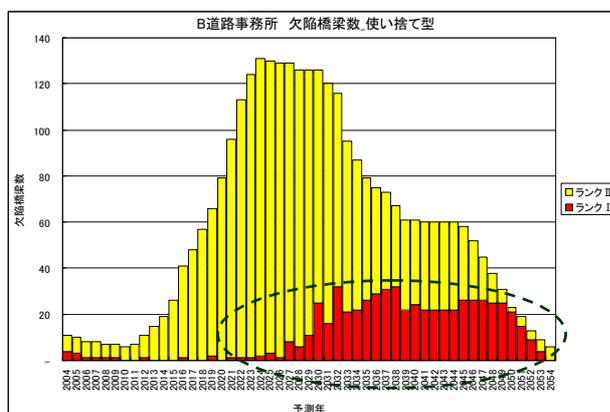
図1-3-5 健全度の比較（例:A道路事務所）

- ・ 使い捨て型及び対症療法型では健全度の範囲(最低健全度と最大健全度の差)が大きくなっているが、危機管理型では健全度がある一定のレベルで保たれている。この傾向は全事務所に共通している。

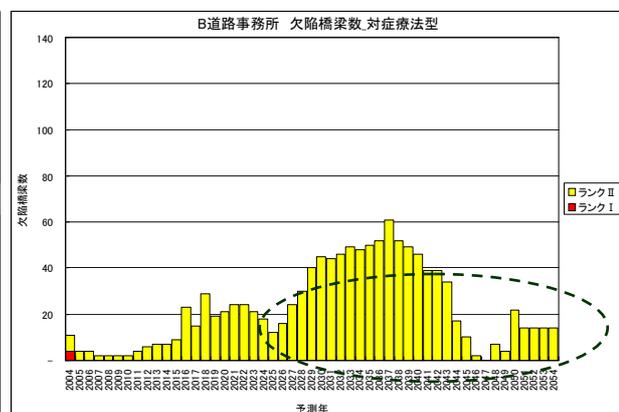
(3)欠陥橋梁数について

例として、B道路事務所における欠陥橋梁数の推移をシナリオで比較し、図1-3-6 に示す。

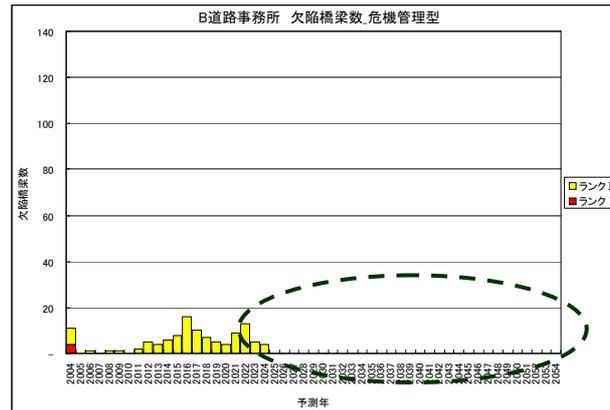
- ・ 使い捨て型では欠陥橋梁数は急激に増大しており、期間後半ではランク I の欠陥橋梁が多く占めている。
- ・ 対症療法型ではランク I の欠陥橋梁は無いものの、期間に渡り一定して欠陥橋梁が存在する。
- ・ 危機管理型では期間始めに若干の欠陥橋梁が存在するが、後半では欠陥橋梁が無くなる。
- ・ 以上の傾向は、全事務所を通して同様である。



(a) 使い捨て型



(b) 対症療法型



(c) 危機管理型

図1-3-6 欠陥橋梁数の比較 (例: B道路事務所)

(4)まとめ

以上の結果から、C 道路事務所を除いては危機管理型が補修事業費を最も低減できる。健全度及び欠陥橋梁数の推移から、C 道路事務所も含めた全道路事務所において老朽化した施設の増大の抑制が見られたことより、危機管理型のマネジメントが有効と考えられる。よって、本ケーススタディにおいては、マイクロは危機管理型の事業計画を推奨し(これにより算出された必要事業費を以下、「マイクロ推奨事業費」と呼ぶこととする)、その場合の予算及び計画等を含めてマクロに情報として渡すこととする。また、以降の検討において、予算制約により補修の先送りを行う場合においても危機管理型の工法を選択することとする。

なお、本ケーススタディでは、上記の結果が得られたが、施設によっては必ずしも危機管理型が有利とはならない場合も考えられ、同様に事業費と、健全性や欠陥橋梁数の推移も含めて検討すべきである。

1-4. ミクロマネジメントから渡された情報の処理 —マクロマネジメント

ミクロマネジメントから渡された情報を基に、マクロマネジメントでは施設全体の必要予算及び健全性を把握する。また、財政部局との折衝により全体予算を確保することになり、その予算確保に向けたアカウントビリティのための資料を作成する。この際、各マイクロにより要求された必要事業費の集計結果から将来に事業の集中が予想された場合など、事業費の平準化が必要となる場合があり、その方法について次章で検討する。

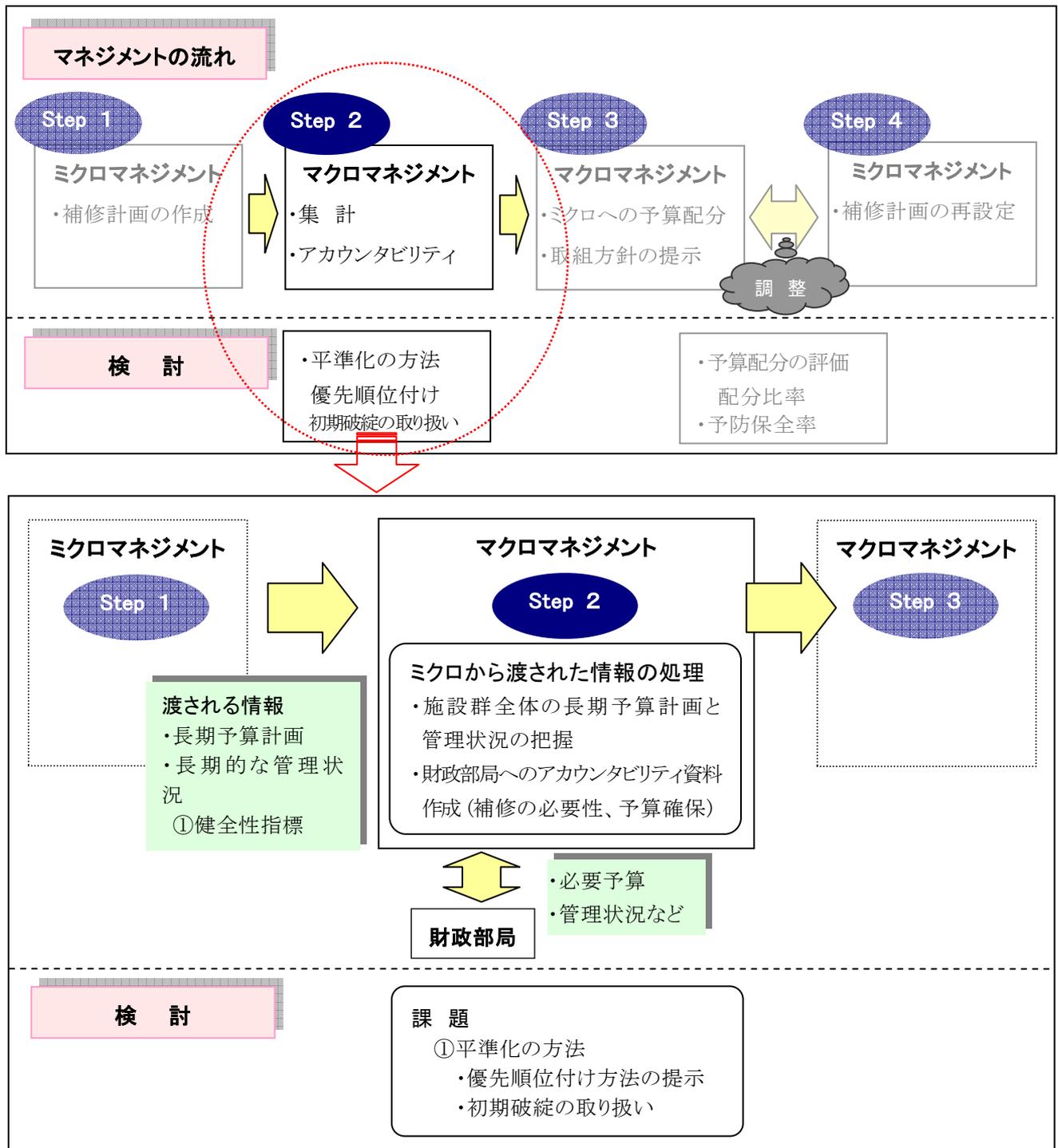


図1-4-1 ケーススタディ全体の流れと具体的内容 (Step2)

1) 施設群全体の必要予算及び健全性の把握

(1) 施設全体の必要予算の把握

A~Fの6つの道路事務所における必要事業費の集計結果は以下のようになる。

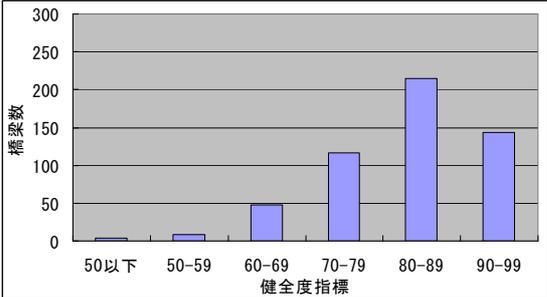
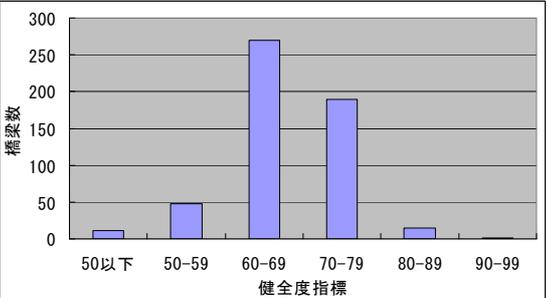
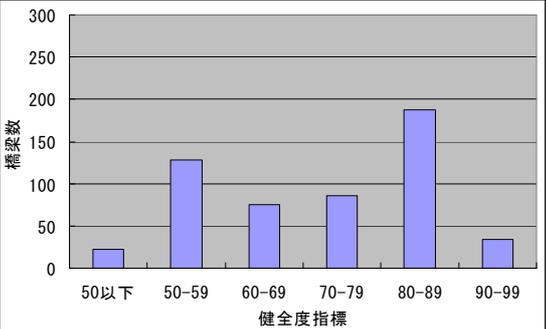
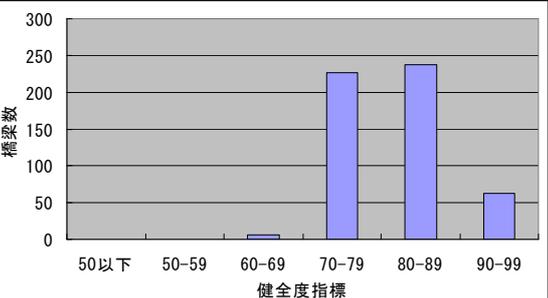
表1-4-1 施設全体の必要予算の把握

事業費推移グラフ	
<p>使い捨て型</p> <p>合計：318,871(百万円) 年平均：6,377(百万円)</p>	<p style="text-align: right;">合計 318,871(百万円) 年平均 6,377(百万円)</p>
<p>対症療法型</p> <p>合計：90,204(百万円) 年平均：1,804(百万円)</p>	<p style="text-align: right;">合計 90,204(百万円) 年平均 1,804(百万円)</p>
<p>危機管理型</p> <p>合計：80,431(百万円) 年平均：1,609(百万円)</p>	<p style="text-align: right;">合計 80,431(百万円) 年平均 1,609(百万円)</p>

(2)施設全体の健全性の分布の把握

現状の管理構造物の状況をシナリオごとの健全度の分布状況で整理すると以下ようになる。

表1-4-2 施設全体の健全性の分布の把握例

現 在	50 年後（シナリオごと）																																																								
<p data-bbox="188 875 451 913">現在の健全度の状況</p>  <table border="1"> <caption>現在の健全度の状況</caption> <thead> <tr> <th>健全度指標</th> <th>橋梁数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50以下</td><td>5</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>10</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>50</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>120</td></tr> <tr><td>80-89</td><td>220</td></tr> <tr><td>90-99</td><td>145</td></tr> </tbody> </table>	健全度指標	橋梁数	50以下	5	50-59	10	60-69	50	70-79	120	80-89	220	90-99	145	<p data-bbox="794 421 938 459">使い捨て型</p>  <table border="1"> <caption>使い捨て型 (50年後)</caption> <thead> <tr> <th>健全度指標</th> <th>橋梁数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50以下</td><td>10</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>50</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>270</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>190</td></tr> <tr><td>80-89</td><td>15</td></tr> <tr><td>90-99</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> <p data-bbox="794 875 938 913">対症療法型</p>  <table border="1"> <caption>対症療法型 (50年後)</caption> <thead> <tr> <th>健全度指標</th> <th>橋梁数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50以下</td><td>20</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>130</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>75</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>85</td></tr> <tr><td>80-89</td><td>190</td></tr> <tr><td>90-99</td><td>35</td></tr> </tbody> </table> <p data-bbox="794 1335 938 1373">危機管理型</p>  <table border="1"> <caption>危機管理型 (50年後)</caption> <thead> <tr> <th>健全度指標</th> <th>橋梁数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50以下</td><td>0</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>0</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>5</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>230</td></tr> <tr><td>80-89</td><td>240</td></tr> <tr><td>90-99</td><td>60</td></tr> </tbody> </table>	健全度指標	橋梁数	50以下	10	50-59	50	60-69	270	70-79	190	80-89	15	90-99	0	健全度指標	橋梁数	50以下	20	50-59	130	60-69	75	70-79	85	80-89	190	90-99	35	健全度指標	橋梁数	50以下	0	50-59	0	60-69	5	70-79	230	80-89	240	90-99	60
健全度指標	橋梁数																																																								
50以下	5																																																								
50-59	10																																																								
60-69	50																																																								
70-79	120																																																								
80-89	220																																																								
90-99	145																																																								
健全度指標	橋梁数																																																								
50以下	10																																																								
50-59	50																																																								
60-69	270																																																								
70-79	190																																																								
80-89	15																																																								
90-99	0																																																								
健全度指標	橋梁数																																																								
50以下	20																																																								
50-59	130																																																								
60-69	75																																																								
70-79	85																																																								
80-89	190																																																								
90-99	35																																																								
健全度指標	橋梁数																																																								
50以下	0																																																								
50-59	0																																																								
60-69	5																																																								
70-79	230																																																								
80-89	240																																																								
90-99	60																																																								

(3)事務所ごとの健全性の分布の把握

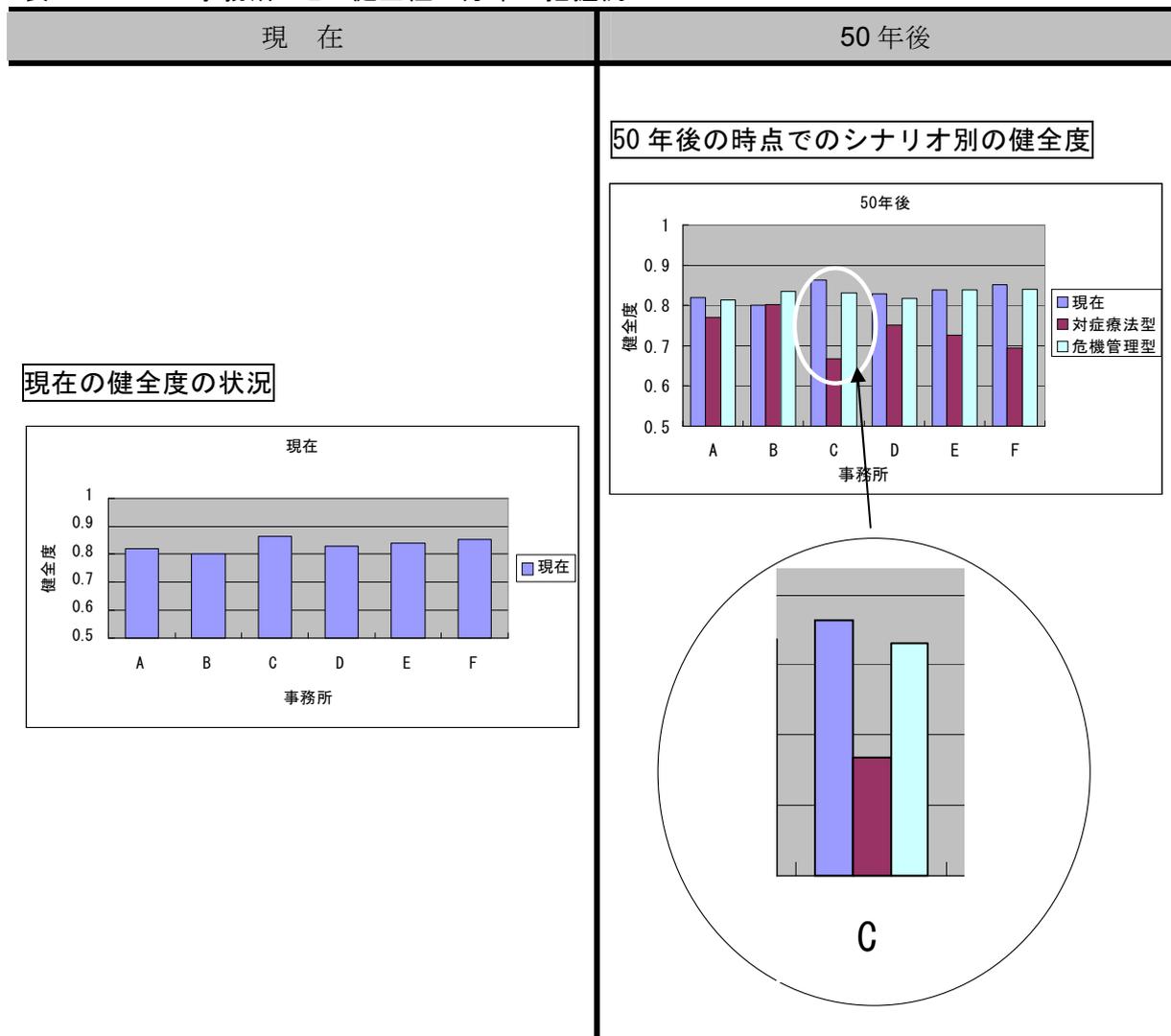
事務所ごとの健全性の分布状況の検討により、補修による投資効果の全体的傾向の把握や、予算配分の考え方の検討・見直し、地域ごとの投資効果の検証と取り組みの見直しに使用する。

例えば、下表において、50年後の健全度を見た場合、

- ①予防保全を念頭に置いた危機管理型では、6事務所間では大きな差はない。
- ②現状のマネジメント手法に近い対症療法型では、A、B事務所では、危機管理型と差はない。
- ③一方、C～F事務所においては、対象療法型を採用した場合にその落ち込みが大きい。特にC、F事務所においては、特に健全度の落ち込みが大きいことから、シナリオ採用の際に危機管理型の採用が望ましい。

といった、事務所間の健全性の分布の比較によって明らかになる事項がある。

表1-4-3 事務所ごとの健全性の分布の把握例1



各事務所がそれぞれで管理する施設について、全体の健全度分布状況をシナリオごとに整理すると以下のようになる(例:A 道路事務所)。

表1-4-4 事務所ごとの健全性の分布の把握例2 (例:A 道路事務所)

現 在	50 年後 (シナリオ毎)																																																								
<p style="text-align: center;">現在の健全度の状況</p> <table border="1"> <caption>現在の健全度の状況 (推定値)</caption> <thead> <tr> <th>健全度指標</th> <th>橋梁数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50以下</td><td>2</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>5</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>15</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>25</td></tr> <tr><td>80-89</td><td>38</td></tr> <tr><td>90-99</td><td>38</td></tr> </tbody> </table>	健全度指標	橋梁数	50以下	2	50-59	5	60-69	15	70-79	25	80-89	38	90-99	38	<p style="text-align: center;">使い捨て型</p> <table border="1"> <caption>使い捨て型 (推定値)</caption> <thead> <tr> <th>健全度指標</th> <th>橋梁数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50以下</td><td>5</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>10</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>60</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>40</td></tr> <tr><td>80-89</td><td>10</td></tr> <tr><td>90-99</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">対症療法型</p> <table border="1"> <caption>対症療法型 (推定値)</caption> <thead> <tr> <th>健全度指標</th> <th>橋梁数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50以下</td><td>5</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>35</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>15</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>20</td></tr> <tr><td>80-89</td><td>40</td></tr> <tr><td>90-99</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">危機管理型</p> <table border="1"> <caption>危機管理型 (推定値)</caption> <thead> <tr> <th>健全度指標</th> <th>橋梁数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50以下</td><td>0</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>0</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>2</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>50</td></tr> <tr><td>80-89</td><td>55</td></tr> <tr><td>90-99</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	健全度指標	橋梁数	50以下	5	50-59	10	60-69	60	70-79	40	80-89	10	90-99	0	健全度指標	橋梁数	50以下	5	50-59	35	60-69	15	70-79	20	80-89	40	90-99	10	健全度指標	橋梁数	50以下	0	50-59	0	60-69	2	70-79	50	80-89	55	90-99	10
健全度指標	橋梁数																																																								
50以下	2																																																								
50-59	5																																																								
60-69	15																																																								
70-79	25																																																								
80-89	38																																																								
90-99	38																																																								
健全度指標	橋梁数																																																								
50以下	5																																																								
50-59	10																																																								
60-69	60																																																								
70-79	40																																																								
80-89	10																																																								
90-99	0																																																								
健全度指標	橋梁数																																																								
50以下	5																																																								
50-59	35																																																								
60-69	15																																																								
70-79	20																																																								
80-89	40																																																								
90-99	10																																																								
健全度指標	橋梁数																																																								
50以下	0																																																								
50-59	0																																																								
60-69	2																																																								
70-79	50																																																								
80-89	55																																																								
90-99	10																																																								

(4)結果のまとめ

① 施設全体の必要予算の把握

- ・ マクロが管理する施設全体の必要予算の推移をシナリオごとに把握できる。

② 施設全体の健全性の分布の把握

- ・ 現状の管理構造物の状況とシナリオごとの将来の健全度分布状況を把握できる。

③ 事務所ごとの健全性の分布の把握

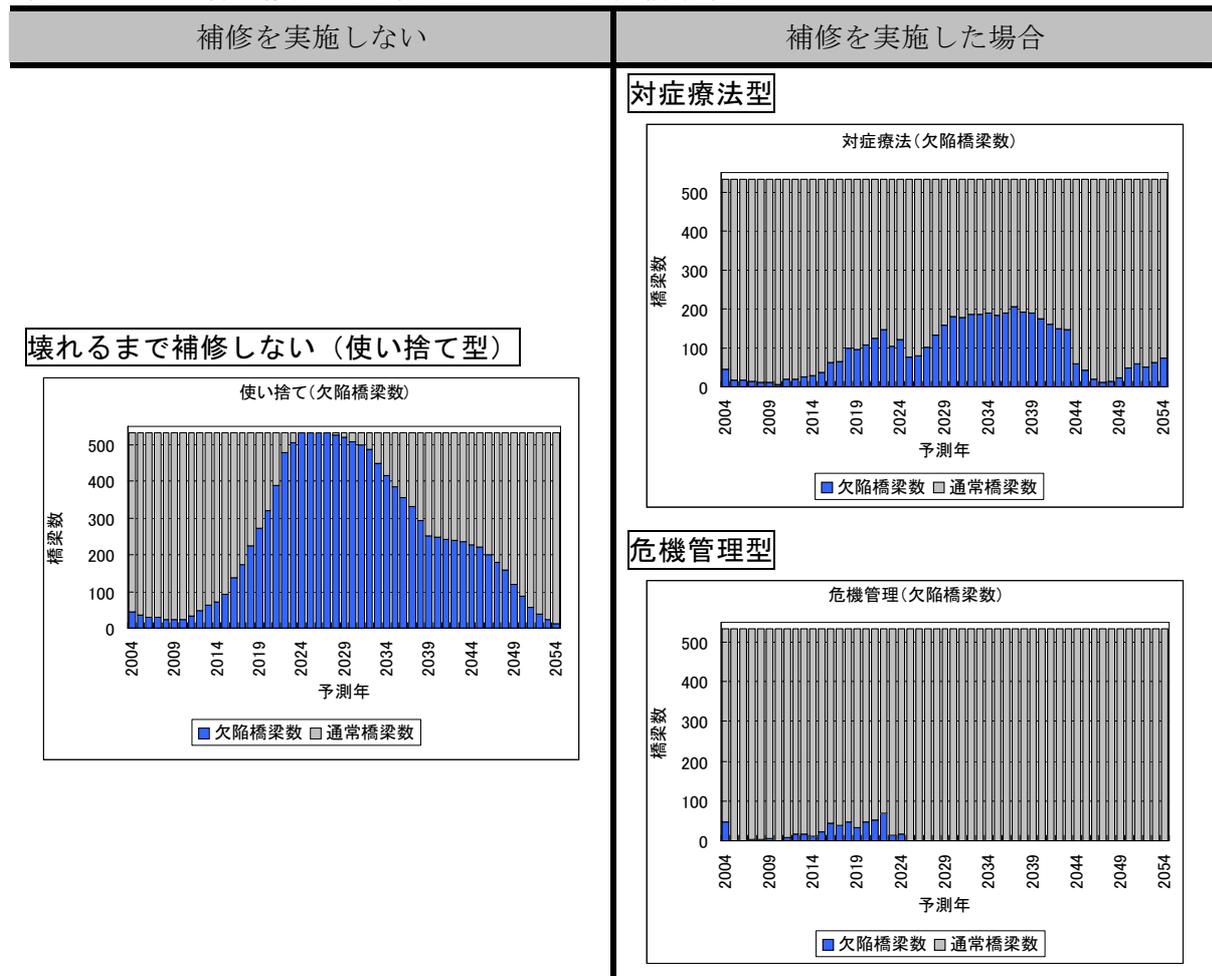
- ・ 補修による投資効果の全体的傾向の把握や予算配分の考え方の検討・見直しが可能となる。
- ・ 地域ごとの投資効果の検証と取り組みの見直しに使用できる。

2)事業資金確保に向けたアカウンタビリティ

(1)将来推定による説明方法

欠陥橋梁については以下のようにその割合を示すことにより、現状のままで施設を管理していくと、将来における施設全体の健全性の低下と補修の必要性について説明が可能になる。

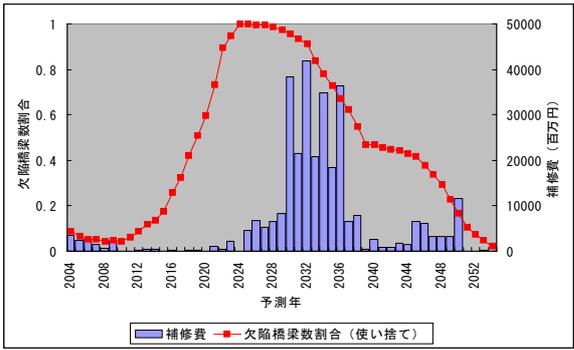
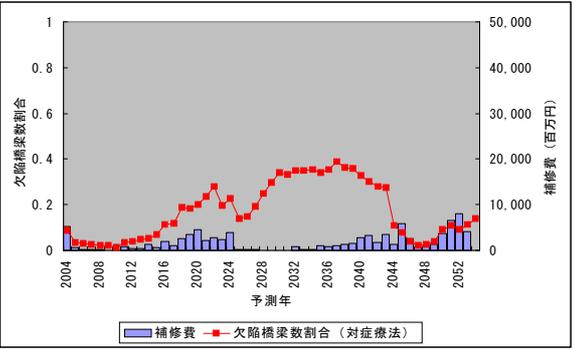
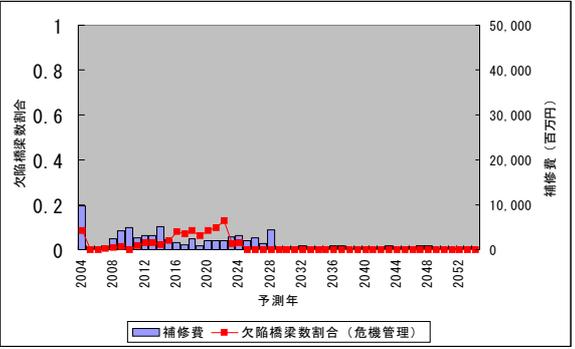
表1-4-5 将来推定による説明方法の例(欠陥橋梁数)



(2)With-Without による補修・更新事業の有効性の説明

補修を実施しない場合(使い捨て型)と従来の予算(投資)の考え方で補修を実施した場合(対症療法型)、新しい予算(投資)の考え方で補修を実施した場合(危機管理型)のそれぞれについて、老朽化した施設割合(欠陥橋梁数割合)と事業費を比較し、新しい予算(投資)の考え方で補修を実施した場合が他の場合よりも、老朽化した施設割合と補修事業費の増大を抑制するという結果から、その有効性を説明する。以下の結果はそのイメージである。

表1-4-6 補修・更新事業の有効性の説明の例

補修を実施しない	補修を実施した場合
<p data-bbox="188 824 338 860">使い捨て型</p> <p data-bbox="188 878 715 913">LCC= 318, 871 百万円 (6, 377 百万円/年)</p> 	<p data-bbox="794 622 938 658">対症療法型</p> <p data-bbox="794 676 1305 712">LCC= 90, 204 百万円 (1, 804 百万円/年)</p>  <p data-bbox="794 1079 938 1115">危機管理型</p> <p data-bbox="794 1133 1305 1169">LCC= 80, 429 百万円 (1, 609 百万円/年)</p> 

(3)結果のまとめ

- ・ 現状のまま施設を管理した場合の将来における施設全体の健全性の低下を示し、補修の必要性についての説明が可能となる。

1-5. ミクロマネジメントへの情報の提示 - マクロマネジメント

財政部局との折衝の結果、マクロ全体の予算が決定し、マクロはミクロから渡された情報を基に各ミクロへの予算配分額と補修優先順位の考え方及び方針を指示する。ここで、マクロはミクロ間の均衡を保ちつつ、全体の健全性を維持または向上させながら予算を効率的に配分するための検討が必要であ

る。マクロでは個々の橋の情報を持たないことから、マイクロとの連携を図ること(Step3とStep4において複数回のやり取り)が必要である。また、マイクロに指示する取組方針の1つとして、各構造物の補修実施の判断基準が考えられる。本ケーススタディにおいては、ランクⅠ、Ⅱ及びⅢへの予算配分比率(以下、「予防保全率」)について検討する。以上の予算配分の適正化及び予防保全率については、次章で検討する。

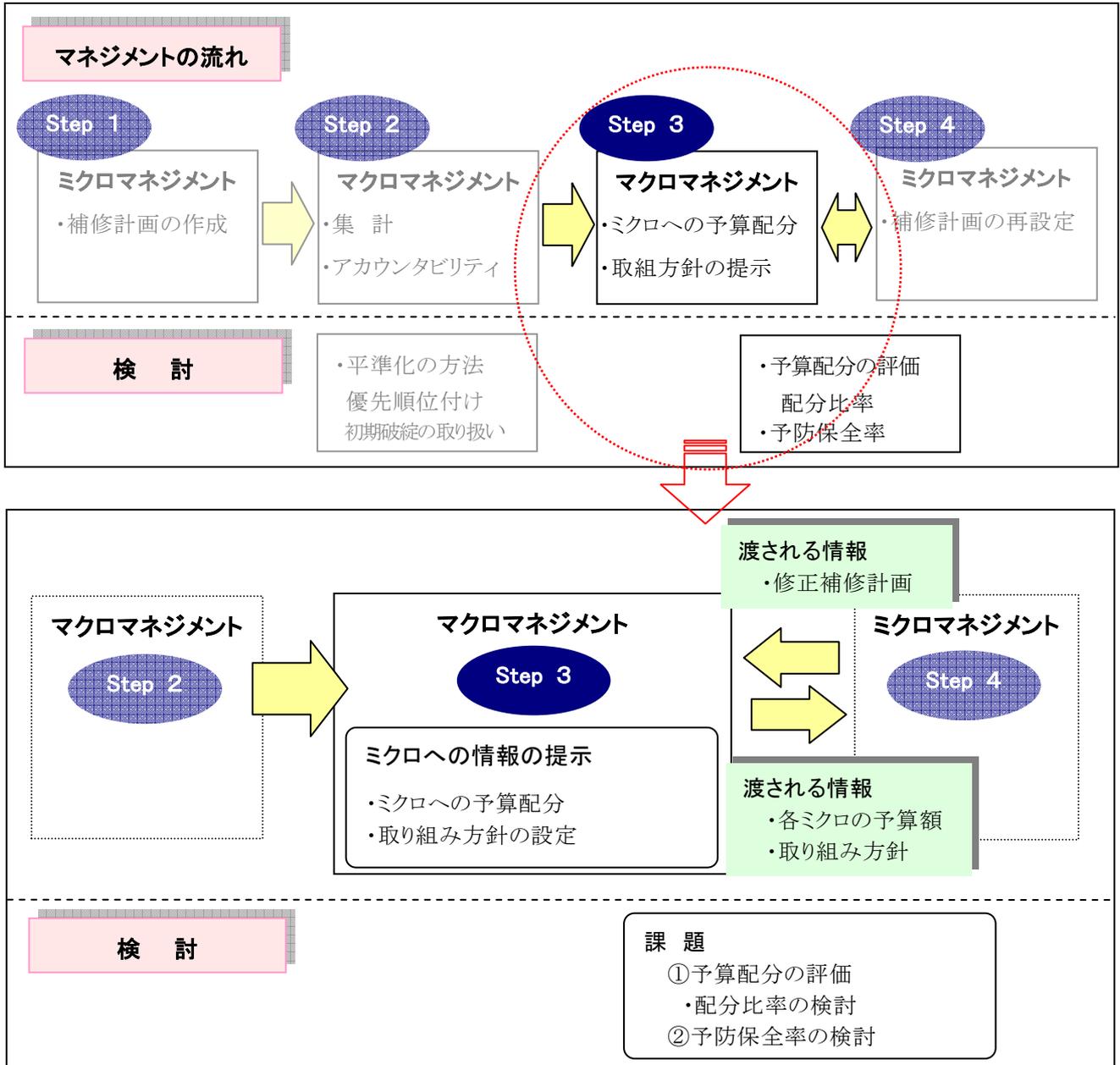


図1-5-1 ケーススタディ全体の流れと具体的内容 (Step3)

1)マイクロマネジメントへの予算配分

(1)予算配分の考え方

マイクロへの予算配分は、マイクロから渡された情報に基づいて検討されるが、以下の2つの方法で行うことが考えられる。

- ① ある期間内(例えば 10 年間)で健全度に関する指標を基に、全体予算額と配分率を見直す
- ② ある期間内で LCC 最小の必要事業費の推移を基に、配分率を設定する

本ケーススタディでは②を例とし、各マイクロから渡された情報のうち、本ケーススタディにおける算期間(50 年)の LCC 最小事業費(ここでは危機管理型シナリオに従って補修を実施した場合に必要な経費)の各マイクロの内訳比率を基に配分する。本ケーススタディにおいては、マクロ全体の予算総額は検討期間 50 年間を通して、30 億円/年と仮定する(参照:次章 2-1. 3)(3)「②本ケーススタディにおいて設定する全体予算額」。また、マイクロへの配分額についても同様に検討期間 50 年間で一定額とした。なお、この予算配分の妥当性については次章で検証する。なお、ケーススタディのプロセスとして、Step3とStep4の間の情報のやり取りにより予算配分の最適化へのアプローチを行うこととしており、そのために予算配分に対する評価が必要となるが、これについても次章で詳述する。

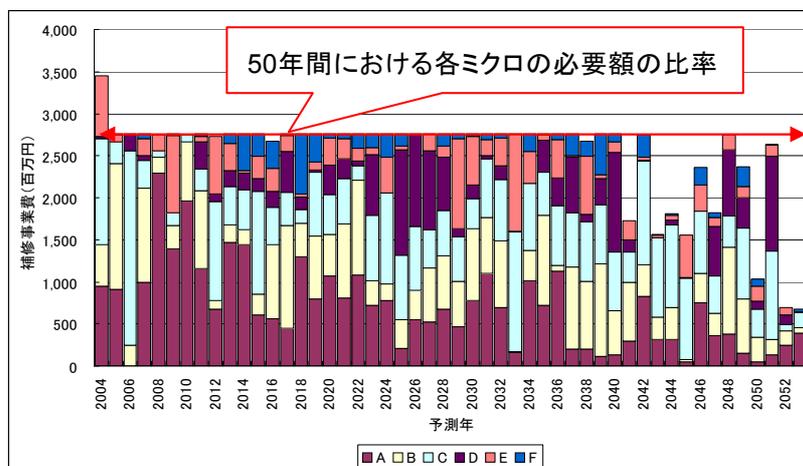


図1-5-2 予算配分の具体例

(2)予算配分の結果

上記の予算配分の考え方にに基づき、配分した結果を表1-5-1 に示す。なお、配分後の補修計画の変更はマイクロで実施されるものであるので、そのケーススタディの結果は次節に示している。

表1-5-1 ケース1(50年一定額)の予算配分結果

道路事務所	マイクロ推奨事業費での 総 LCC(百万円)	比 率	予算配分 (百万円/年)
A	27,759	0.345	1,040
B	15,071	0.187	560
C	19,027	0.237	710
D	7,775	0.097	290
E	7,302	0.091	270
F	3,497	0.043	130
総 計	80,432	1.000	3,000

2) 取り組み方針の提示

マクロからマイクロに提示する取り組み方針として、上述の補修実施の判断基準のほか、目標管理水準

等も考えられるが、予算やストックの状況等を勘案して管理者が設定するものと考えられることから、本ケーススタディでは取り扱わないこととする。

1-6. 補修計画の再設定 –マイクロマネジメント

マイクロではマクロから提示された予算額と方針に基づき、補修計画の再設定を行う。

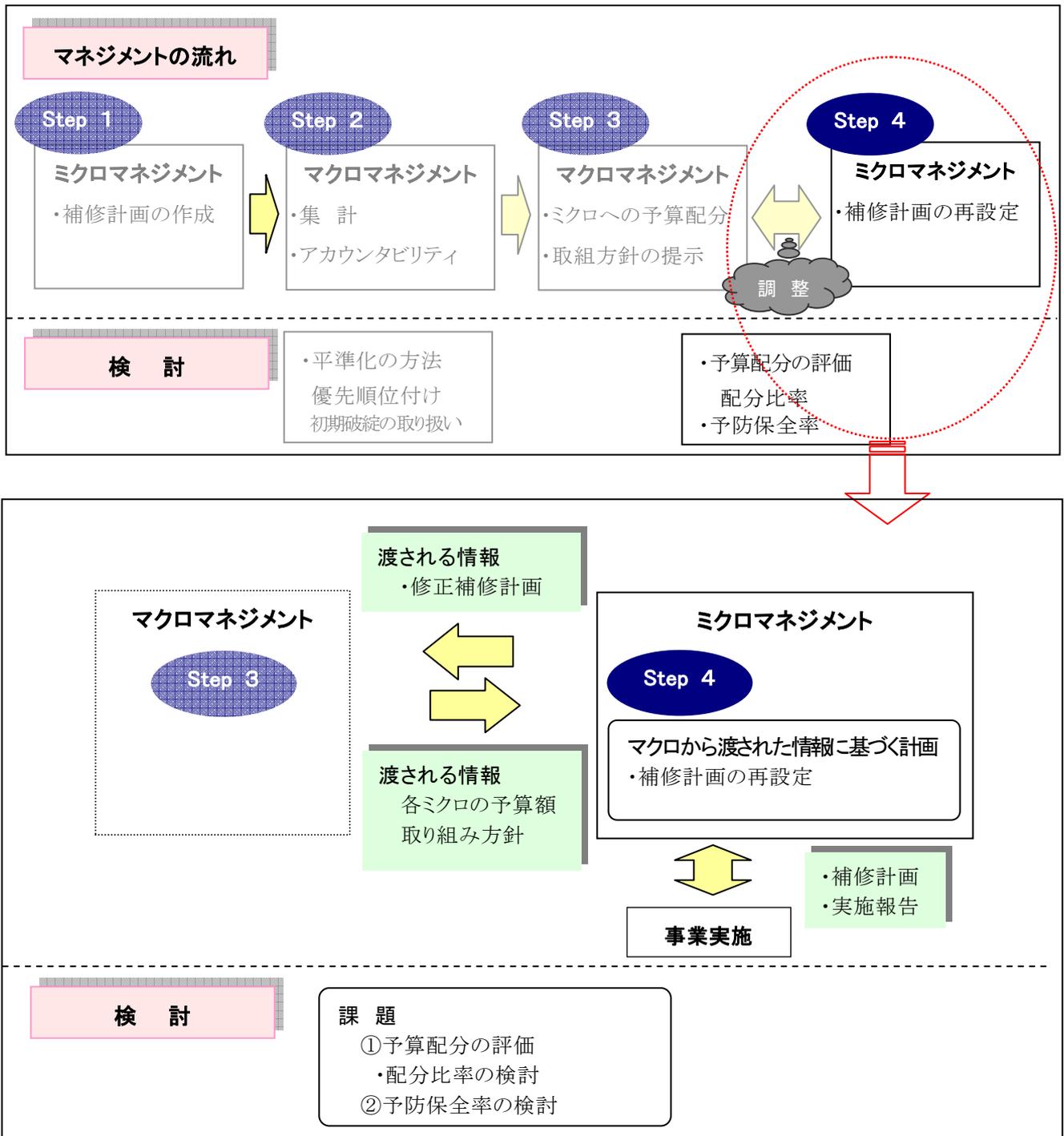


図1-6-1 ケーススタディ全体の流れと具体的内容 (Step4)

1) 補修計画変更の考え方

マクロから配分された予算は下表に示す通りである。各マイクロにおいては、当初作成した補修計画（図1-6-1 の Step1）が、この配分された予算で不足がない場合、その計画を基に事業が実施される。しかし、予算額より上回る事業の実施が予定されている場合は、事業を先送りさせて事業費を平準化した補修計画に変更することが必要となる。例として、A道路事務所で推奨する補修計画の事業費推移を図1-6-2 に示す。平準化については、次章「2-1. 事業費の平準化」に示す方法に従い優先順位付けを行うこととする。ここで、優先順位付けにおける予防保全率は 20%としている（予防保全率については2-1. 「(1)補修優先順位の考え方」を参照）。

表1-6-1 各マイクロへの配分予算（百万円/年）

道路事務所	2004-2053
A	1,040
B	560
C	710
D	290
E	270
F	130
総計	3,000

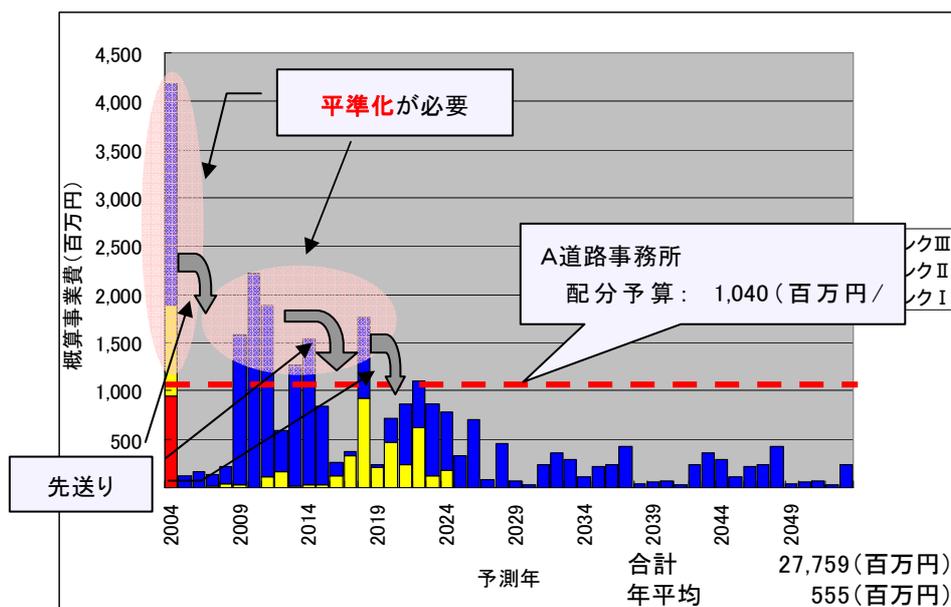


図1-6-2 平準化の必要性（例:A道路事務所）

2) 補修計画変更後の集計結果

マイクロごとに予算配分後の、事業費、健全度、欠陥橋梁数の推移を表1-6-2 ～表1-6-4 に示す。

表1-6-2 予算配分後の修正補修計画の集計結果 1

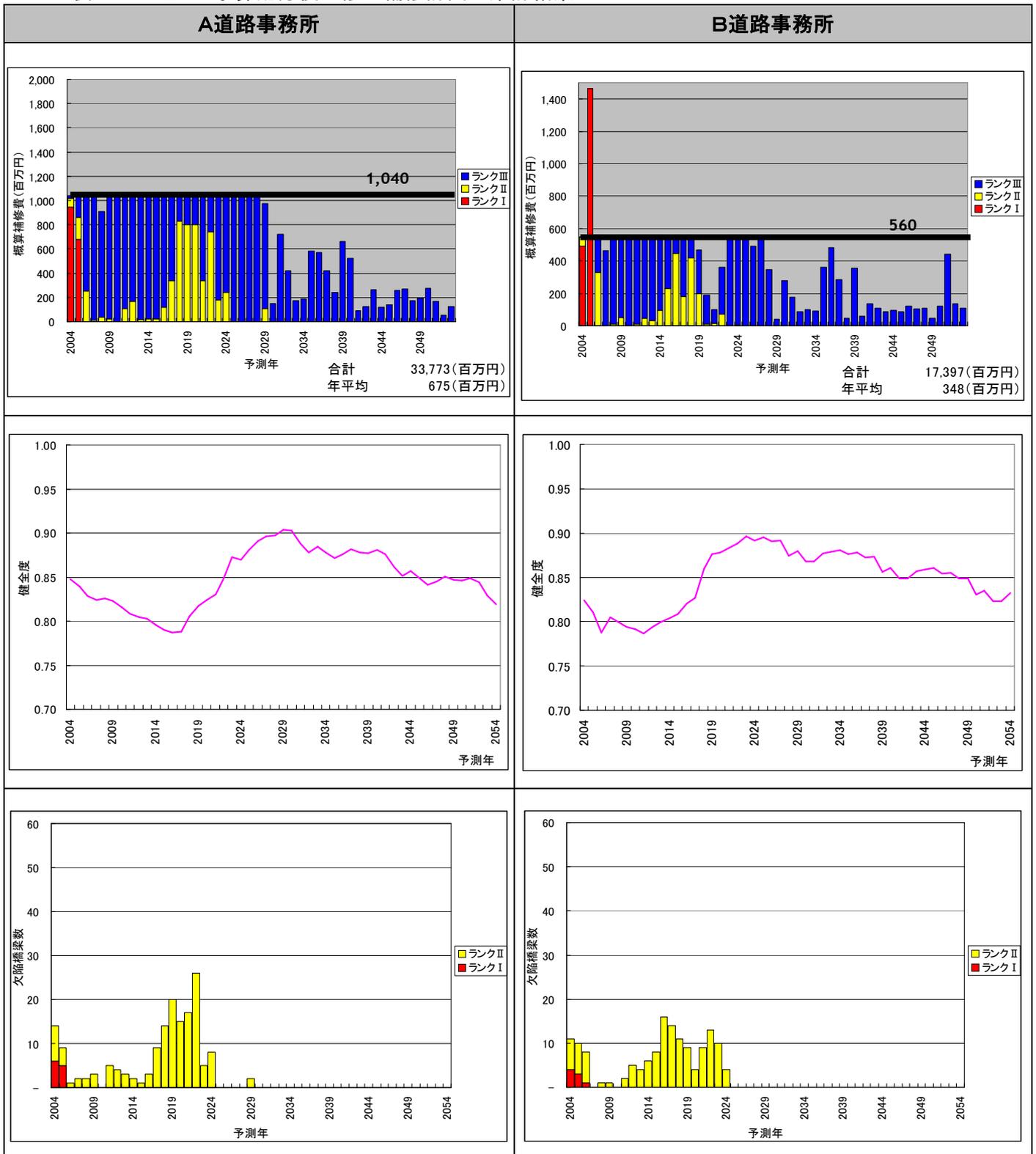


表1-6-3 予算配分後の修正補修計画の集計結果 2

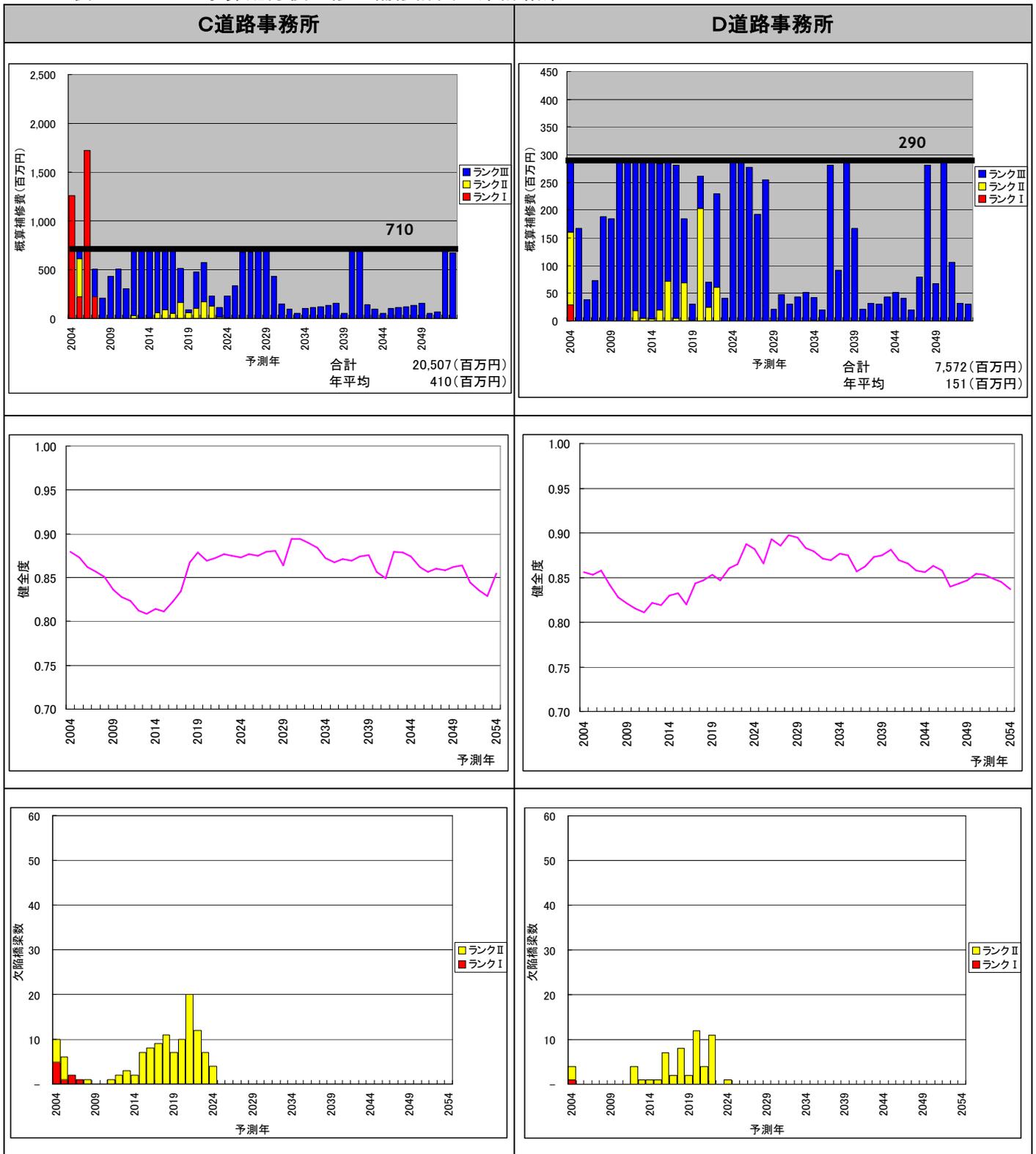


表1-6-4 予算配分後の修正補修計画の集計結果 3

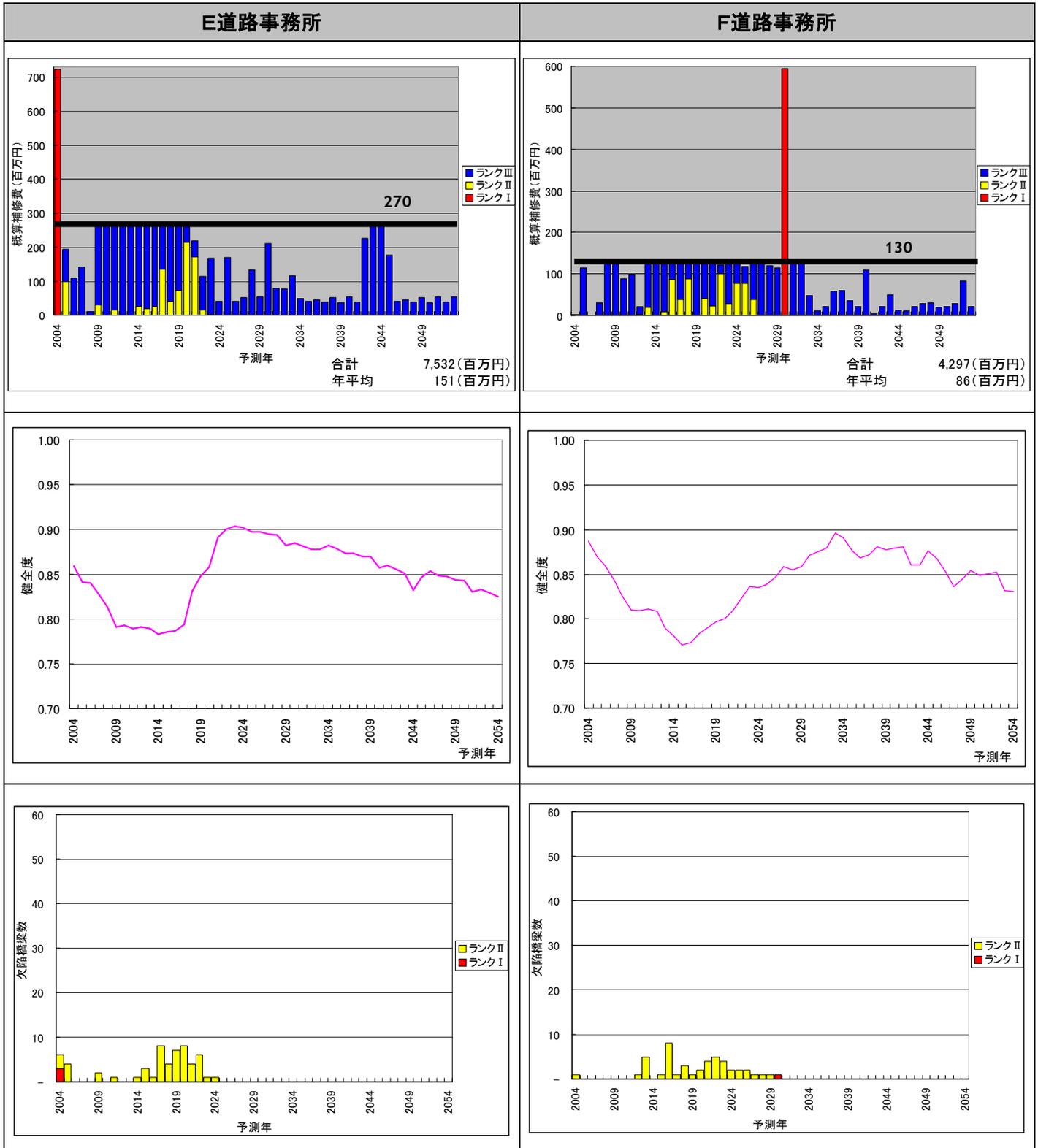
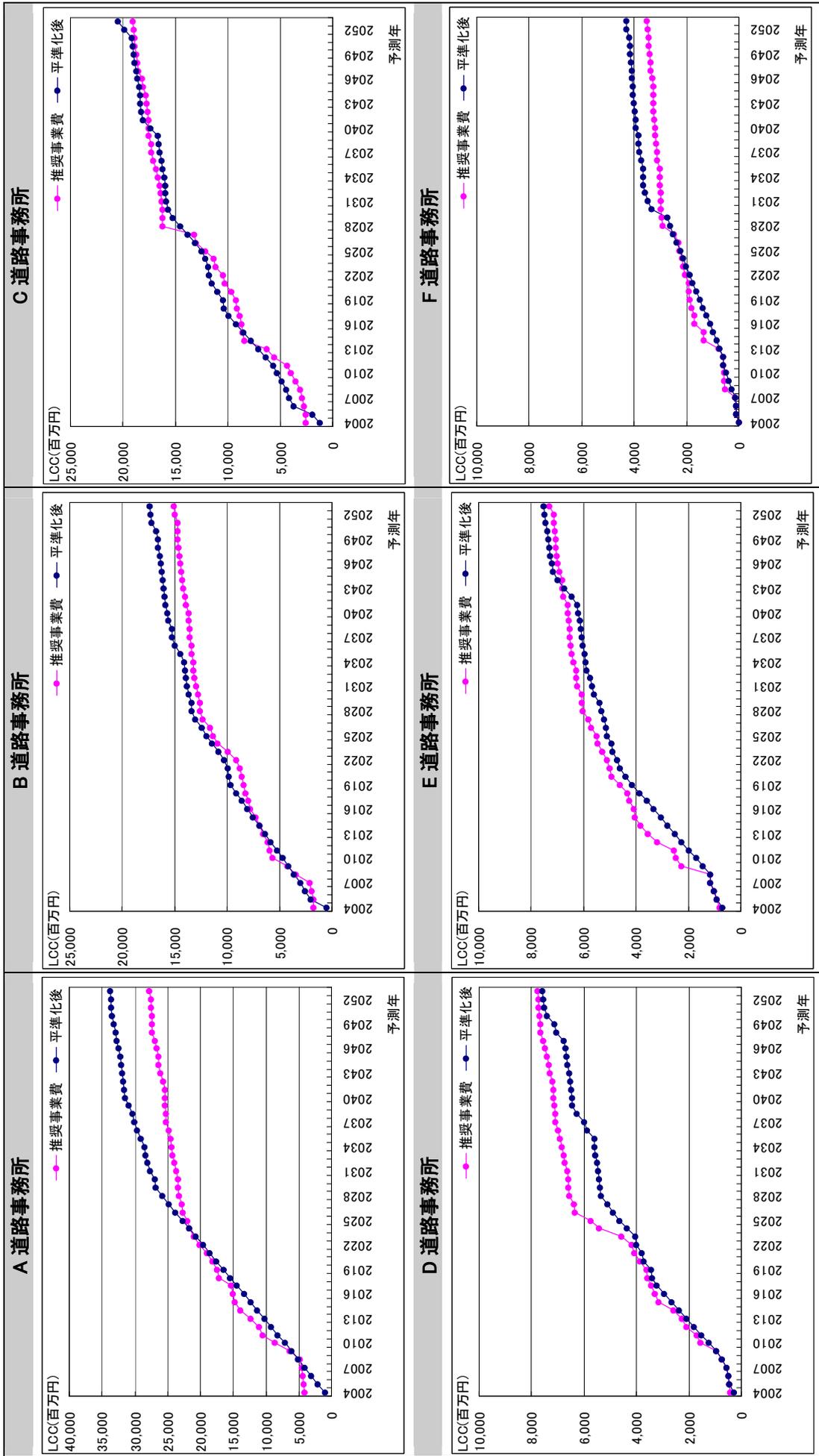


表1-6-5 平準化後事業費と推奨事業費(危機管理型)のLCC比較



3)結果のまとめ

平準化後の各マイクロにおける事業費と、マイクロで推奨する事業費(危機管理型補修計画)をまとめて表1-6-6 に示す。両者を比較すると、ほとんどの事務所において平準化に伴う事業の先送りによる事業費の増加が見られた。

表1-6-6 各マイクロの事業費のまとめ(マイクロ推奨事業費との比較)

道路事務所	単位	平準化後の必要事業費	マイクロ推奨事業費	差*1
A	50年間の計(百万円)	33,775	27,759	+6,016
	年平均(百万円/年)	709	555	+154
B	50年間の計(百万円)	17,397	15,071	+2,326
	年平均(百万円/年)	348	301	+47
C	50年間の計(百万円)	20,507	19,027	+1,480
	年平均(百万円/年)	410	381	+29
D	50年間の計(百万円)	7,572	7,775	-203
	年平均(百万円/年)	151	156	-5
E	50年間の計(百万円)	7,532	7,302	+230
	年平均(百万円/年)	151	146	+5
F	50年間の計(百万円)	4,297	3,497	+800
	年平均(百万円/年)	86	70	+16
総計	50年間の計(百万円)	92,741	80,432	+12,309
	年平均(百万円/年)	1,855	1,609	+246

*1 差:平準化後の必要事業費-マイクロ推奨事業費

*2 赤字:マイクロ推奨より平準化後の事業費が安価となった事務所

注) ここで、危機管理型の事業費により平準化した事業費が安価となっているケース(表1-6-6、D道路事務所)がある。これは先送りされた事業がLCC検討期間内に次ランクの事業が発生しないことによるものであり、LCC検討期間を十分に長くする必要があると考えられる。

また、各マイクロに配分された予算と平準化後の必要事業費の差(余剰予算)をまとめると表1-6-7のようになる。いずれのマイクロにおいても配分された予算内でマネジメントが可能であった。ただし、B、C、D道路事務所に関しては、初期のランクI補修の集中に対し、無条件で補修を実施しているため、予算超過が発生している(参照:次章2-1.「4)初期破綻の取り扱い」)。

表1-6-7 各マイクロの事業費のまとめ（配分予算と必要事業費の比較）

道路事務所	単位	配分された予算	平準化後の必要事業費	余剰予算
A	50年間の計(百万円)	52,000	33,775	+18,225
	年平均(百万円/年)	1,040	709	+331
B	50年間の計(百万円)	28,000	17,397	+10,603
	年平均(百万円/年)	560	348	+212
C	50年間の計(百万円)	35,500	20,507	+14,993
	年平均(百万円/年)	710	410	+300
D	50年間の計(百万円)	14,500	7,572	+6,928
	年平均(百万円/年)	290	151	+139
E	50年間の計(百万円)	13,500	7,532	+5,968
	年平均(百万円/年)	270	151	+119
F	50年間の計(百万円)	6,500	4,297	+2,203
	年平均(百万円/年)	130	86	+44
総計	50年間の計(百万円)	150,000	92,741	+58,920
	年平均(百万円/年)	3,000	1,855	+1,145

4) 課題

以上の結果から、本ケーススタディにおける課題について整理する。

- ① 全事務所を通して、初期の段階で予防保全に資金を投入できたことで後年に必要事業が発生せず、後半部分で設定額との差が生じた。

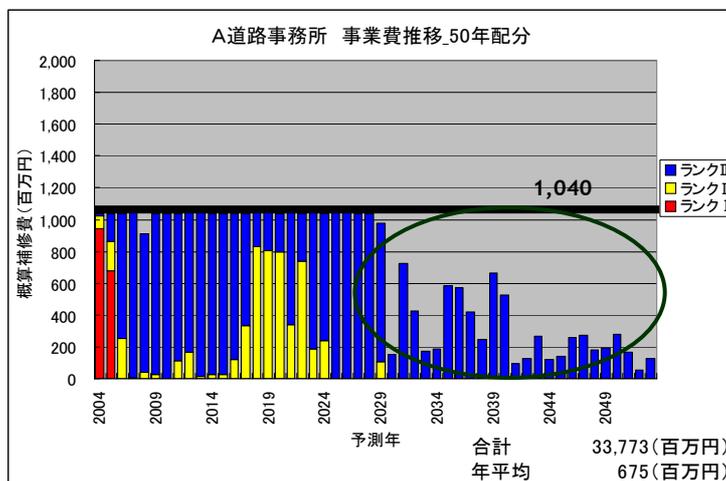


図1-6-3 検討結果 1

課題 1

各事務所において予算配分は50年一定額としたが、その他の方法(何年かごとに各事務所への配分比率を変化させるなど)についてケーススタディを実施し、予算配分を評価する必要がある。

課題 2

20%と設定した予防保全率を変化させた場合の配分結果への影響を確認する必要がある。

- ② F 事務所を例に、主として交通量の少ない大規模橋梁の補修が先送りになることが原因となり、少数の橋梁のランク I での対策により大きな事業費が発生した。

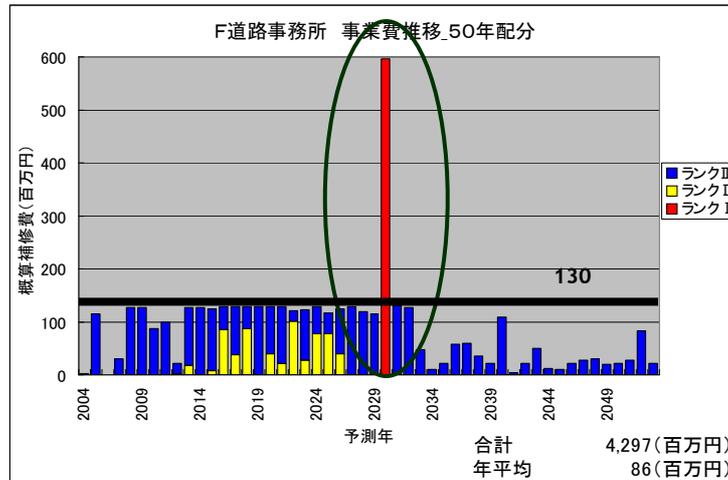


図1-6-4 検討結果 2

今回は、同一ランク上にある橋梁は、健全度を考慮せず交通量のみ優先で補修を実施しているため、このような橋梁を管理するマイクロでは事業費のばらつきが大きくなる。特に F 事務所で見られる 2030 年の破綻は長大橋 1 橋の架け替えによるものであるので、補修費が大きいと予想される橋梁は先送りすることなく対応することが必要と考えられる。

このうち、本ケーススタディでは上記①について検討することとし、次章(「2-2. ミクロへの予算配分に対する評価」及び「2-3. 予防保全率の検討」)で述べる。