C. ネットワークマネジメント編
（土木分野）

序　土木構造物群を対象とした
戦略的ストックマネジメントの検討

序－1． ストックマネジメントの課題と対策

1）土木構造物のストックマネジメントの課題

土木構造物のストックマネジメントの課題について、物理的な状況及び財政面を以下にまとめる。

(1)維持管理体制

多くの組織では、基本的な指針の策定と予算配分を担当する部署（本庁など）と、現場の維持管理を担当する部署（土木事務所など）による階層的な管理が行われている。

両者の情報と指示の流れは、多くの場合一方的で、現場における管理情報を基に予算配分や維持管理方法を見直すなどのマネジメントサイクルが成立しにくい状況である。その理由としては、現場においては人事システムにより維持管理に精通した技術者が育ちにくいか、機関によっては全く配置されていないこと、本庁等においては大局的な視点で管理する施設全体をマネジメントする体制や、そのための情報を把握する体制ができていないことがあると考えられる。

(2)維持管理の考え方

多くの場合、ライフサイクルにおけるコストや環境負荷を念頭においた計画的維持管理は行われず、何らかの不具合が発生した段階ではじめて対応する後追い（対症療法）的な維持管理となっている。

建築分野では、公共建築物には必ずしも充分に反映されていないのが実態ではあるが、計画修繕などのライフサイクルを視野に入れた計画的な維持管理の考え方が広く認識されている。土木分野では、計画的な維持管理の考え方が広まっておらず、最近まで取り組まれていないのが実情である。

(3)予算システムの問題

社会資本の大半は公共の財産として、国や地方公共団体などの行政体により管理されている。多くの行政組織における社会資本整備費の予算は、投資的経費と維持的経費に区分され、前者については補助金や起債による資金調達の様々な方策が用意されているが、後者は経常的経費の一部として取り扱われ、基本的には管理者自らが予算を確保する必要がある。

維持的経費については、投資的経費と比較して必要性が充分に認識されていないこと、また維持補修に関する知識の不足により必要性の充分な説明が困難となっていることなどから、予算額は減少または頭打ちの傾向にある。その結果、新たな施設の調達や建設が行われて維持管理の対象となるストック量が増大する一方で、既存ストックの充分な維持管理が行われず、その荒廃が進むことになる。

(4)データの収集・蓄積

適切な維持管理のためには、管理する施設の状態を的確に把握し、現在及び将来における維持管理作業の必要量を計測及び予測できるようにする必要がある。

そのためには、施設の状態を共通のステージにおいて的確に把握・評価する手法を整えかつ合意した上で、施設の現況を示す台帳等を整備し、その最新の状態を把握・記録しておく必要がある。しかし

ながら、多くの機関では状態把握のための点検が十分に行われていないだけでなく、台帳すら整備されていない機関もみうけられる。このような状況も、後追い的な維持管理を助長している。

なお、ここで重要なのは、データベースなど情報システムを整備することではなく、どのようにデータを収集し活用するかである（情報システムはそのためのツールに過ぎない）ことに留意すべきである。

2）必要な対策・対応および関連した動き

ここでは、前項であげた課題に対する対策・対応として、以下の3点を前提とする。

① 現状の二層の管理体制において、階層間の役割分担の設定が適切になされ、各々の階層が各役割を適切に遂行し、相互の連絡調整も適切になされること。

② 過去の維持補修予算額と現在の管理施設の状態、及び今後の維持補修予算額と将来の管理施設の状態（の予測）との関係に関して、データに基づいた説得力のある説明を可能とすること。

③ 管理施設の状態が的確に把握されるとともに、現在の維持補修必要量の計測、および将来の維持補修必要量の適確な予測が可能となること。

これらに対応した最近の動きとして、「A. 現況と課題編」で述べた以下の4つの取り組みがある。

① 多くの社会資本分野で、アセットマネジメントへの取組の機運が生じている。

② いくつかの分野で構造物の点検が積み重ねられてきており、点検データの蓄積が進みつつあり、これを用いて将来予測やマネジメントに用いることが可能となりつつある。

③ 道路構造物の橋梁・舗装等の先行する分野で、電算プログラムによるマネジメントシステムの構築が進展しつつある。

④ 行政改革の一環として公会計改革の推進の動きがあり、また地方自治体等において社会資本の管理・運用結果を会計情報としてより明確する動きが生じている。

序－2.　検討の仮説と枠組み

1）戦略的ストックマネジメントの仮説

前節の整理を踏まえて、本編において取り組む「戦略的ストックマネジメント」（以下、ストックマネジメント）の仮説を、以下の通り設定する。

本研究におけるストックマネジメントは、国民の生活環境の快適性・安全性の保持等を制約条件に、複数ある土木構造物全体（構造物群としての視点で見たとき）の LCC 低減と費用発生時期の集中緩和（分散化）を目的として、目的を達成するために様々な手法を駆使し、更にその取り組みの妥当性についてアカウンタビリティ（説明性）を果たすものである。

ストックマネジメントでは、群レベルでの LCC 低減と費用発生時期の集中緩和（分散化）を目的とすることから、土木構造物全体（群レベル）での費用やその発生時期の把握が必要である。また、群レベルの費用や発生時期の把握には、基本的に個々の構造物レベルで発生する費用やその時期を把握した積み上げが必要である。一旦、群レベルにおいて費用削減や分散化の目標と取り組み方針などが設定された場合には、それらに沿った取り組みを個々レベルで展開する必要がある。個々レベルでは

安全性の保持等を制約条件として、群レベルからの目標や設定のために様々な手法を駆使し、それらの積み上げが群レベルの成果（LCC 低減、費用発生時期の集中緩和（分散化））として現れてくる。

また、厳しい財政状況の中、土木構造物への投資（または事業予算の確保）には国民やユーザーの理解が今後一層求められる。これは、維持・補修事業等においても例外ではない。特に、予防保全的な事業については、より一層の理解が求められてくるものと思われる。

上記を整理すると、以下のように考えられる。

① 個々レベルでの情報作成

② 情報の積み上げと群レベルでの方向性の判断（目標や取り組み方針の設定）

③ 方向性に基づく個々レベルでの事業実施

④ 各段階における適切なアカウンタビリティ

2）戦略的ストックマネジメントの検討の枠組み

本研究では、前項の仮説をもとに以下の枠組みにより検討を行うこととする（図0－2－1）。

① 第Ⅰ部では、国道橋の実データを用いたケーススタディを行い、前述の仮説の妥当性を検証するとともに、土木構造物群のマネジメント上のいくつかの問題の検討を行い、その方法を示す。

② 第Ⅱ部では第Ⅰ部での検討・検討結果を踏まえて、土木構造物全般への展開を睨んで、第Ⅰ部でのマネジメントの考え方を普遍的・一般的に整理し、階層的な管理体制を基本としたマネジメント体制の提案と定立を図ること。

③ 第Ⅲ部では、ストックマネジメントの説明性を向上させるという観点から提案されている、会計的手法を用いたマネジメント手法であるインフラ会計手法の活用について、社会資本の評価およびストック状況・投資効果の説明手法、および社会資本マネジメント手法を検討する。

④ 最後に、戦略的ストックマネジメントの実現と普及に向けた残された課題を整理しまとめとする。

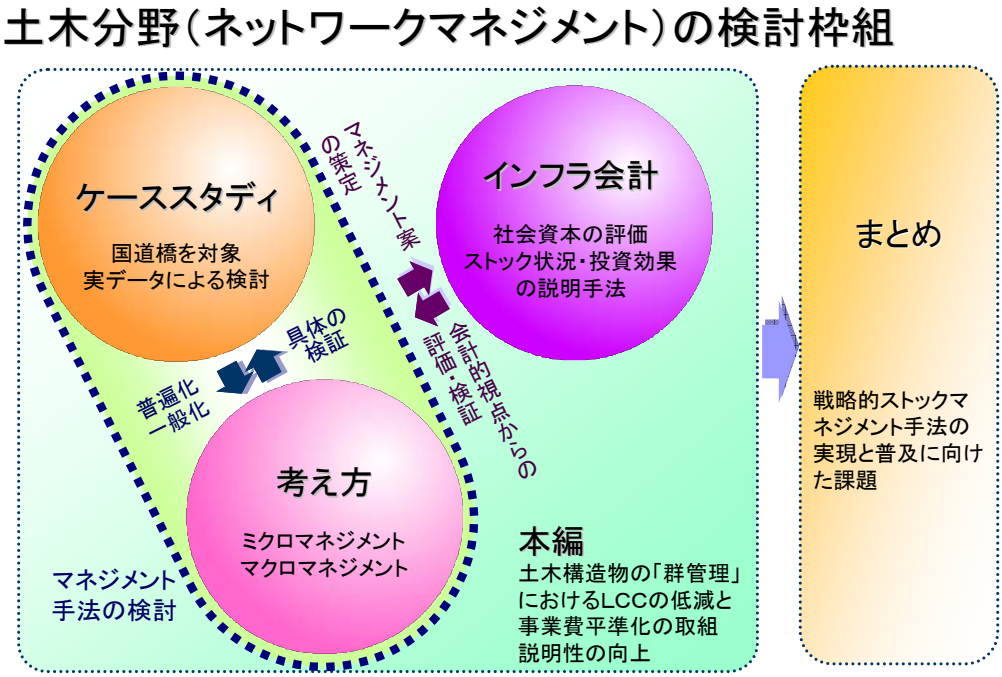


図 2－1　本編における戦略的ストックマネジメントの検討の枠組み

第I部　土木構造物の群管理手法の
ケーススタディ

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。

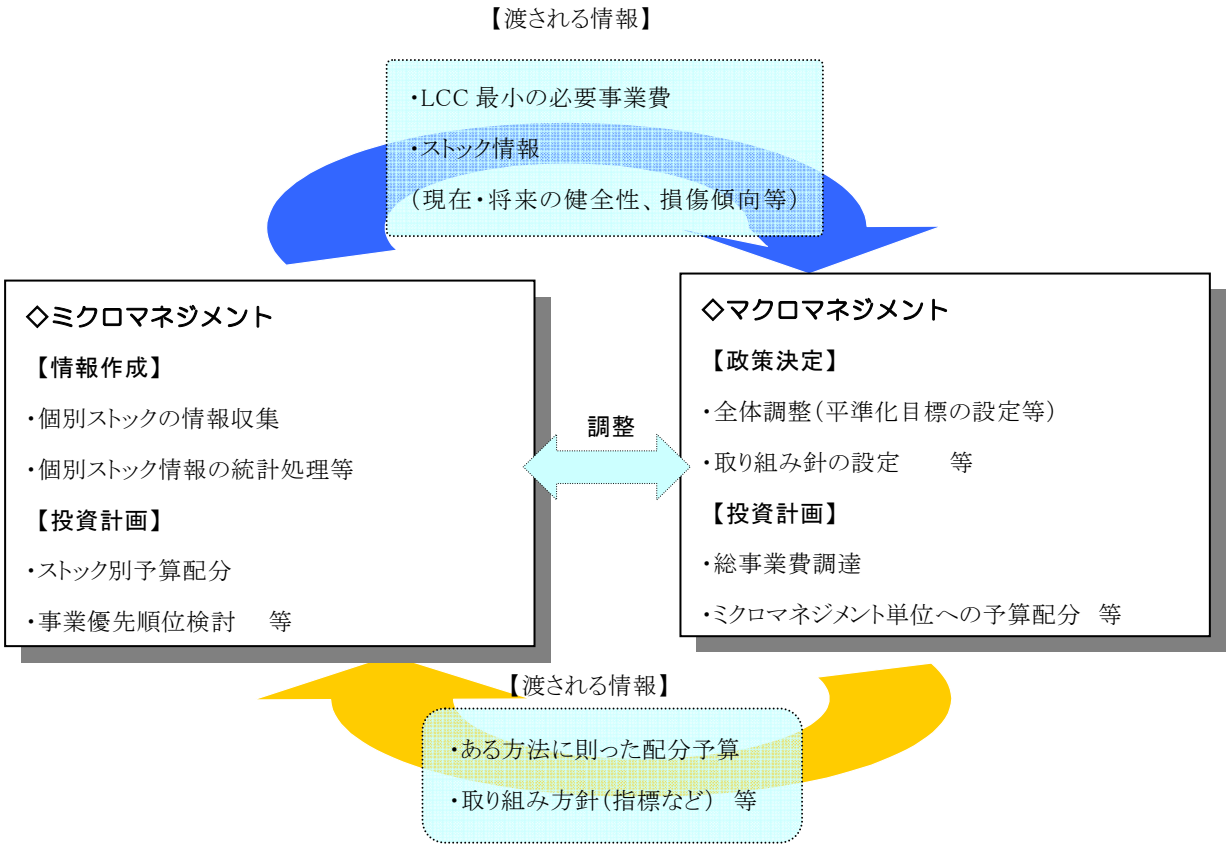


図１－１－１　全体イメージ

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、ミ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。ミ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

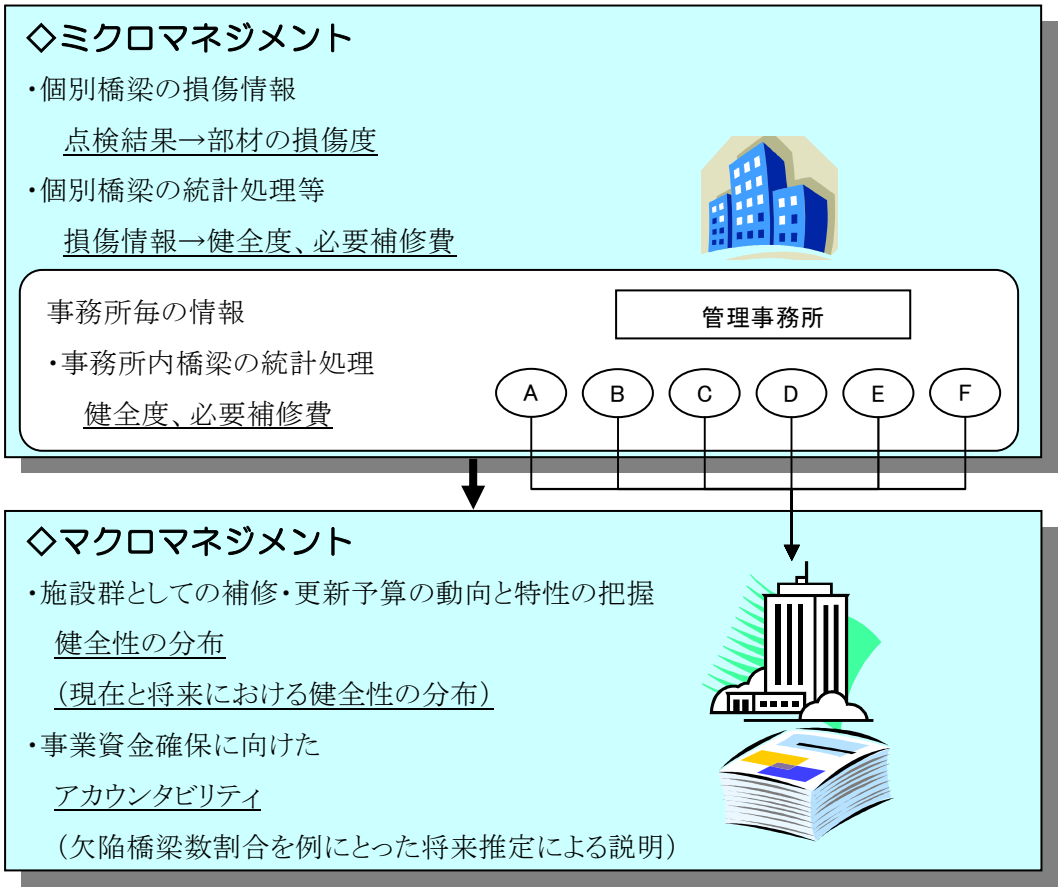


図１－１－２　　本ケーススタディのイメージ

本ケーススタディでは、橋梁を対象として実施するため、具体的なミ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ミ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う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。

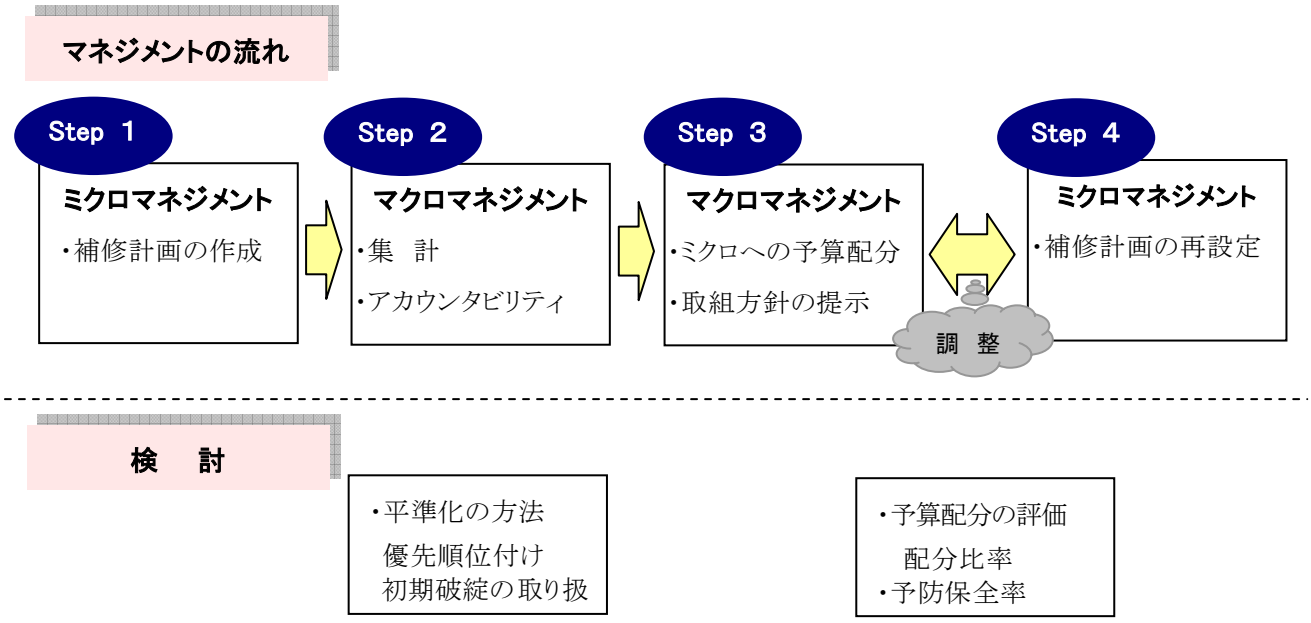


図１－１－３　ケーススタディの全体の流れ

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。

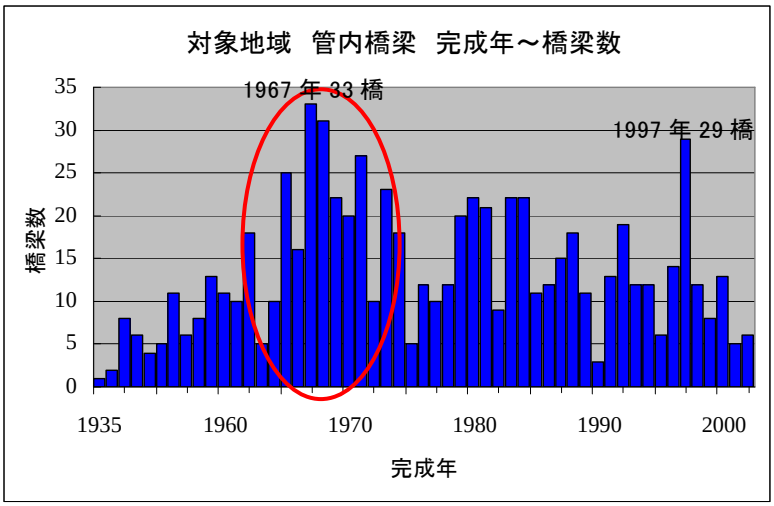
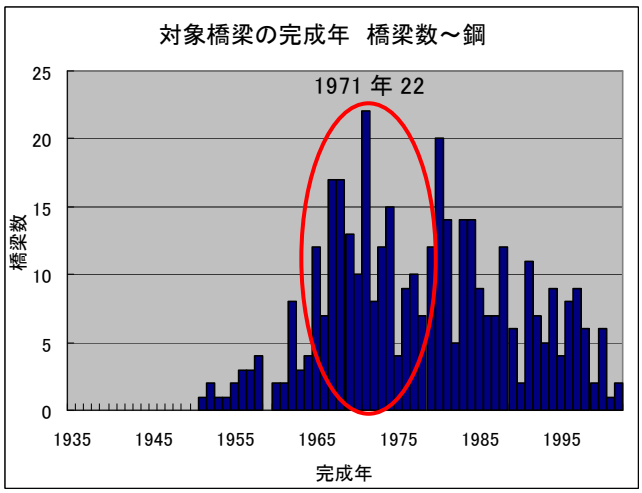
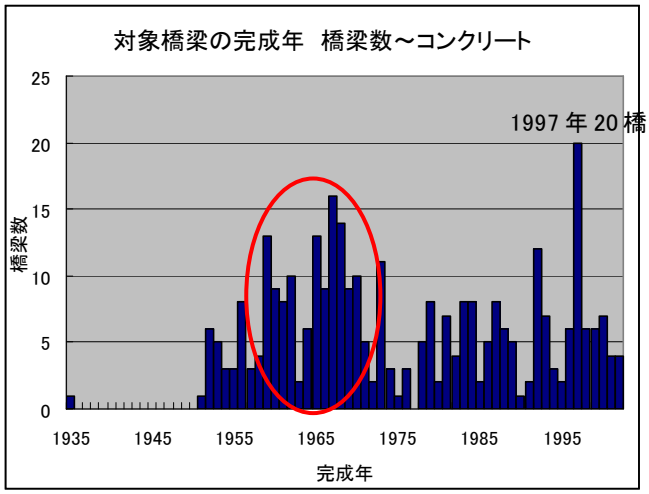


図1－2－1　対象橋梁の完成年



（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。

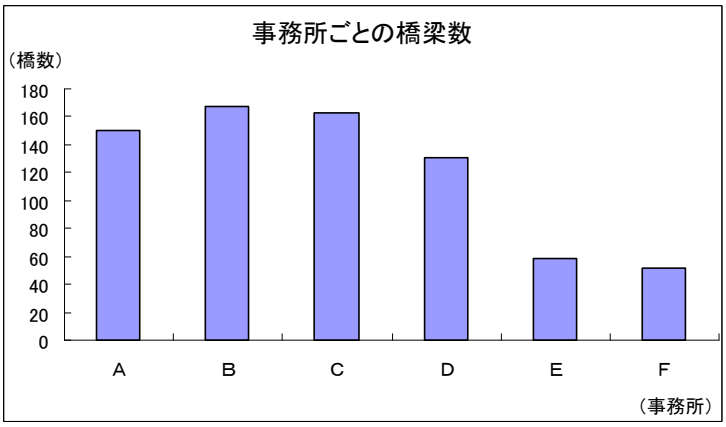


図１－２－３　対象とした建設部の現状 （721 橋）

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。

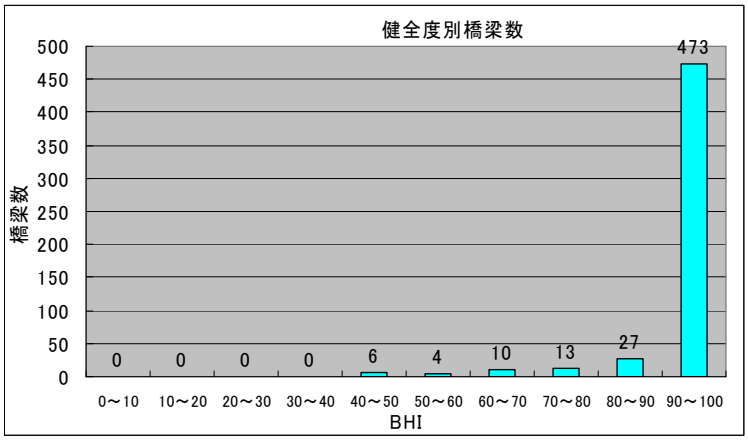


図１－２－４　対象とした橋梁の現状（健全度）

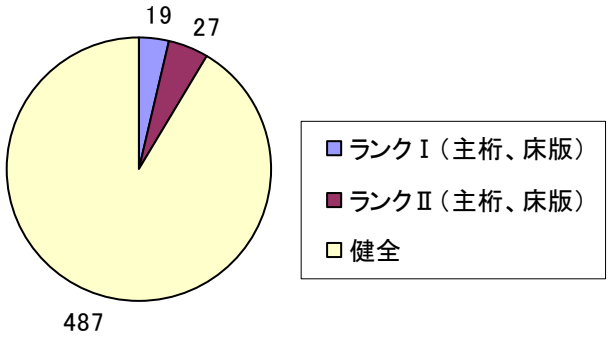


図１－２－５　対象とした橋梁の現状（欠陥橋梁数）

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。

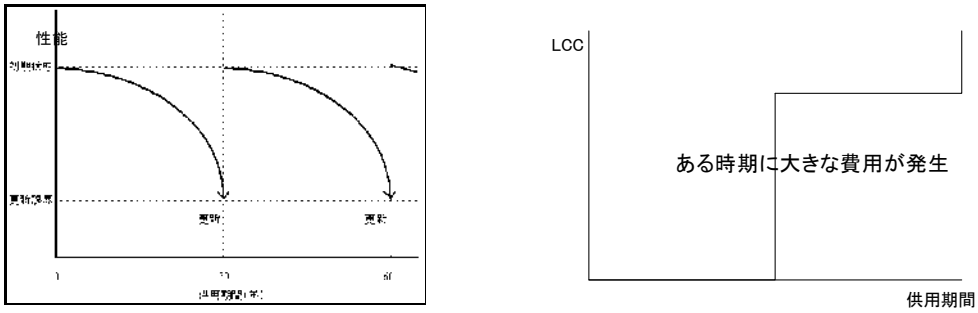


図１－２－６　使い捨て型のイメージ

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。

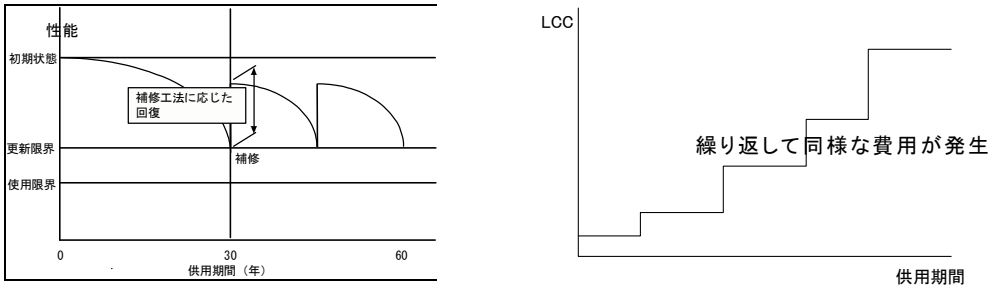


図１－２－７　対症療法型のイメージ

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。

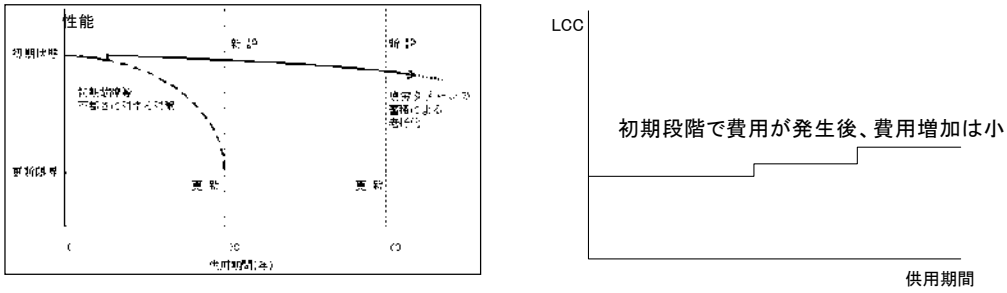


図１－２－８　危機管理型のイメージ

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。

部材健全度 ＝ OK 数量×1.00＋Ⅳ数量×0.75＋Ⅲ数量×0.50＋Ⅱ数量×0.25＋Ⅰ数量×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。

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

ここで、 部材の総価格(TEV)＝全数量×部材単価

部材の現在価格(CEV)＝部材健全度×総価格(TEV)

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

(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　－ミクロマネジメント

ミ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。基本的にミクロでは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。

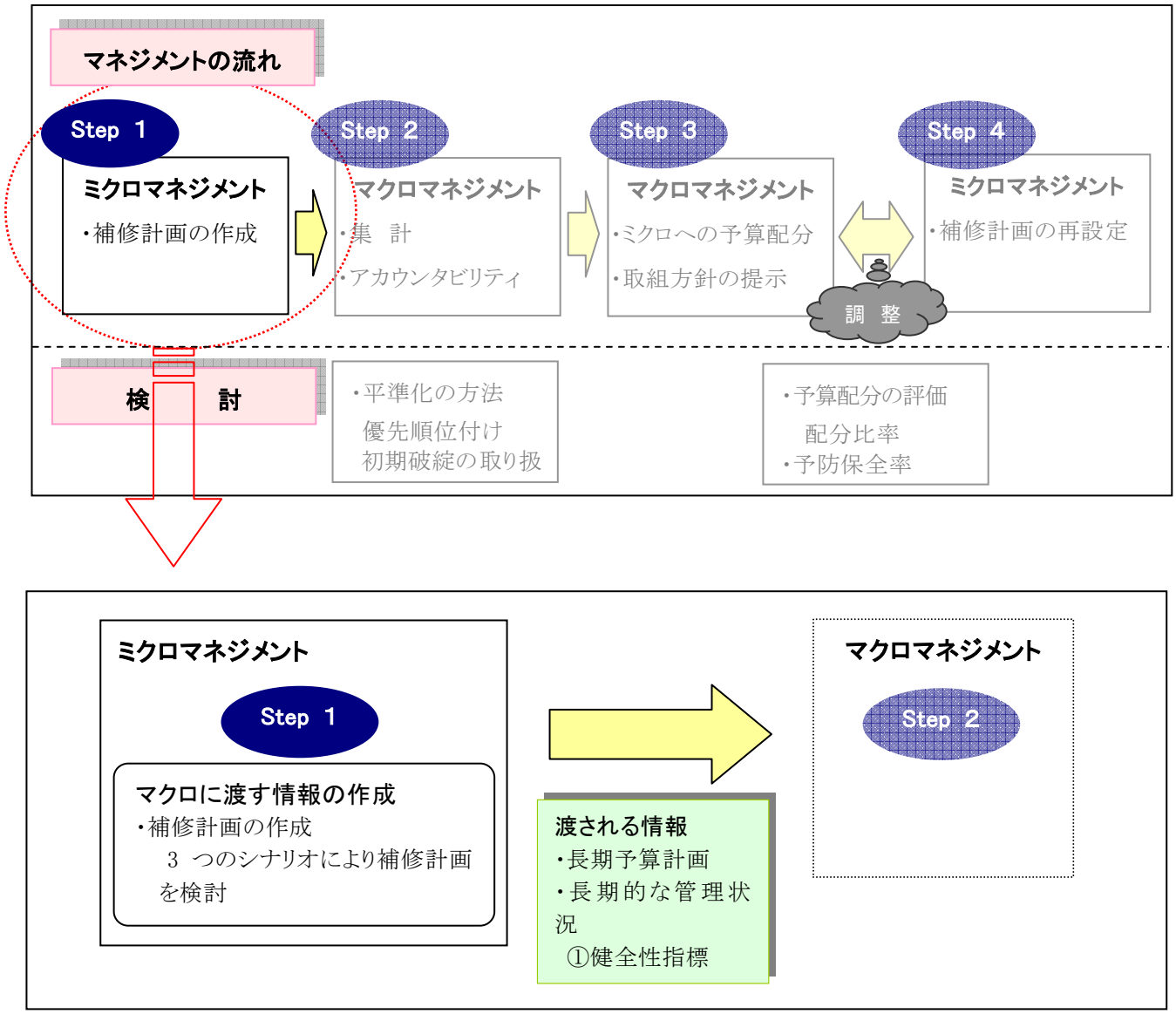


図１－３－１　　ケーススタディの流れと具体的内容 （Step1）

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 ）。

【○○○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

【○○○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、ミ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）

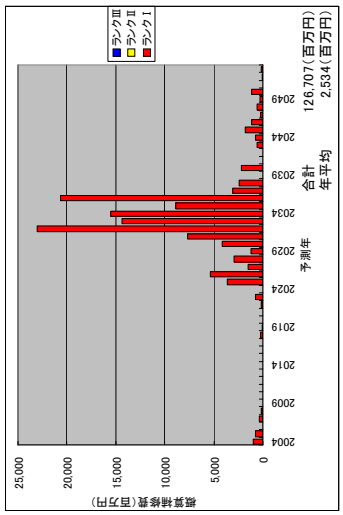
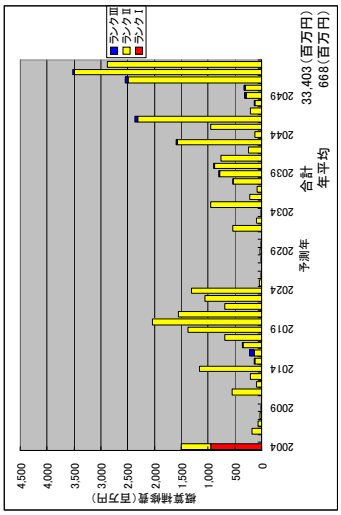
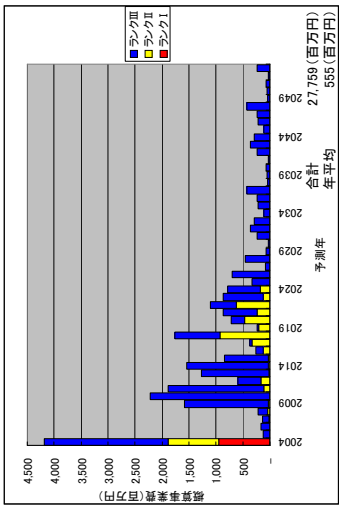
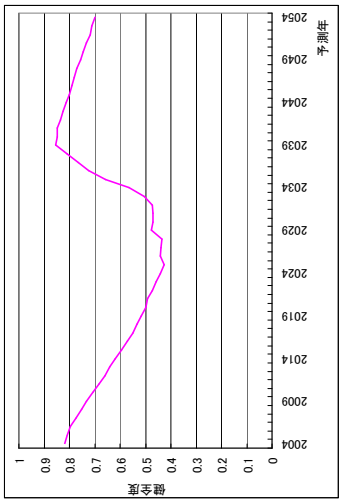
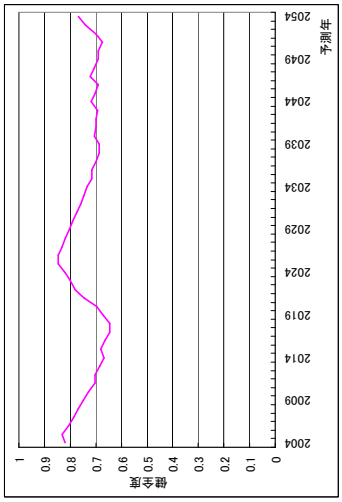
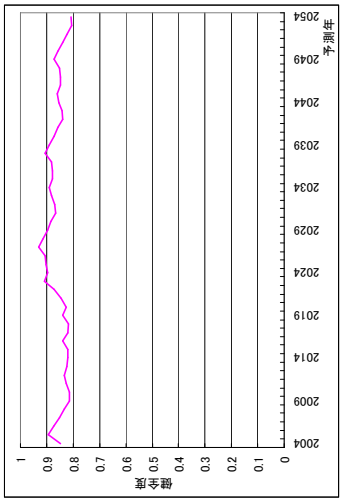
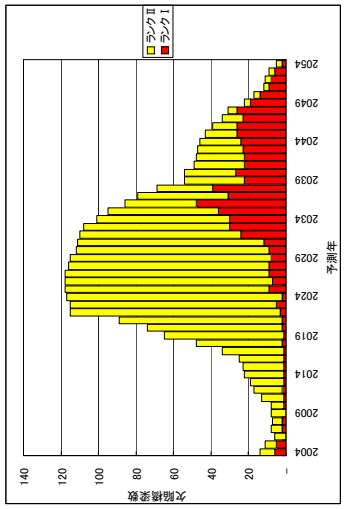
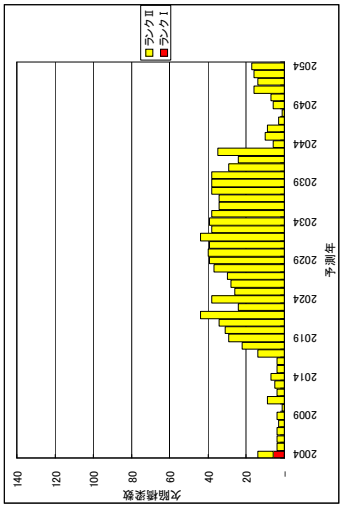
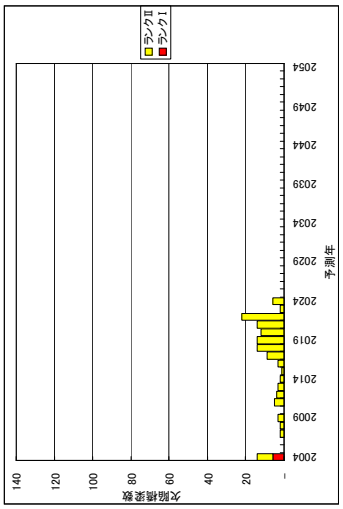
	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移			
健全度推移			
欠陥橋梁数推移			

表1－3－2　補修計画の集計結果（B道路事務所）

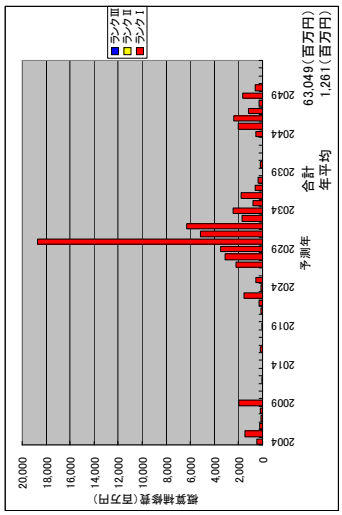
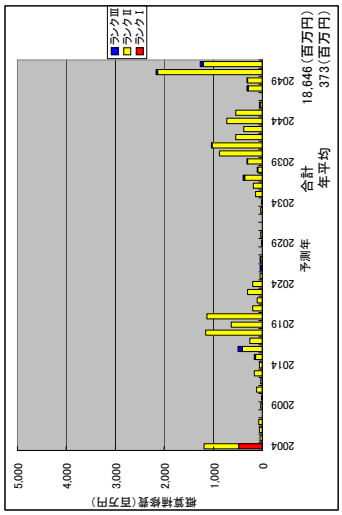
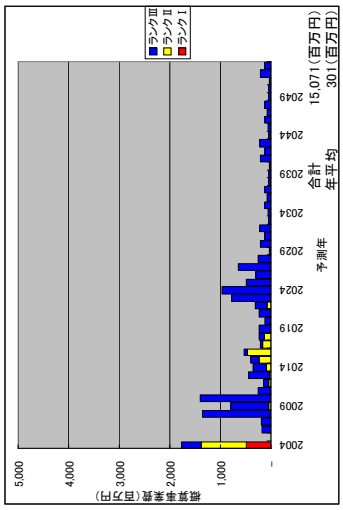
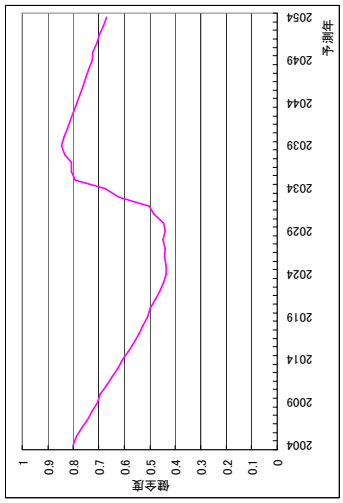
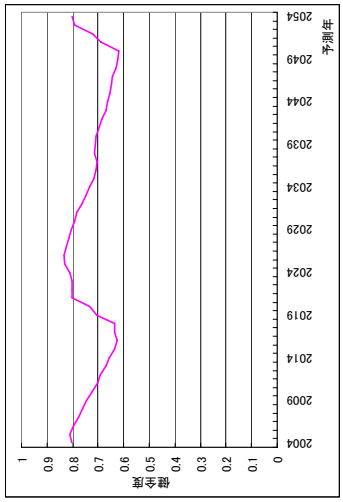
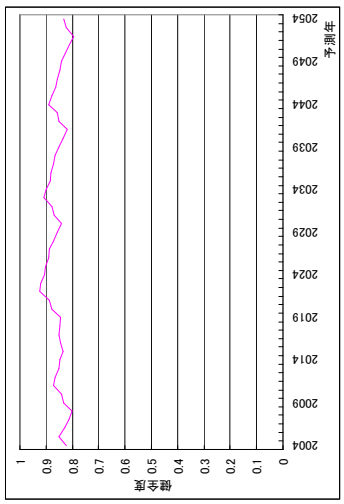
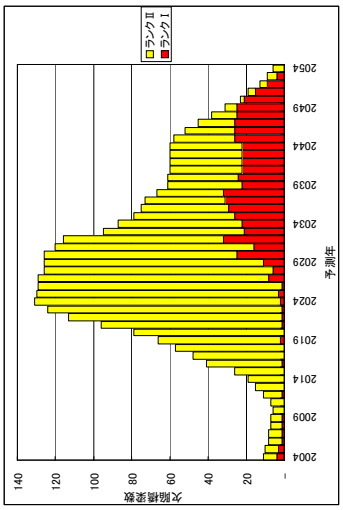
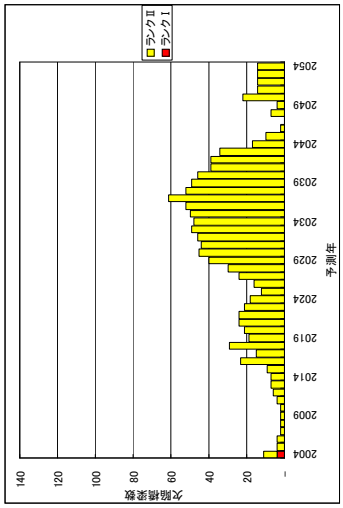
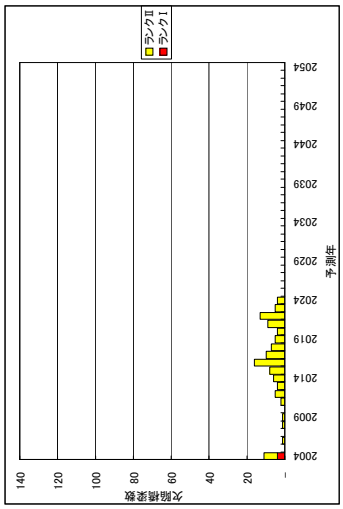
	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移			
健全度推移			
欠陥橋梁数推移			

表１－３－３　補修計画の集計結果（C道路事務所）

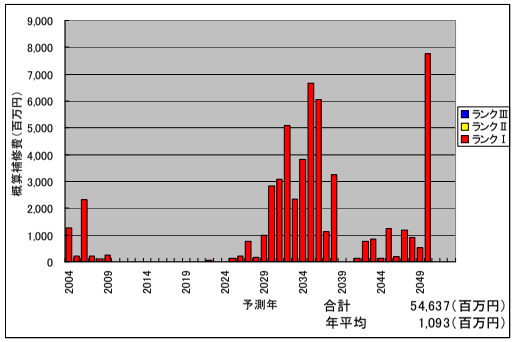
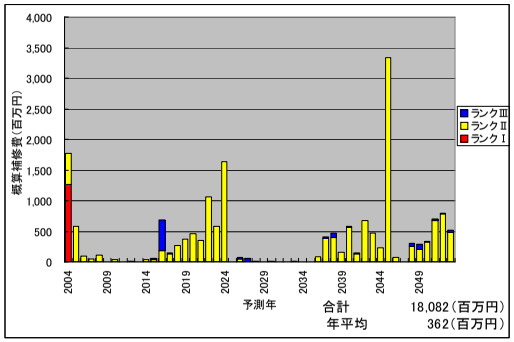
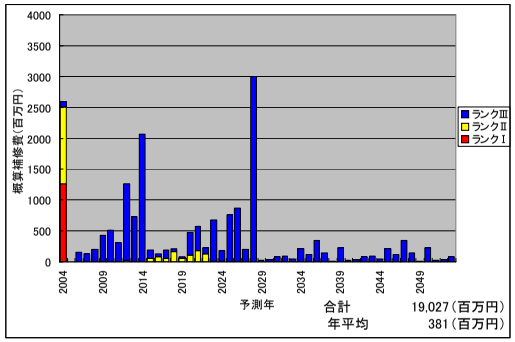
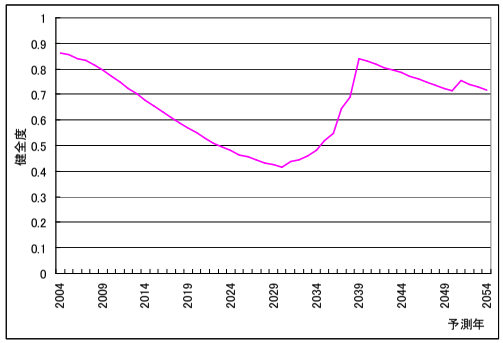
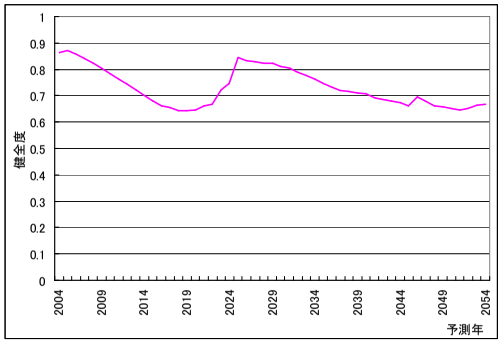
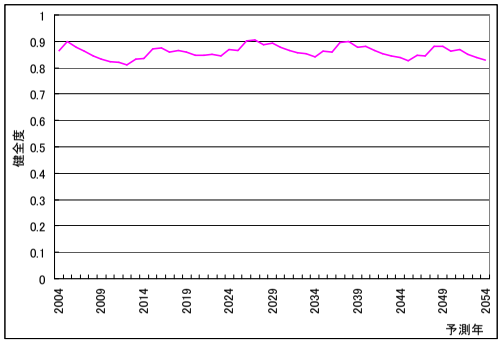
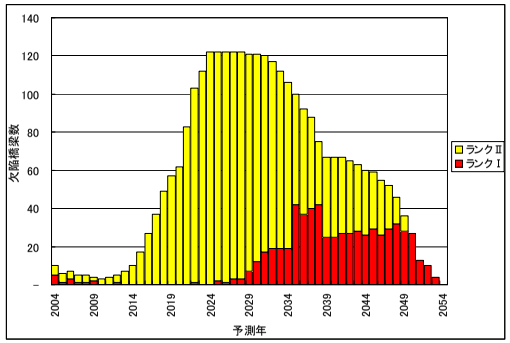
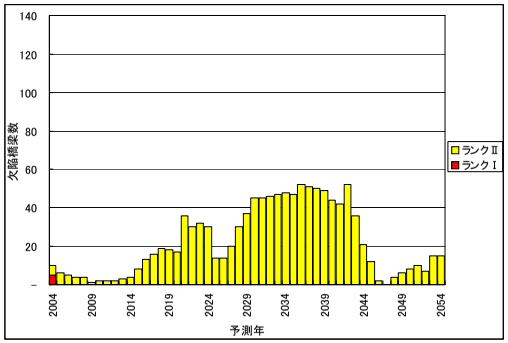
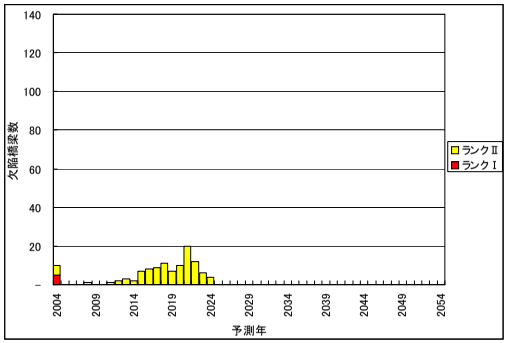
	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移			
健全度推移			
欠陥橋梁数推移			

表1－3－4　補修計画の集計結果（D道路事務所）

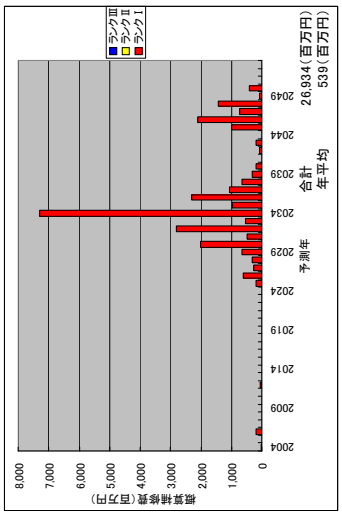
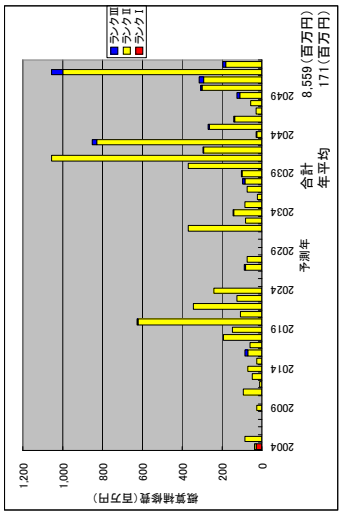
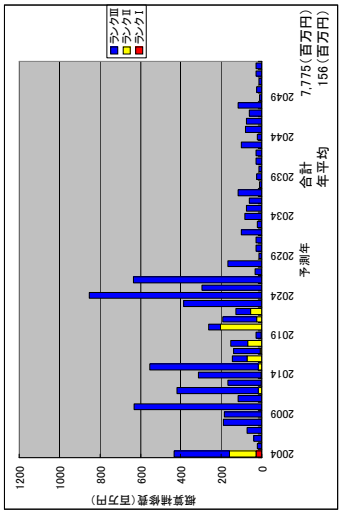
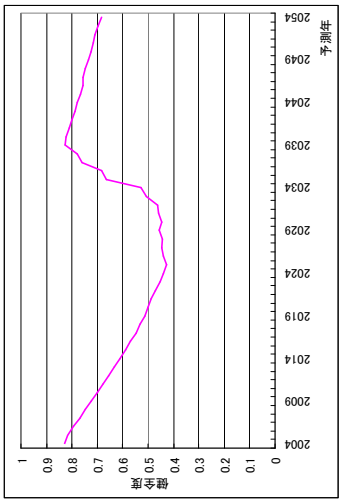
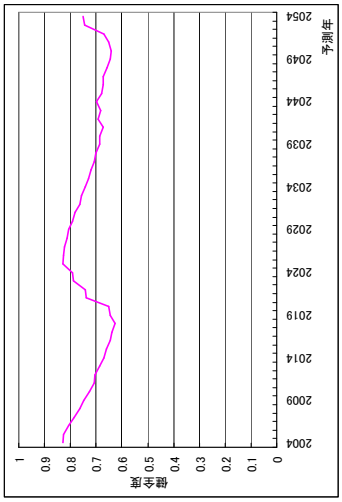
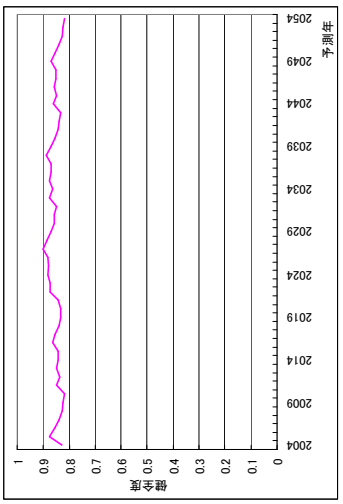
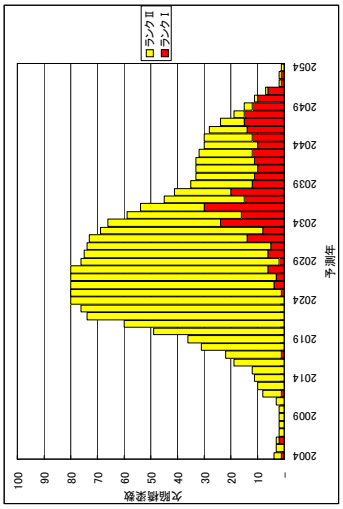
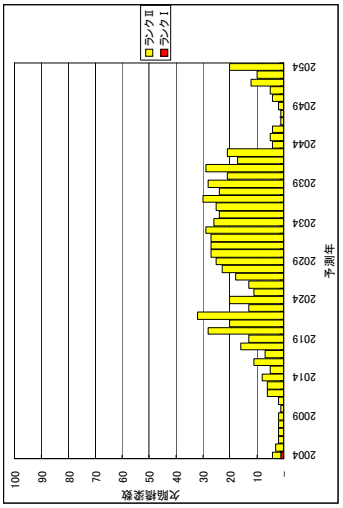
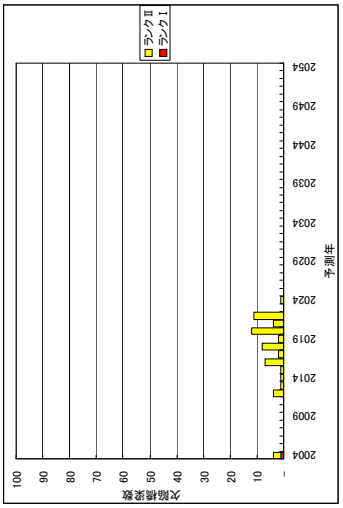
	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移			
健全度推移			
欠陥橋梁数推移			

表1－3－5　補修計画の集計結果（E道路事務所）

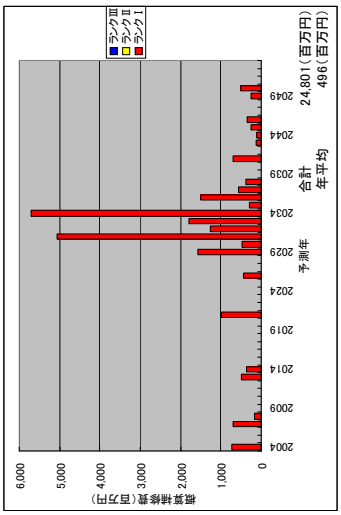
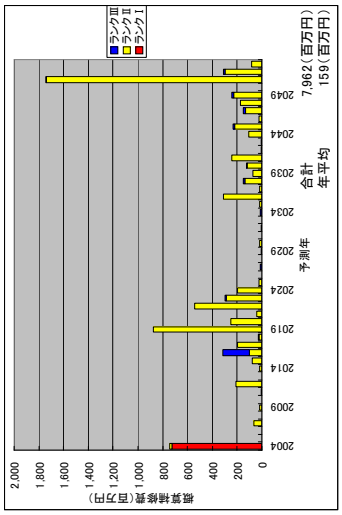
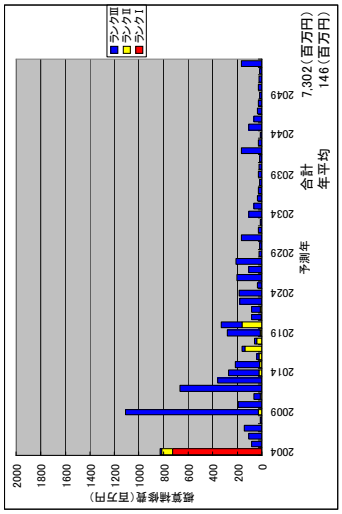
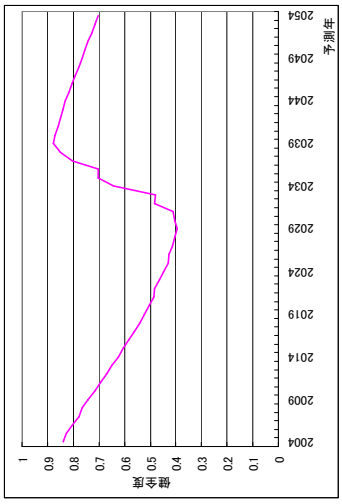
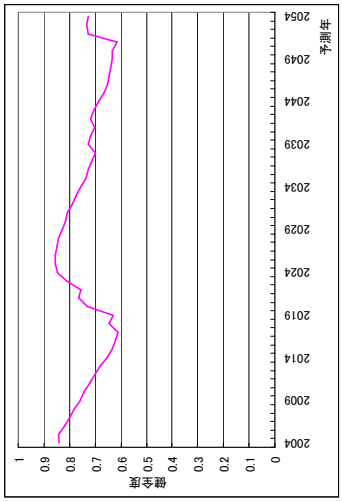
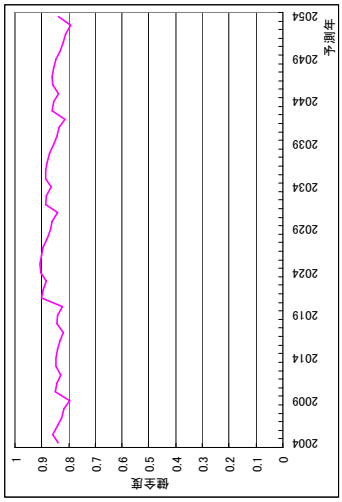
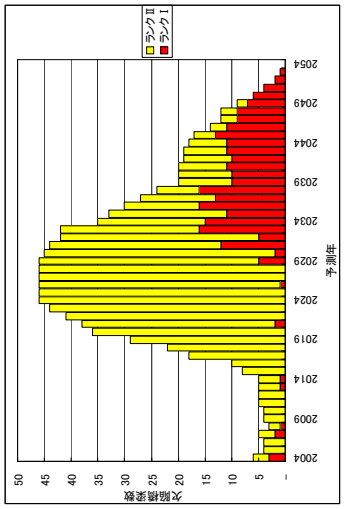
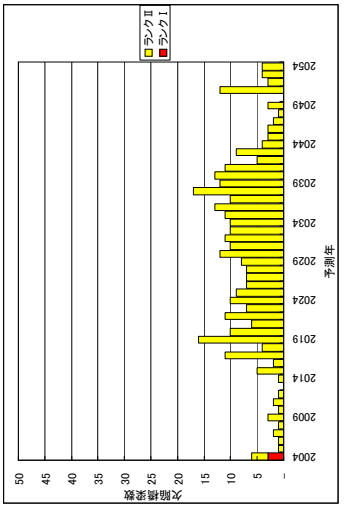
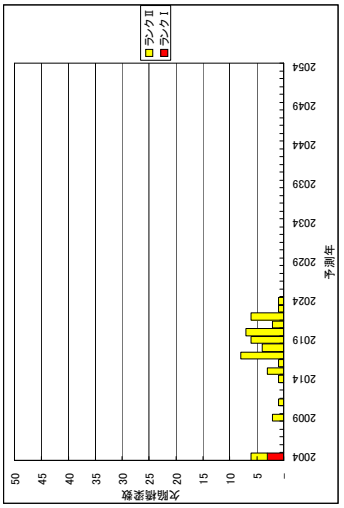
	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移			
健全度推移			
欠陥橋梁数推移			

表1－3－6　補修計画の集計結果（F道路事務所）

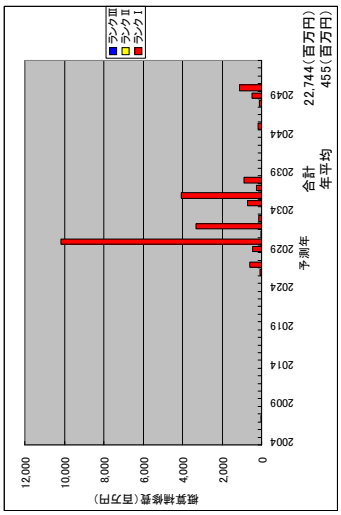
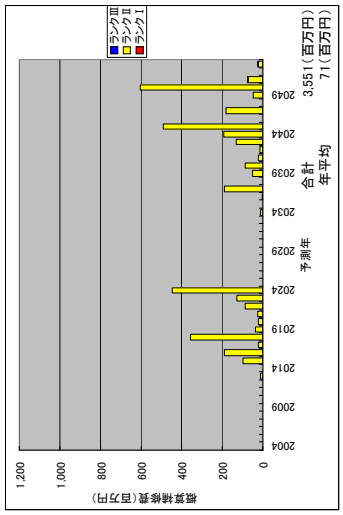
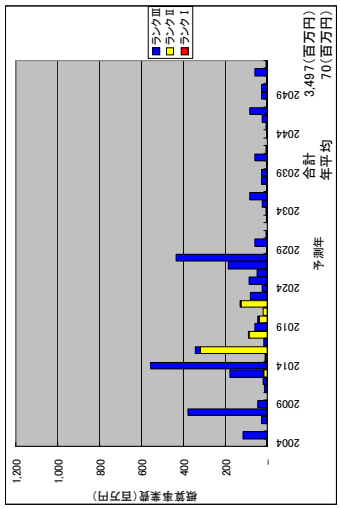
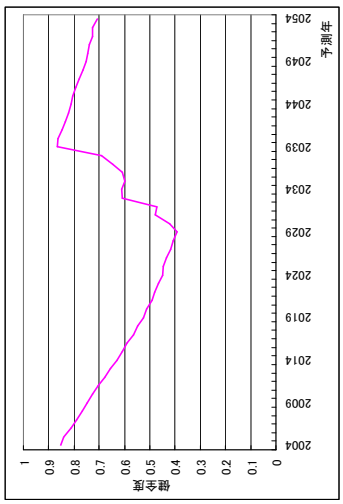
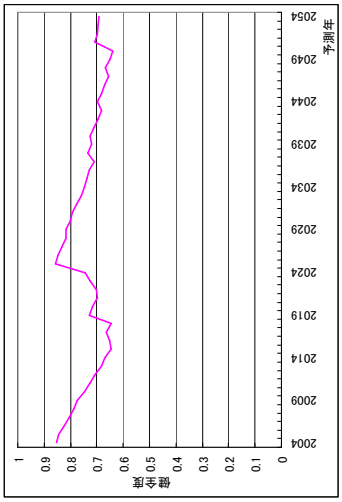
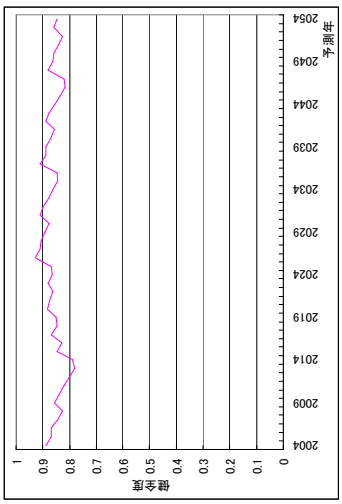
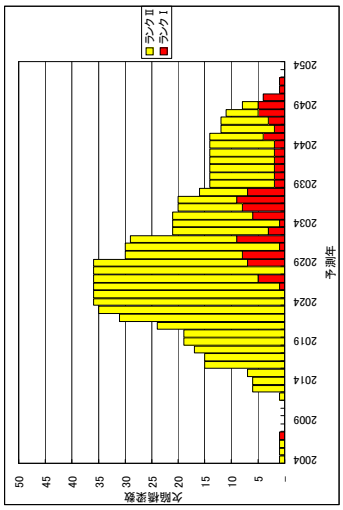
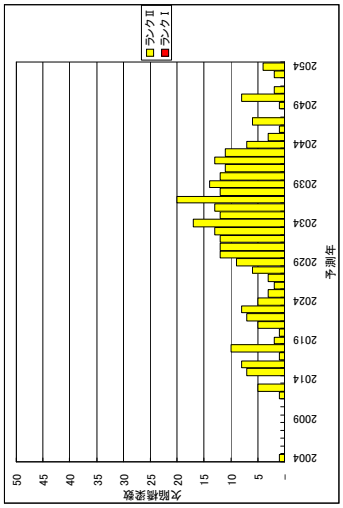
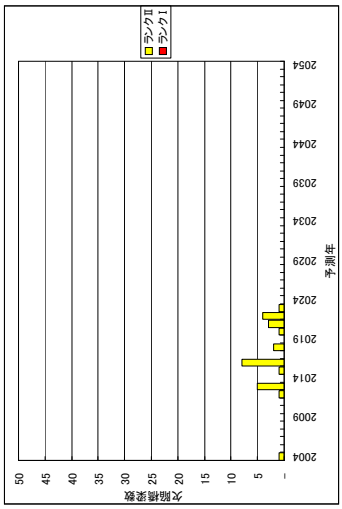
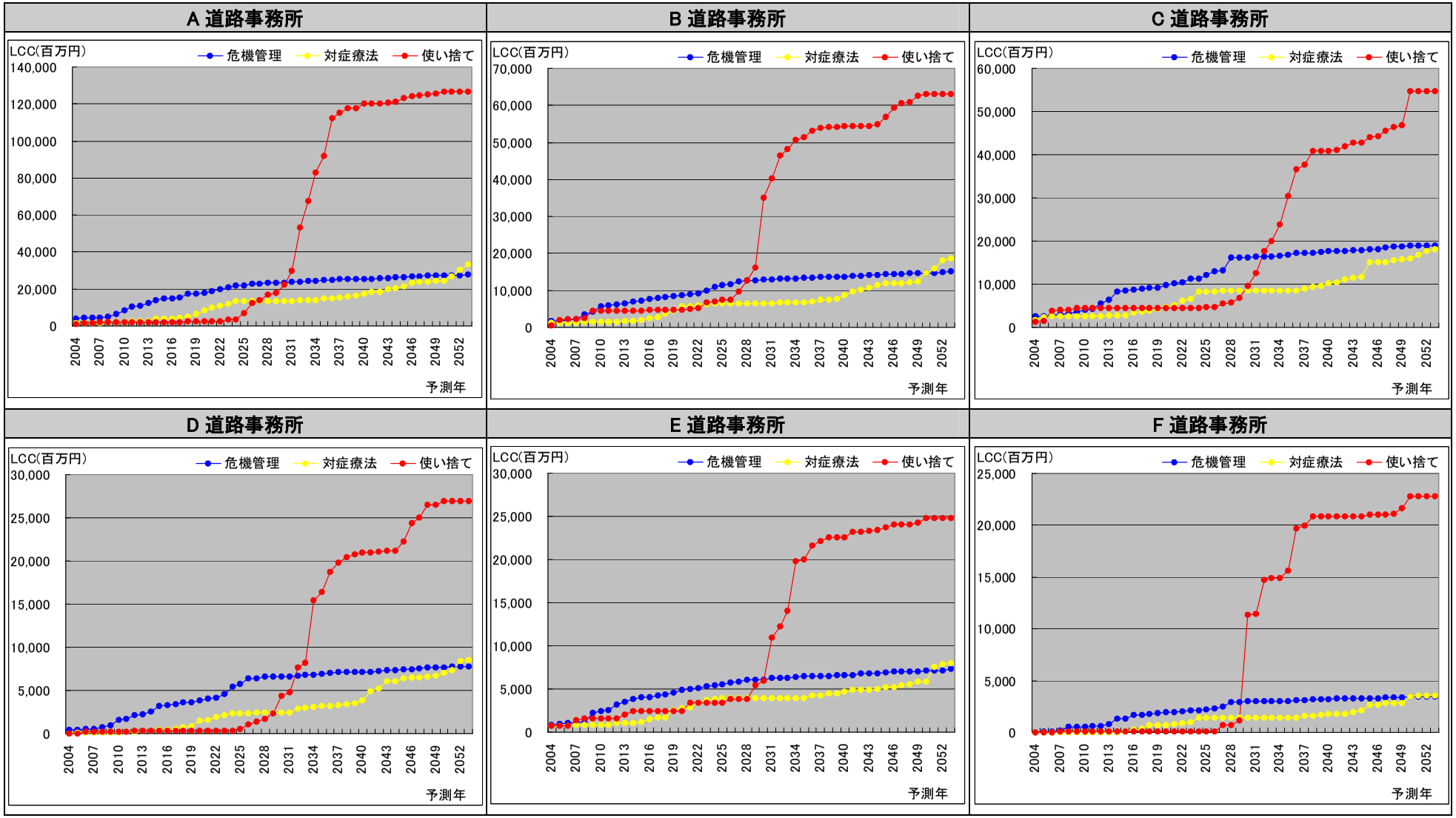
	使い捨て型	対症療法型	危機管理型
事業費推移			
健全度推移			
欠陥橋梁数推移			

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

各ミ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　各ミ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。

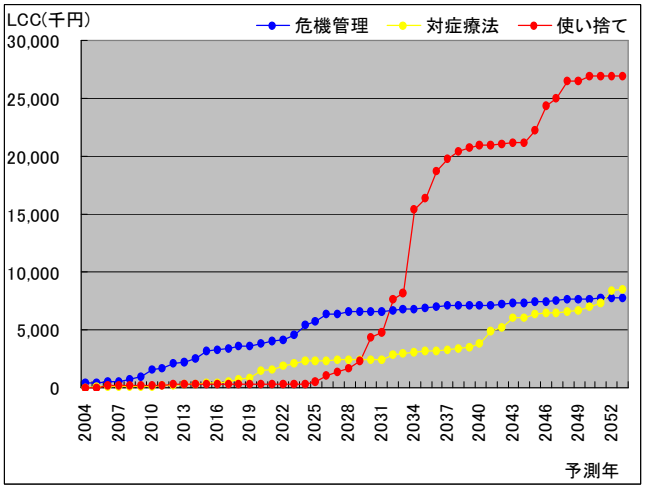


図１－３－４　LCC の比較　（例：D 道路事務所）

- 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。

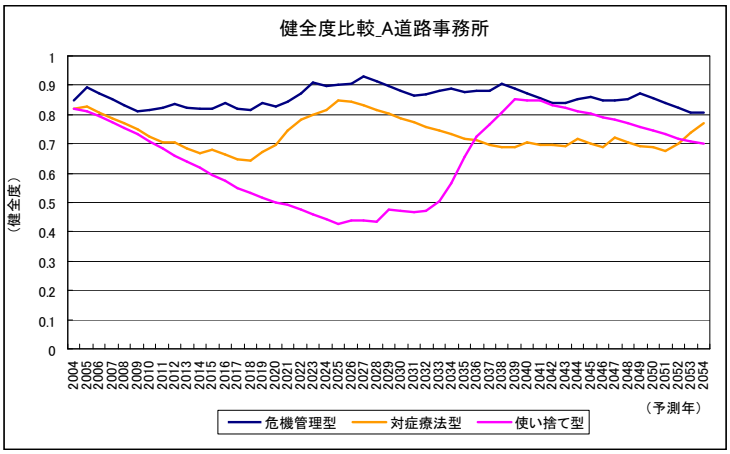


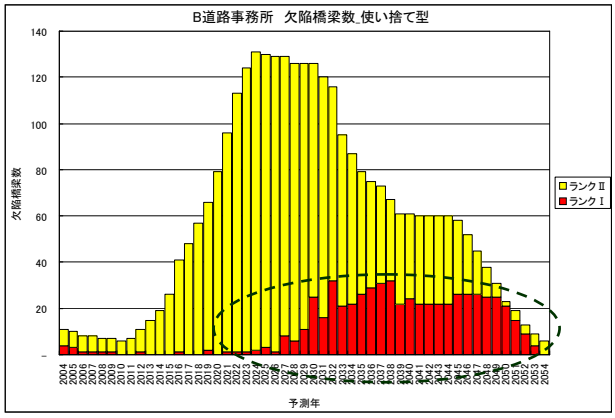
図1－3－5　健全度の比較（例：A道路事務所）

- 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。

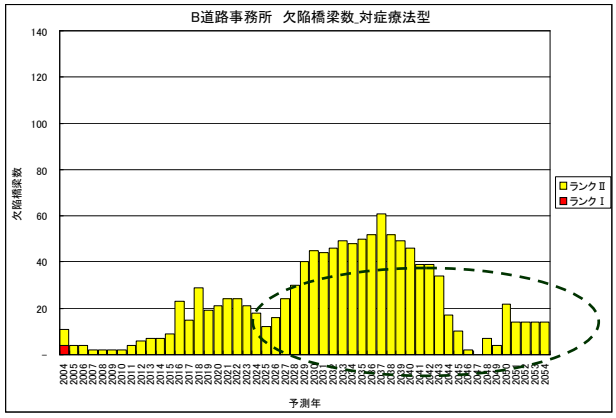
(3)欠陥橋梁数について

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。

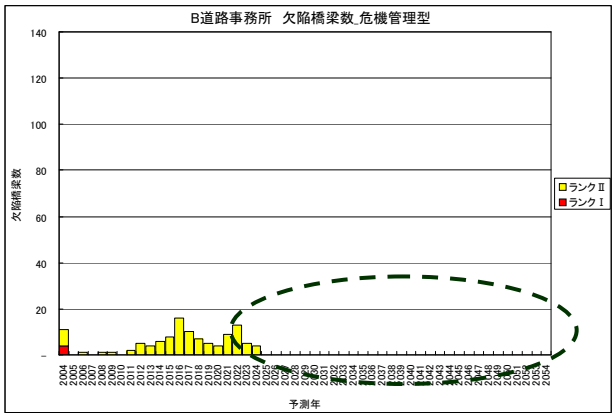
- 使い捨て型では欠陥橋梁数は急激に増大しており、期間後半ではランクⅠの欠陥橋梁が多く占めている。
- 対症療法型ではランクⅠの欠陥橋梁は無いものの、期間に渡り一定して欠陥橋梁が存在する。
- 危機管理型では期間始めに若干の欠陥橋梁が存在するが、後半では欠陥橋梁が無くなる。
- 以上の傾向は、全事務所を通して同様である。



(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、ミ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、「ミクロ推奨事業費」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タビリティのための資料を作成する。この際、各ミ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。

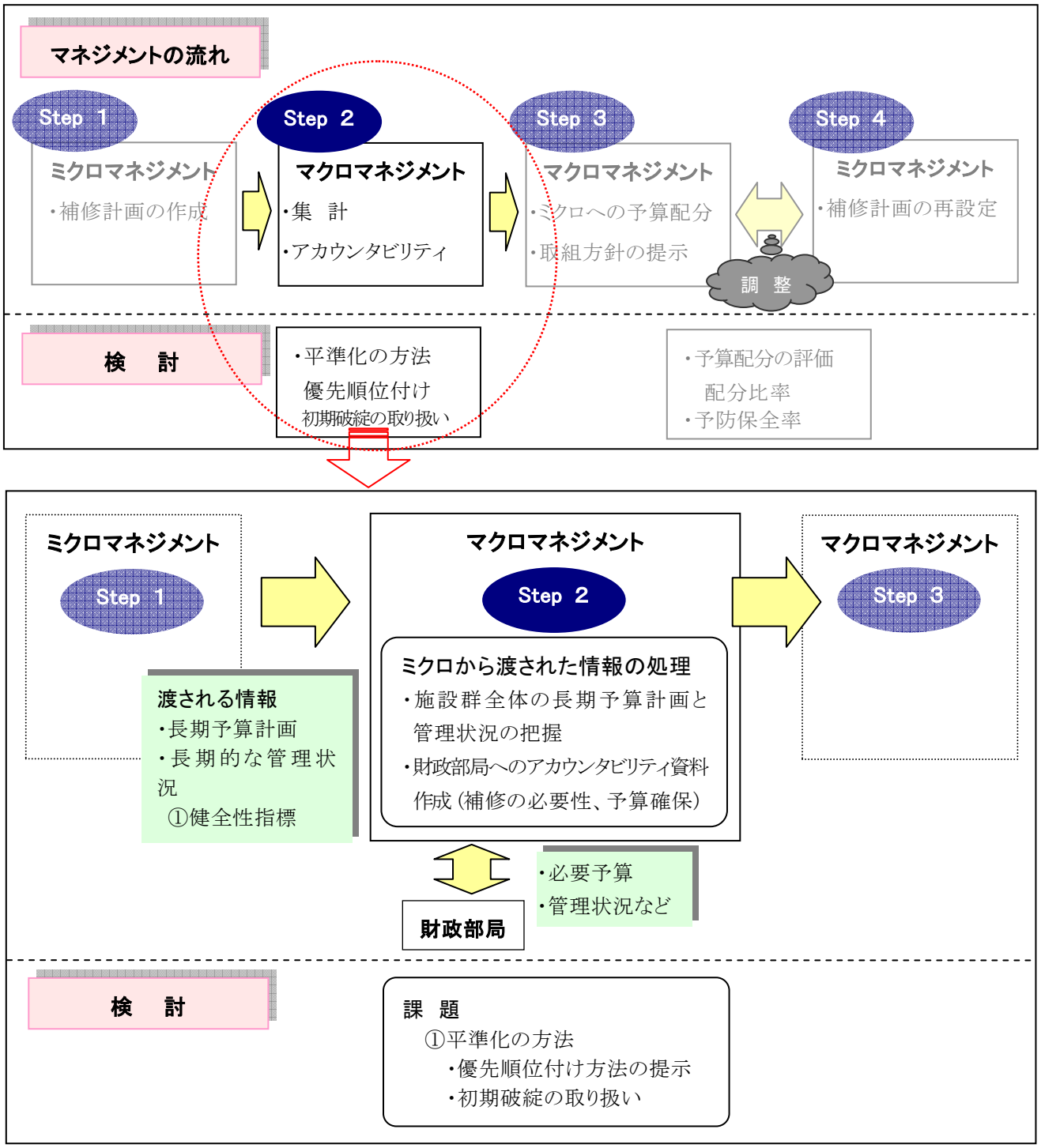


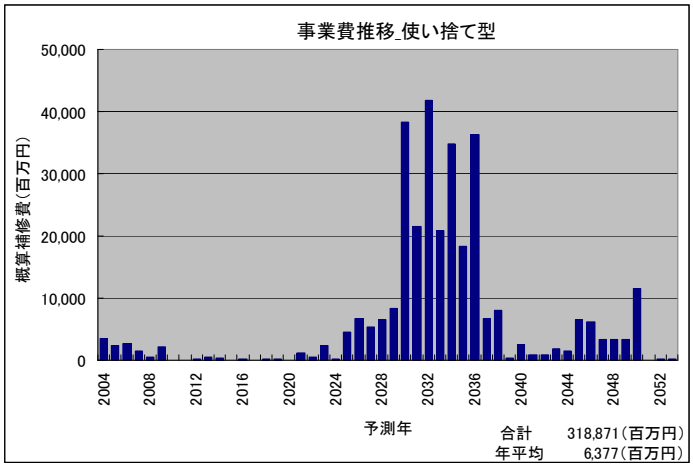
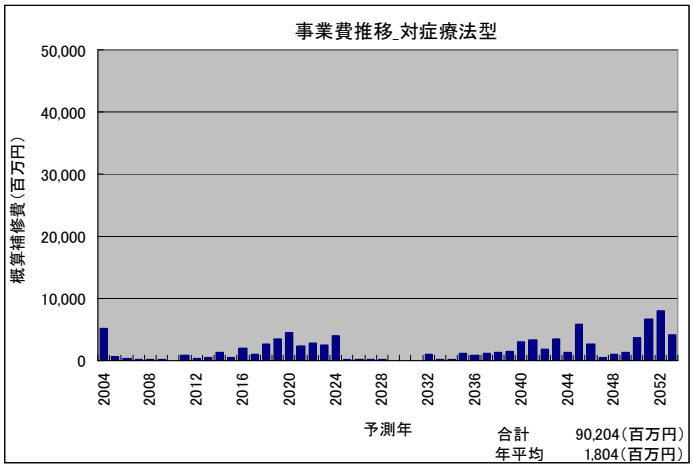
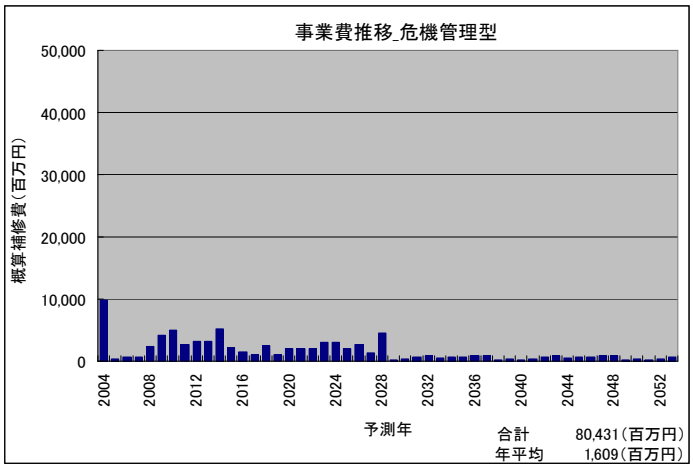
図１－４－１　ケーススタディ全体の流れと具体的内容（Step2）

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。

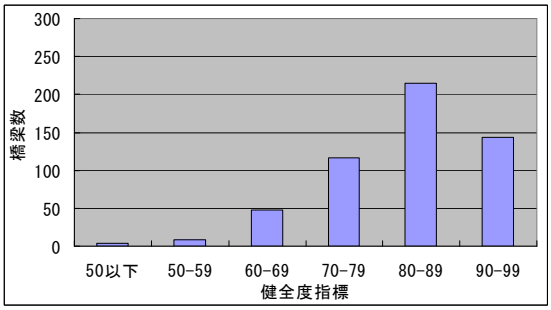
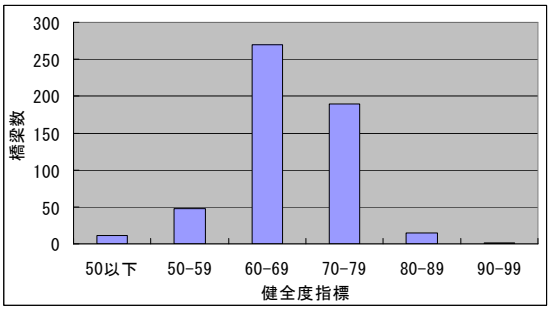
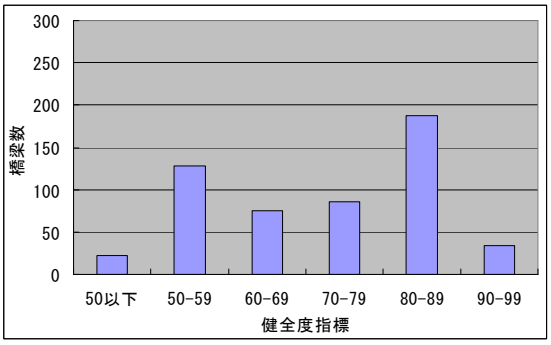
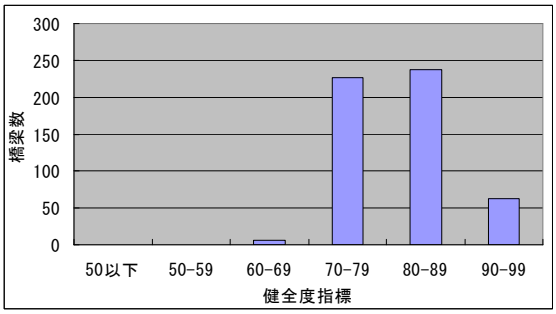
表１－４－１　施設全体の必要予算の把握

	事業費推移グラフ
使い捨て型 合計 ： 318,871(百万円) 年平均 ： 6,377(百万円)	
対症療法型 合計 ： 90,204(百万円) 年平均 ： 1,804(百万円)	
危機管理型 合計 ： 80,431(百万円) 年平均 ： 1,609(百万円)	

(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のようになる。

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）
現在の健全度の状況  	使い捨て型  対症療法型  危機管理型 

(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、

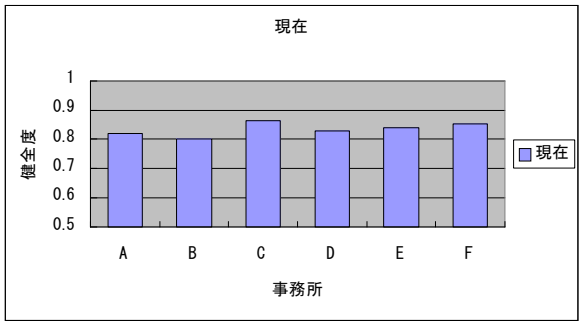
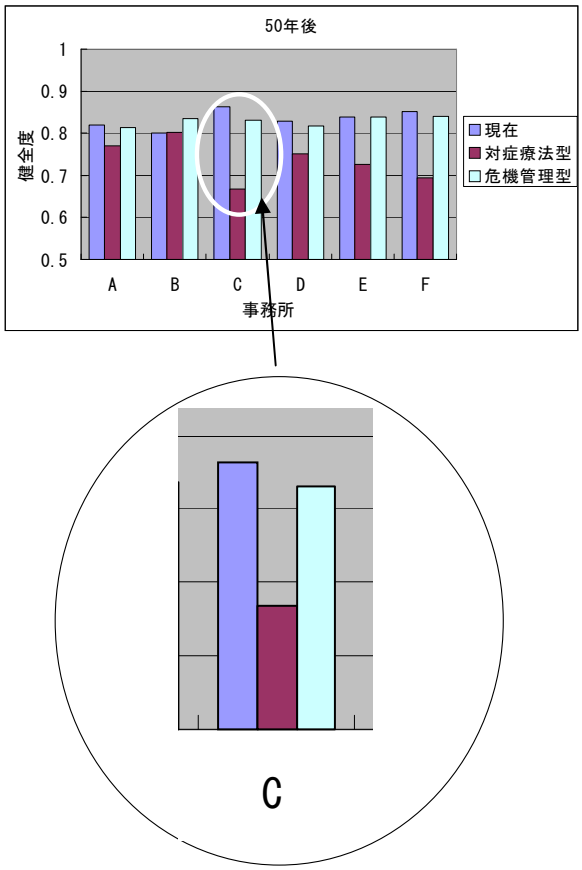
①予防保全を念頭に置いた危機管理型では、6事務所間では大きな差はない。

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。

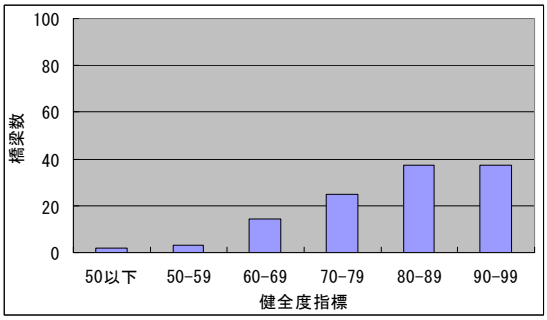
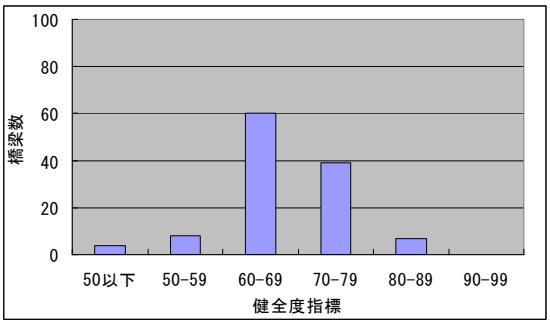
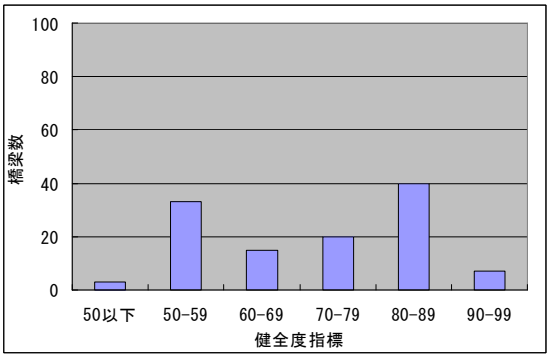
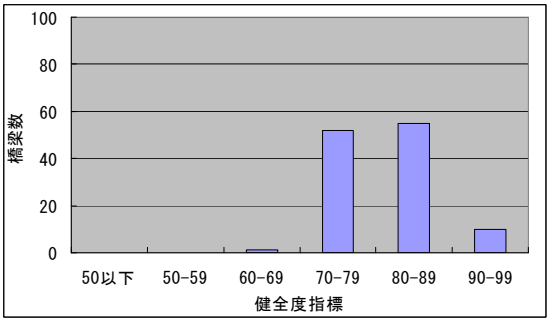
といった、事務所間の健全性の分布の比較によって明らかになる事項がある。

表１－４－３　事務所ごとの健全性の分布の把握例１

現　在	50 年後
現在の健全度の状況  	50 年後の時点でのシナリオ別の健全度 

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）
現在の健全度の状況  	使い捨て型  対症療法型  危機管理型 

(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。

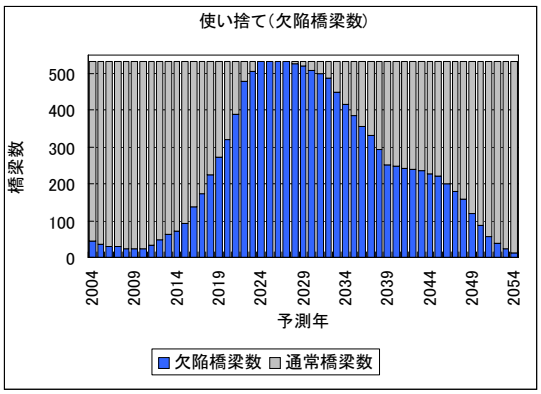
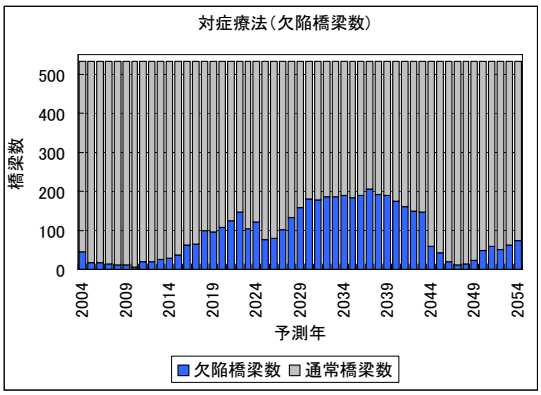
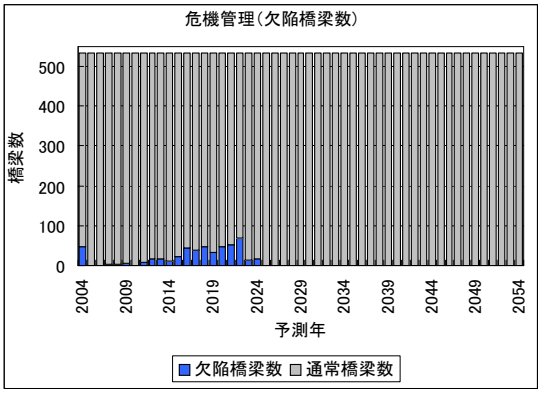
・ 地域ごとの投資効果の検証と取り組みの見直しに使用できる。

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。

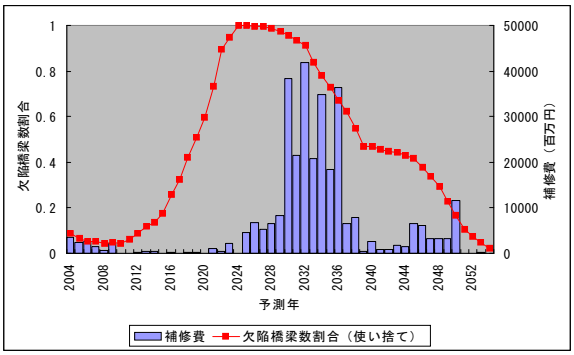
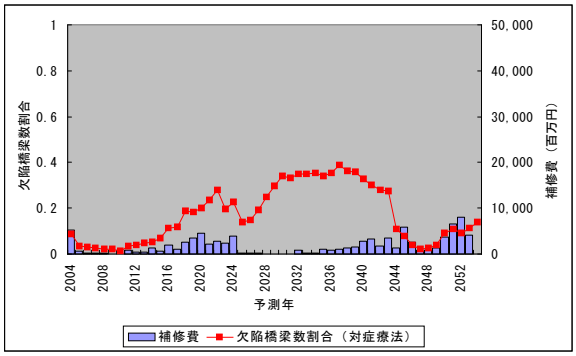
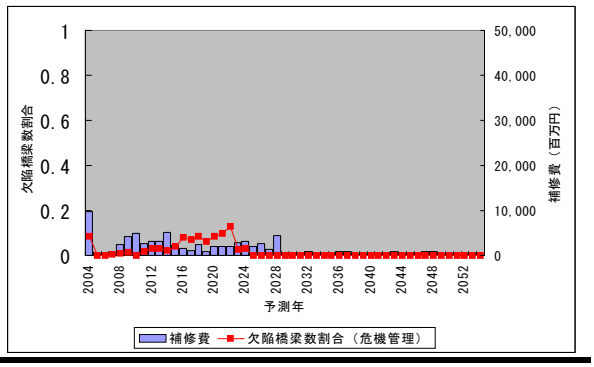
表１－４－５　将来推定による説明方法の例（欠陥橋梁数）

補修を実施しない	補修を実施した場合
壊れるまで補修しない（使い捨て型）  	対症療法型  危機管理型 

(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
使い捨て型 LCC= 318,871 百万円（6,377 百万円／年） 	対症療法型 LCC= 90,204 百万円（1,804 百万円／年）  危機管理型 LCC= 80,429 百万円（1,609 百万円／年） 

(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、ミ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、ミ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。

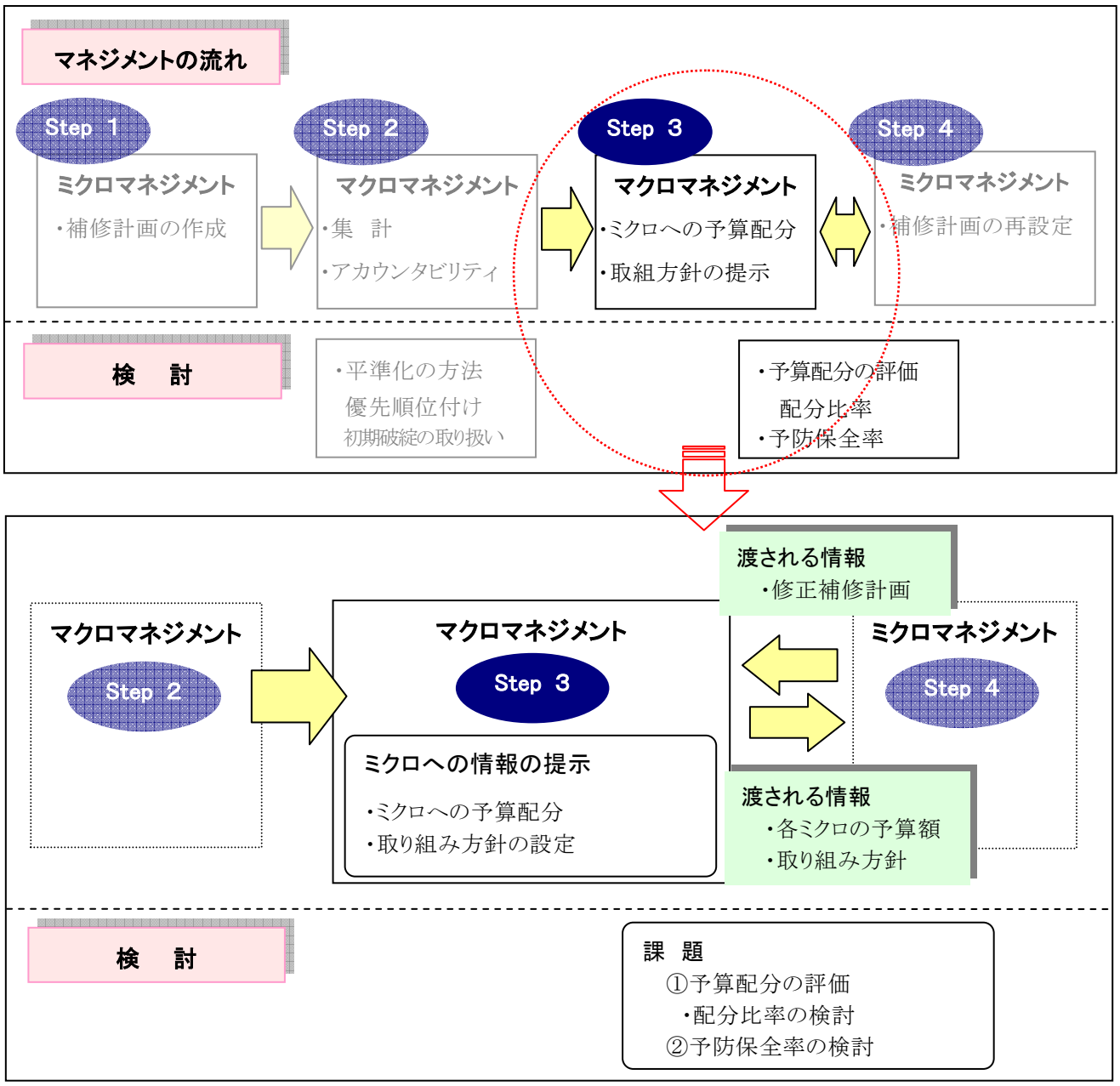


図1－5－1　ケーススタディ全体の流れと具体的内容　（Step3）

1）ミクロマネジメントへの予算配分

(1)予算配分の考え方

ミクロへの予算配分は、ミ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、各ミ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)の各ミ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、ミ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。

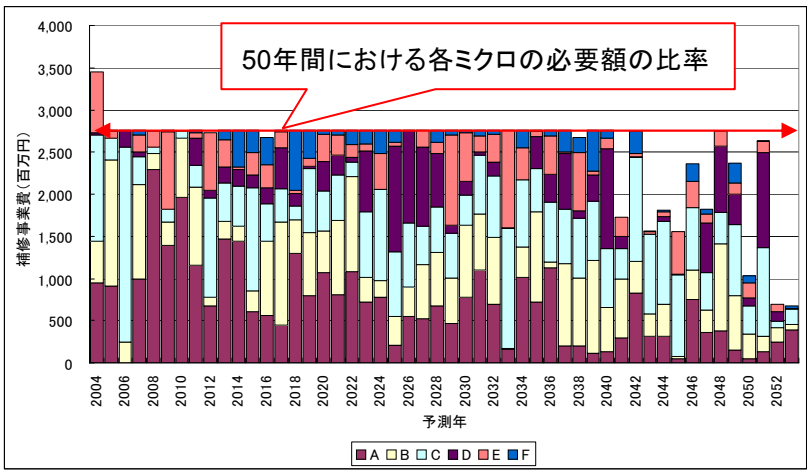


図1－5－2　予算配分の具体例

(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ミ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	ミ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

マクロからミ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　－ミクロマネジメント

ミ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。

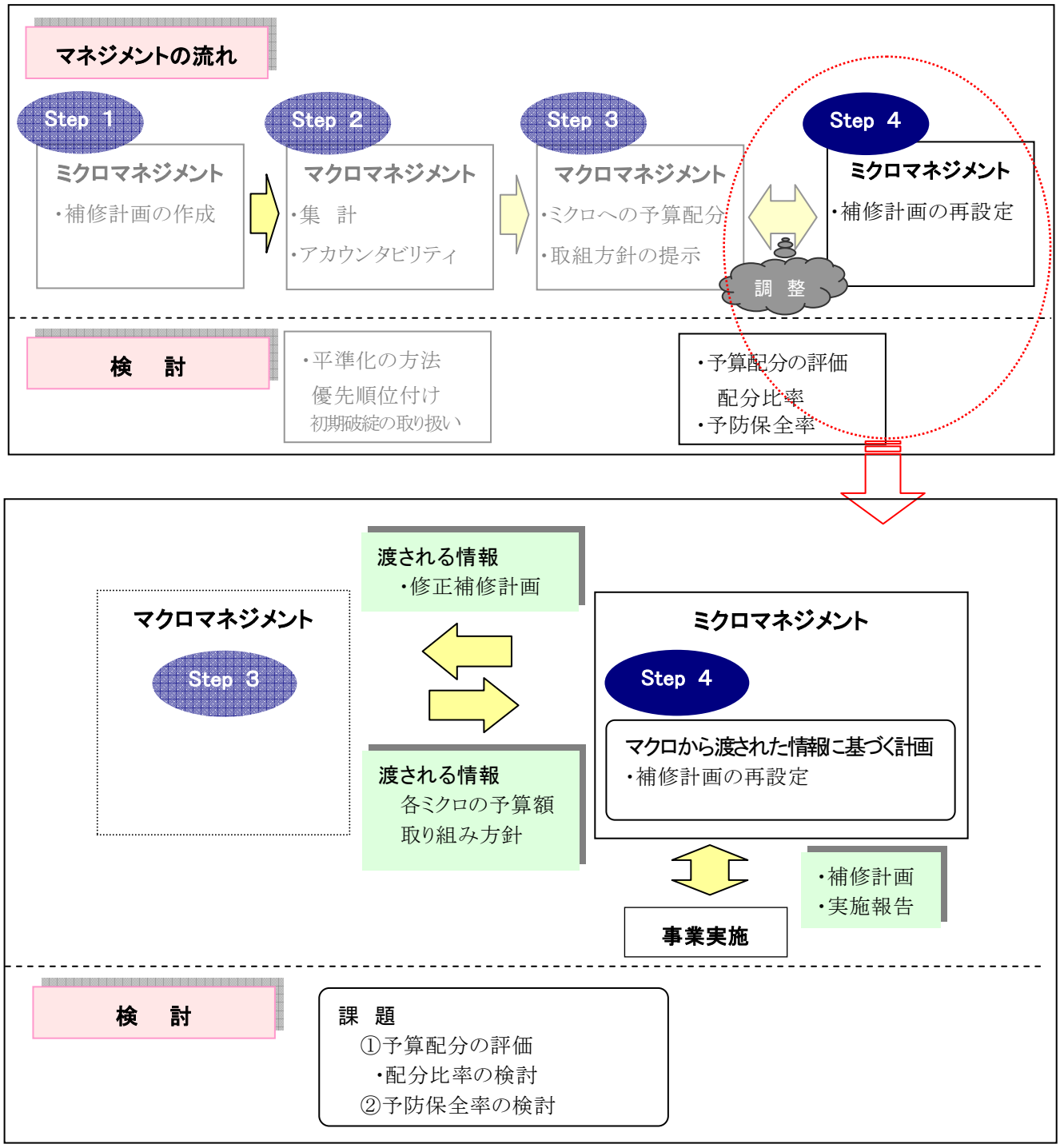


図1－6－1　ケーススタディ全体の流れと具体的内容（Step4）

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。各ミクロにおいては、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　各ミクロへの配分予算 （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

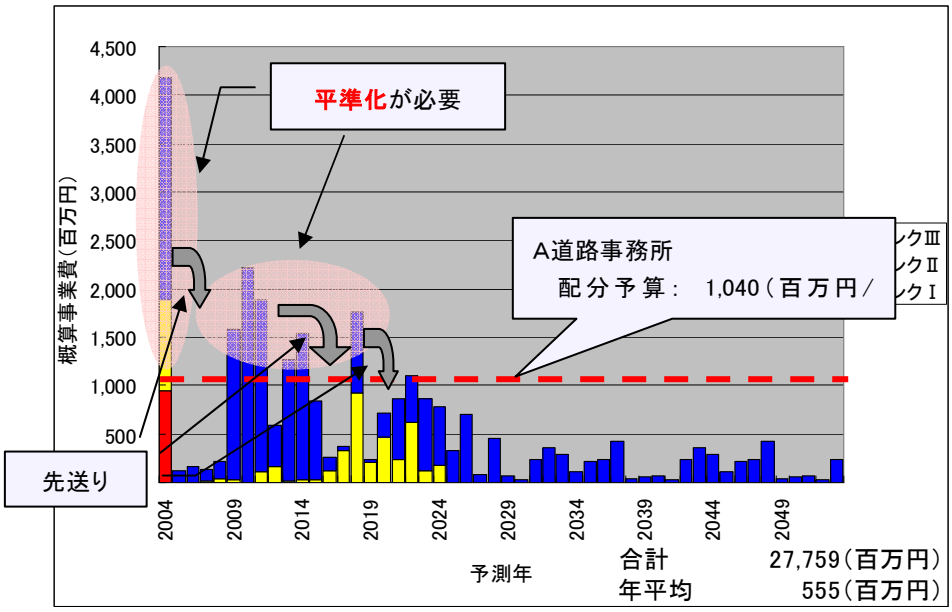


図1－6－2　平準化の必要性 （例：A道路事務所）

2）補修計画変更後の集計結果

ミ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

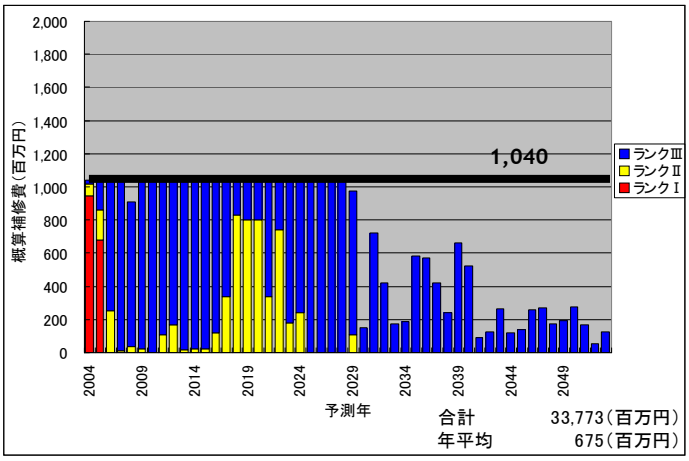
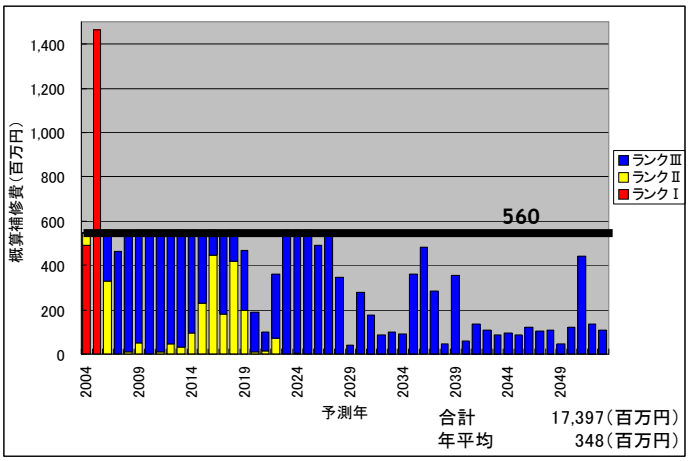
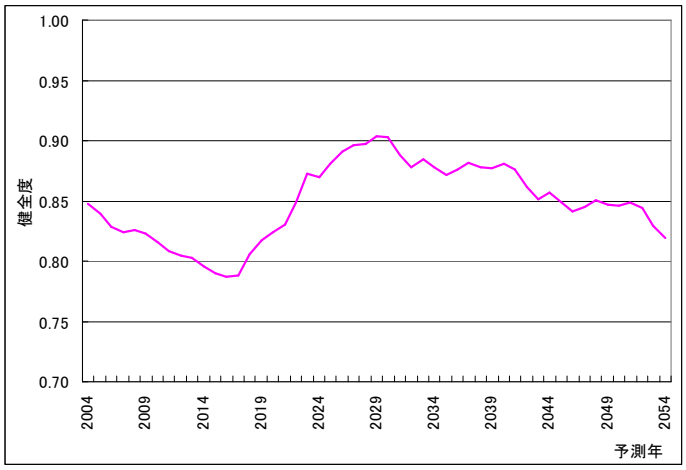
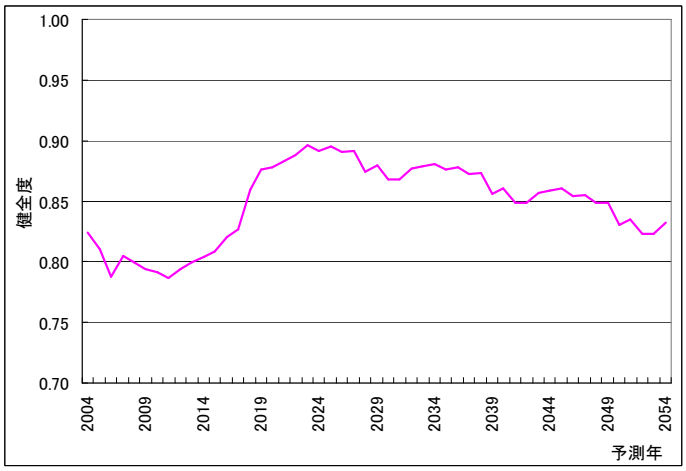
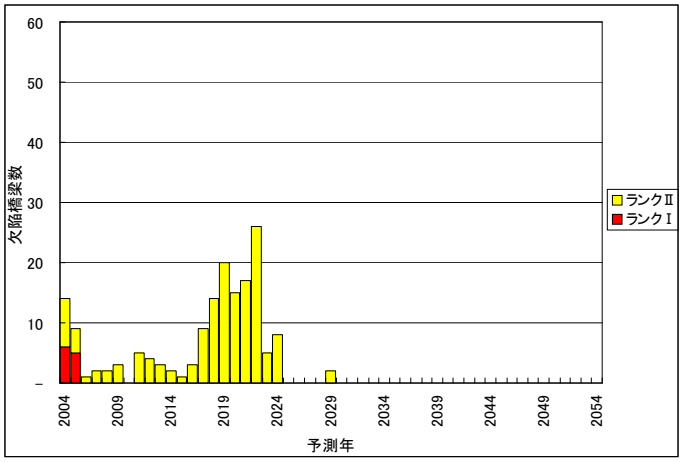
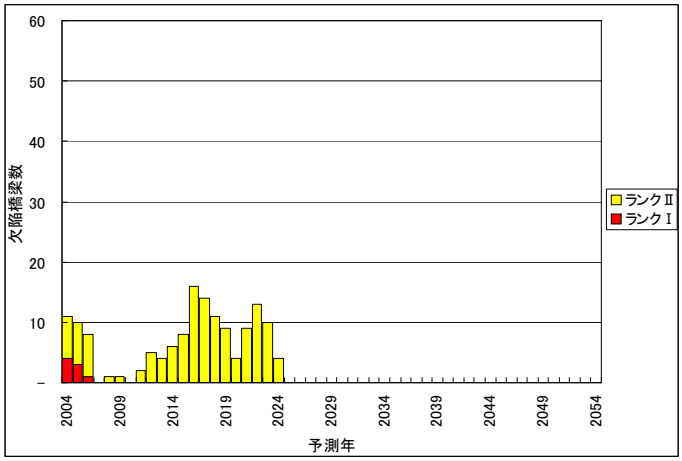
A道路事務所	B道路事務所
	
	
	

表１－６－３　予算配分後の修正補修計画の集計結果　２

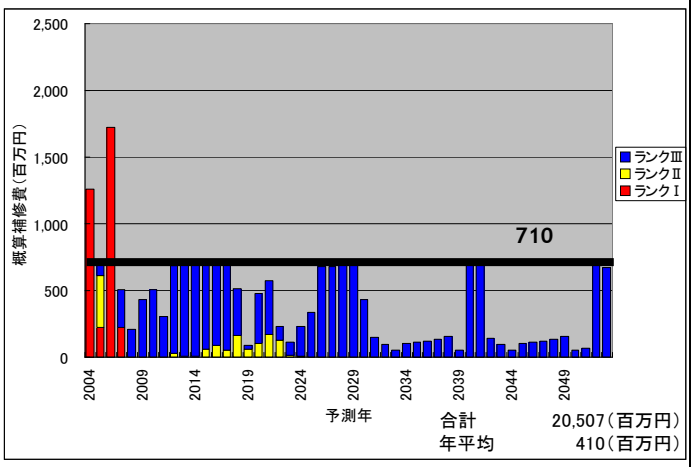
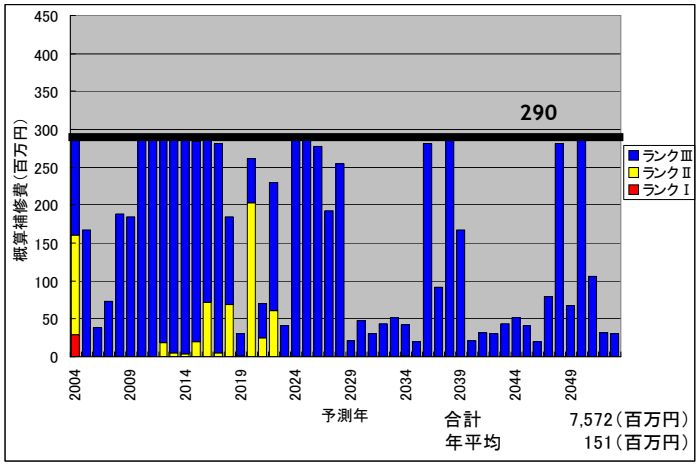
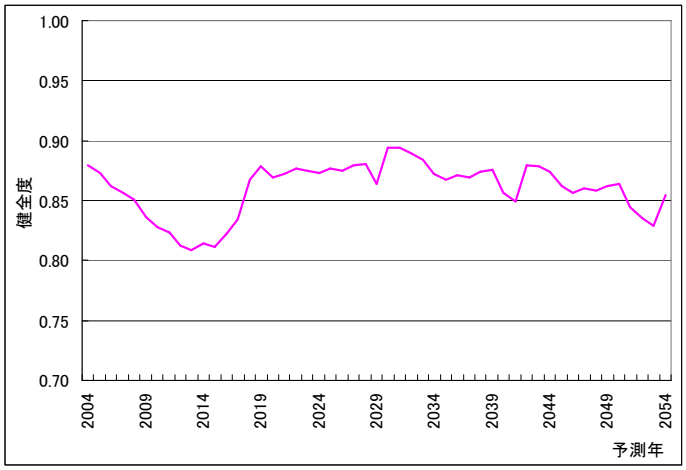
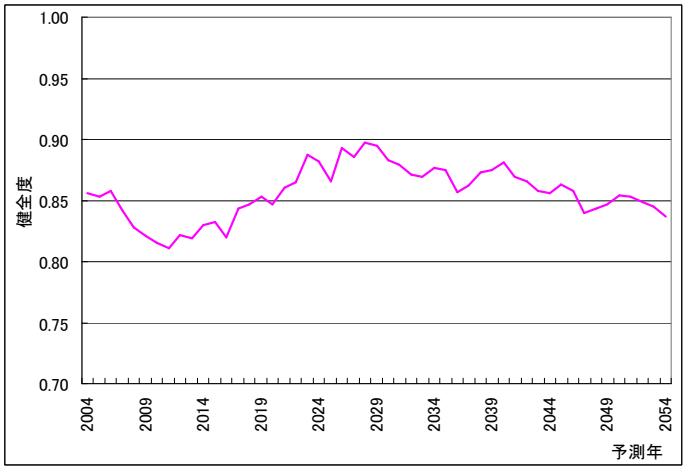
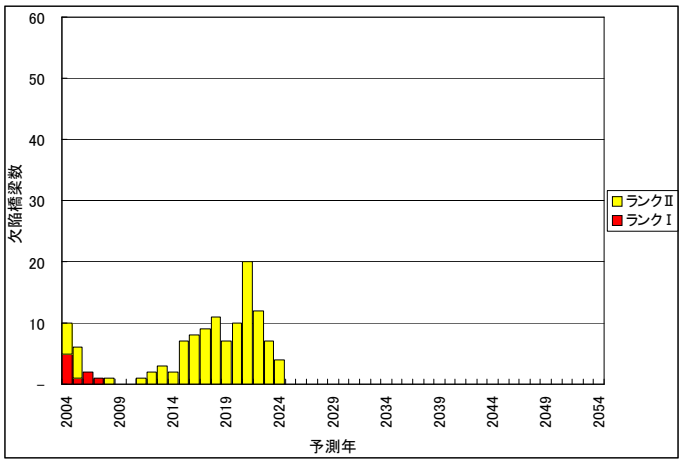
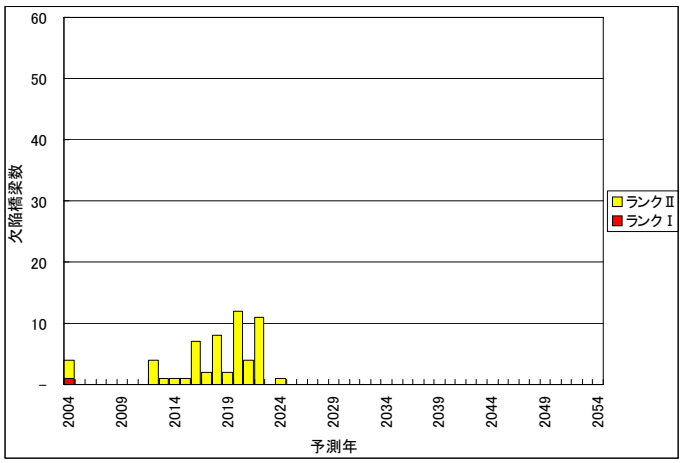
C道路事務所	D道路事務所
	
	
	

表１－６－４　予算配分後の修正補修計画の集計結果　３

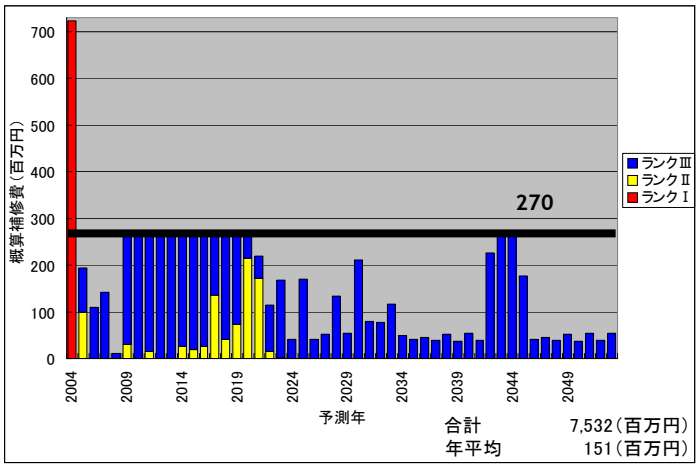
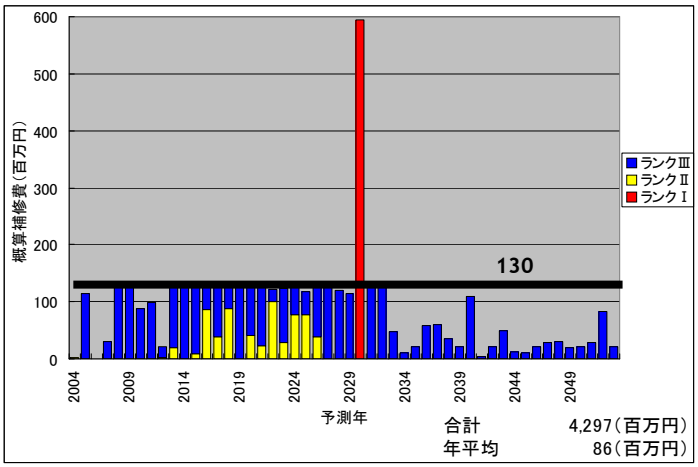
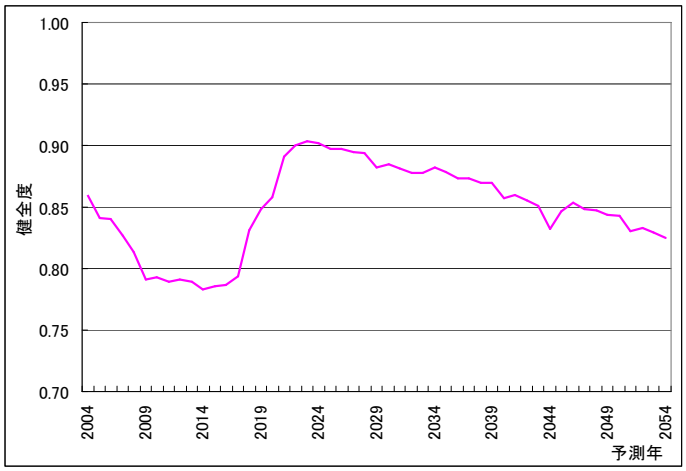
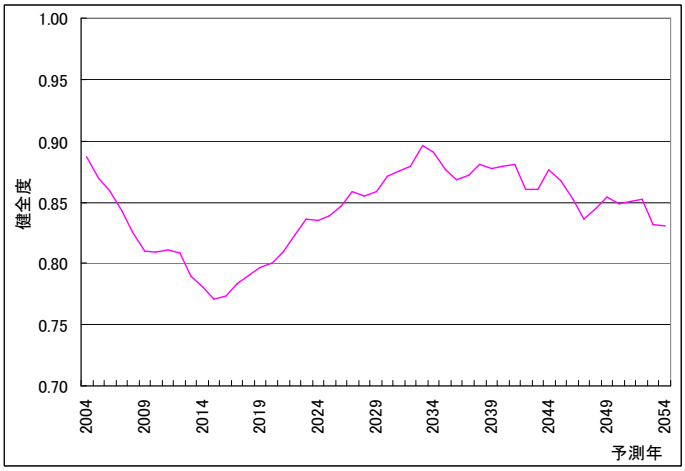
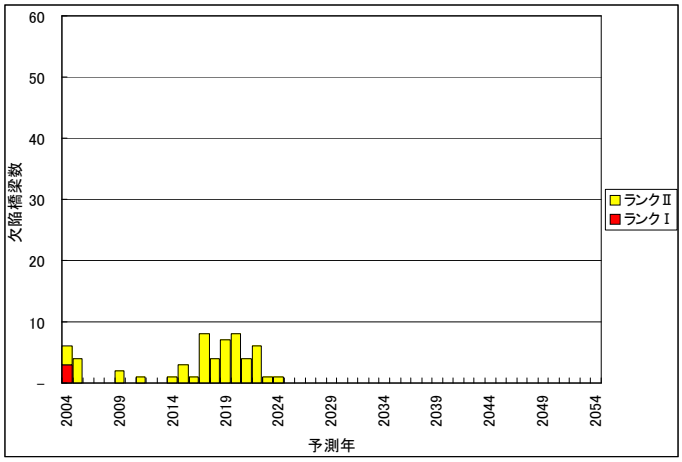
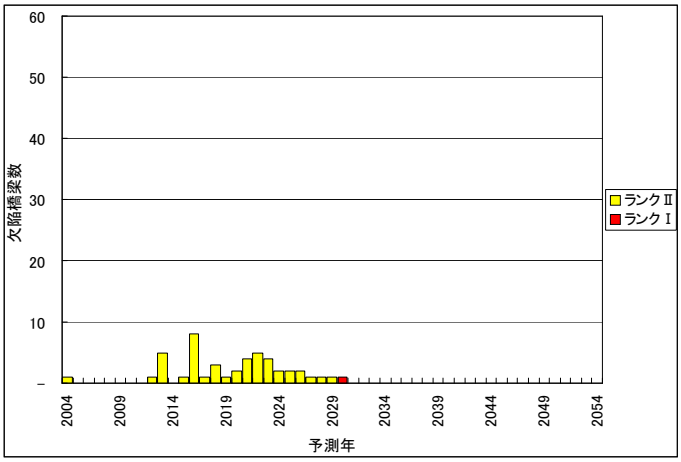
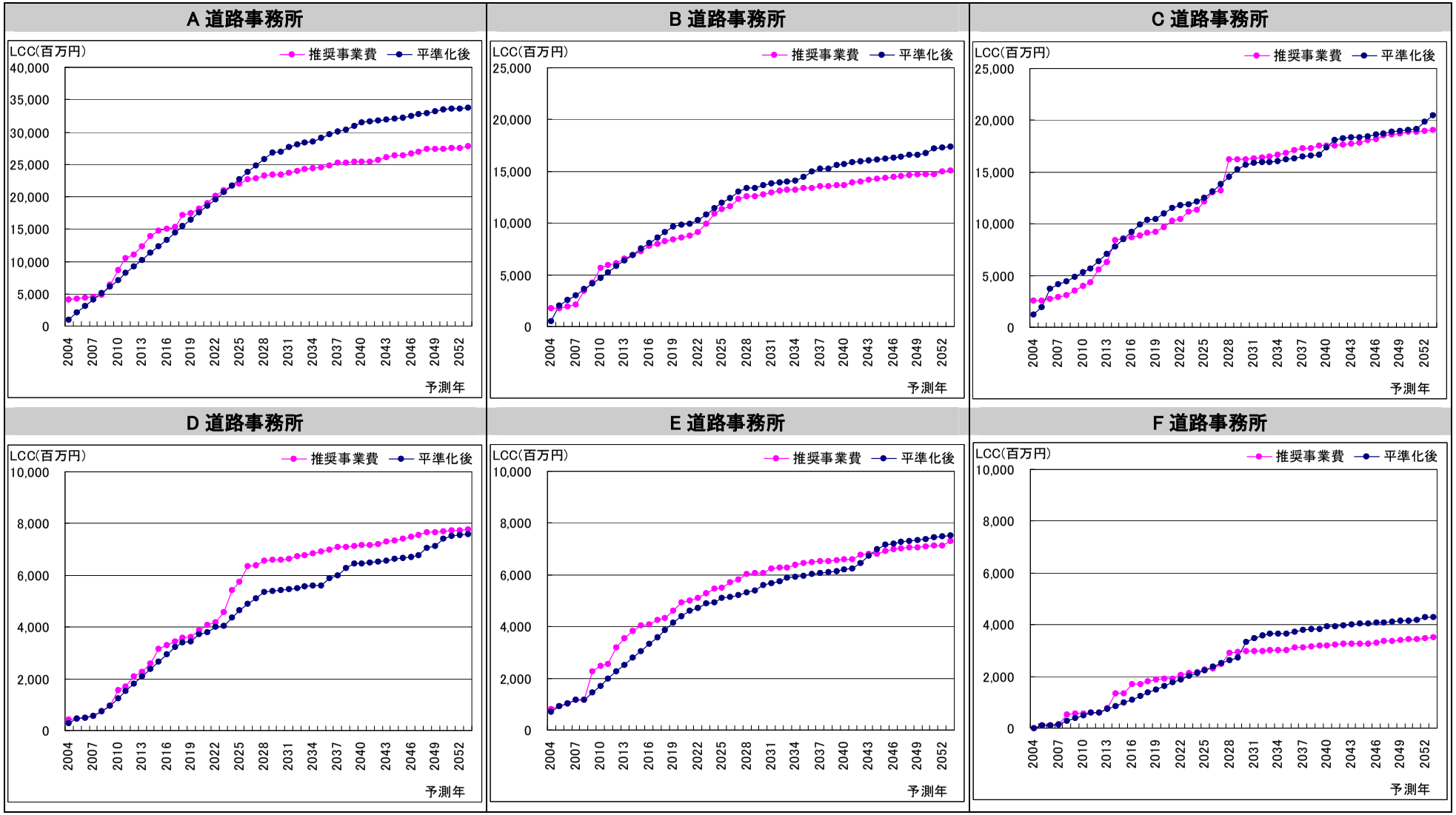
E道路事務所	F道路事務所
	
	
	

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

平準化後の各ミクロにおける事業費と、ミ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　各ミクロの事業費のまとめ（ミ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	ミクロ推奨事業費	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	1609	+246

*1　差：平準化後の必要事業費－ミクロ推奨事業費

*2　赤字：ミ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、各ミ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。いずれのミ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　各ミ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。

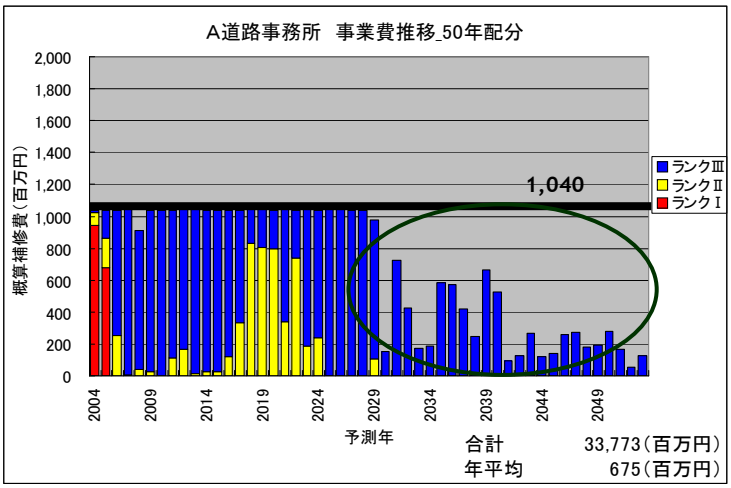


図1－6－3　検討結果　1

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。

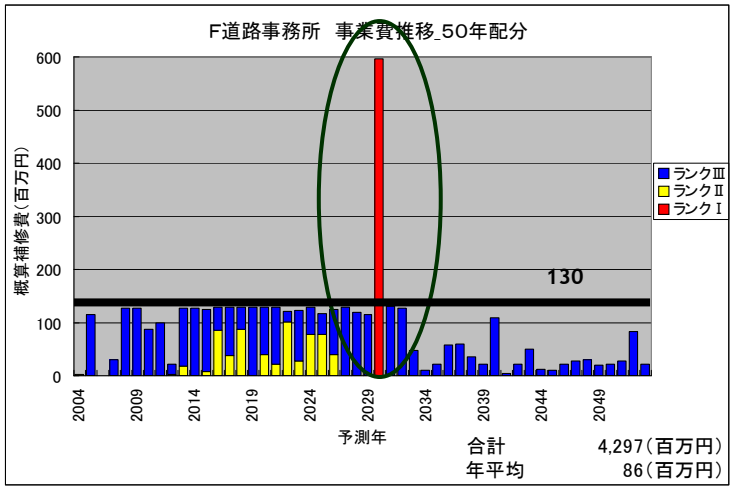


図1－6－4　検討結果 2

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ミ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。

2章　群管理の最適化に向けたアプローチのケーススタディ

本章では、前章において検討した手順の内、事業費の平準化、ミクロマネジメントの予算配分の評価、予防保全率に関して、最適な群管理に向けたアプローチとしての検討を行う。

2－1．事業費の平準化の検討（Step2）

1）平準化の必要性

本ケーススタディにおいては前章の検討結果により、危機管理型が将来の性能保持と予算の低減にとって有効であるという結果が得られている（図2－1－1 ）。このことから、ミクロからマクロへ渡される情報のうち、ミクロが推奨する計画は個々の施設の状態に応じた LCC 最小の長期事業計画である。

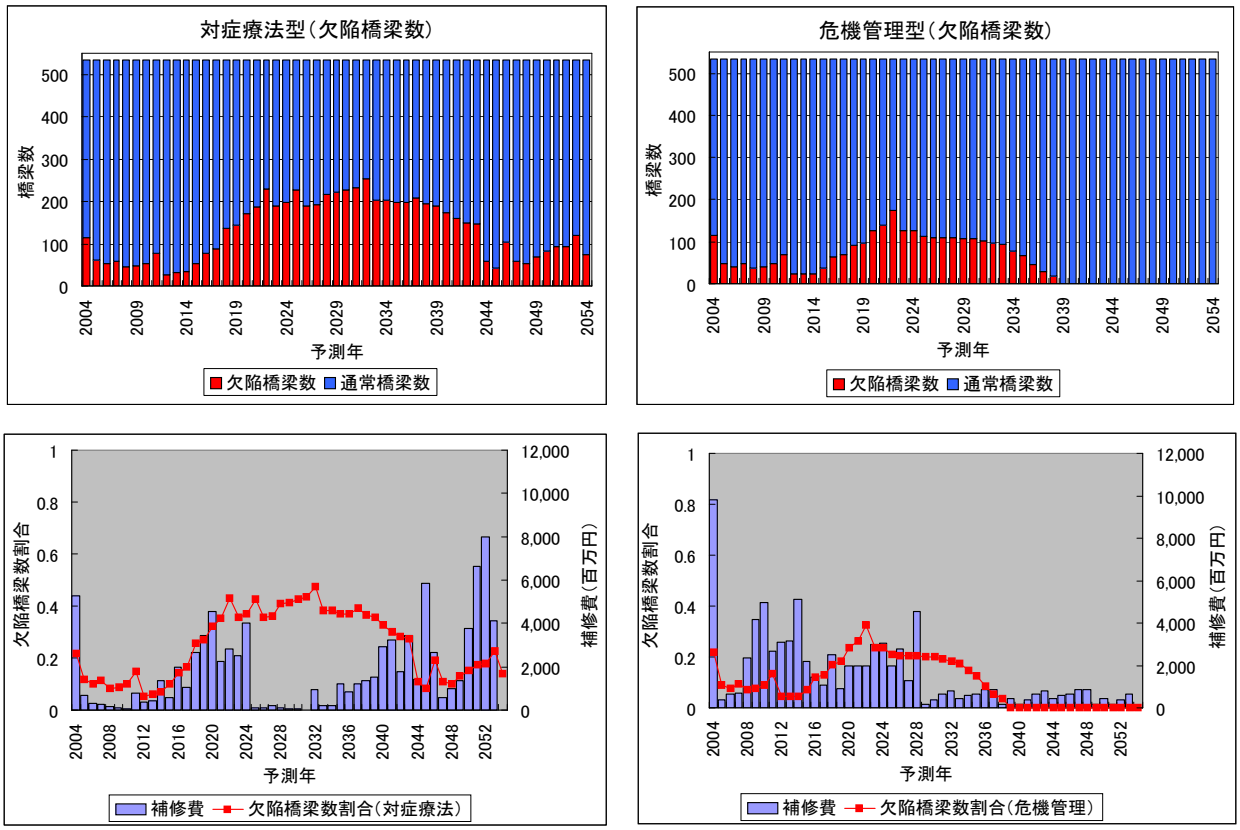


図2－1－1　対象療法型と危機管理型の欠陥橋梁数と必要事業費の推移

しかしながら、各ミクロから提示される LCC 最小となる必要事業費は、

- トータル事業費を抑制できるものの、年度毎の必要事業費のばらつきが大きい一方、実態上、大幅な予算の変動は難しい。
- 特に初期における事業費が大きくなるため、現状でも十分な予算を確保することが困難である。

といった課題がある。

ミクロ、マクロともにLCC最小で将来的にも健全性が一定レベルで保持される補修計画を行うのが最良と考えるが、前述のことから、財政部局との折衝や人員配置上、許容されないことが考えられ、平準化が重要な課題となると想定される。

2）平準化の方法

(1)概要

マクロにおいて平準化が必要と判断された場合、本ケーススタディではマクロで個々の橋梁を扱わないとしているため、ミクロとの「調整」を行い補修計画や予算計画を再設定する（図2－1－2 ）。

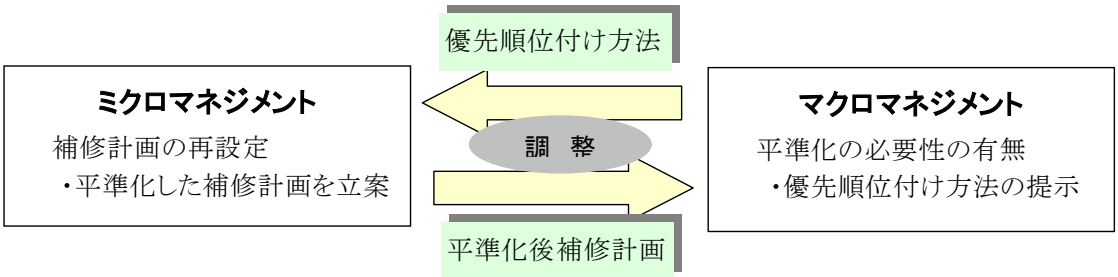


図2－1－2　　平準化が必要とされた場合のマクロとミクロ間の調整

予算を平準化するためには、実施予定の事業の時期の変更（先送り，前倒し）が必要となる。先送りの場合、危機管理型の事業計画は対象療法型や使い捨て型に近づく（図2－1－3 ）。補修計画の先送りを行うにあたり、補修事業の優先順位の設定を行う必要がある。

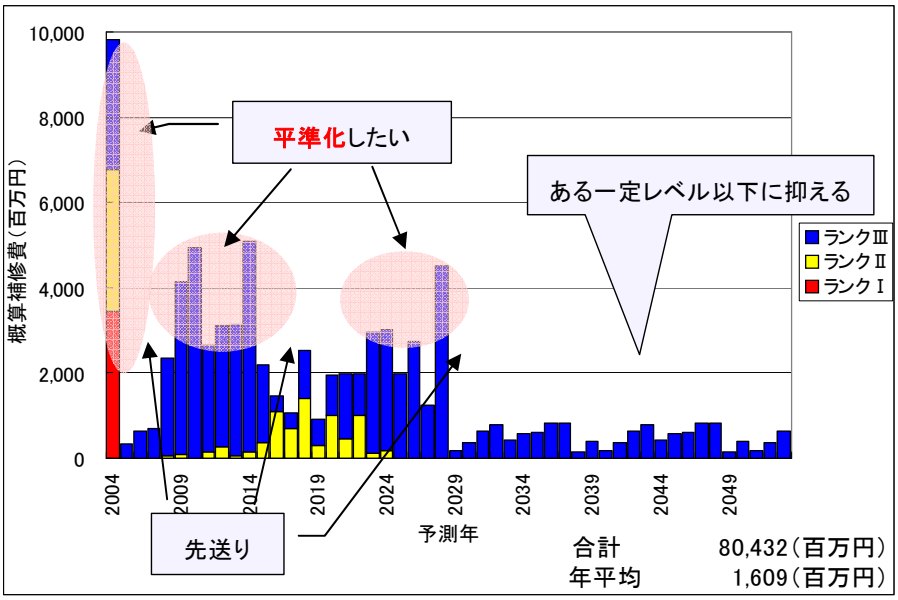


図2－1－3　予算平準化の例

(2)補修優先順位の考え方

補修優先順位は、通常マクロが提示した考え方に基づきミクロで検討される。優先順位を決める要素としては、第一に橋梁（または部材）の状態、他の要素として交通量、重要度（跨線橋・跨道橋などの

第3者被害が想定される橋、長大橋、都市内高架橋、河川橋など）などが考えられる。これらの指標の全てや、いくつかの指標を総合して優先順位を決めることと、その妥当性の評価することは現時点では難しい。また、管理者の方針、施設の状態、架橋条件によっても異なるので一義的に決められない。

本ケーススタディでは、部材の健全度を、定量的に評価し易い「交通量」と組み合わせて補修優先順位を設定する。また、一定程度、危機管理型の補修を取り入れるべきとの観点から、補修が必要なレベル（ランクⅡ）に加え、予防保全的対応（ランクⅢ）における補修を一定割合で実施することを考える。

例えば、図２－１－４　において、現状でランクⅠまで劣化が進行した橋梁については、優先的に必要な事業費を全額配分し、残りをランクⅡ補修費：ランクⅢ補修費＝8：2の比率で、優先順位の高いものからできる限りの事業を行う。ここで、これらの事業の優先度を決める指標が必要となる（今回の検討では前述のように交通量に着目）。なお、これらの予算配分のためには、ミクロとマクロで共通した各ランクの比率とそれに応じた必要な事業量が必要となる。同一ランクにおける当該年度の補修については、通過交通量の多い橋梁を優先して行う。優先度が低く先送りされる橋梁は、先送りされ続けると、いずれランクⅠに移行し、その時点で最優先に対策が実施されることになる。

なお、予防保全的な補修（ランクⅢに対応する補修）に要する費用の、ランクⅠ補修費用を除いた全体補修費用に対する割合（以下、「予防保全率」（図２－１－４では 20%））の適正値は別途検討することとし、ここでは予防保全率を 20%と仮定する（「２－３．予防保全率の検討」検討結果を参照）。

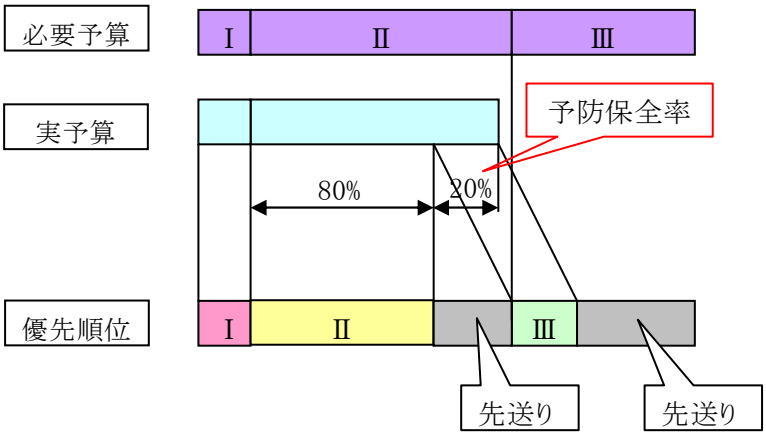


図２－１－４　ランクに基づく予算配分の優先順位付け

(3)平準化した補修計画の作成

マクロから提示された優先順位付けの方法に基づき、各ミクロで事業費の平準化を図った補修計画を作成する（以下、「ミクロ平準化」とする）。このケーススタディを行う際、平準化する予算レベルが低い場合には将来的に破綻（先送りによりランクⅠの橋梁が増大し、大きく予算不足が生じる）し、逆の場合には過大な投資となる。そこで、まず、補修事業の平準化が可能となるよう適当な予算レベルを設定する必要がある。ここでは各ミクロがそれぞれで管理する全ての施設をマネジメントする場合の実現最小予算（一定レベルの予算で長期的に破綻しない事業費）を算出し、その補修計画をマクロに渡す。

また、本ケーススタディでは前述のように、マクロでは個々の橋梁を扱わないと考えるが、マクロ側が仮に全体を計画できたとした場合が費用最小となると考えられ、この場合を参考として計算する。

3）検討結果

(1)ミクロ平準化

ミクロで平準化した場合の各ミクロにおける事業費、健全度、欠陥橋梁数の推移を示す。

表2－1－1　ミクロ平準化の結果（1）

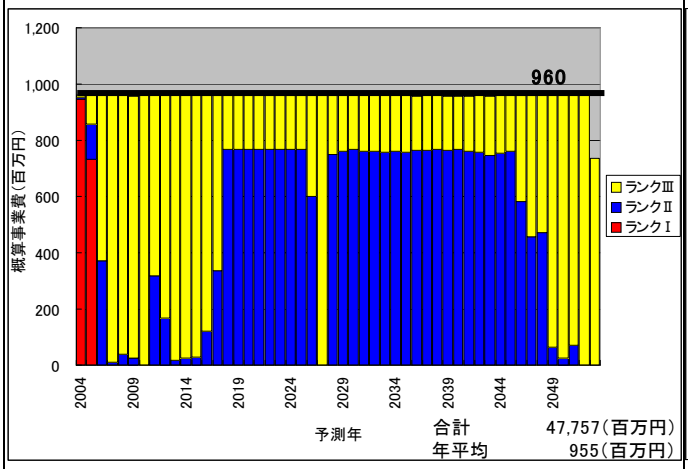
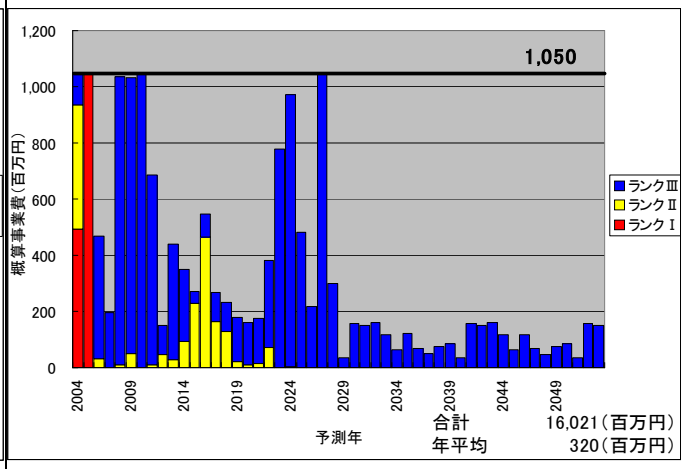
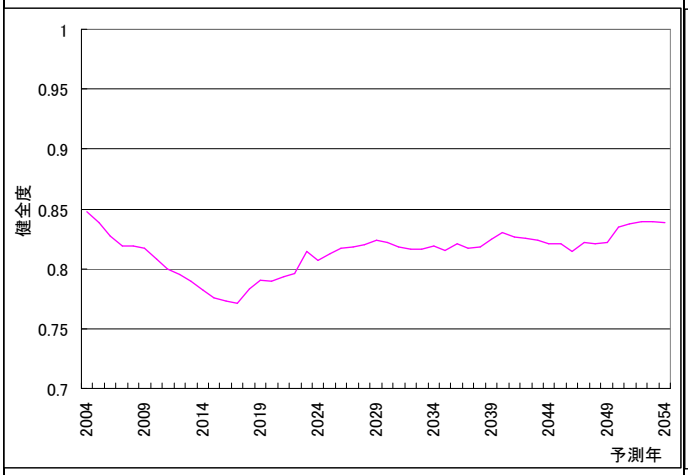
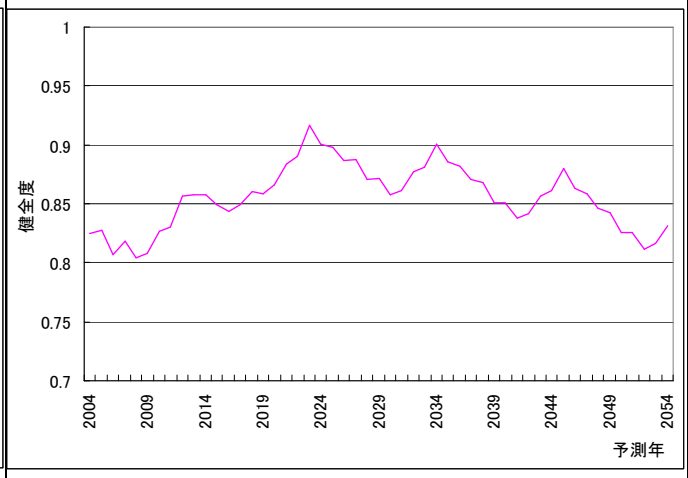
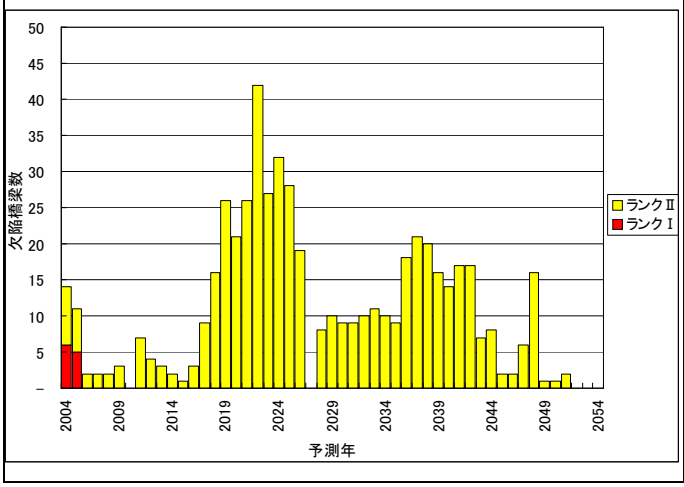
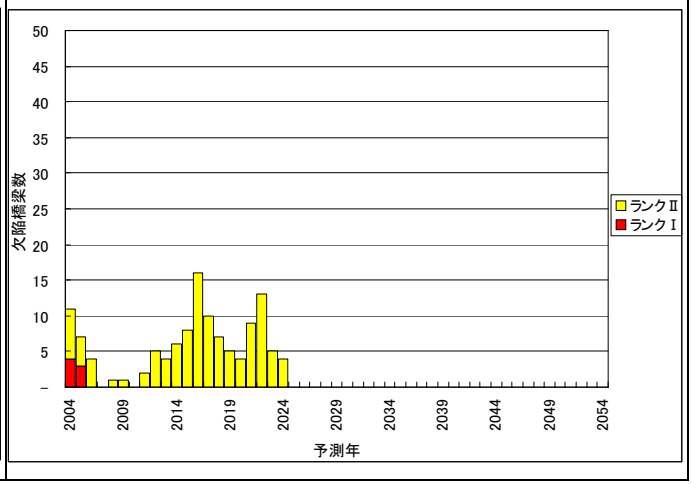
A 道路事務所	B 道路事務所
	
	
	

表２－１－２　ミクロ平準化の結果（２）

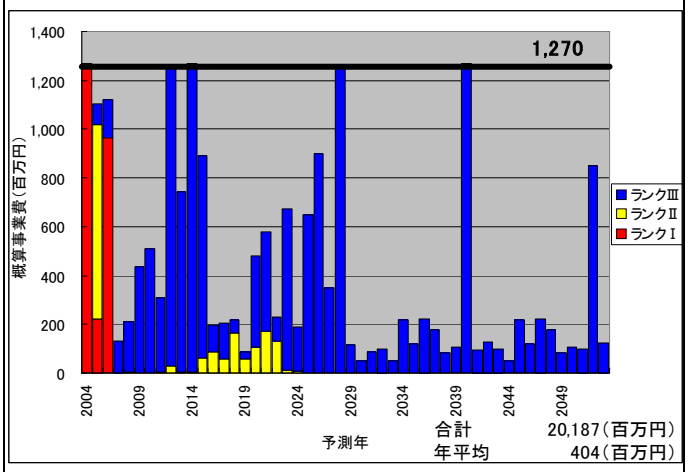
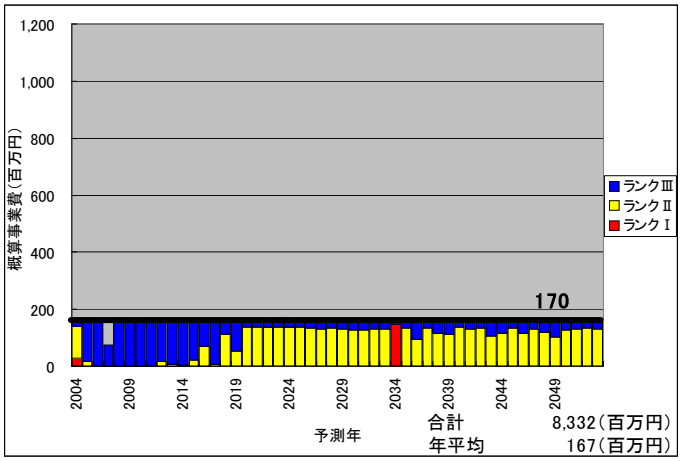
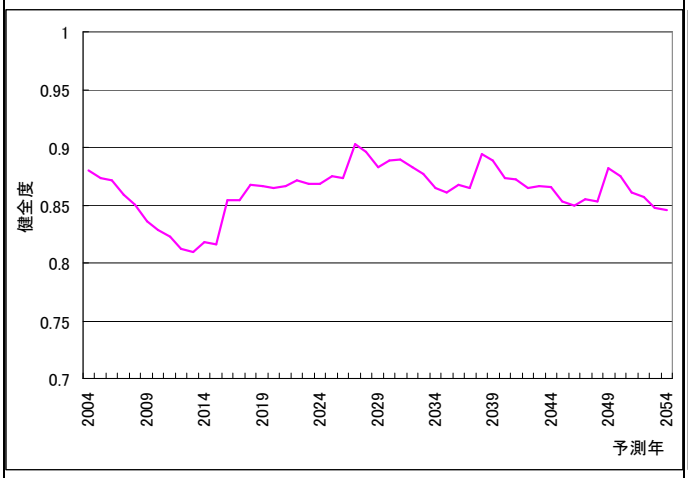
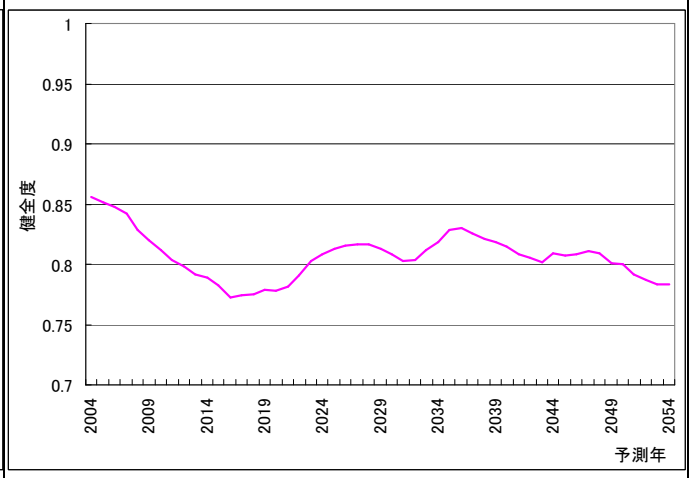
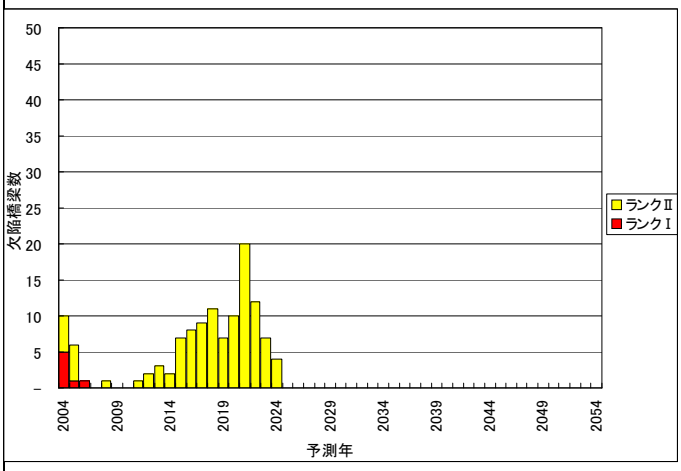
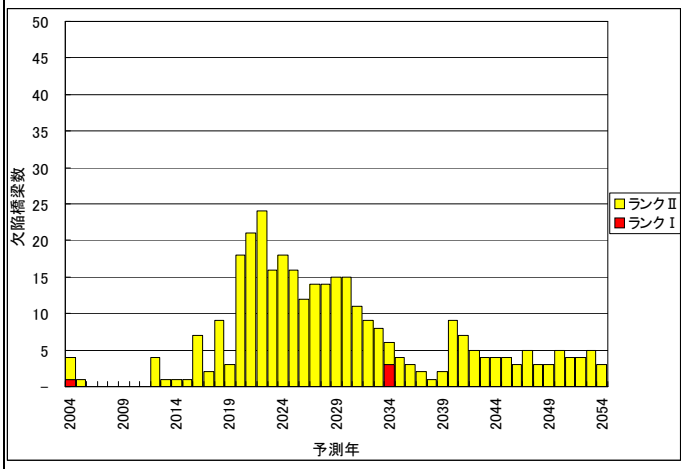
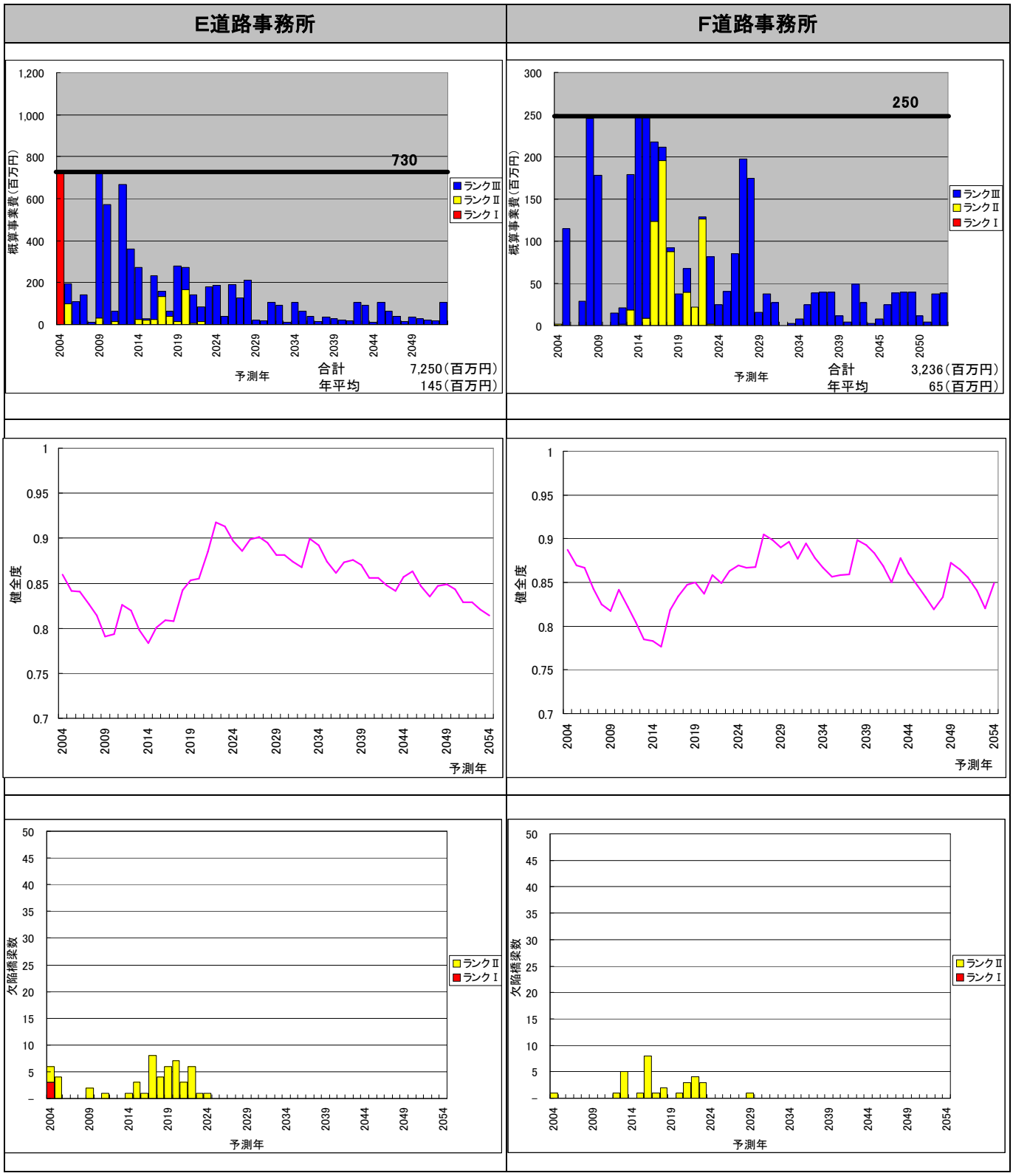
C道路事務所	D道路事務所
	
	
	

表2－1－3　ミクロ平準化の結果（3）



(2)マクロによる平準化（仮想）

本ケーススタディではマクロによる平準化は想定していないが、マクロで平準化できる場合には理想的な（必要補修費が最小となる）ミクロへの予算配分が可能になると考えられる。そこで、本ケーススタディでは、仮想的にマクロで平準化し、その場合の長期的必要予算及び健全度推移を以下に示す。

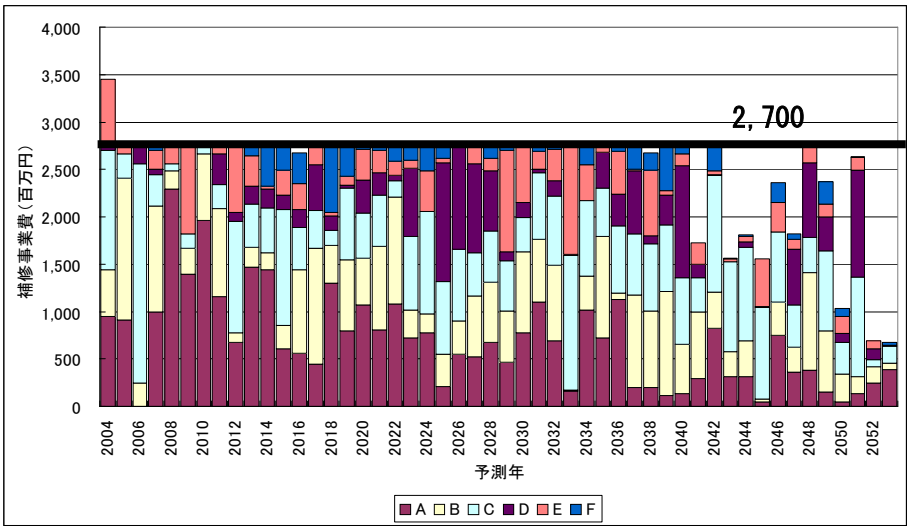
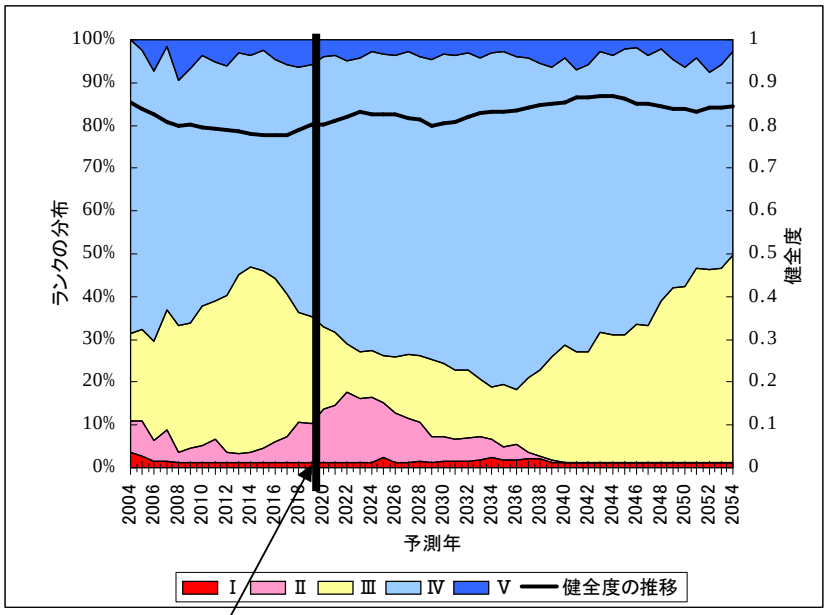


図２－１－５　マクロ平準化における予算総額



年	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	BHI
2019	1%	9%	25%	59%	6%	0.8

図２－１－６　マクロ平準化における健全度推移

(3)結果のまとめ

① ミクロ平準化について

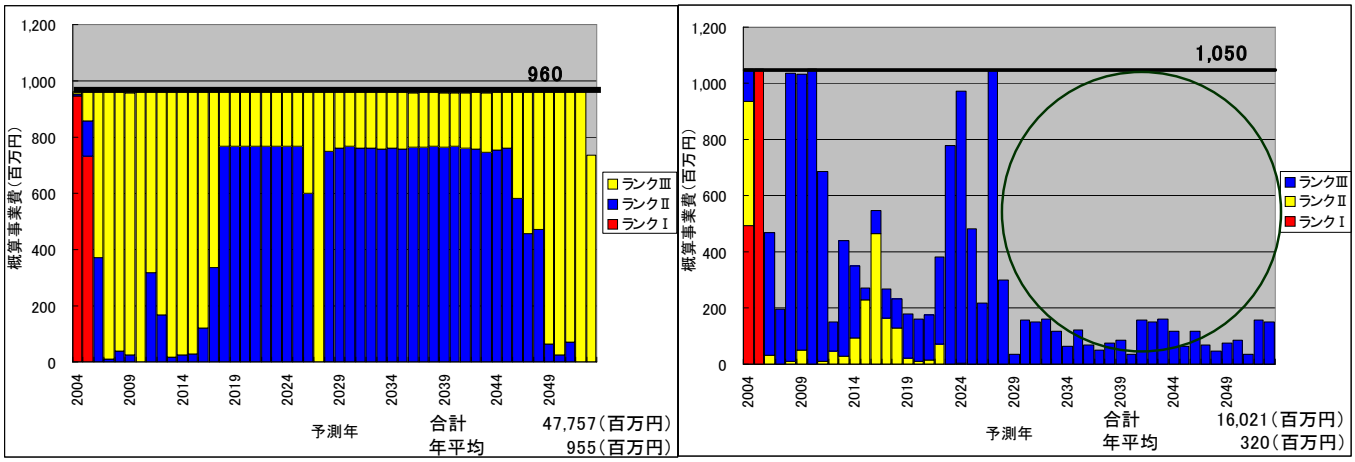
ミクロで平準化を行った場合の各事務所の年間必要予算と事業費（実際に事業を実施するために使用された費用）について以下にまとめる。また、参考として、ミクロで推奨される事業費（LCC 最小；危機管理型）についても同様にまとめた。

表２－１－４　道路事務所ごとの年間必要事業費

道路事務所	ミクロ平準化			ミクロ推奨（LCC 最小）
	必要予算（百万円/年）	事業費（百万円/年）	余剰予算（百万円/年）	事業費（百万円/年）
A	960	955	5	555
B	1,050	320	730	301
C	1,270	404	866	381
D	170	167	3	151
E	730	145	585	146
F	250	65	185	70
総　計	4,180	2,056	2,124	1,604

*1　網掛け：大幅な余剰予算があった事務所

・　検討期間50年を通して、A及びDの２道路事務所については必要予算と実事業費の差（余剰予算）が小さく、ほぼ妥当な予算レベルでの平準化が図れた（例：下図(a)）。その他の事務所では余剰予算が大きく、過剰な投資と思われ（例：下図(b)）、更に検討を行う必要がある。



(a) A道路事務所　　(b) B道路事務所

図２－１－７　平準化後の必要事業費の推移（例：A、B道路事務所）

課　題　1

過剰投資と思われる事務所の結果（図２－１－７　(b)及び図２－１－８　）を見ると、初期において状態ランクⅠである構造物の補修により予算超過が生じている。これは、点検結果でランクが低くなっているにも関わらず、検討初年度までに補修を行っていない橋梁が多く、初年度に強制的にランクⅠの補修費が計上されるためである。（特に主桁のランクⅠの場合に架け替えが選択され、事業費が大きくなる。）

複数ケースの比較分析・評価を行うことを考慮し、各ケース間で初期段階での条件に明確な差が生じないような対応が必要であり、初期に発生するランクⅠの補修の取り扱いについては次項「4）初期破綻の取り扱い」）で検討する。

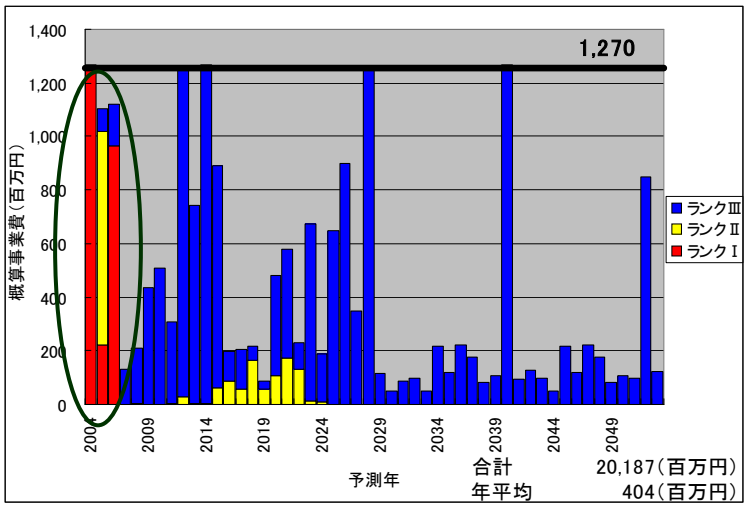


図２－１－８　初期にランクⅠ補修が集中する例（C道路事務所）

課　題　２

ミクロで管理している施設の優先順位を決定して算出されることから、マクロ側の方針と差が生じる場合がある。例えば、優先順位の指標を交通量とした場合に、ミクロでは管理橋梁のうち、交通量の多い順に事業を行うように計画する。この場合、そのミクロ単位内では交通量が少ないために優先順位が低くなる橋梁でも、他のミクロと比較すると十分に交通量が多く、他のミクロ単位内であれば優先順位の高い橋となる場合もある。よってここでは、マクロ側での全体評価の際に、マクロ側の方針（設定した優先順位の指標）とそれによって具体的に実施される事業の結果が異なる恐れがあり、この点を検証する必要がある。

② 本ケーススタディにおいて設定する全体予算額

以上の平準化の結果をまとめると以下のようになる。財政制約がなく平準化の必要がない場合、年間必要事業費は 16 億円/年となるのに対し、財政的な制約から平準化を必要とする場合には最低でも年間 27 億円/年の予算が必要となる。よって本ケーススタディで対象とした橋梁群について 50 年間マネジメントする場合、マネジメントが可能となる年間予算は概ね 27 億円～40 億円と考えられる。

①ミクロの最適解による積み上げ（ミクロ平準化）	40 億円/年
②マクロの全体最適額（マクロ平準化…仮想）	27 億円/年
参考）ミクロの LCC 最小化（財政制約なしの危機管理）の事業費による積み上げ	16 億円/年

本ケーススタディにおける全体予算額は検討期間（50 年）内において一定とし、30 億円/年と設定して検討する。なお、実際にこの施設群の補修のために配分されている予算の規模に比して大きな予算額となっている。

4）初期破綻の取り扱い

(1)検討方法

本ケーススタディで対象とした構造物群では、劣化が深刻になっているにもかかわらず、検討初年度まで補修を行っていない橋梁が多い（ほとんどの場合、補修されているにもかかわらず、データに反映されていない）ため、初年度に強制的にランクⅠの補修が行われるため大きな事業費が必要となる事務所が見られた。（基本的にランクⅠは架け替えのため単価が非常に高い。）実際の場面ではこうした事態への対応は極めて困難であるが、ケーススタディにおいては初期段階での予算超過を許容し、各ケース間で初期段階での条件に明確な差が生じないような対応を行うこととする。

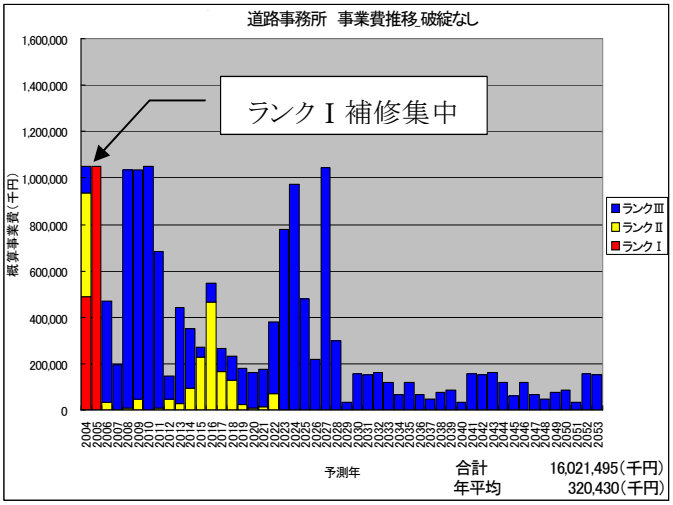


図２－１－９　初期にランクⅠ補修が集中する例（B事務所）

マネジメント開始初期に発生するランクⅠ補修については、特例として全て補修されることとし、初期数年間に破綻が見られる事務所に対し、必要予算全額（ランクⅠ補修費）が投資されると仮定する。ここで、各ミクロが各々で平準化を行った（ミクロ平準化）の結果は下表に示すとおりである。また、初期破綻による予算が過剰に投資されていると思われる事務所は、B事務所等3事務所である。初期に破綻が見られたこれらの事務所のうち、B事務所及びC事務所を例に事業費推移、健全度推移及び欠陥橋梁数の推移を比較する。

表２－１－５　ミクロでマネジメント実現最小予算

道路事務所	予算（百万円）	初期破綻の有無
A	960	無
B	1,050	有
C	1,270	有
D	170	無
E	730	有
F	250	（無）
総　計	4,180	―

＊F 道路事務所については、予測開始後 30 年付近で破綻が生じており、今回とは別途の検討が必要と思われる。

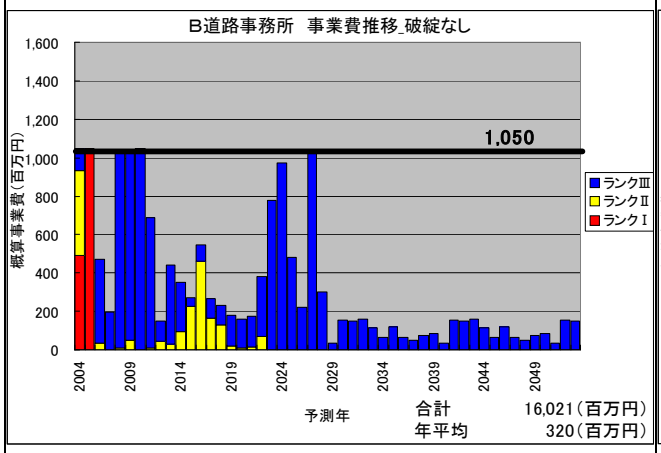
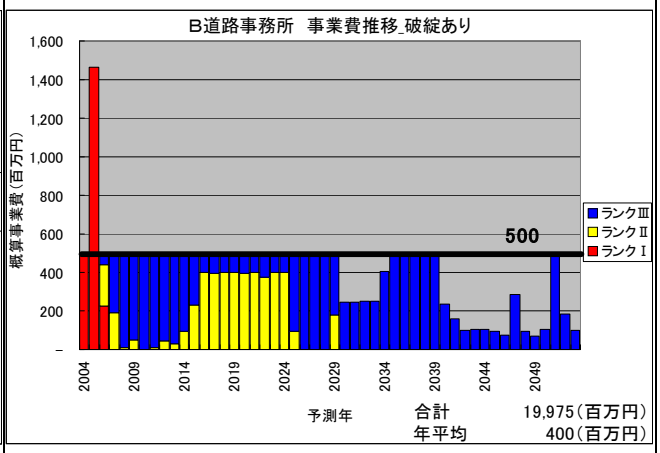
ケース1 ： ミクロ単位での平準化

ケース2 ： 初期の予算超過を許容した上での平準化

(2)検討結果

① 事業費推移

表2－1－6　初期破綻の検討結果　事業費推移の比較（B 道路事務所）

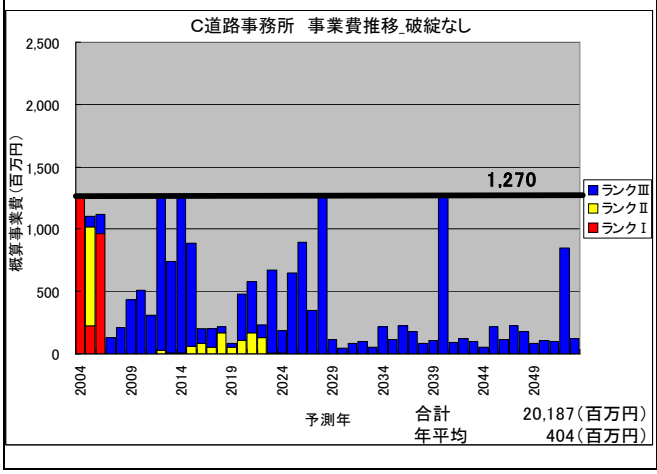
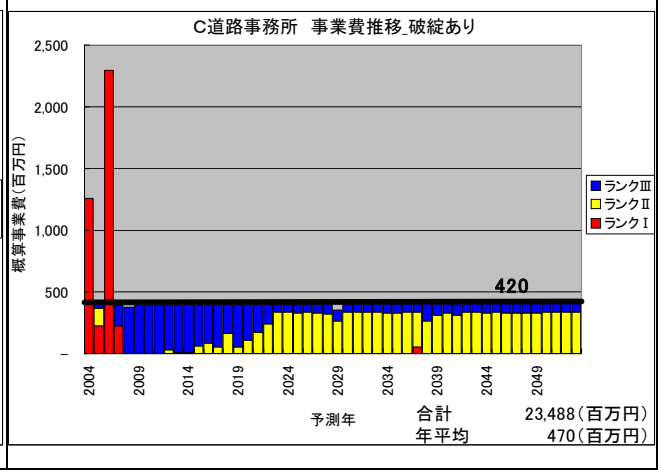
ケース1	ケース2
	

B道路事務所では、

年間必要予算額：ケース１　1,050（百万円）　⇒　ケース２　500（百万円）
ＬＣＣ　：ケース１　16,021（百万円）　⇒　ケース２　19,975（百万円）

となり、ケース1に比べ、ケース 2 では年間必要予算額は約 5 割少ない。一方、50 年間の LCC は約 2 割多くなる。

表2－1－7　初期破綻の検討結果　事業費推移の比較（C道路事務所）

ケース1	ケース2
	

C道路事務所では、

年間必要予算額：ケース１　1,270（百万円）　⇒　ケース２　420（百万円）
ＬＣＣ　：ケース１　20,187（百万円）　⇒　ケース２　23,488（百万円）

となり、ケース1に比べ、ケース2では年間必要予算額は約 6 割少ない。一方、50 年間の LCC は約 2 割多くなる。

2 事務所を例に示したように、初期破綻の対応に伴い、ケース1に比べ、ケース 2 では過剰な予算投資は少なくなるが、予算制約が厳しくなることから 50 年間の LCC は多くなる。各ミクロでまとめると以下のとおりである。全事務所の総計では年間必要予算で約 4 割少なくなるが、50 年間の LCC では約 7%の多くなる。

表２－１－８　各ミクロにおける年間必要予算と LCC の比較

道路事務所	ケース1予算	ケース2予算	予算　差	ケース 1LCC	ケース 2LCC	LCC　差
A	960	960	0	47,757	4,7757	0
B	1,050	500	－550	16,022	19,975	+3,953
C	1,270	420	－850	20,187	23,488	+3,301
D	170	170	0	8,332	8,332	0
E	730	220	－510	7,250	7,592	+342
F	250	250	0	3,236	3,236	0
総　計	4,180	2,520	－1,660	102,774	110,380	+7,606

*1　網掛け：初期破綻あり

② 健全度推移

健全度の推移を比較すると、B事務所では、マネジメント開始当初に健全度の差が見られ、それ以降は同程度の健全度を保ちながら推移している。

一方、C事務所ではマネジメント開始当初の健全度にほとんど差は見られない。しかし、その後、ケース1、ケース2共に同様に健全度が低下するが、特にケース2の低下する期間が長くなる。

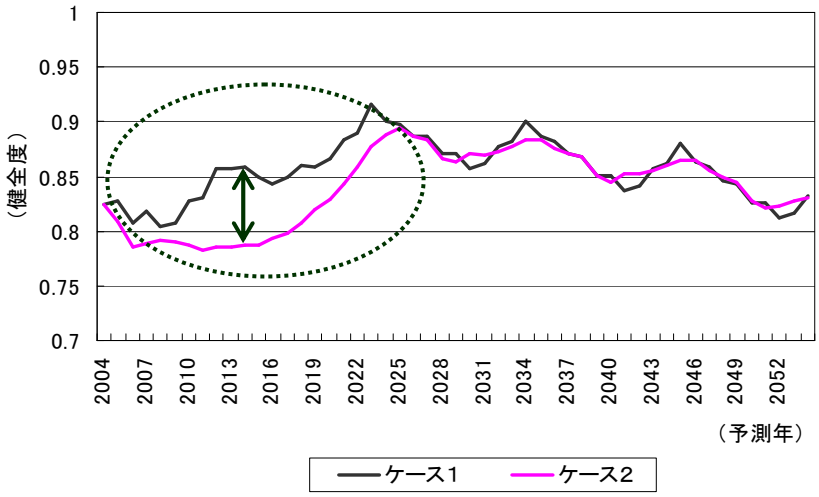


図２－１－１０　健全度推移の比較（B道路事務所）

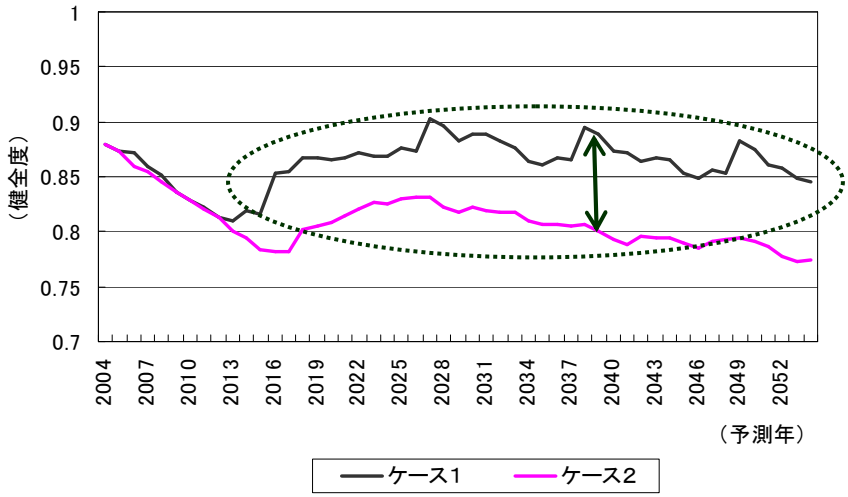


図２－１－１１　健全度推移の比較（C道路事務所）

③　欠陥橋梁数推移

B道路事務所については、健全度の推移の検討期間前半において、ケース2の健全度が低い結果となったように、同時にケース2の欠陥橋梁数の増加が見られる（表２－１－９　）。

同様に、C道路事務所については、健全度の推移の検討期間後半でケース2の健全度低下が見られたようにケース2の欠陥橋梁数は後半急激な増加が見られる（表２－１－１０　）。

表２－１－９　初期破綻の検討結果　欠陥橋梁数推移の比較（B道路事務所）

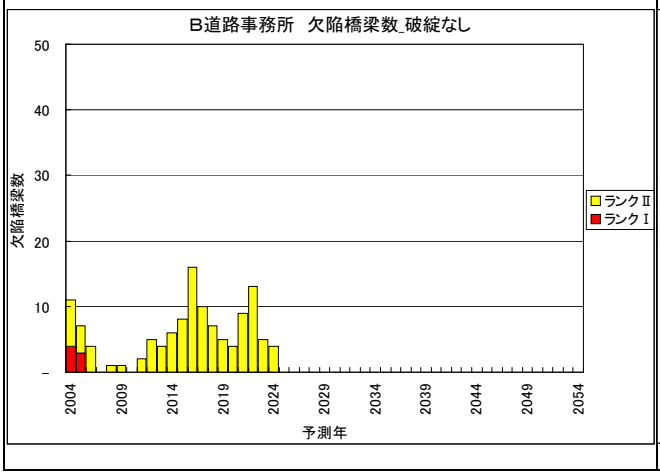
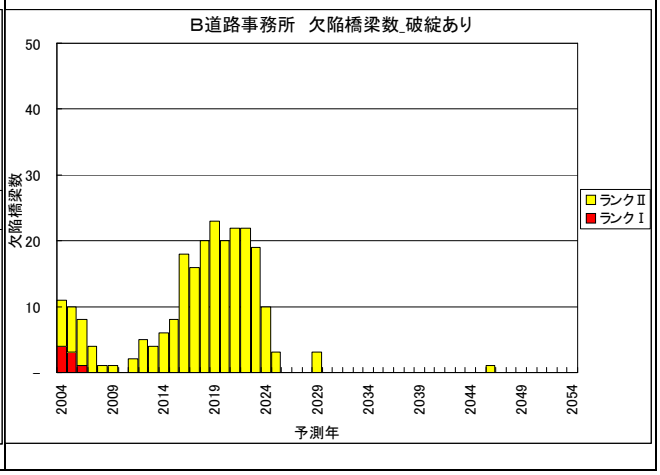
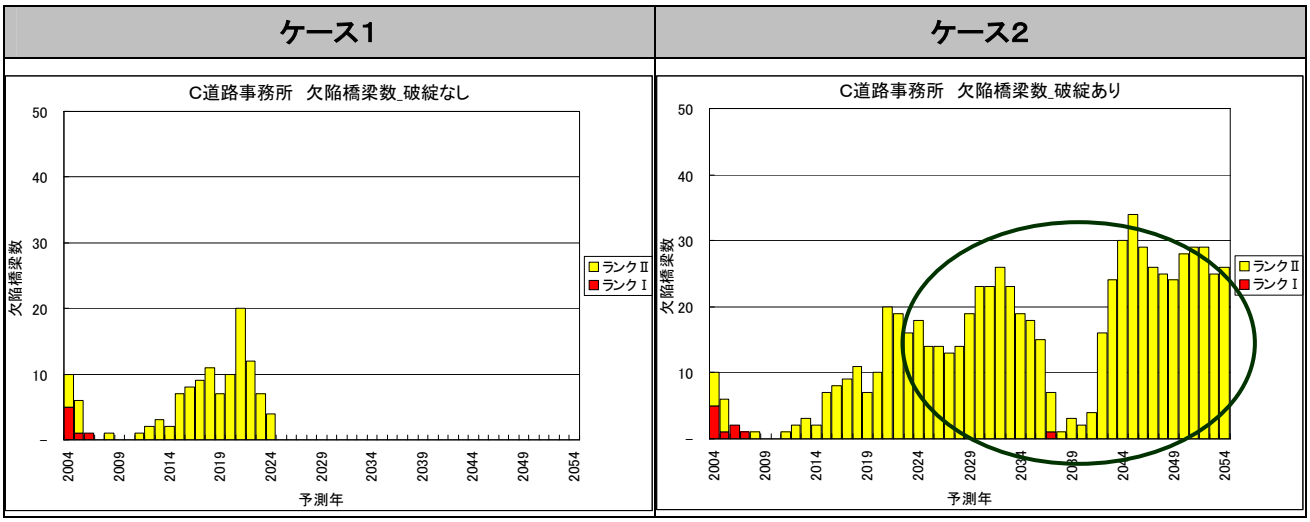
ケース1	ケース2
	

表２－１－１０　初期破綻の検討結果　欠陥橋梁数推移の比較（C道路事務所）



(3)結果のまとめ

- マネジメント開始初期におけるランクが低い橋梁を適正に評価し、いかにそれらを解消していくかが、予算平準化に向けたキーポイントになると考えられる。
- 予算制約により管理するストックの状況が悪くなる可能性もある（C 道路事務所）。そのため、早期に補修対応する施設と、ある程度劣化が進行してから対応する施設とでバランスをとった予算配分が必要になる。

２－２．ミクロへの予算配分に対する評価

各ミクロに予算を配分するマクロにおいては、各ミクロ間の均衡を保ち、全体の健全性の維持または向上を図りつつ予算を効率良く配分する必要があり、予算配分の適正化が重要な目標の1つである。本項においては、予算配分結果の相対評価により配分適正化へのアプローチを検討・検証した。

1）予算配分におけるミクロとマクロの連携の必要性

マクロでは個々の橋の情報を持たないことから、ミクロとの連携を図りながら（具体的なプロセスは図２－２－１の Step3 と Step4との間の情報のやり取りにより行われる）予算配分の結果を検討する必要がある。すなわち、マクロ側が何らかの予算配分を仮定し、ミクロではその予算により補修計画を再設定して、健全性や欠陥橋梁数などの長期的な推移を見つつ、最善の方法を見出すアプローチが必要である。

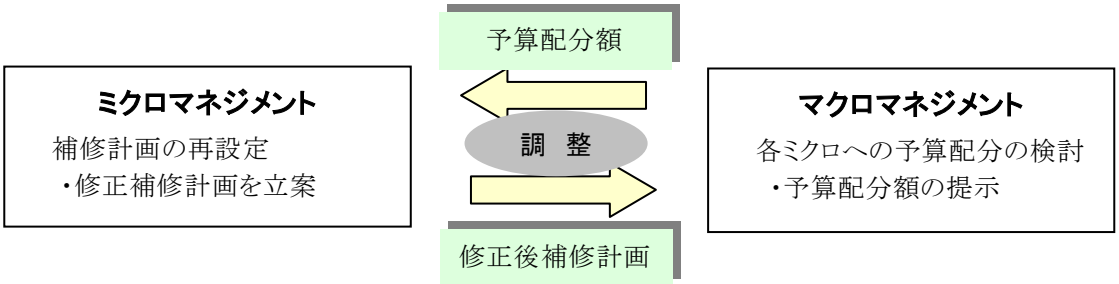


図２－２－１　　予算配分の評価におけるマクロとミクロ間の調整

2）予算配分比率の設定

(1)予算配分比率の設定の考え方

マクロ側では予算配分に資する情報として、ミクロで検討された長期的な LCC 最小の予算計画と健全性の推移がある。**前章**の Step3 で示したように健全性を用いて配分する方法と予算計画を用いる方法が考えられるが、ここでは予算計画を用いる方法について検討する。ここで、予算配分に用いる指標として予算計画を用いることは、それ自体が長期年次予算計画であるので、各ミクロにおいて予算が必要な時期に厚く、そうでもない時期には最小限に配分し、さらに各ミクロ間における管理施設量も考慮するとミクロで検討した長期予算計画を用いることは一手法となり得ると考えられるからである。

ここでの検討は、各ミクロへの配分を50年間一定のケース（ケース1）をベースとして、10 年ごとに配分を変動させるケース（ケース2）を検討して、両者にどのような違いがあるのか検討する。なお、現時点では、さらに配分の適正化を検討するとすれば、10 年→5 年→3 年といったように変動期間を短くすることにより最適に近づく配分となると考えられるが、毎年の配分を変動させることは現実的でなく、現状はある期間内で一定といった考え方で維持管理が進められているようである。

(2)各ミクロへの配分比率の設定

マクロにおける各ミクロへの予算配分額は、ある期間内（本ケーススタディでは10 年ごと）で各ミクロへの配分率を変化させて予算を配分し、各ミクロにおける補修計画（必要事業費、健全度及び欠陥橋梁数の推移）の変化から予算配分の妥当性を検証する。

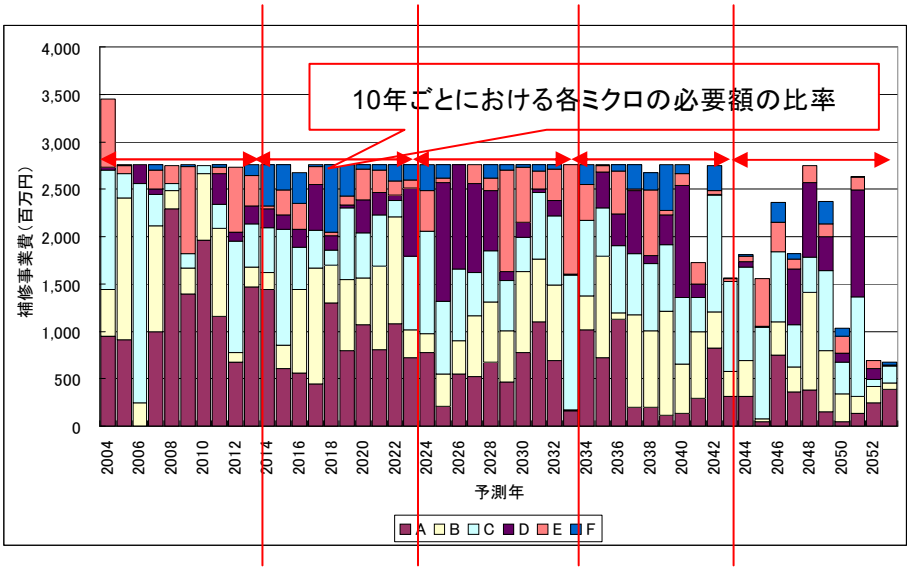


図2－2－2　予算配分の具体例

予算配分の方法は前章と同様に、マクロ全体の予算総額は 30 億円/年（検討期間 50 年間一定）とし、各ミクロから渡された情報のうち、LCC 最小事業費の比率を基に配分する。各ミクロへの配分率を 10 年ごとに変化させた予算配分の結果を下表及び図2－2－3 に示す。

表２－２－１　10 年ごとに配分率変化させた予算配分結果 （百万円/10 年）

道路事務所	2004-2013	2014-2023	2024-2033	2034-2043	2044-2053	総 計
A	11,600	11,600	6,300	9,800	10,000	49,300
B	6,200	4,600	6,100	5,700	5,100	27,700
C	6,000	6,500	10,000	7,200	7,500	37,200
D	2,100	3,100	4,100	3,000	2,800	15,100
E	3,400	2,300	1,900	2,900	3,000	13,500
F	700	1,800	1,600	1,400	1,500	7,000
総 計	30,000	29,900	30,000	30,000	29,900	149,800

参考） 50 年一定の予算配分結果

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

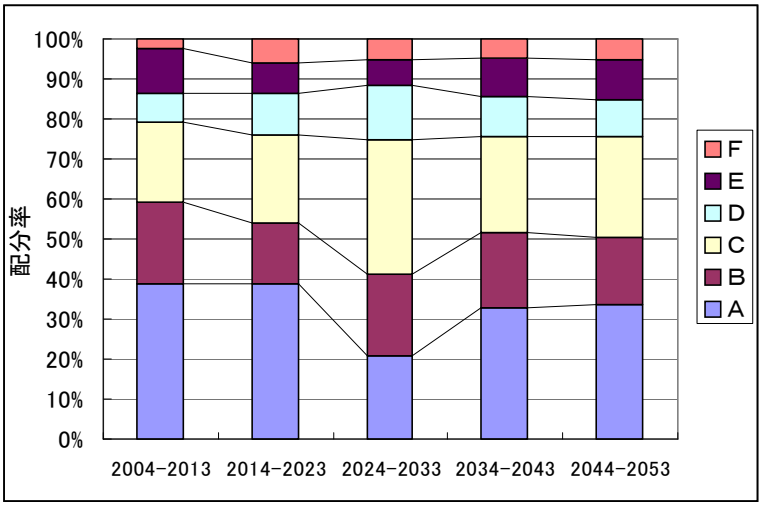


図２－２－３　予算配分比率（10 年ごと配分率変化）

３）検討結果

(1)補修計画変更後の集計結果

上記で検討した予算配分額はミクロへ渡され、ミクロではその予算内で事業費の平準化を図った補修計画を再設定する。次ページよりミクロごとの事業費、健全度及び欠陥橋梁数の推移について、50 年間一定の配分方法による結果と比較して示す。

ケース１　：　50年間一定額配分
ケース２　：　10年ごとに配分率変化

表２－２－２　予算配分方法の違いによる比較（Ａ道路事務所）

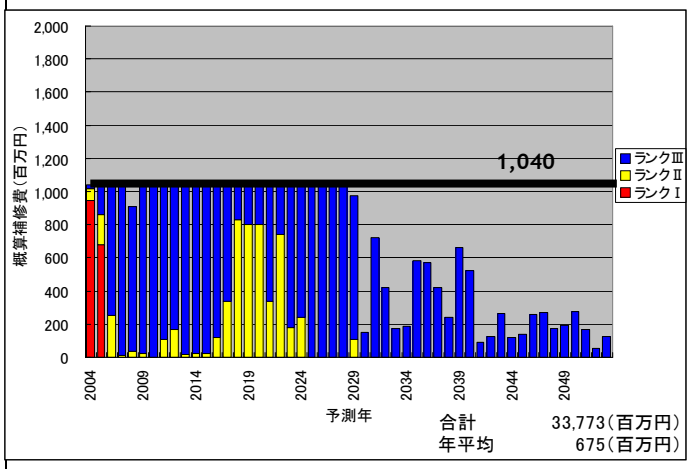
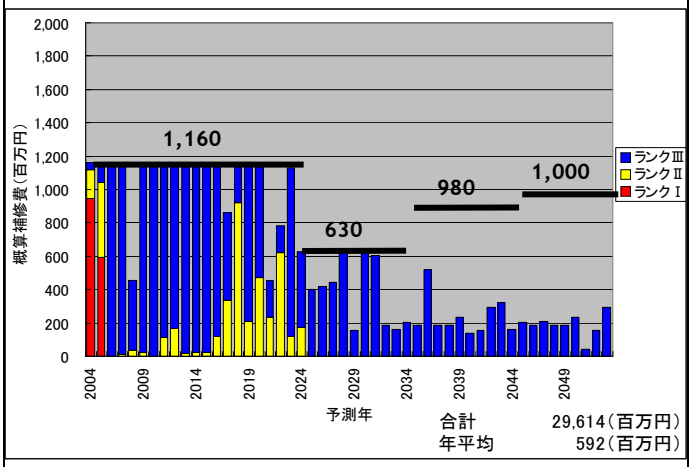
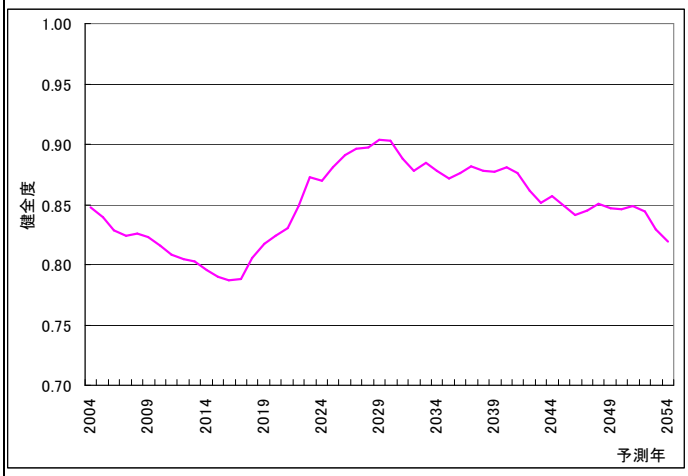
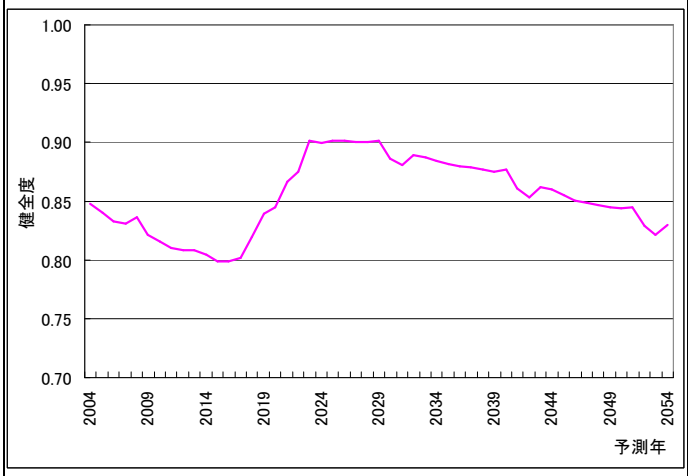
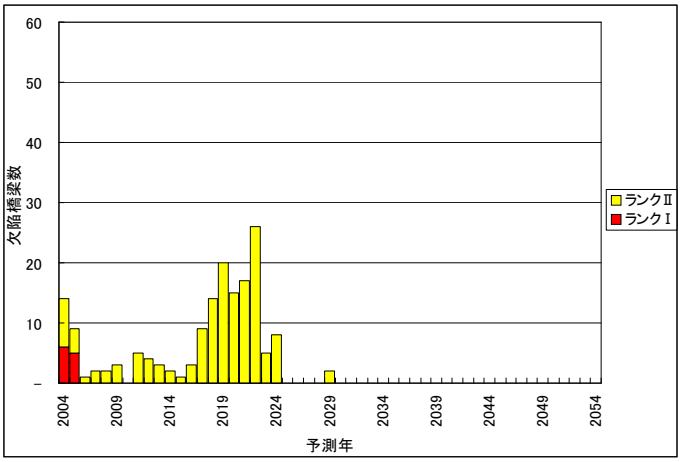
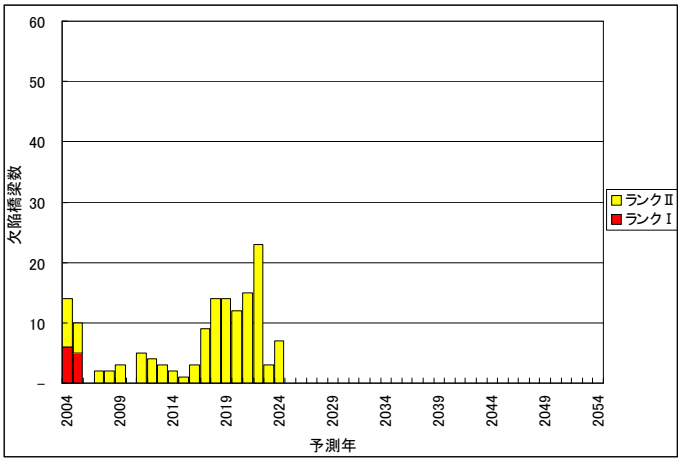
ケース1	ケース2
	
	
	

表２－２－３　予算配分方法の違いによる比較（B道路事務所）

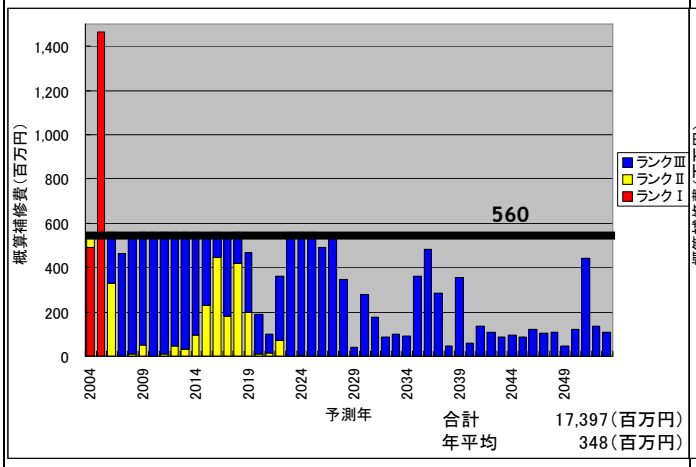
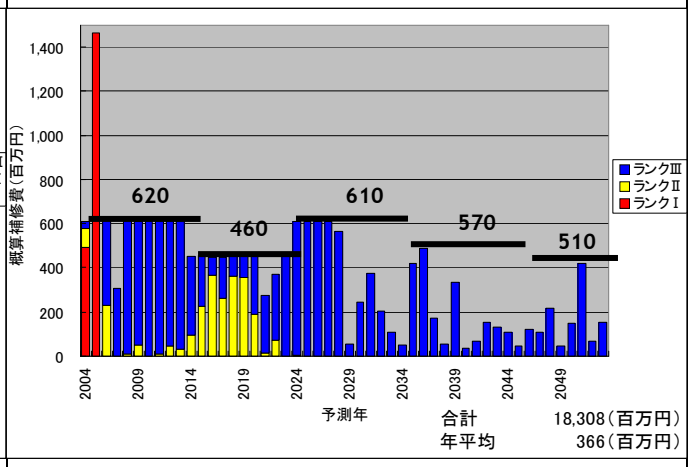
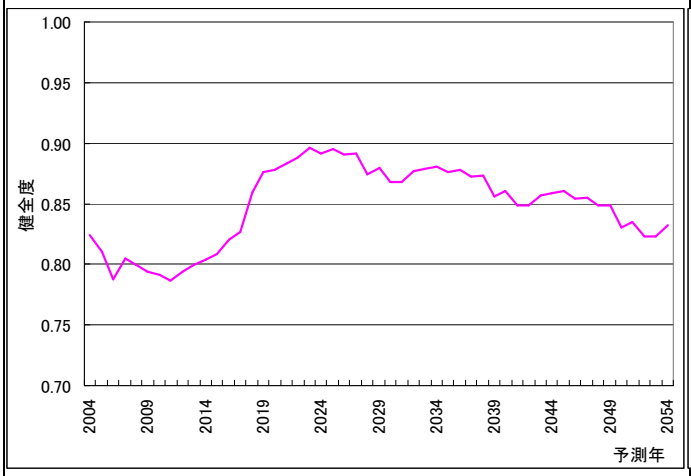
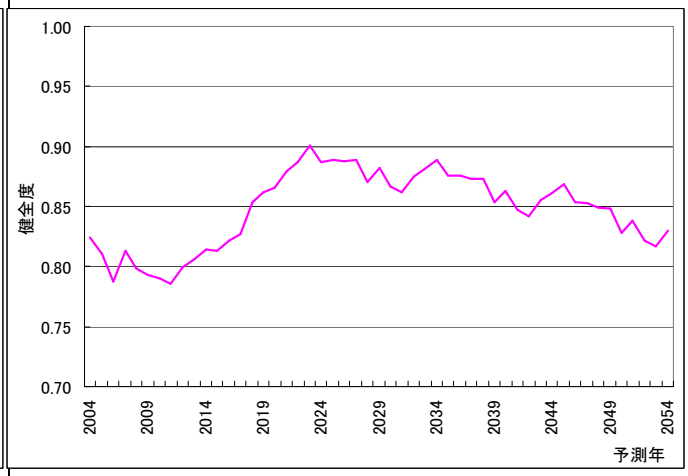
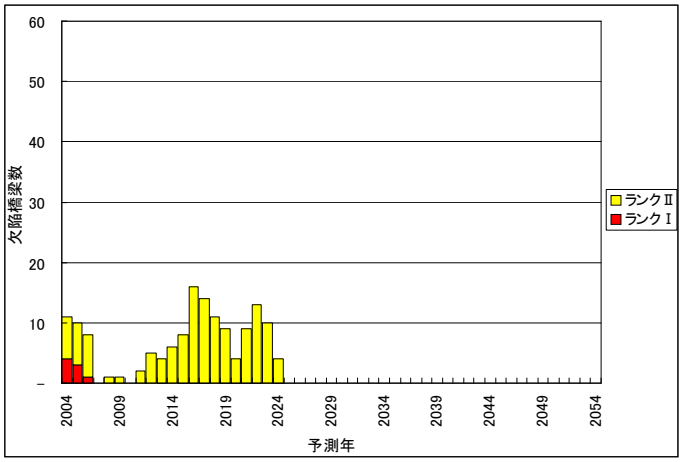
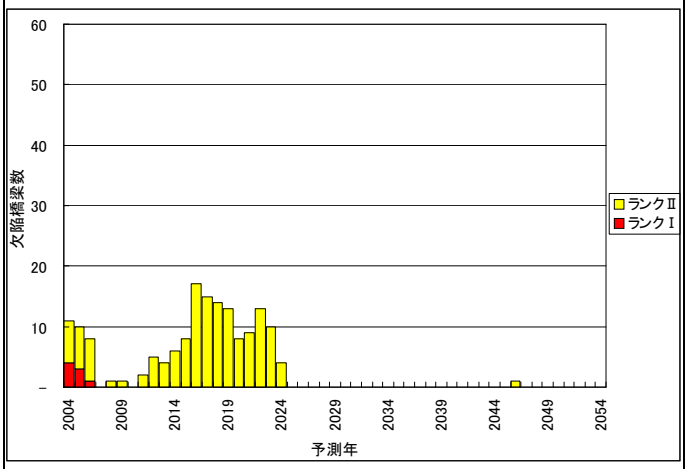
ケース1	ケース2
	
	
	

表２－２－４　予算配分方法の違いによる比較（C道路事務所）

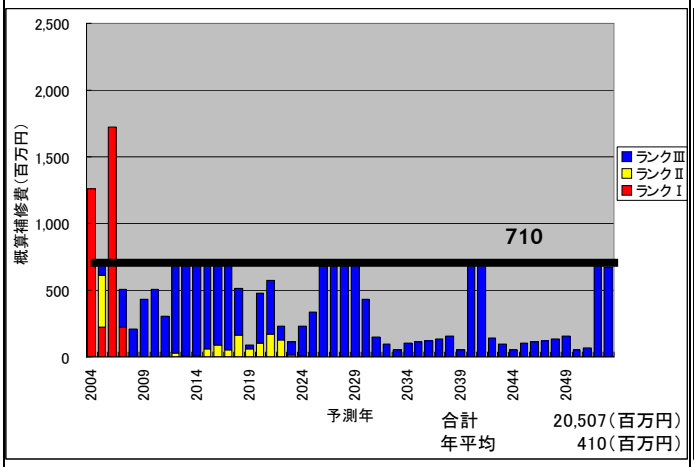
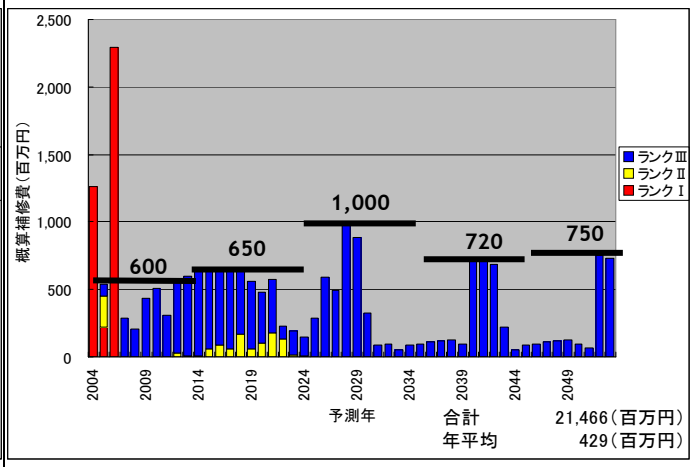
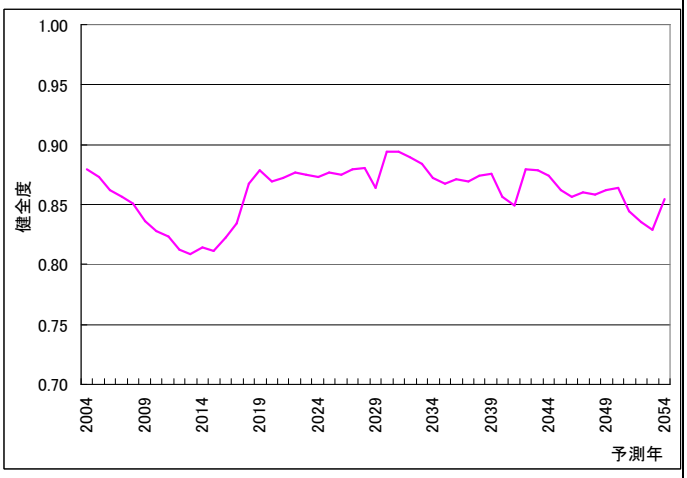
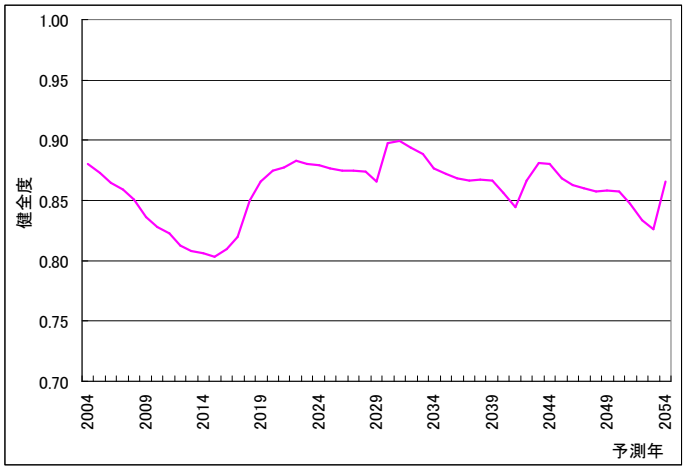
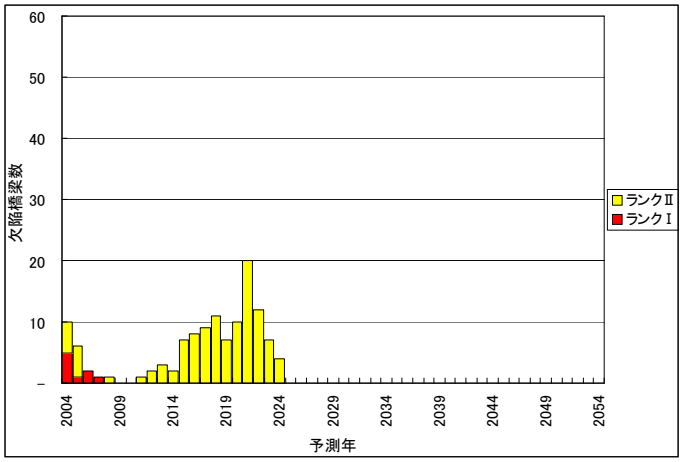
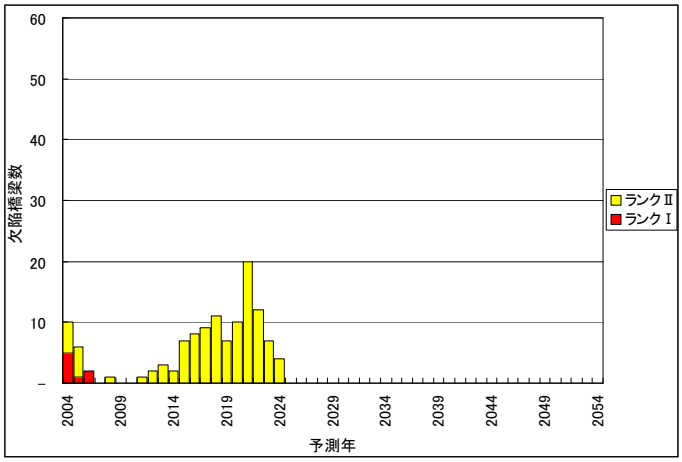
ケース1	ケース2
	
	
	

表２－２－５　予算配分方法の違いによる比較（D道路事務所）

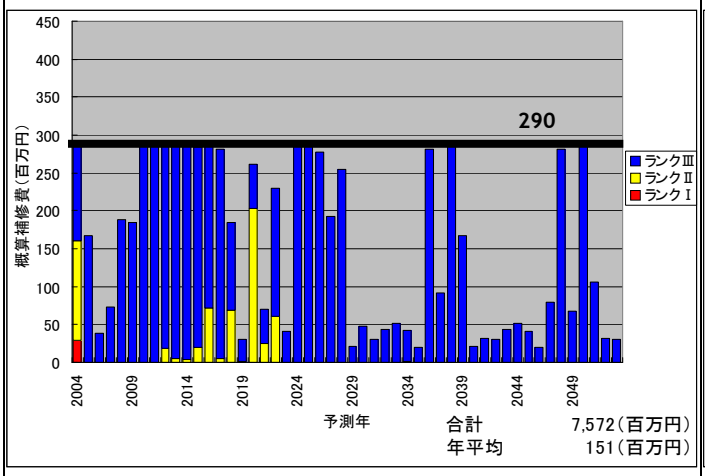
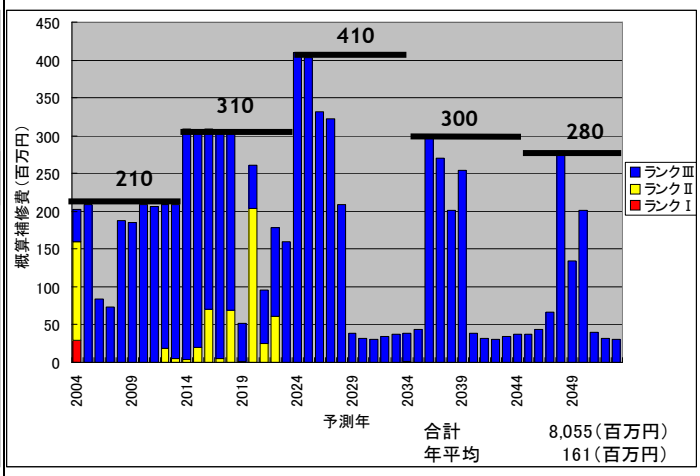
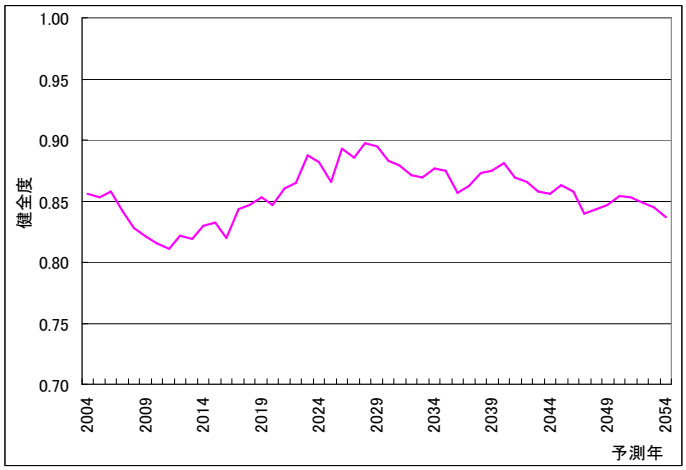
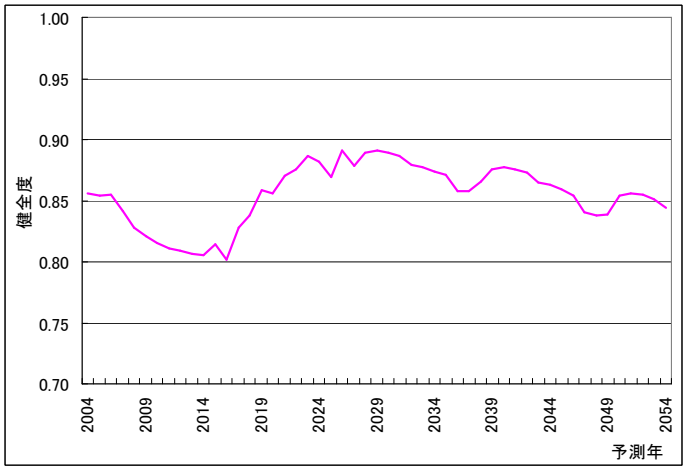
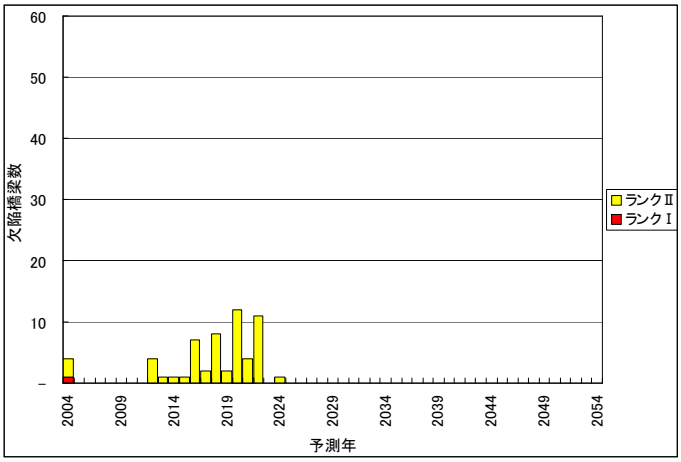
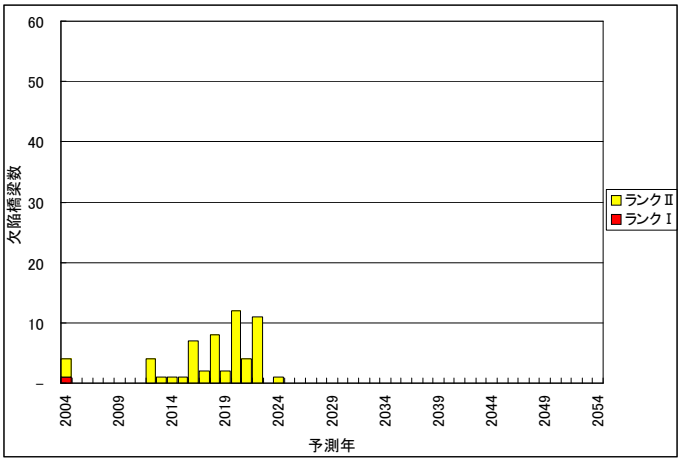
ケース1	ケース2
	
	
	

表２－２－６　予算配分方法の違いによる比較（E道路事務所）

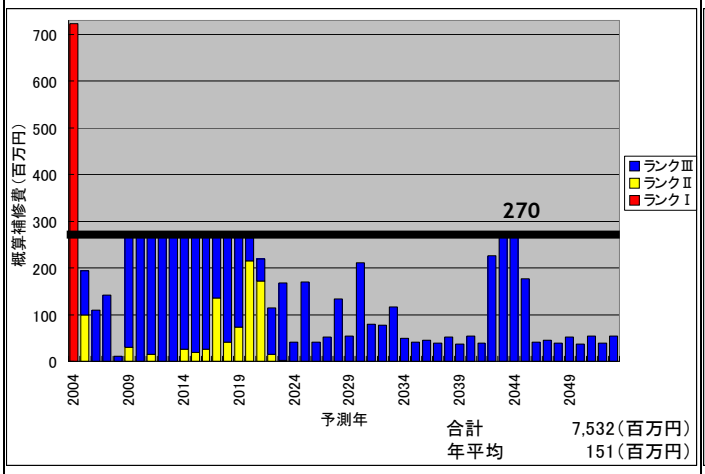
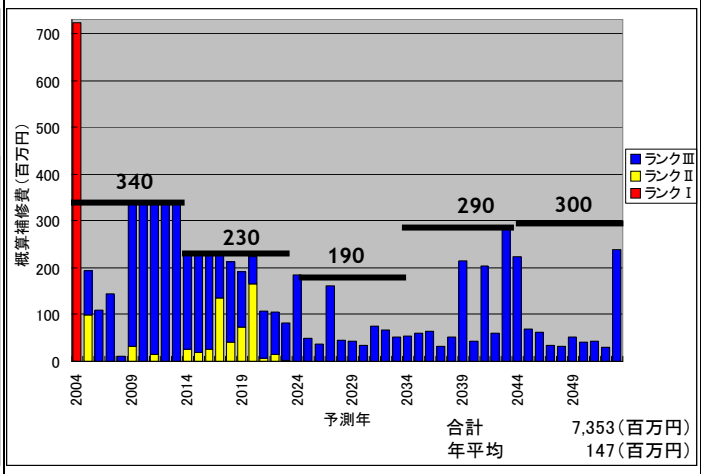
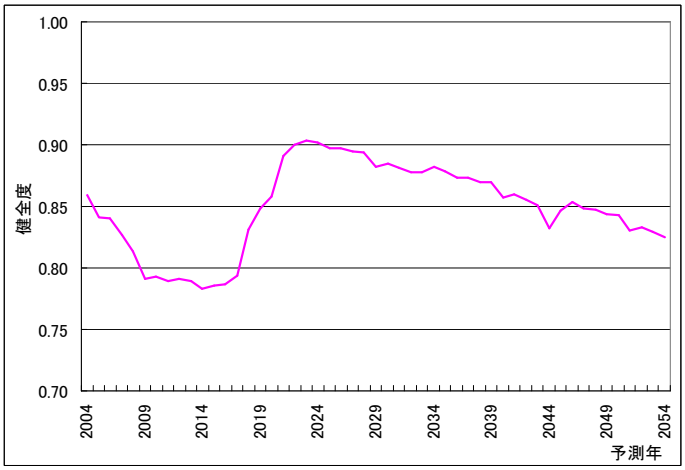
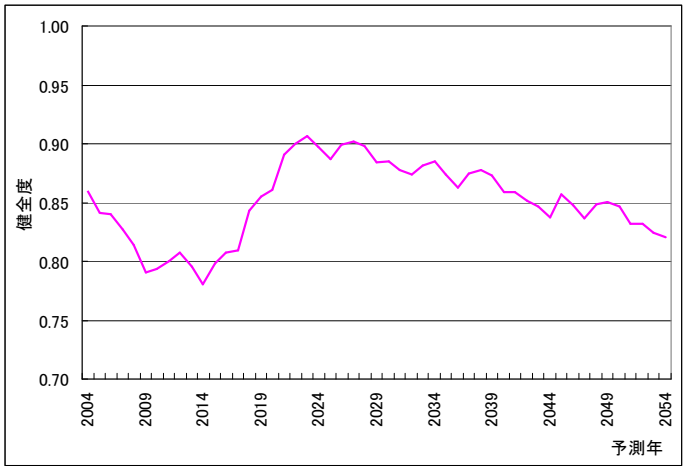
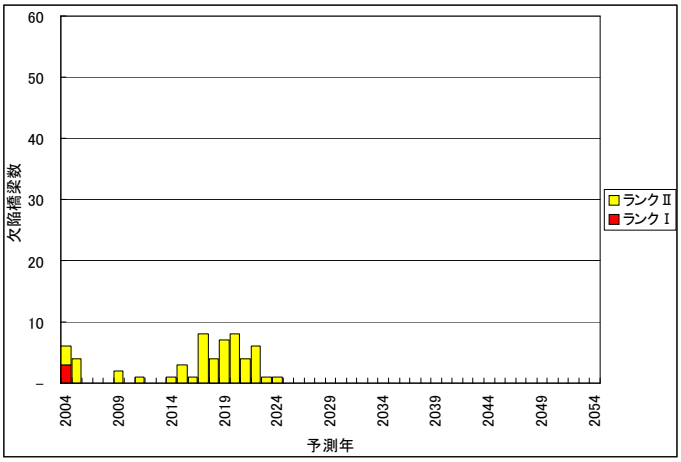
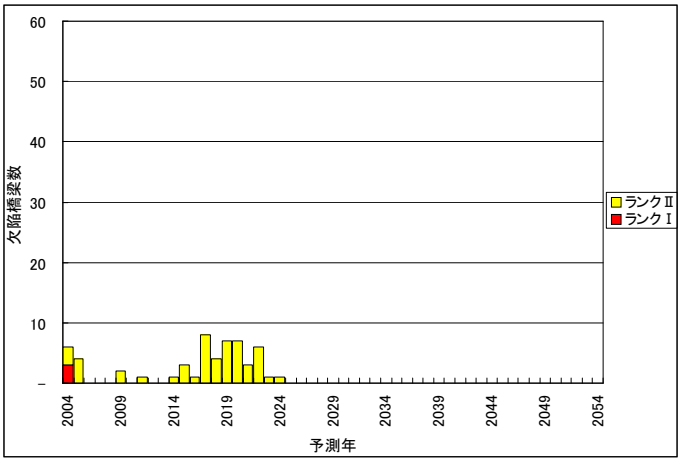
ケース1	ケース2
	
	
	

表2－2－7　予算配分方法の違いによる比較（F道路事務所）

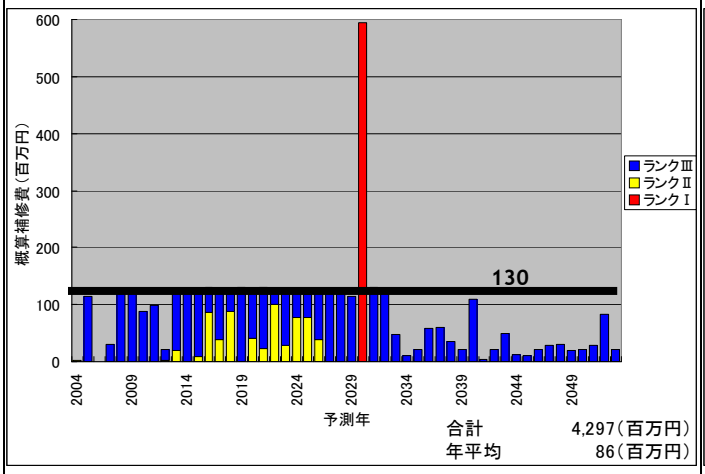
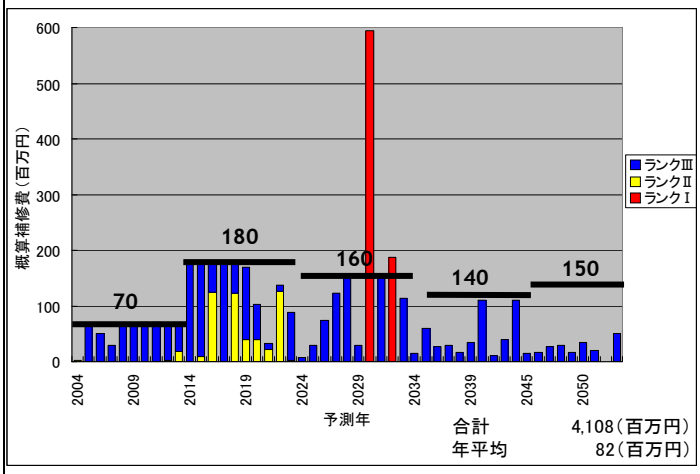
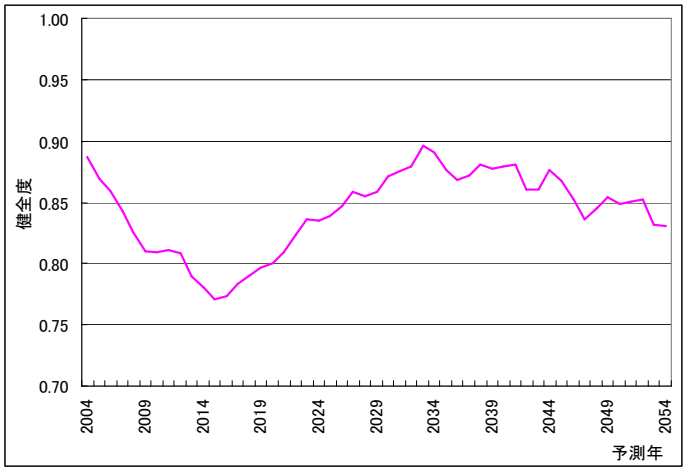
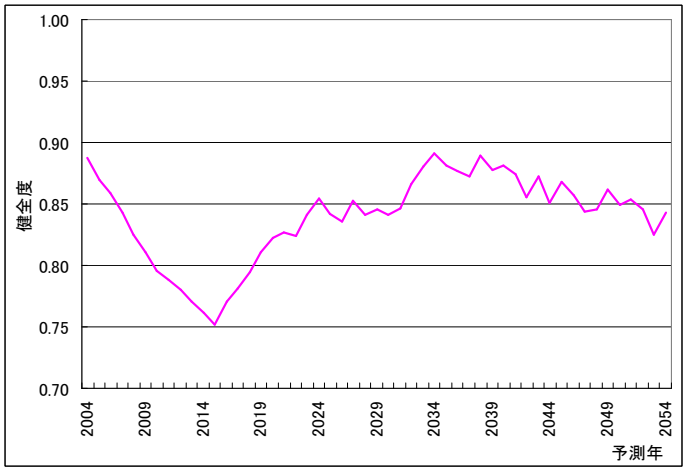
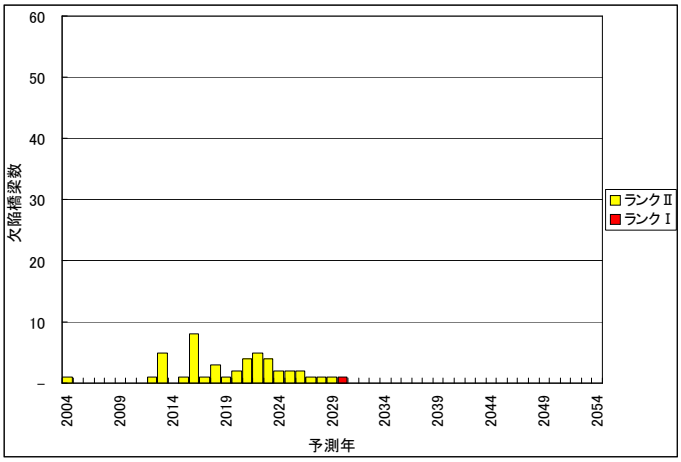
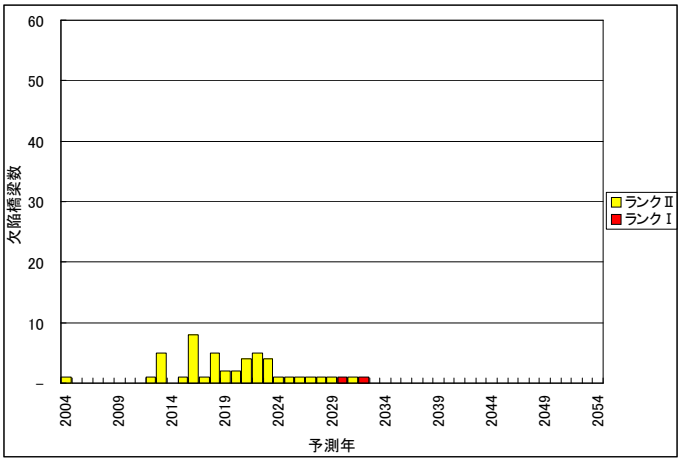
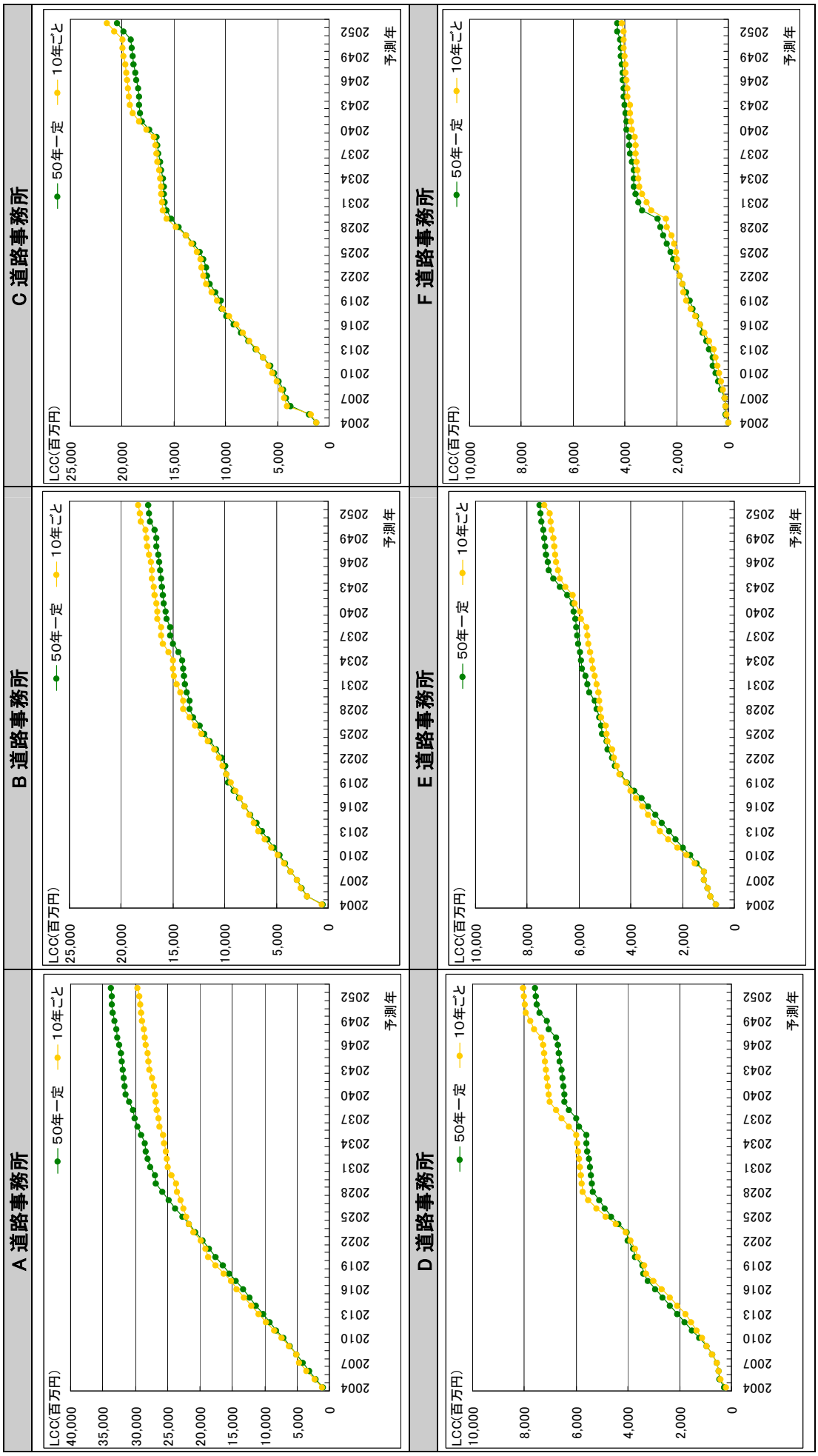
ケース1	ケース2
	
	
	

表２－２－８　LCCの推移の比較



(2)予算配分に対する評価

予算配分ケース1及びケース2において、健全度・欠陥橋梁数を指標として相対評価した（基準年：2024年）。両ケースの配分予算総額が同じであったことと、各ミクロへの予算配分額の差が少なかったことを考慮すれば、評価時点における健全度と欠陥橋梁数について差が認めらた。本ケーススタディにおいては、以下から、配分額総額が同額であったにもかかわらず、ケース2が比較優位と考えられる。

- 全体的に健全度はケースの上昇率が大きい
- 最低事務所においても健全度の低下率は小さい
- 欠陥橋梁数でも同様である。

なお、ある特定の事務所において、評価時点における健全度の低下が比較的大きく発生したことから、本ケーススタディで設定した予算配分の基本的方針が適切でない可能性も示唆される。すなわち、LCC最小事業費の比率で配分することは必ずしも適切ではない可能性も考えられる。

表２－２－９　予算配分評価結果の概要

予算配分ケース				ケース1		ケース2	
健全度の評価	2024年健全度－2004年健全度	全体		0.02300	×	0.03626	○
		最低事務所		−0.05208	×	−0.03301	○
欠陥橋梁数の評価	2004年～2024年	最大欠陥橋梁数	全体	79	×	70	○
		年平均欠陥橋梁数	全体	29.21	×	27.16	○

＊×、○：ケース1及びケース2を比較した時の優劣を示す。

(3)結果のまとめ

各ミクロにおける事業費をまとめて表2－2－10 に示す。ケース1とケース2を比較すると、検討期間の必要事業費の全体総計では、10 年ごとに配分を変化させたケース2が低くなった。内訳を事務所ごとに見ると、A、E、F道路事務所でケース 2 が低く、特にA道路事務所で大きな低減が見られた。

表2－2－10　各ミクロの事業費のまとめ

道路事務所	単　位	ケース1（50 年間一定額）	ケース2（10 年ごと配分率変化）	差*1
A	50 年間の計（百万円）	35,435	**29,704**	-5,731
	年平均（百万円/年）	709	**594**	-115
B	50 年間の計（百万円）	**17,397**	18,308	+911
	年平均（百万円/年）	**348**	366	+18
C	50 年間の計（百万円）	**20,507**	21,466	+959
	年平均（百万円/年）	**410**	429	+19
D	50 年間の計（百万円）	**7,572**	8,055	+483
	年平均（百万円/年）	**151**	161	+10
E	50 年間の計（百万円）	7,532	**7,353**	-179
	年平均（百万円/年）	151	**147**	-4
F	50 年間の計（百万円）	4,297	**4,108**	-189
	年平均（百万円/年）	86	**82**	-4
総計	50 年間の計（百万円）	92,741	88,993	-3,748
	年平均（百万円/年）	1,855	1,780	-75

*1 差：ケース2事業費－ケース1事業費
*2 太字：2つのケースのうち、最小事業費

ケース2においてもケース1と同様に、初期段階で予防保全に投資できたことで期間後半に必要事業が発生せず、設定額との差が生じた。全事務所を通し、同様な傾向となっている。

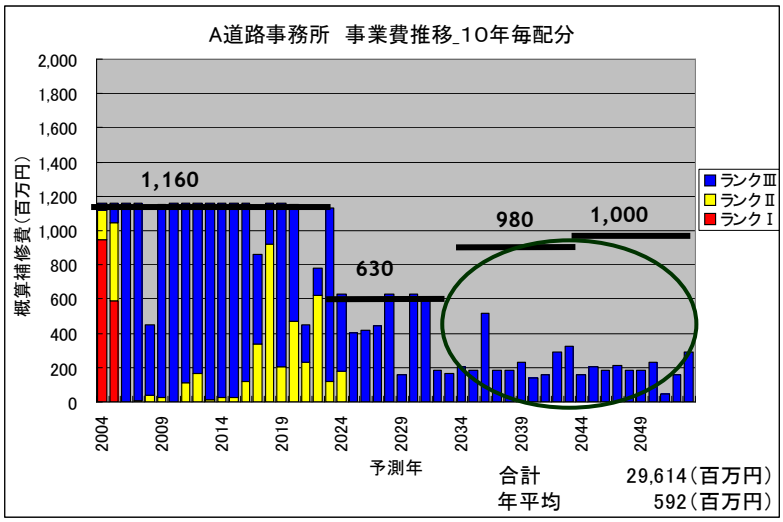


図2－2－4　検討結果　1　（例：A 道路事務所）

また、(2)に示したように、健全度の推移と欠陥橋梁数の指標を用いて、予算配分に対する評価が可能であり、これを繰り返すことにより、予算配分の適正化へのアプローチが可能となると考えられる。

2－3.　予防保全率の検討

1）予防保全率の考え方と検討方法

マクロがミクロに渡す情報として、マネジメントの取り組み方針があり、ミクロの各構造物に対する補修実施の判断基準としての予防保全率について検討する。ここでは、予防保全率の影響を確認するため、予算総額を変えずにx値（予防保全率）を変動させ、その影響度合いを把握する。

2）検討方法

優先順位の具体例を以下に示す。

予防保全率を 30%、50%、0%と変化させ、補修計画への影響を確認する。

ケース1　：　8：2　（予防保全率20%）
ケース2　：　7：3　（予防保全率30%）
ケース3　：　5：5　（予防保全率50%）
ケース4　：　10：0（予防保全率0%）

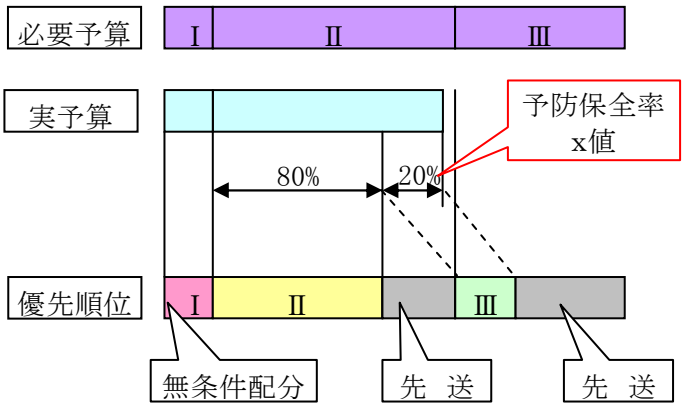


図2－3－1　優先順位の具体例

3）検討結果

上記4ケースについて、事務所ごとの事業費推移、健全度推移及び欠陥橋梁数推移の比較を次ページより示す。また参考として、マクロについても同様な比較を行った。

表2－3－1　予防保全率の検討結果　事業費推移（1）

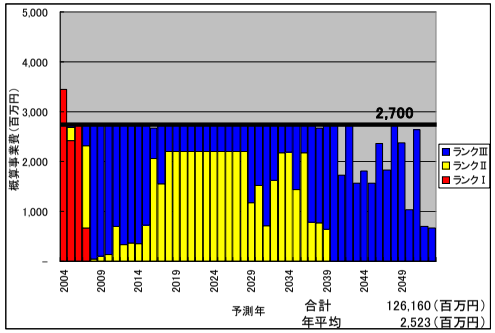
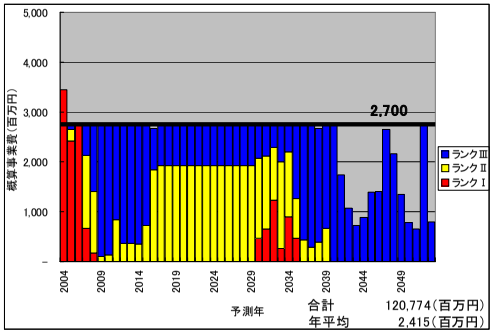
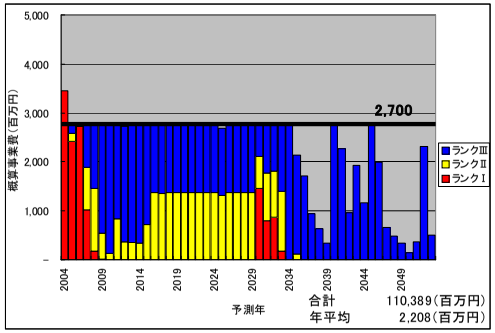
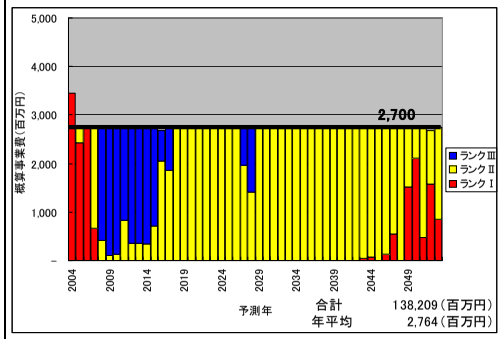
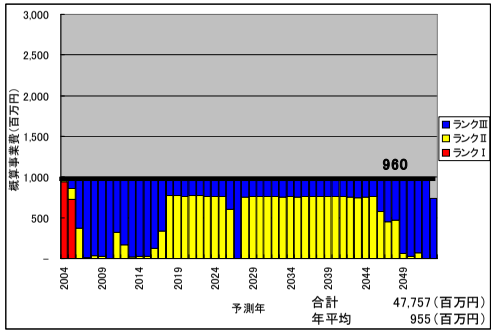
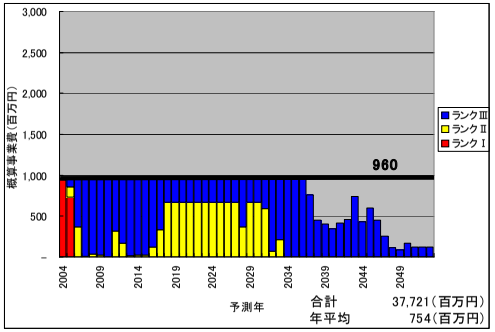
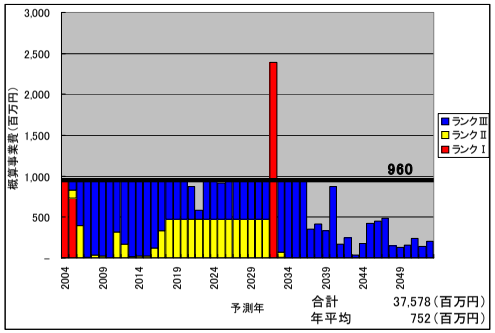
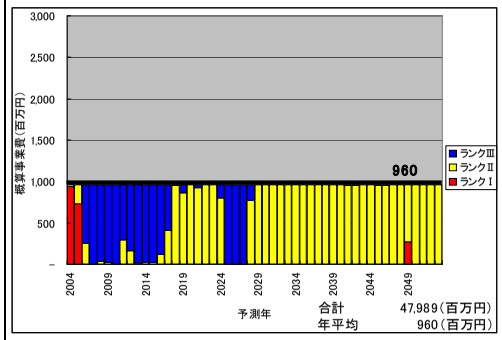
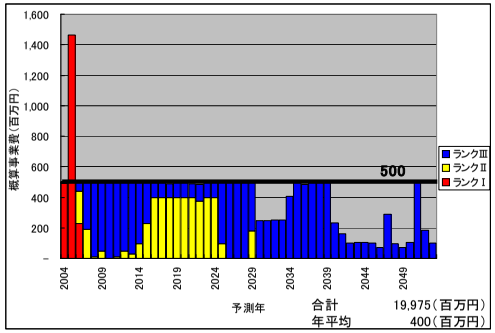
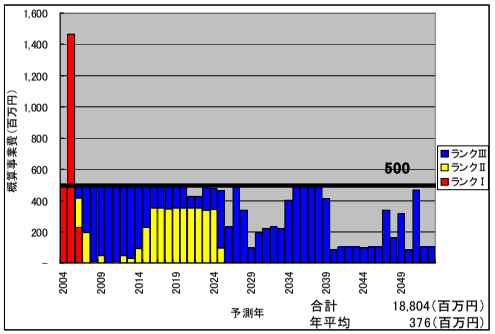
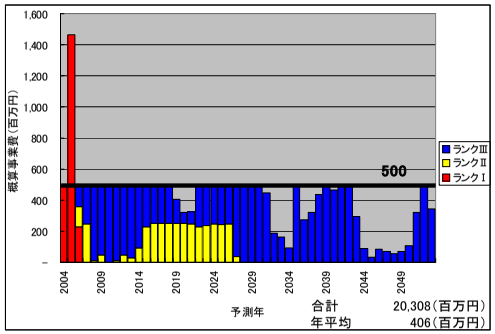
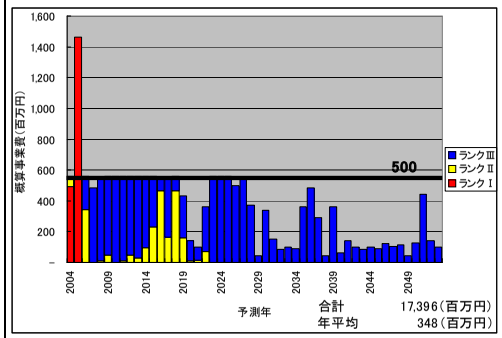
	8:2	7:3	5:5	10:0
マクロ				
A道路事務所				
B道路事務所				

表2－3－2　予防保全率の検討結果　事業費推移（2）

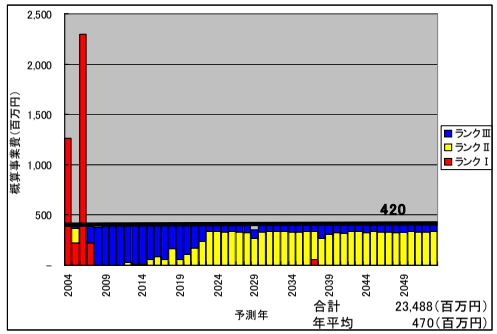
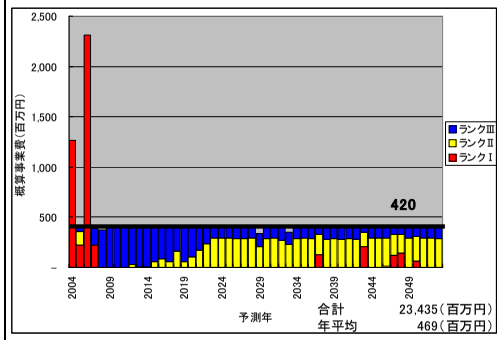
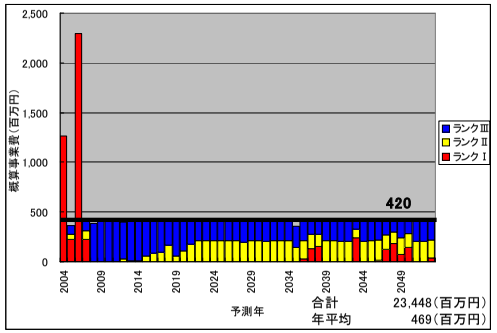
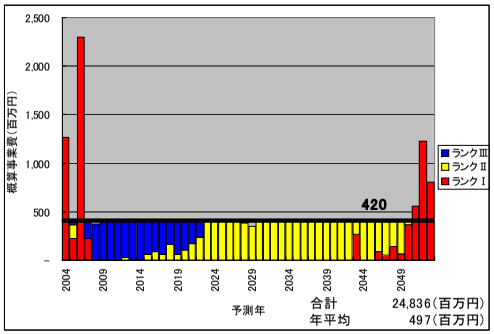
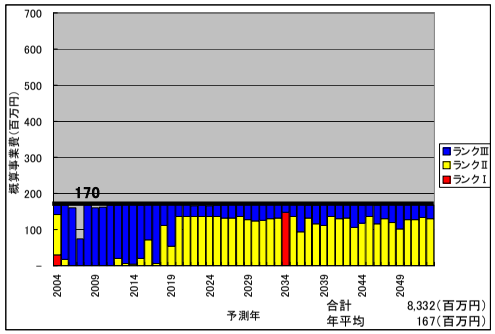
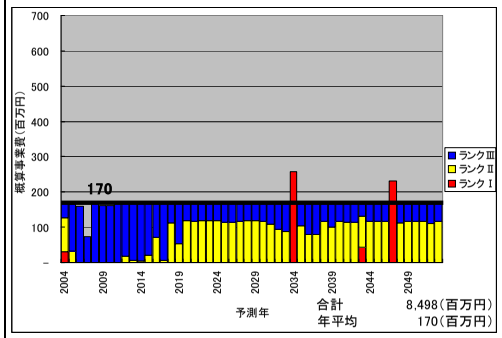
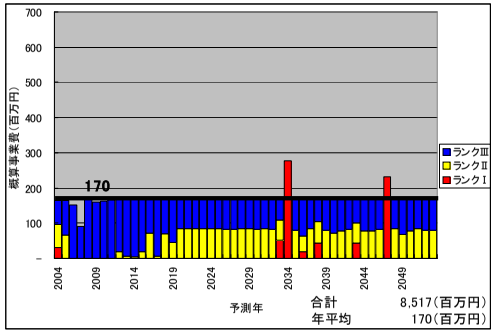
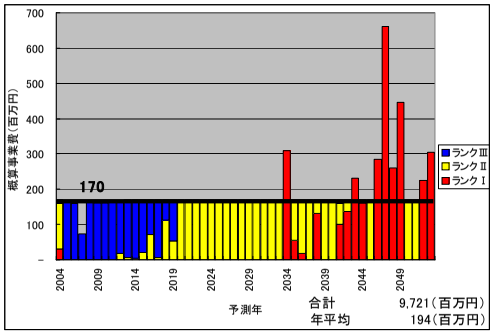
	8:2	7:3	5:5	10:0
C道路事務所				
D道路事務所				

表2－3－3　予防保全率の検討結果　事業費推移（3）

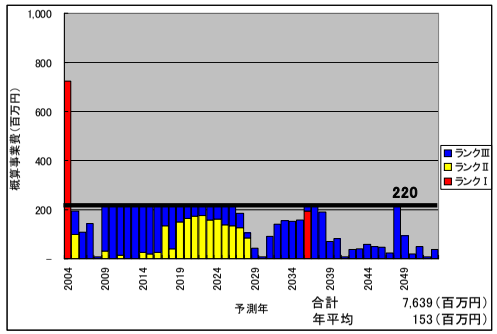
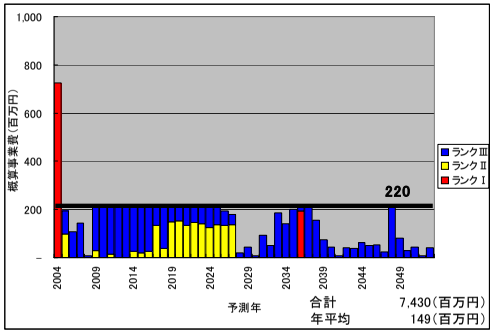
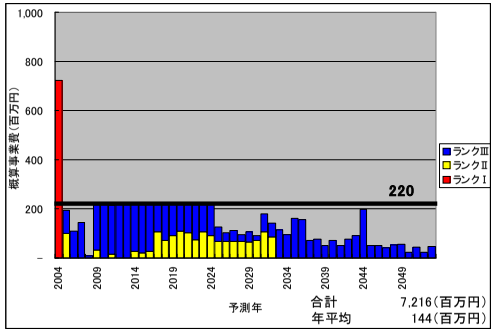
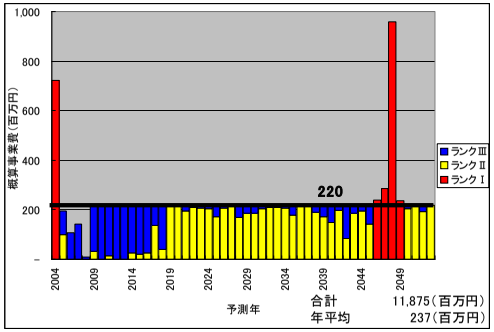
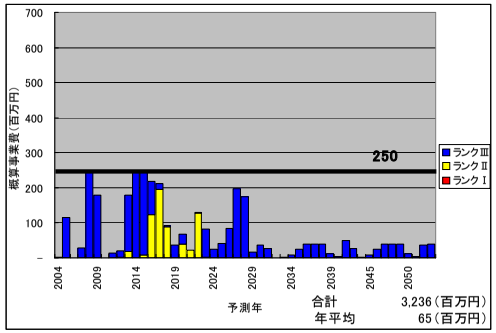
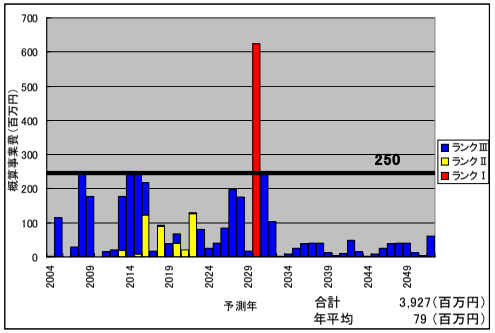
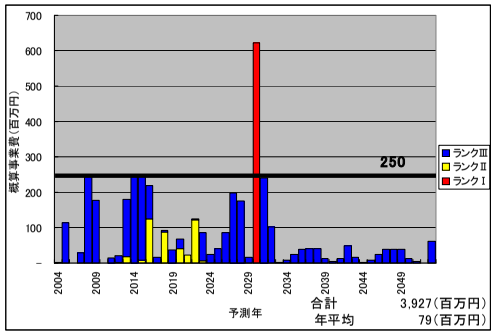
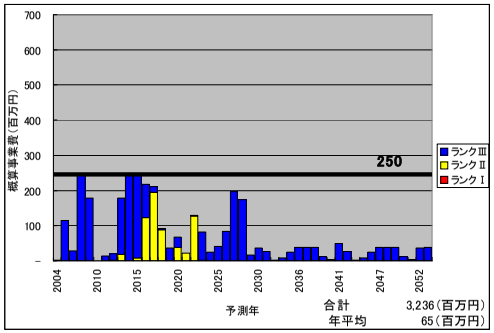
	8:2	7:3	5:5	10:0
E道路事務所				
F道路事務所				

表2－3－4　予防保全率の検討結果　健全度推移（1）

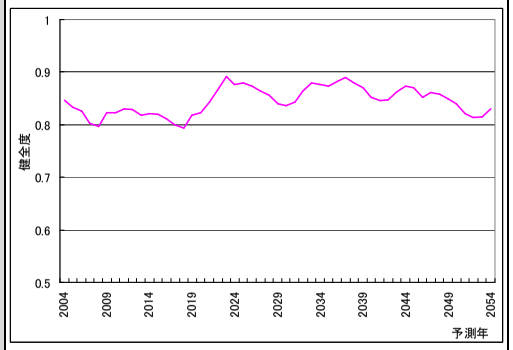
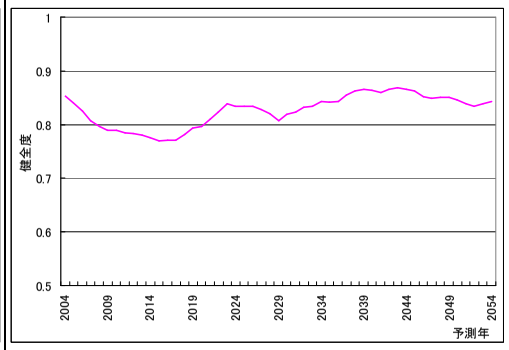
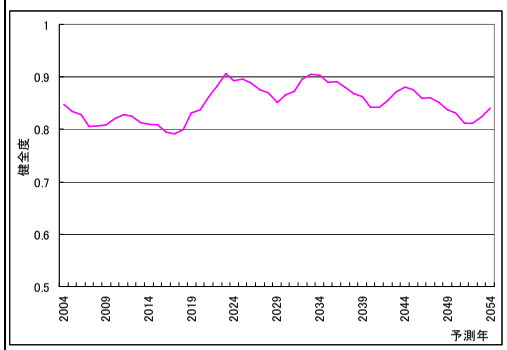
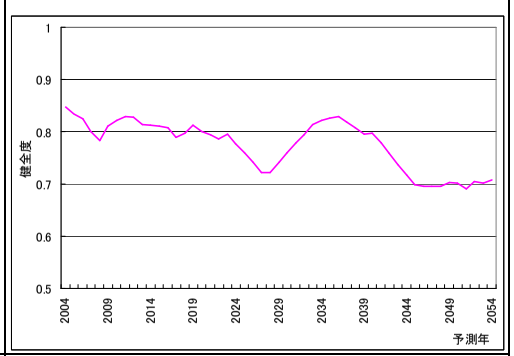
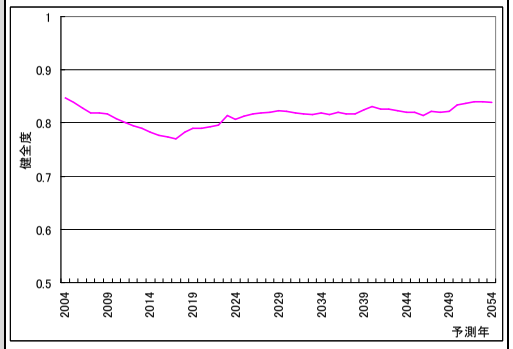
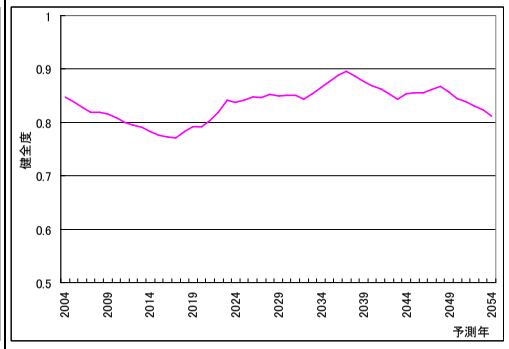
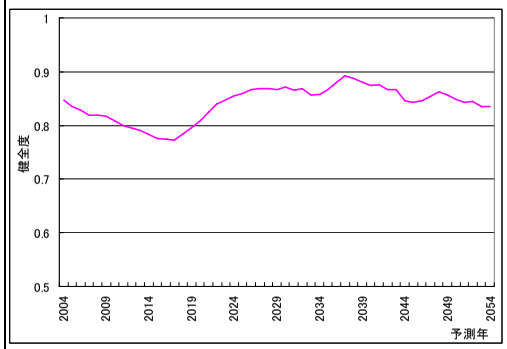
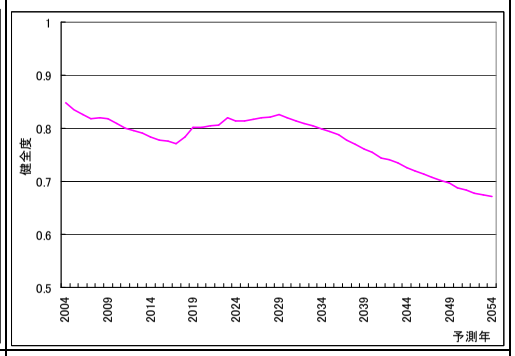
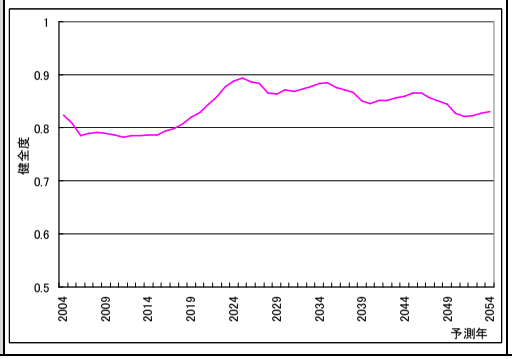
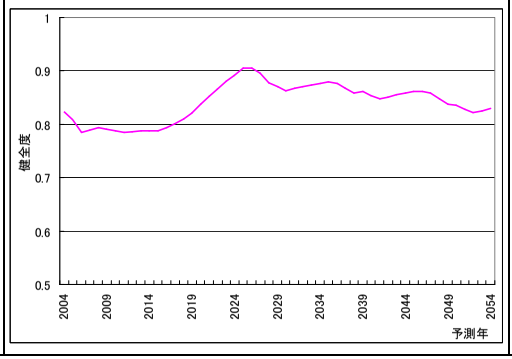
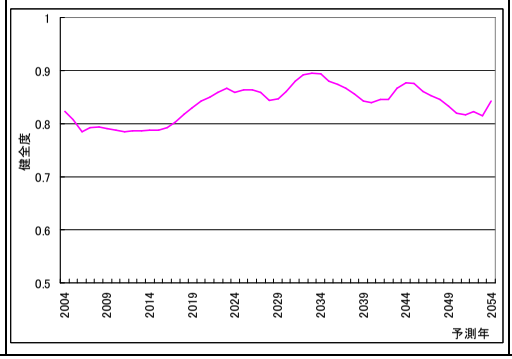
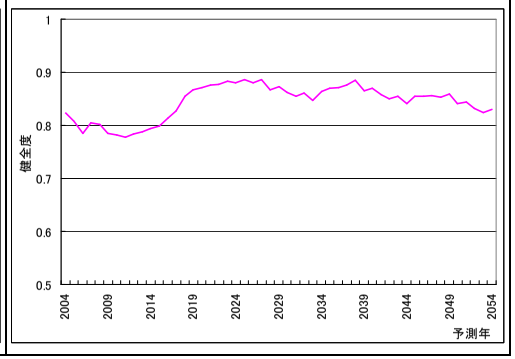
	8:2	7:3	5:5	10:0
マクロ				
A道路事務所				
B道路事務所				

表２－３－５　予防保全率の検討結果　健全度推移（２）

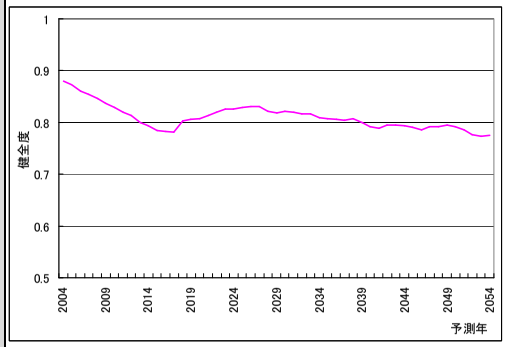
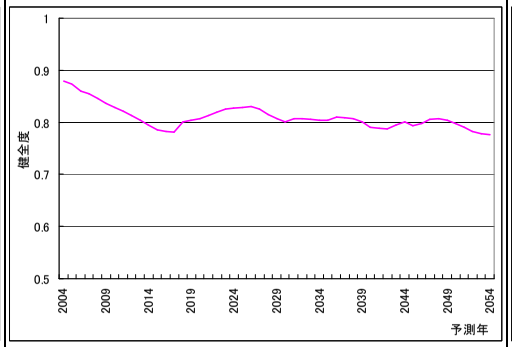
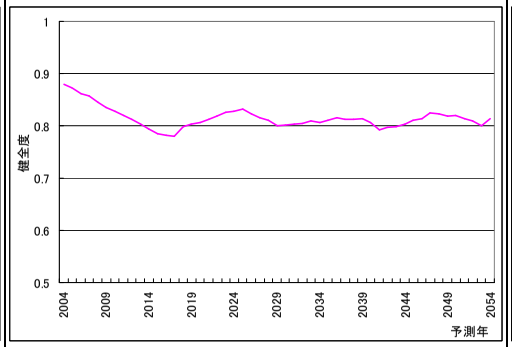
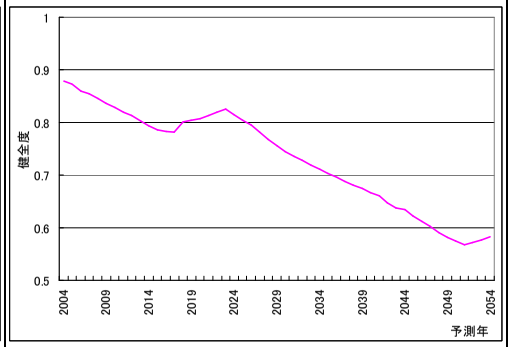
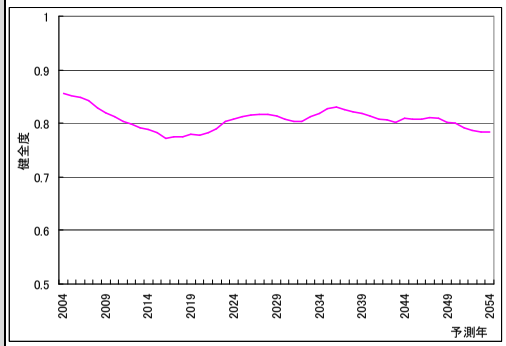
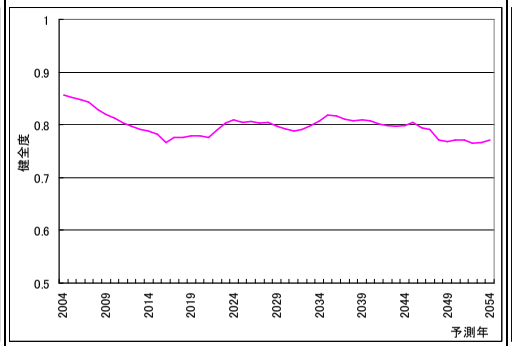
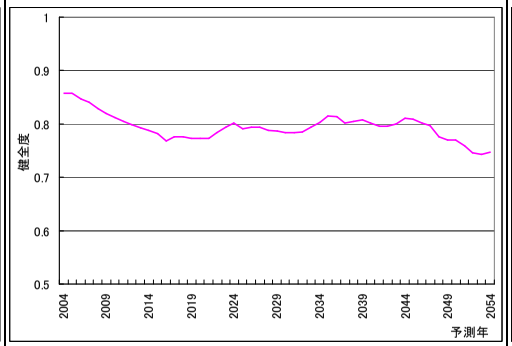
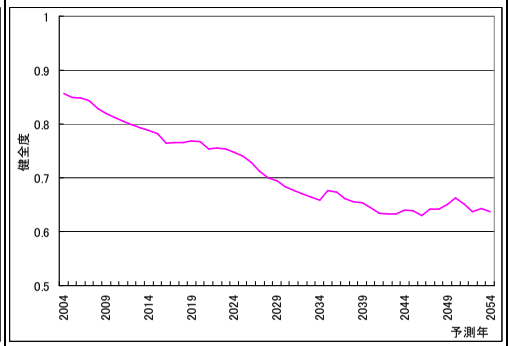
	8:2	7:3	5:5	10:0
C道路事務所				
D道路事務所				

表2－3－6　予防保全率の検討結果　健全度推移（3）

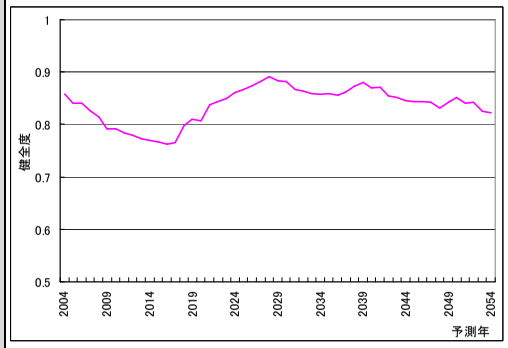
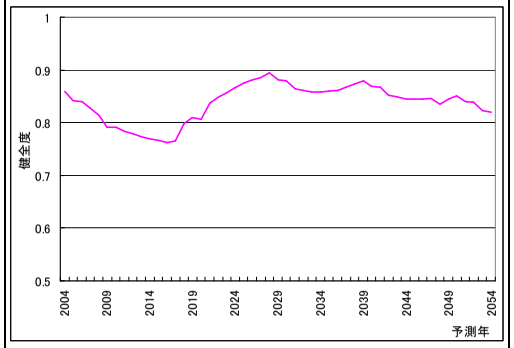
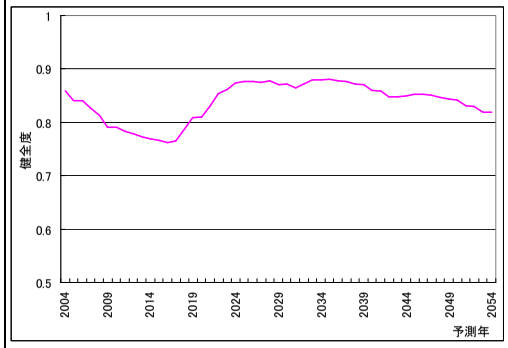
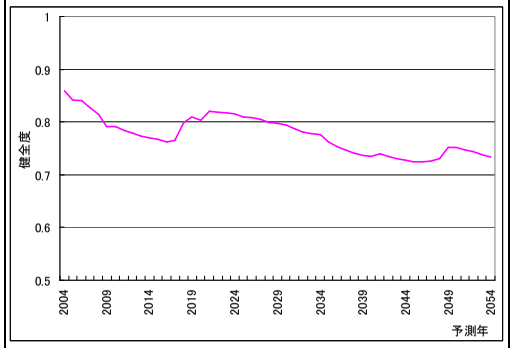
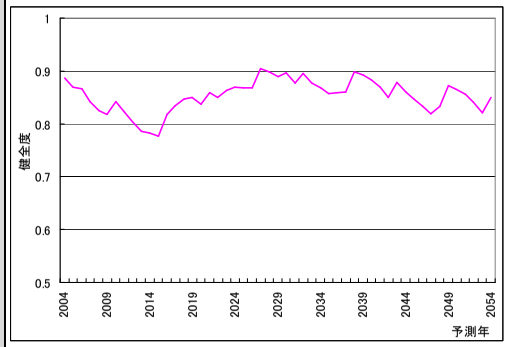
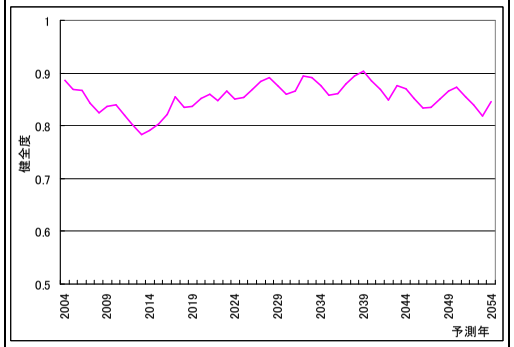
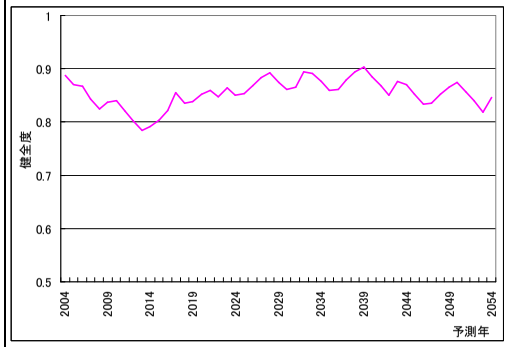
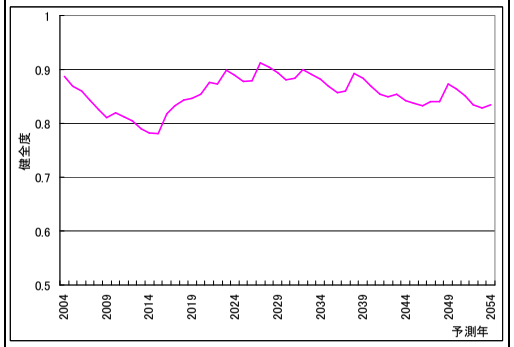
	8:2	7:3	5:5	10:0
E道路事務所				
F道路事務所				

表2－3－7　　予防保全率の検討結果　欠陥橋梁数推移（1）

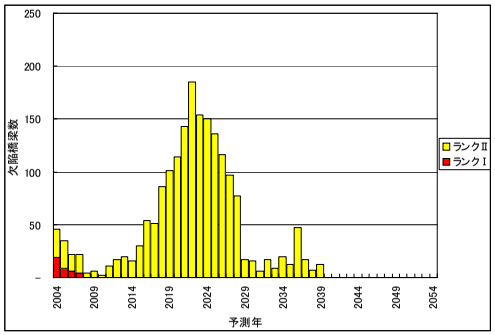
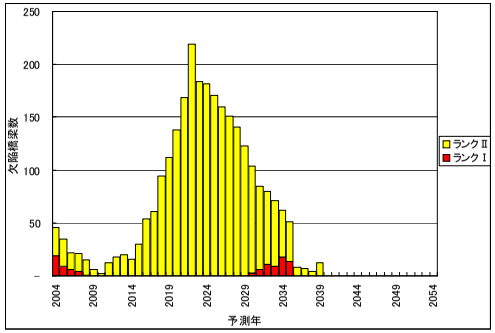
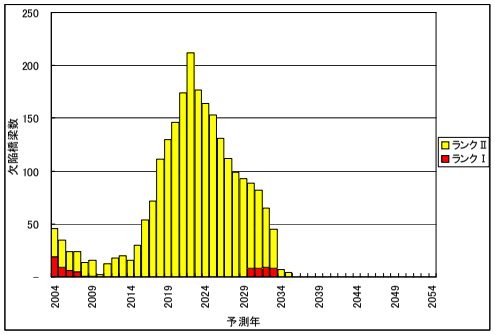
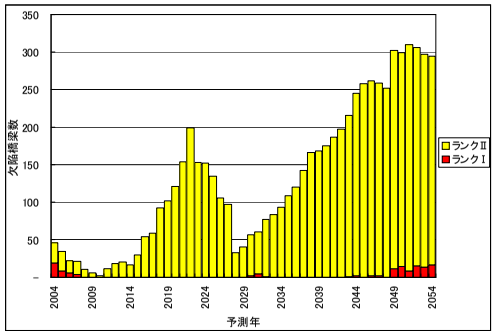
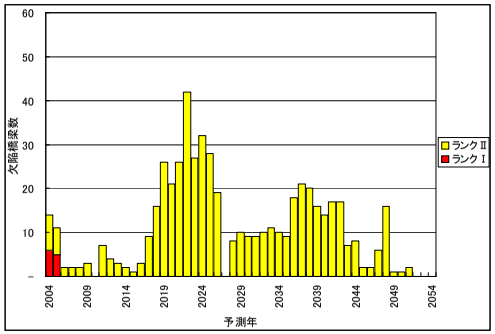
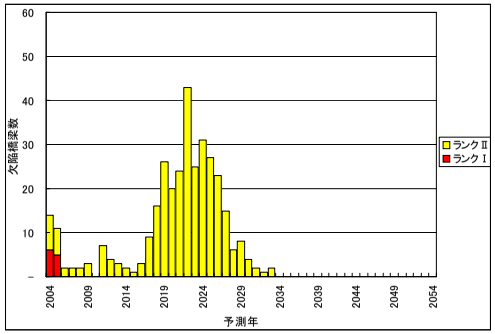
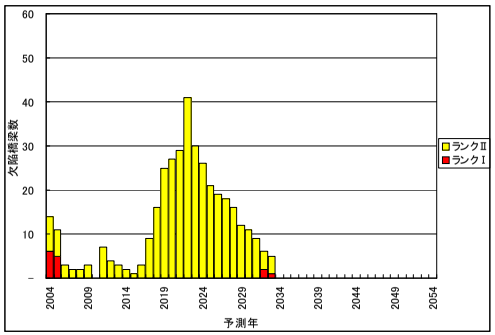
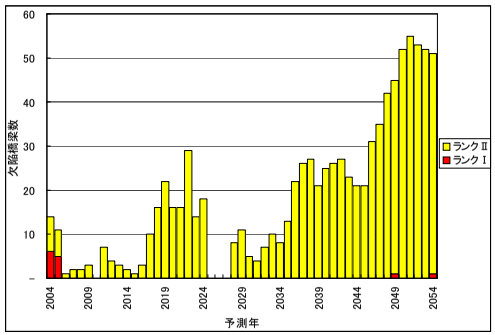
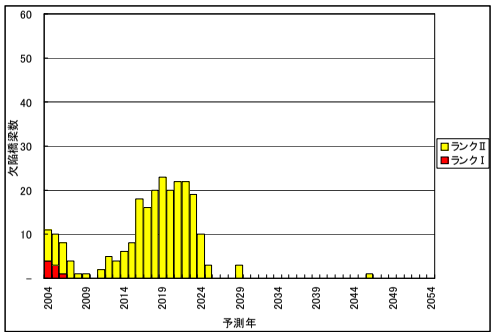
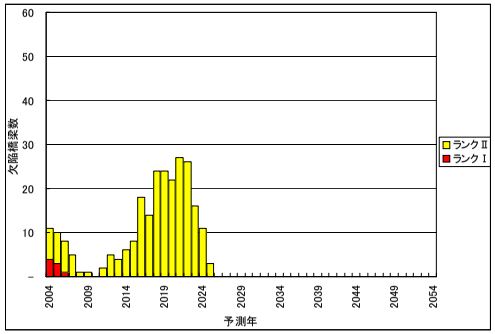
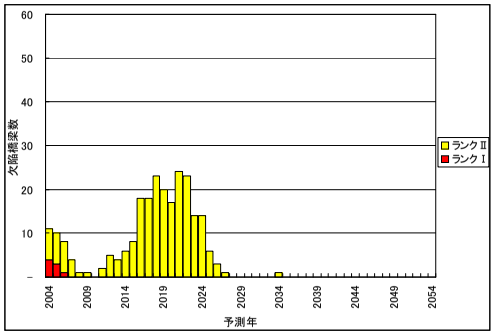
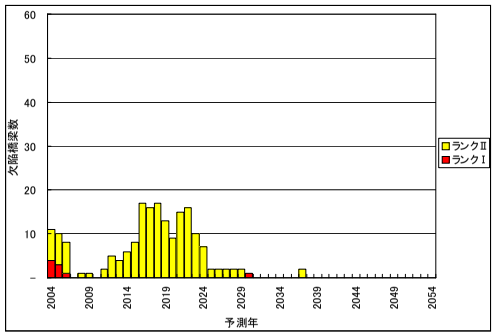
	8:2	7:3	5:5	10:0
マクロ				
A道路事務所				
B道路事務所				

表２－３－８　予防保全率の検討結果　欠陥橋梁数推移（２）

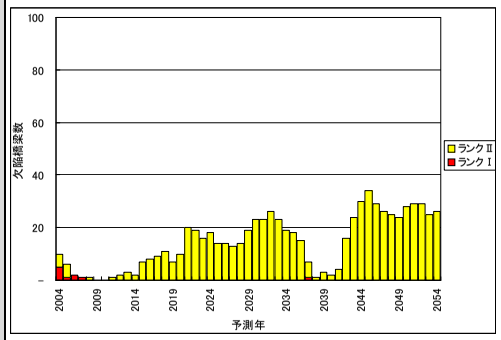
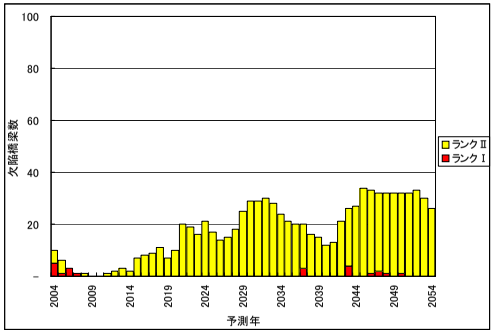
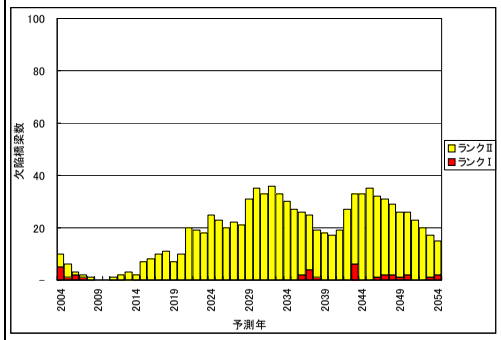
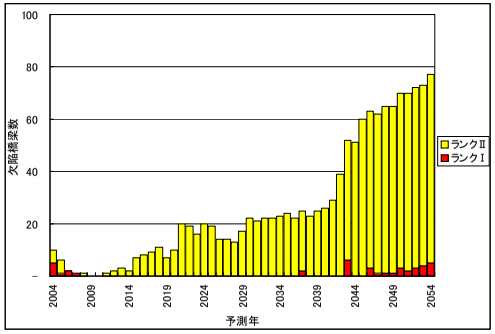
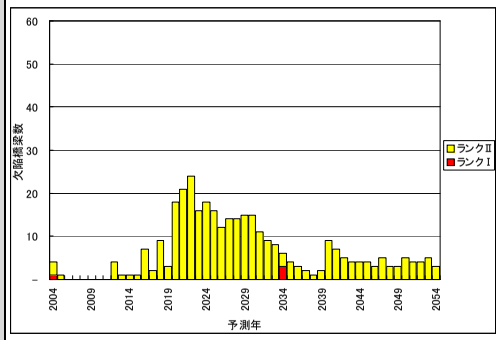
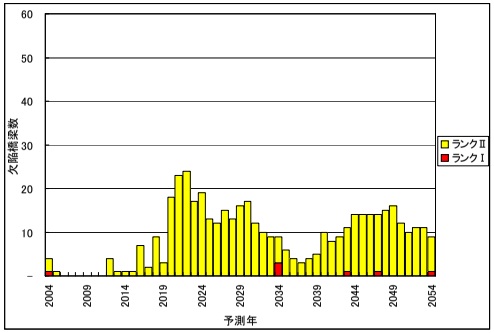
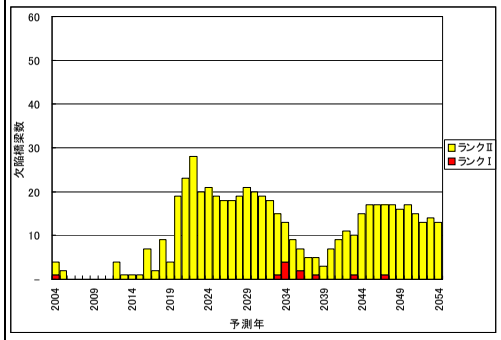
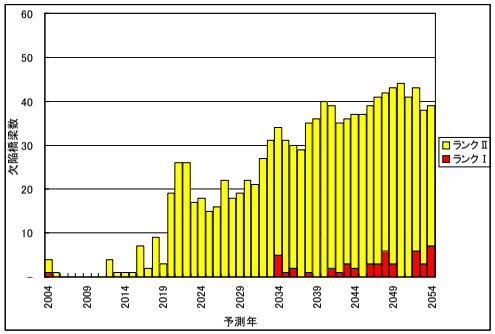
	8:2	7:3	5:5	10:0
C道路事務所				
D道路事務所				

表２－３－９　予防保全率の検討結果　欠陥橋梁数推移（３）

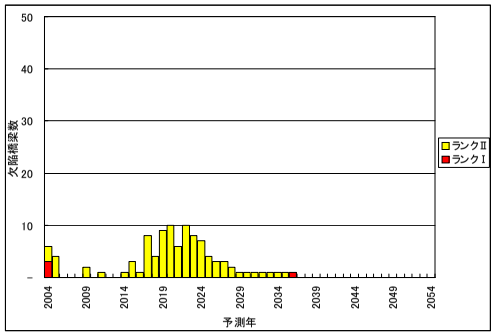
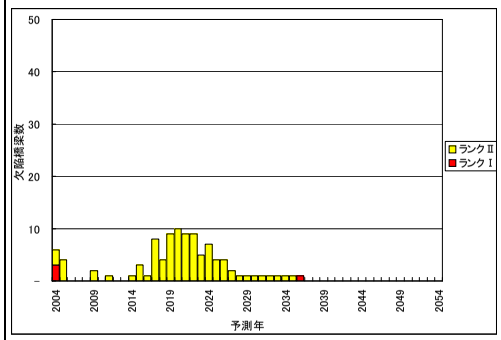
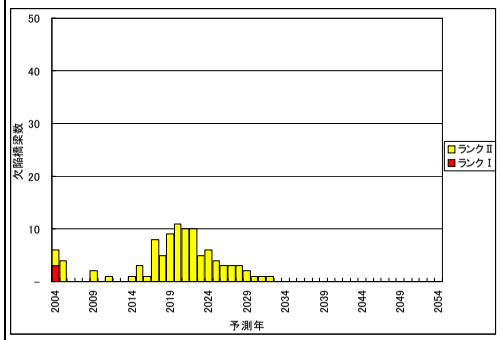
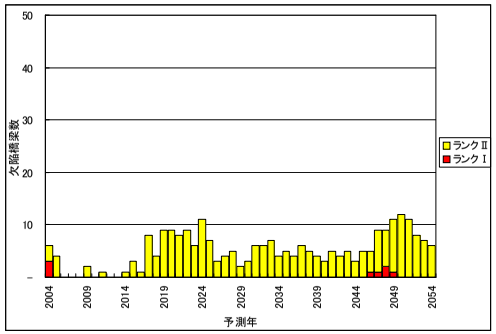
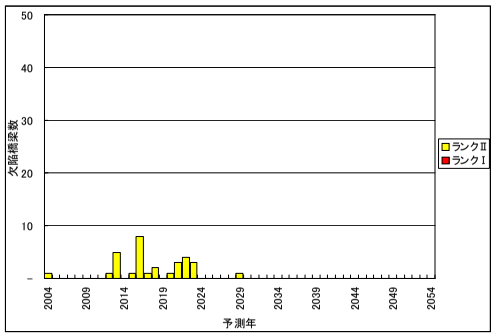
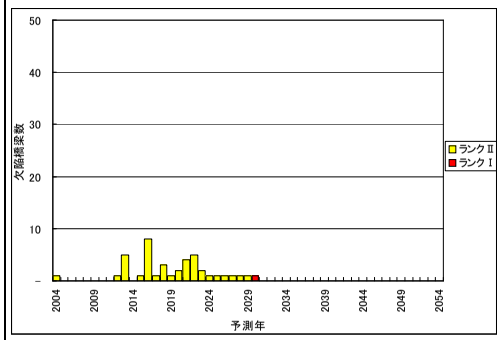
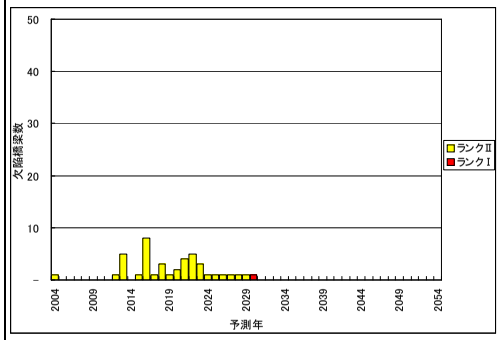
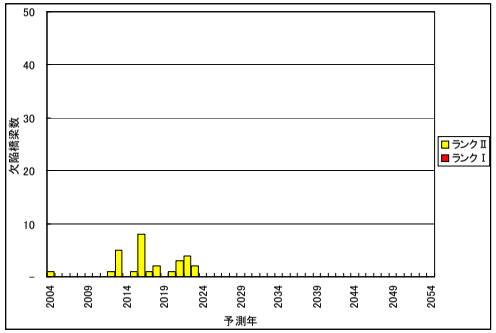
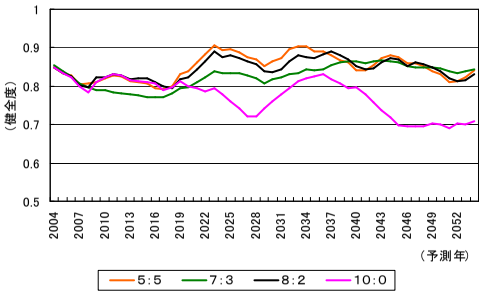
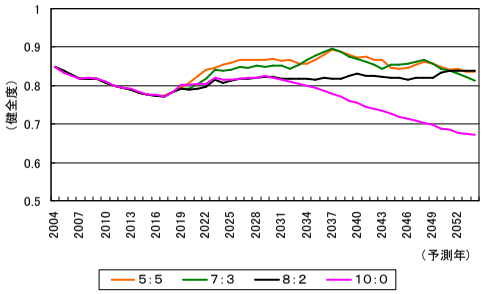
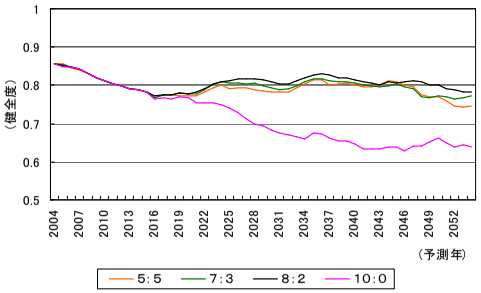
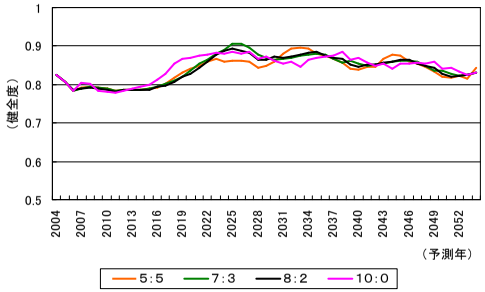
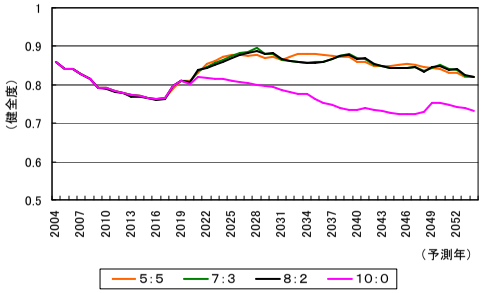
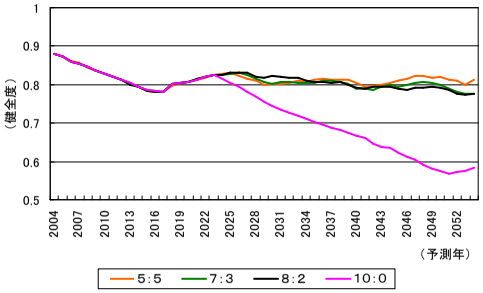
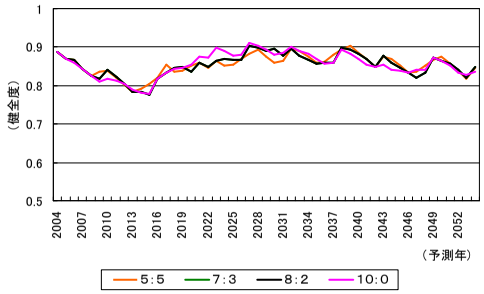
	8:2	7:3	5:5	10:0
E道路事務所				
F道路事務所				

表2－3－10　予防保全率の検討結果　健全度推移比較

マクロ	A道路事務所	B道路事務所	C道路事務所
			
	D道路事務所	**E道路事務所**	**F道路事務所**
			

4）結果のまとめ

(1)事業費について

予防保全率を変化させた4ケースについて、事業費を事務所ごとにまとめて下表に示す。

表２－３－１１　各ミクロの事業費のまとめ

道路事務所	単　位	ケース1 8:2（20%）	ケース2 7:3（30%）	ケース3 5:5（50%）	ケース4 10:0（0%）
A	50 年間の計（百万円）	47,757	37,721	**37,578**	47,989
	年平均（百万円/年）	955	754	**752**	960
B	50 年間の計（百万円）	19,975	18,804	20,308	**17,396**
	年平均（百万円/年）	400	376	406	**348**
C	50 年間の計（百万円）	23,488	**23,435**	23,448	24,836
	年平均（百万円/年）	470	**469**	469	497
D	50 年間の計（百万円）	**8,332**	8,498	8,517	9,721
	年平均（百万円/年）	**167**	170	170	194
E	50 年間の計（百万円）	7,639	7,430	**7,216**	11,875
	年平均（百万円/年）	153	149	**144**	237
F	50 年間の計（百万円）	**3,236**	3,927	3,927	**3,236**
	年平均（百万円/年）	**65**	79	79	**65**
総計	50 年間の計（百万円）	110,427	**99,815**	100,994	115,053
	年平均（百万円/年）	2,210	**1,997**	2,020	2,301

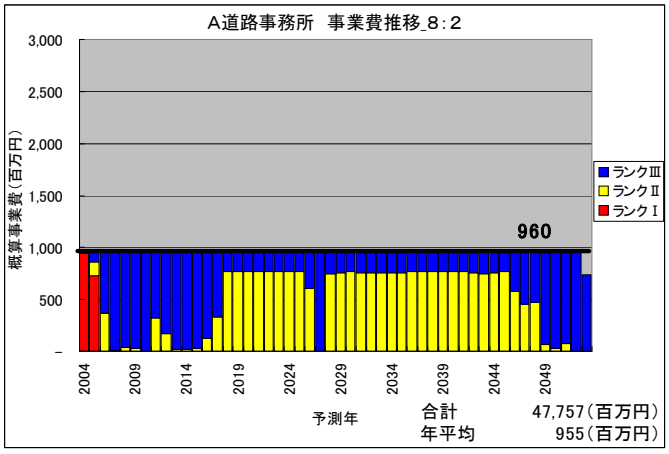
*1　事業費太字：4ケースで最小事業費
*2　赤字：初期破綻以外の期間中後半に破綻あり
*3　事務所名太字：初期破綻あり

- 最小事業費や破綻の有無等、全事務所に共通した傾向が見られない。
- 事務所によっては、最小事業費となるケースにおいて破綻が見られる場合（A 道路事務所）やほとんどのケースで破綻が見られる場合（D 道路事務所）がある。
- 予防保全を行わない場合（予防保全率0%）及び予防保全率を50%まで上げた場合において、破綻する事務所が多く見られた。

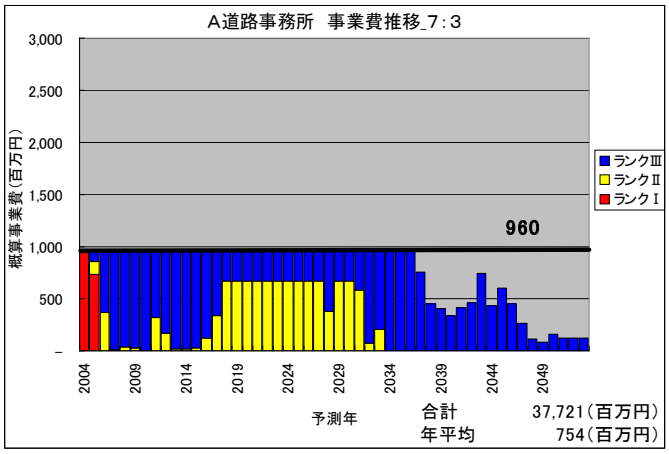
(2)事務所ごとの傾向

A 道路事務所及び D 道路事務所を例として、詳細に検討する。

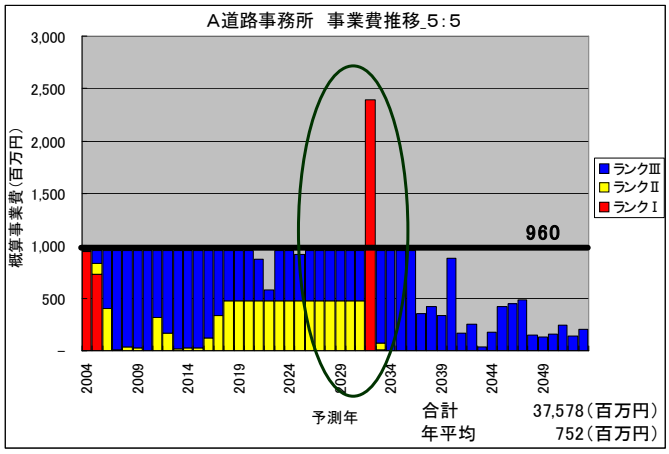
【A 道路事務所】



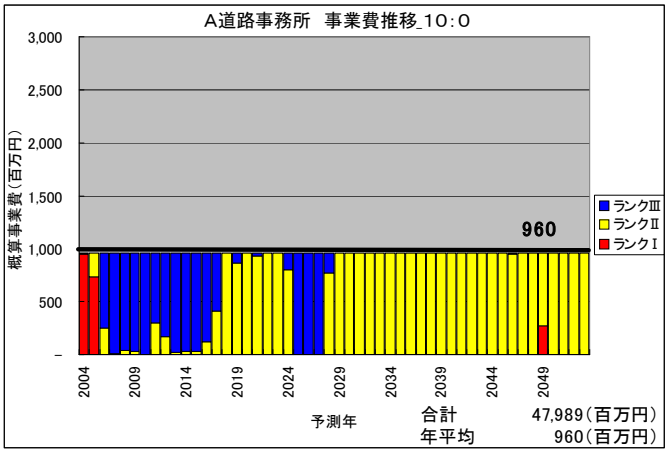
(a) ケース1 (8:2)



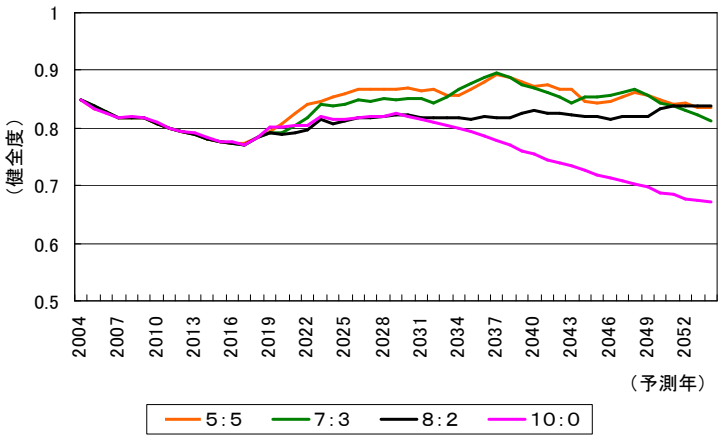
(b) ケース 2 (7:3)



(c) ケース 3 (5:5)



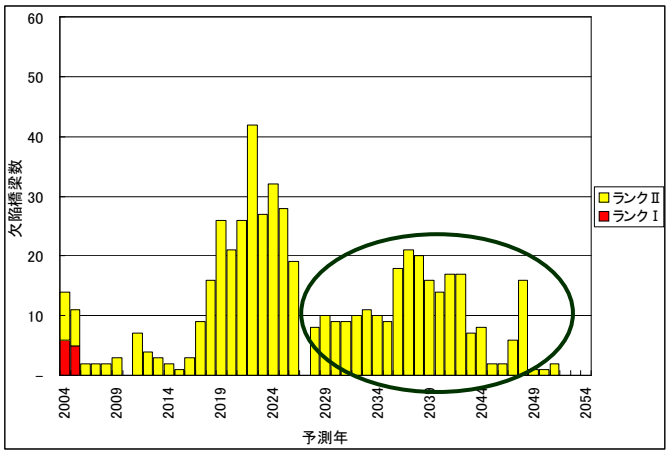
(d) ケース 4 (10:0)



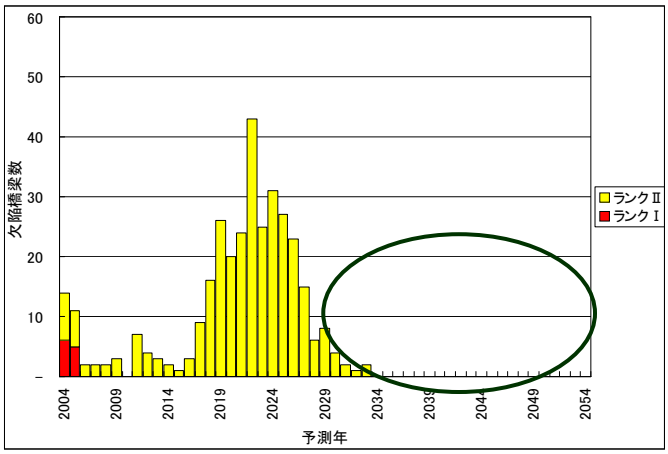
(e) 健全度比較

図2－3－2　A 道路事務所の検討結果1

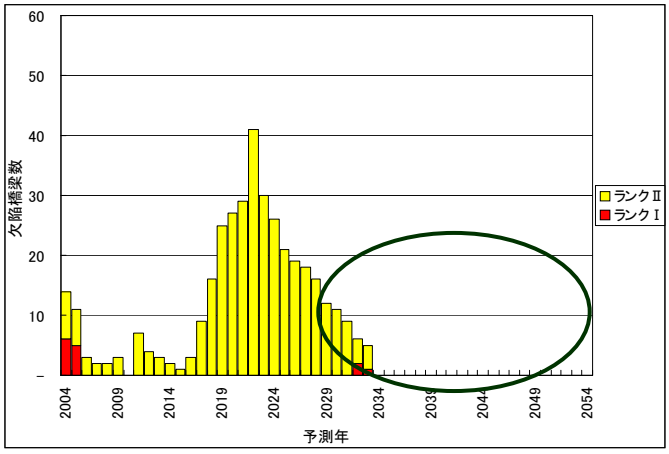
・ 予防保全率を大きくすることにより健全度は高くなるが、ケース 2(7:3)及びケース 3(5:5)に大きな差は見られない。また、予防保全率を 50%まで高くした場合(ケース 3)では事業費に破綻が見られた。



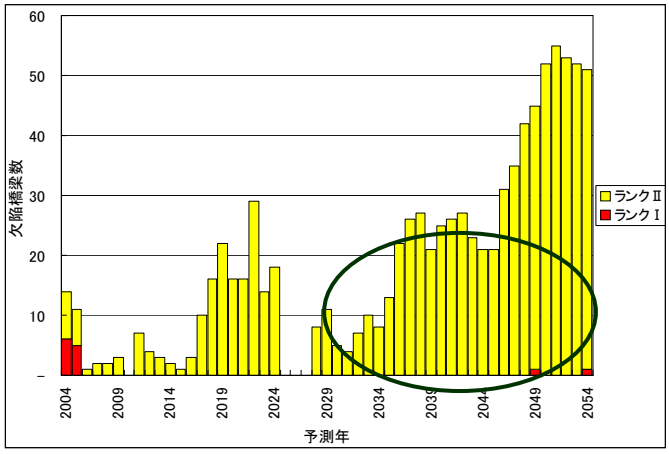
(a) ケース1 (8:2)



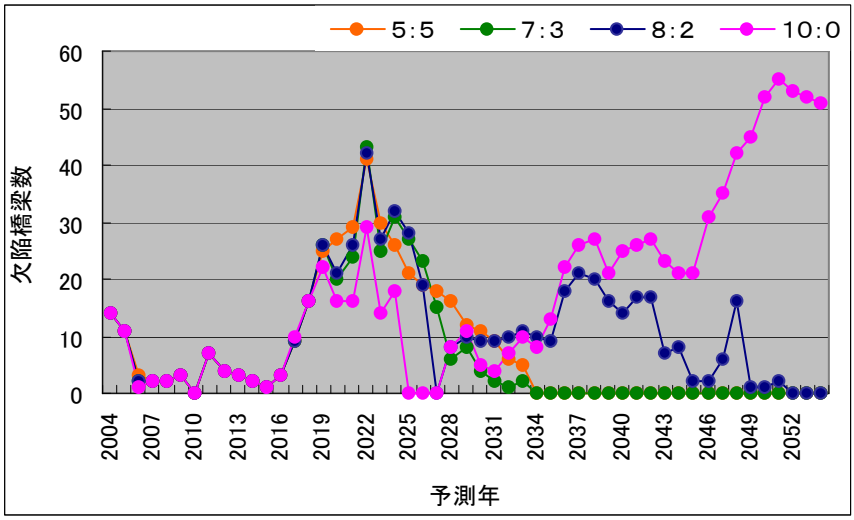
(b) ケース 2 (7:3)



(c) ケース 3 (5:5)



(d) ケース 4 (10:0)

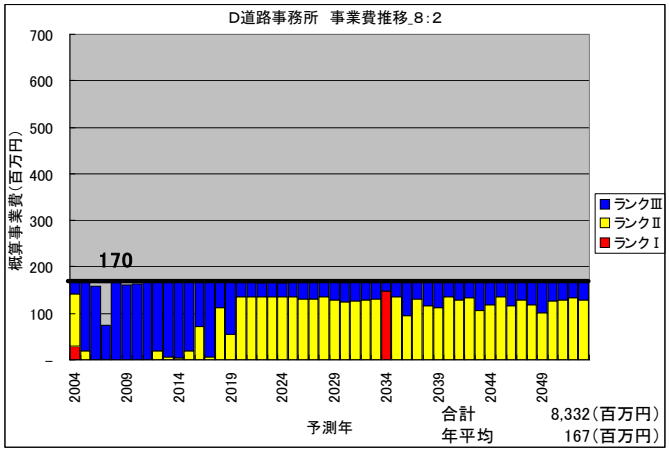


(e) 欠陥橋梁数比較

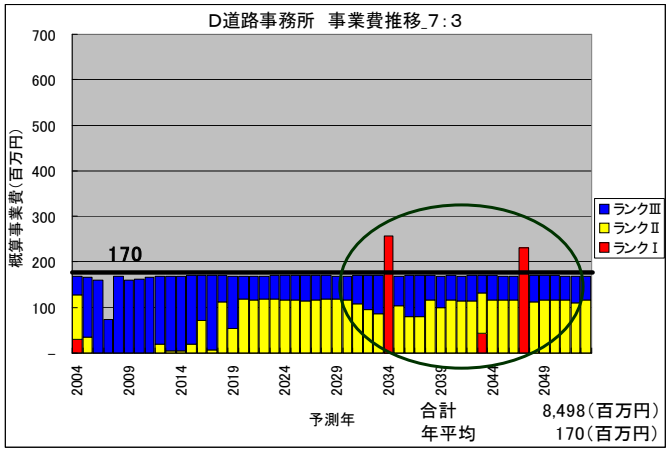
図2－3－3　　A 道路事務所の検討結果2

・ 予防保全率を高くすることにより、期間後半における欠陥橋梁数が無くなった。特に予防保全率を0%とした場合、後半で欠陥橋梁が急激に増加する。

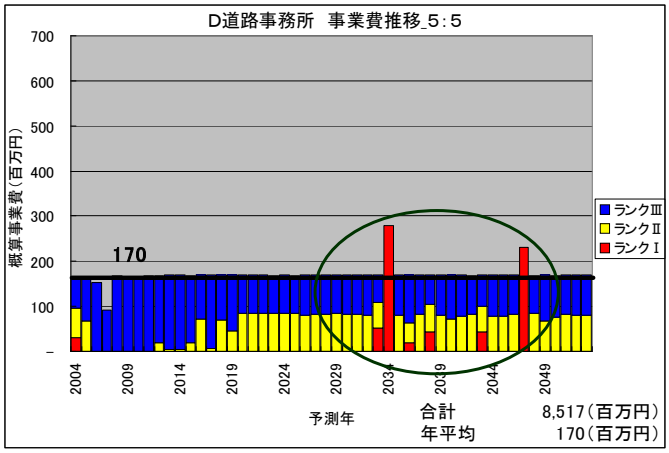
【D 道路事務所】



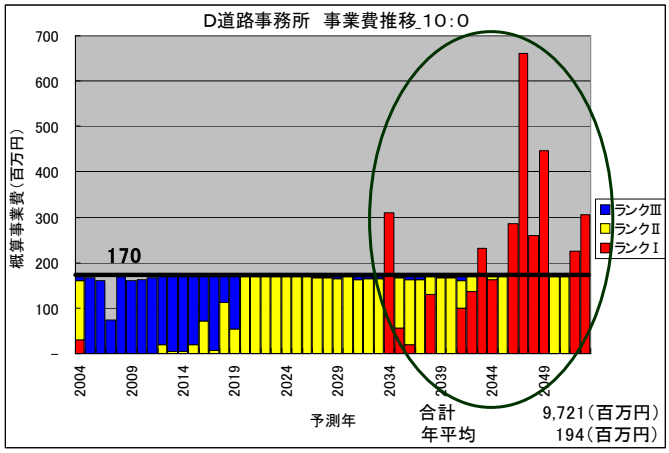
(a) ケース1 (8:2)



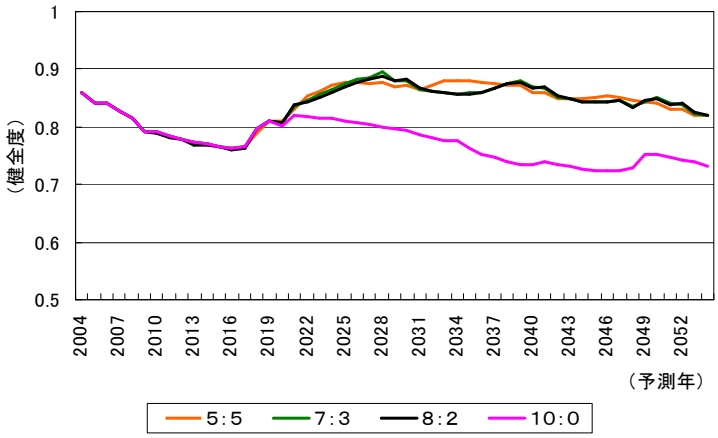
(b) ケース 2 (7:3)



(c) ケース 3 (5:5)



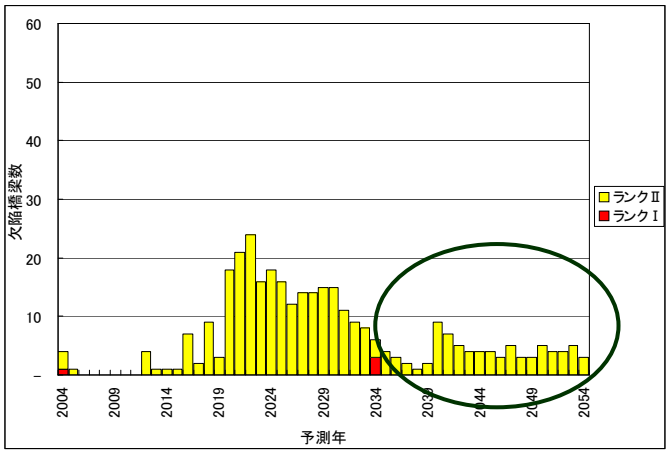
(d) ケース 4 (10:0)



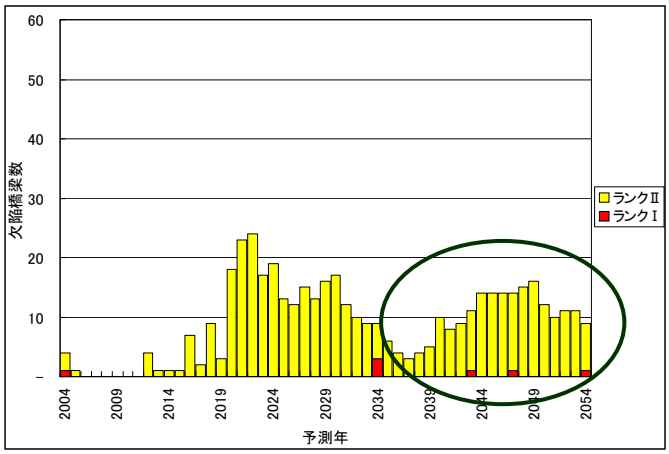
(e) 健全度比較

図2－3－4　D 道路事務所の検討結果1

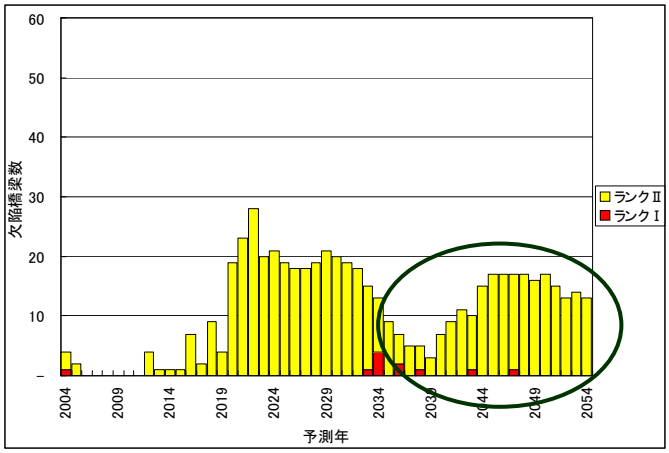
・ ケース4(10:0)を除いて健全度に差は見られないが、ケース 2 及びケース 3 で事業費に破綻が生じた。



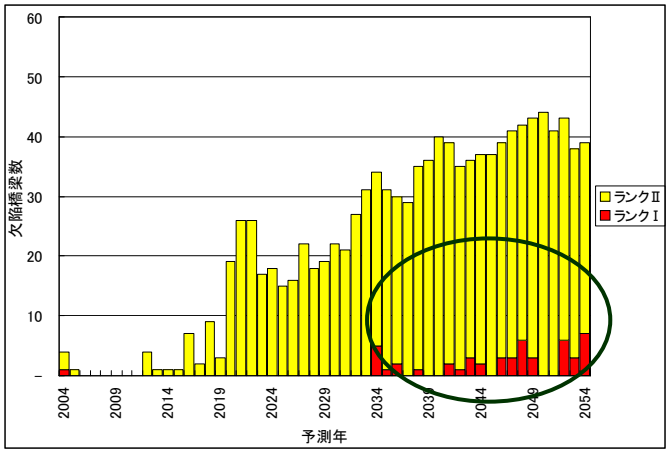
(a) ケース1 (8:2)



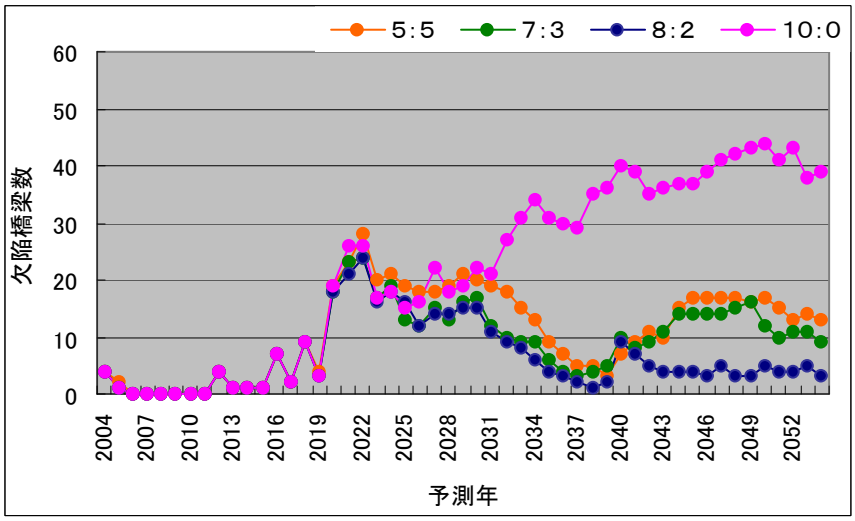
(b) ケース 2 (7:3)



(c) ケース 3 (5:5)



(d) ケース 4 (10:0)



(e) 欠陥橋梁数比較

図2－3－5　D 道路事務所の検討結果2

A 事務所と同様、予防保全率を0%とした場合、期間後半で欠陥橋梁数が急激に増加している。また、予防保全率を30%以上にした場合に、後半における欠陥橋梁数の増加が見られた。

以上の検討結果より、

- 予防保全率を上げることによる効果が現れる場合と現れない場合がある。
- ミクロで管理するストックの状況によって、適切な予防保全率の数値が異なることから、本指標

は各ミクロが判断するのが適切と考えられる。マクロからの方針として示す指標としては適さないと思われる。

ミクロではマクロから配分された予算内でいかに最適なマネジメントを行うかが重要となる。その中で補修実施を判断する戦略の1つとなる予防保全率は、ミクロが管理するストックの状況や必要予算と配分された予算等に応じて適宜ミクロの管理者が判断するものと考えられる。

3章　ミクロマネジメントの簡易的な手法

これまで北海道 BMS を用いたケーススタディにより検討を行ってきたが、本章では施設管理者の情報が脆弱な場合があることを考慮して、簡易的な手法（表計算）による補修計画の作成例を示す（ミクロにおける最初のステップ；「1－3．マクロマネジメントに渡す情報の作成　－ミクロマネジメント」）。ここでは、まず、ケーススタディを行うにあたっての考え方を検討し、ここで提案する簡易的な手法によるマネジメント実施の可能性及び実施する際の課題点等を整理する。

3－1．概　要

1）ケーススタディの流れ

実際に補修計画を作成するまでの一般的な流れを以下に示す。補修計画を作成するためには、各施設の点検を実施し、その点検結果を基にした健全度評価及び劣化推定が必要である。点検方法については、各施設に応じた方法があり、本章では劣化推定及び補修計画の考え方について検討する。

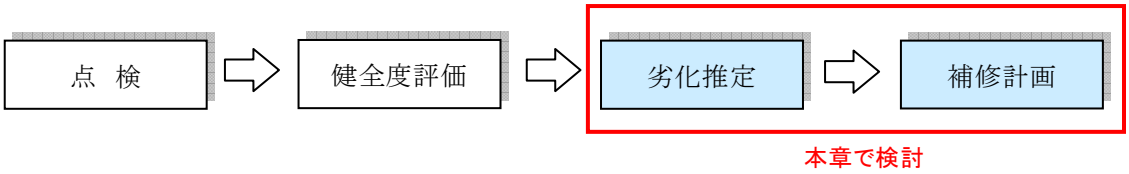


図3－1－1　補修計画作成までの流れ

劣化の推定手法に関しては、現状では以下の3つに大別される。

① 理論的な予測

② 点検データに基づく解析による予測

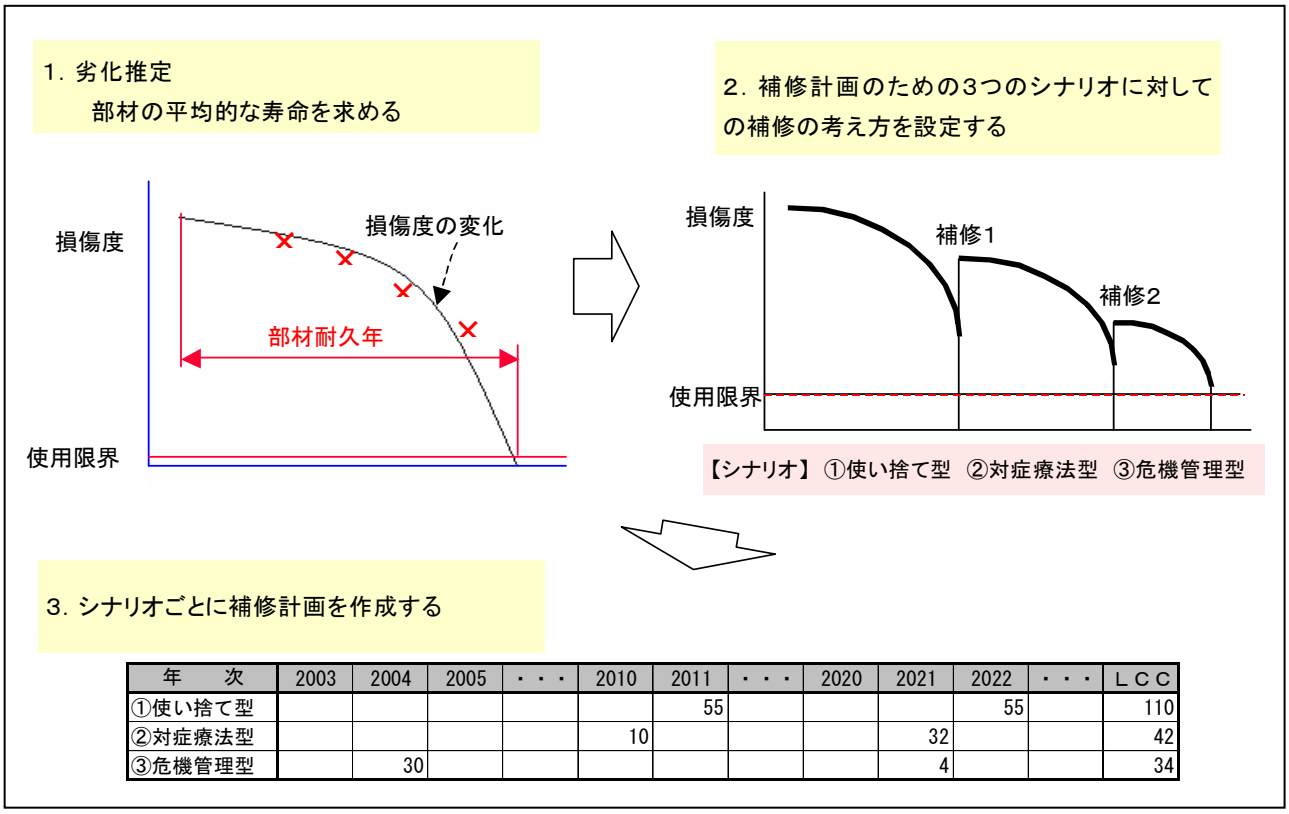
③ それらを組み合わせた劣化予測

本ケーススタディにおいては、橋梁を例にそれぞれの手法を組み合わせた劣化推定手法を示す。また、これらの手法はいずれも平均的な劣化過程を提供するものであり、評価対象となる構造物の周辺環境によっては異なった結果が出ることが予想される。それらについては適宜修正していくことが必要となる。

また、補修計画の作成にあたっては、損傷に応じた補修工法やその補修による回復度、あるいは補修後の劣化推定に関する情報を整理する必要がある。まず、施設の損傷ランクごとの具体的な補修工法を整理し、それぞれの損傷に対して効率性や経済性を考慮して、実際の補修を計画するために、損傷ランクに対応した補修工法を3つのシナリオに対して作成する。

ここでは、橋梁の例として、北海道BMSでの検討結果も参考に、作成例を示すこととする。

具体的なケーススタディの流れを図3－1－2に示す。



年　次	2003	2004	2005	・・・	2010	2011	・・・	2020	2021	2022	・・・	LCC
①使い捨て型						55				55		110
②対症療法型					10				32			42
③危機管理型		30							4			34

図3－1－2　ケーススタディの具体的な流れ

2）ケーススタディの対象部材

ケーススタディで対象とする部材は、劣化が出やすい部材あるいは損傷の多い部材とし、主桁、床版、支承の 3 部材とする。ここで、各部材で対応する損傷は表3－1－1に示すとおりである。

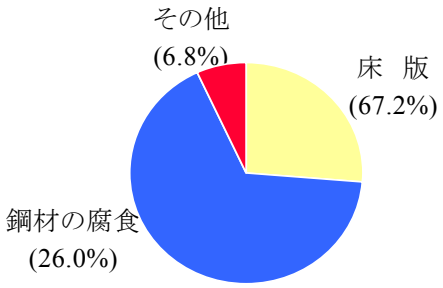


図3－1－3 橋梁の架け替え理由　例：鋼橋　（平成 8 年建設省調査）

表3－1－1 各部材で対応する損傷

部　材	損　傷
主　桁	腐食・塗装劣化
床　版	床版ひび割れ
支　承	腐食・塗装劣化

3）評価指標の定義

(1)損傷度の定義

橋梁の場合、損傷度はOK～Ⅰの5ランクで以下のように定義されている（表3－1－2）。また、例として床版の損傷度の定義を表3－1－3に示す。

表3－1－2 損傷度の定義

損傷度	損 傷 状 態
OK	損傷がない状態あるいは材料特性による損傷
Ⅳ	劣化による損傷の初期段階
Ⅲ	損傷が漸増し、安全性がj徐々に低下する段階
Ⅱ	損傷が加速的に進行し、交通規制を伴う補修が必要な段階
Ⅰ	直ちに通行規制を行い、補修が必要

表3－1－3 損傷度（例：床版）

損傷度	損 傷 状 態
OK	乾燥収縮によるひび割れなど、材料特性による損傷
Ⅳ	1方向ひび割れが並列する段階
Ⅲ	ひび割れが格子状となり、増加する過程
Ⅱ-1	格子状のひび割れが貫通し、密度が大きくなる段階
Ⅱ-2	格子状のひび割れが貫通し、遊離石灰や鉄筋の腐食がある状態
Ⅰ	押し抜きせん断により陥没などが生じた状態

(2)健全度の定義

補修効果を評価するため、あるいは今後の状態を示す指標として、仮に健全度を用いるものとした。算出方法はニューヨーク市の方法を参考に、部材ごとの重み係数を用いて評価することとした。ここで、健全度は直接的に健全性を示す値ではないことに注意が必要である。

表3－1－4 健全度の算出例

部 材	重み係数 Ef(j)	点検結果 OK	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	部材HI EHI	EHI×Ef
床 版	8	75.0		15.0	10.0		85.0	680
主 桁	10		33.3	33.3	33.3		50.0	499.5
舗 装	4	50.0	50.0				87.5	350
伸縮装置	2		50.0	50.0			62.5	125
排水装置	2	100.0					100.0	200
支 承	6		50.0	50.0			62.5	375
防 護 柵	1	100.0					100.0	100
橋 台	8		100.0				75.0	600
ΣEf＝	41							2929.5

損傷の重み係数：Df(i)

損傷度	OK	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
Df	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00

部材HI EHI＝ΣA(i)×Df(i)　　A(i)：損傷度(i)の面積率
Df(i)：損傷度(i)の重み係数

健全度 BHI＝EHI(j)×Ef(j)／ΣEf　＝2,929.5 ／ 41＝71.5

EHI(j)：部材(j)の健全度
Ef(j)：部材(j)の部材の重み係数
ΣEf：重み係数の合計

3－2. 劣化推定に関する検討

劣化曲線は点検データに基づく解析による予測を基にする。但し、本曲線はあくまでもある地域の橋梁を対象として分析した平均値であり、対象となる構造物によって劣化過程は異なるため、当該構造物の点検結果を基にする。

また、部材によっては下図のようなきちんとした劣化曲線がかけない場合が予想される。この際にはランクが 1 になるような年数のみを規定し、それに応じた上に凸な曲線を設定する。曲線は $y=5$（ランク 5）を頂点とする 2 次関数 $y= -ax^2+b$ と仮定する。なお、これらの曲線は今後の点検や検討で更新されるものとする。ここでは基本的に各部材で関連する損傷（原因）を取り扱うが、複合的な劣化に関しては考慮しない。

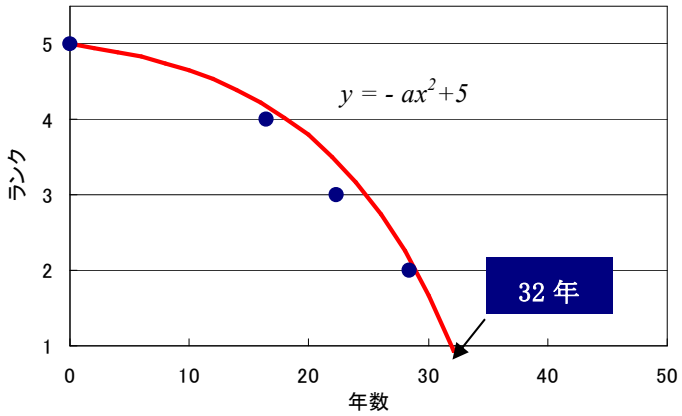


図3－2－1 劣化曲線の設定 （例:床版）

表3－2－1 各部材のランクⅠとなる年数

部　材	部材種類	ランクⅠとなる年数
主 桁	鋼	32 年
	コンクリート	40 年
床 版	コンクリート	32 年
支 承	鋼	30 年
	ゴム	100 年※

※なお、支承(ゴム)については、既往の点検結果から傾向が導き出せなかったため、一般的な耐用年から推定した。

表3－2－2 各部材の劣化係数及び劣化曲線

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	$y = -0.00110x^2 + 5$

3－3. 補修計画に関する検討

1）補修・補強工法の整理

補修・補強工法は、部材種別及び損傷の種類によって決められる。以降では、まず、損傷に対する補修・補強工法の整理を行い、その後に対象となる部材単位での整理を行う。ここでは、橋梁を例として、北海道BMSでの検討及び既存資料を整理して示す。

表3－3－1　対象部材と考慮すべき損傷

部材	材料	劣化予測
主桁	鋼	(1)腐食、(6)塗装劣化
	コンクリート	(7)ひびわれ、(8)剥離鉄筋露出、(9)遊離石灰
床版	鋼	(1)腐食、(6)塗装劣化
	コンクリート	(9)遊離石灰、(8)剥離鉄筋露出、(14)床版ひびわれ
支承	鋼	(1)腐食、(6)塗装劣化
	ゴム	

(1)腐食（塗装劣化）に対する補修・補強工法

i. 概　要

鋼部材の腐食に関する主な補修・補強技術をまとめて下図に示す。なお、補修・補強に際して、事前に発錆の原因を除去するための適切な処置を施す必要がある。例えば、漏水が原因の場合では防水工・止水工を行った後、各工法を実施する必要がある。

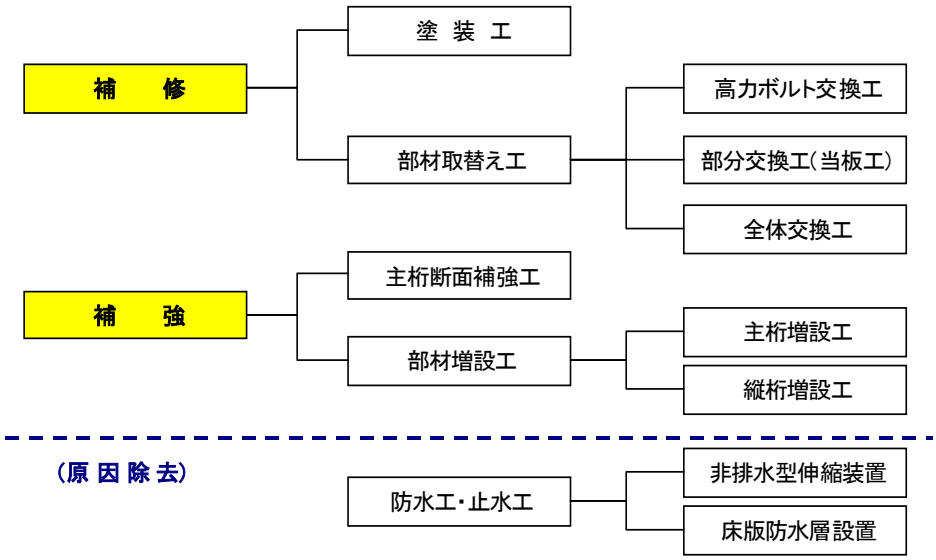


図3－3－1 腐食に対する主な補修・補強工法

以下、腐食の補修工法および補強工法に関して概説する。

ii. 補修工法

● 塗装工

塗装工は腐食の進行を防止するために行うもので、一般的な塗料による塗替え塗装と塗装寿命を延ばすための重防食塗料による塗装がある。

● 部材取替え工

腐食により断面欠損を伴い、塗装工では耐荷力を維持・回復できない場合や継手部における高力ボルト・リベットの腐食の進行を抑止するために実施する。部材取替え工の工法概要および対象部位を表3－3－2に示す。

表3－3－2 部材取替え工の工法概要および対象部位

交 換 工	工 法 概 要	対 象 部 位
高力ボルト	継手部の損傷した高力ボルトおよびリベットを取り外し、新しい高力ボルトを用いる。	継手部高力ボルト・リベット
全　体	損傷した部材全体を取り外し、新しい部材と交換する。	1 次部材(主桁端部・腹板)、 2 次部材(対傾構・横構)

iii. 補強工法

● 主桁断面補強工

主桁の腐食による板厚減少に対して耐荷力向上を図るために実施され、カバープレートの取り付けにより板厚を増加させ発生応力を低減したり、新たな断面の取り付けにより断面剛性を向上させたりする。

● 部材増設工

既設の主桁間に新規の縦桁等を増設して主桁間隔を小さくすることにより、1 主桁あたりの荷重を小さくして耐荷力の向上を図るものである。

● 部材補強工

腐食箇所をガス切断等で除去し、当板を当て高力ボルトまたは溶接による接合する。

● 原因の除去(防水工・止水工)

不十分な防水は漏水や滞水を招き、漏水箇所の鋼材の発錆および腐食の原因となることから、伸縮装置の非排水型への変更、床版の防水層設置、あるいは排水装置の早期補修等の十分な防水工を施す必要がある。

iv. 損傷ランクと補修・補強工法の適用について

ここで、腐食の損傷ランクごとの損傷状態とそれに対して実施する補修・補強工法、さらに各々の工法による損傷ランクの回復状況を表したものを次ページの表に示す。また、補修による回復については現状では不明なことが多く、今後の検討課題と考えられる。なお、ケーススタディにおいては、損傷ランク OK まで回復することとし、補修工法に応じてその後の耐用年数を仮定している。

表3－3－3 腐食の補修補強による損傷ランクの回復状況

損傷症状		補修補強工法		損傷ランク			
主部材	2次部材			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	OK
断面欠損(全体)	－	主桁断面補強工		●	→	◎	
		部材増設	縦桁	●	→	◎	
			主桁	●	→	◎	
断面欠損(部分)	－	主桁断面補強工		●	→	◎	
		部材補強工		●	→	◎	
表面錆(全体)	－	塗装工	塗装塗替え	●	→	→	◎
表面錆(局部)	－				●	→	◎
－	断面欠損(全体)	部材取替え工	部材全体交換	●	→	→	◎
－	断面欠損(部分)	部材取替え工	部材全体交換		●	→	◎
		部材補強工			●	→ ◎	
－	表面錆(全体)	塗装工	塗装塗替え		●	→	◎
－	表面錆(局部)					● →	◎

備考）（全体）：部材全体的　（部分）：部材部分的

●：現状のランク　◎：補修補強後のランク　⇨：補修補強による回復

(2)ひびわれの補修・補強工法

i. 概　要

コンクリート構造物の補修工法の選定方針として、大きく以下の4つに分類できる。

● 劣化因子の遮断

劣化を引き起こす水分、酸素、二酸化炭素、塩化物などの劣化因子がコンクリート中に浸透することを防止する。

● 劣化因子の除去

既にコンクリート中に浸透、蓄積されている劣化因子をコンクリート外に除去する。

● 劣化速度の抑制

既に進行している構造物の劣化速度を緩やかにして寿命を長くする。

● 第三者影響度の改善

コンクリート片の落下による第三者被害の防止などで、構造物の耐久性は向上しないが、応急処置的補修である。

コンクリート部材に対して適用される補修工法および補強工法として代表的なものを図3－3－2に示す。また、以下に各工法の概要を示す。

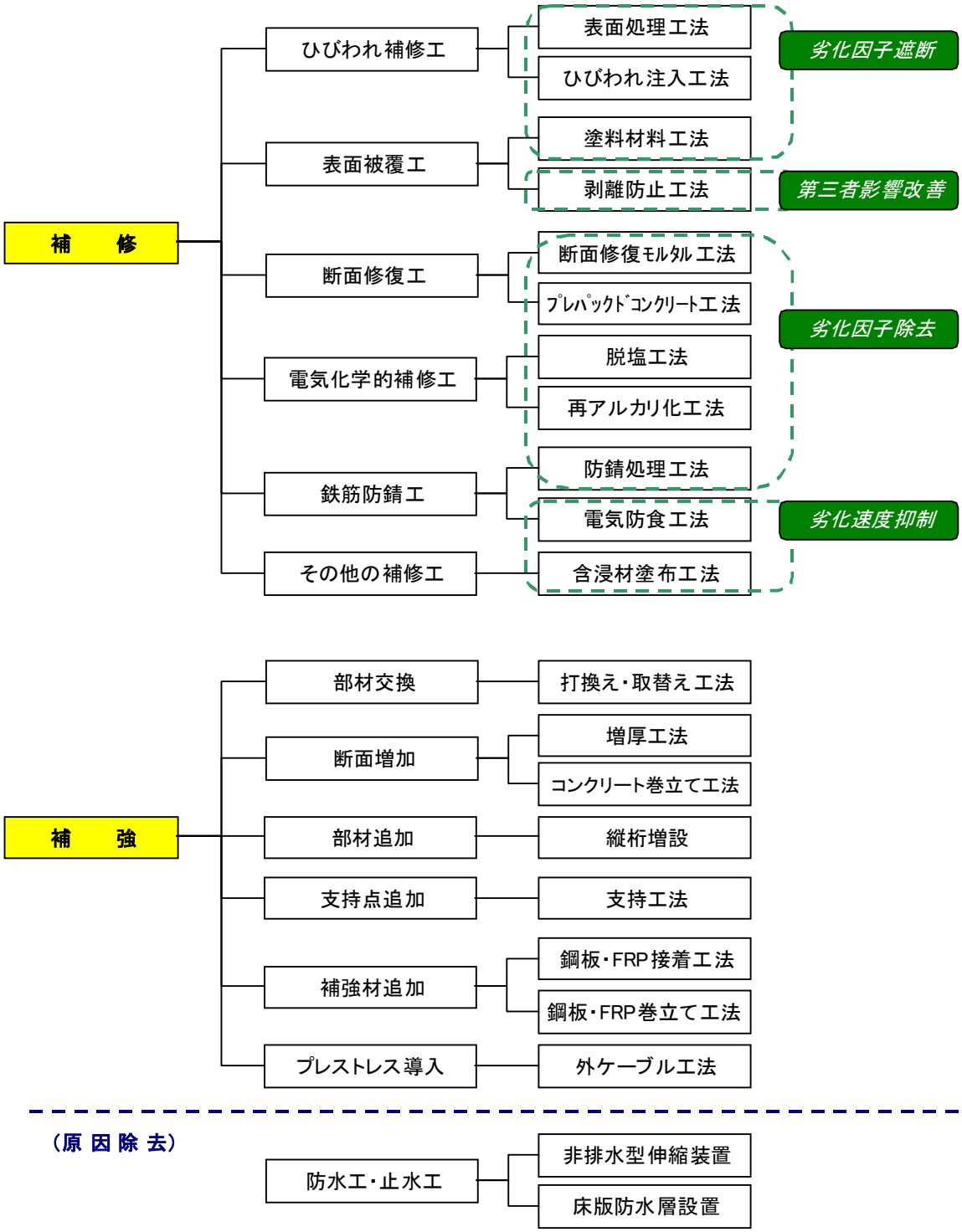


図３－３－２ ひびわれに対する主な補修補強工法

ii. 補修工法

● ひびわれ補修工

防水性、耐久性を向上される目的でおこなわれる工法であり、表面塗布工法、注入工法、充填工法等がある。各工法の概要について下表に示す。

表3－3－4 ひびわれ補修工法の概要

工　法	概　　要
表面塗布工法	微細なひびわれ（幅 0.2mm 以下）の上にひびわれ追従性に優れた表面被覆材や目地材等を塗布する工法
注入工法	使用材料によっては躯体の一体化を図ることも可能であり、コンクリート構造物全般に発生したひびわれの補修工法として最も普及している工法
充填工法	比較的大きな（幅 0.5mm 以上）ひびわれの補修に適し、ひびわれに沿ってコンクリートをカットしてその部分に補修材を充填する工法

● 表面被覆工

劣化進行の抑制を目的として、コンクリート表面に樹脂系やポリマーセメント系の材料を被覆し、炭酸ガスおよび塩分等を遮断する工法である。また、塗装系等の被覆工のみではコンクリート剥落を完全に防止できないため、鋼板、炭素繊維あるいはアラミド繊維等を貼り付けて第三者影響度の改善を図る。

● 断面修復工

コンクリート部材が劣化により元の断面を喪失した場合や中性化、塩化物イオン等の劣化因子を含むかぶりコンクリートを除去した場合の断面修復を目的とした工法である。断面修復モルタル工法、プレパックドコンクリート工法等があり、以下に各々の概要を示す。

表3－3－5 断面修復工法の概要

工　法	概　　要
断面修復モルタル工法	下地処理した断面欠損部に断面修復材をコテやヘラ等で数回に渡って塗り込む工法で、比較的断面欠損が小さく、修復深さが浅い（5cm 未満）に適用される。
プレパックドコンクリート工法	粗骨材を予め型枠の中に詰め、その空隙にモルタルを注入充填する工法で、比較的断面欠損が大きな場合に適用される。

● 電気化学的補修工

脱塩工法と再アルカリ化工法があり、ともにコンクリート表面に電解質を介して外部電極を設置して、コンクリート中の鋼材を陰極として直流電流を印加する。脱塩工法は塩害により、再アルカリ化工法は中性化により劣化したコンクリート部材を対象とする。

● 鉄筋防錆工

主に塩害により劣化した構造物を対象として、コンクリート中の鉄筋の腐食反応を停止させる工法である。防錆処理工法と電気防食工法等があり、以下にそれぞれの概要を示す。

表３－３－６ 鉄筋防錆工法の概要

工　法	概　　要
防錆処理工法	コンクリート表面をはつって鉄筋を露出した後、鉄筋のケレン、防錆材の塗布をして断面修復工を施す工法で、鉄筋の断面欠損が少ない場合に適用される。
電気防食工法	コンクリート表面に陽極材を設置し、コンクリートを介して鋼材に防食電流を供給することで鉄筋の不活性状態にして腐食進行を止める工法である。

● その他の補修工(含浸材塗布工法)

コンクリート部材の劣化原因は、コンクリート表面からのある種の物質浸透、拡散に関係することから、コンクリート表面に含浸材を塗布することによって劣化因子の浸入防止または鉄筋腐食作用を抑制する工法である。

iii. 補強工法

図３－３－２に示したコンクリートの主な補強工法について、その目的別にコンクリート部材および構造体に分類して、それぞれの工法の一般的な適用部材を下表に示す。

表３－３－７ コンクリートの主な補強工法と適用部材

	補 修 工 法		適用部材			
			梁	柱	ｽﾗﾌﾞ	壁
コンクリート部材	打換え工法		△	△	○	○
	増 厚 工 法		△		○	
	接 着 工 法		○	△	○	△
	巻立て工法			○		△
	プレストレス導入工法		○	△	△	
構造体	増設工法	桁	○		○	
	増設工法	支持点	○		○	

備考）　増厚工法　：　上面増厚工法、下面増厚工法

接着工法　：　鋼板接着工法、連続繊維ｼｰﾄ接着工法(FRP 接着工法)

巻立て工法：　鋼板巻立て工法、連続繊維ｼｰﾄ巻立て工法、RC 巻立て工法、モルタル吹付け工法、プレキャストパネル巻立て工法

プレストレス導入工法：外ケーブル工法、内ケーブル工法

増設工法　：　桁増設工法、支持点増設工法

○：実績が比較的多い　　△：適用可能

また、既存の補強工法の中で適用事例が多く、施工および性能照査技術が比較的整備されている工法として、増厚工法、接着工法、巻立て工法および外ケーブル工法が挙げられることより、以下にこれらの工法について概説する。

● 増厚工法

床版をコンクリートおよび鉄筋等で増厚して必要な性能の向上を図る工法である。増厚工法には上面増厚工法と下面増厚工法があり、下表にそれぞれの概要を示す。

表3－3－8 増厚工法の概要

工　法		概　　要
上面増厚工法	床版上面増厚工法	コンクリート上面を切削、研掃後、鋼繊維補強コンクリートを打設して床版を増厚する工法で、押抜きせん断に対する耐荷性能の向上を目的とする。
	鉄筋補強上面増厚工法	上記の床版上面増厚工法で増厚した断面中に補強鉄筋を配置する工法で、張出し床版部等の負の曲げモーメントに対する耐荷性能向上を目的とする。
下面増厚工法		床版下面に鉄筋等の補強材を配置し、ポリマーセメントモルタル等の増厚材料を吹付けて施工し増厚する工法で、主に曲げ耐力の向上を目的とする。

● 接着工法

コンクリート表面に鋼板、繊維シート等を接着して必要性能の向上を図る工法であり、以下に接着工法の概要をまとめる。

表3－3－9 接着工法の概要

工　法	概　　要
鋼板接着工法	主として引張応力作用面に鋼板を取り付け、コンクリートとの空隙に注入接着剤を圧入して一体化させ、鋼板の引張材としての効果を期待する工法である。
連続繊維ｼｰﾄ接着工法	主として引張応力、斜め引張応力作用面に炭素繊維、アラミド繊維等の繊維ｼｰﾄを含浸接着剤で接着して既設部材と一体化させる工法である。

● 巻立て工法

既設のコンクリート部材の周囲に補強材を配置し、既設部材との一体化により、必要性能の向上を図る工法で、補強材の種類等によりコンクリート巻立て工法、鋼板巻立て工法、連続繊維シート巻立て工法等がある。

● 外ケーブル工法(プレストレスの導入)

コンクリート橋の曲げおよびせん断補強を目的として、緊張材をコンクリート外部に配置し、定着部あるいは偏向部を介して部材に緊張力を与える工法である。

ここで、ひびわれの損傷ランクごとの損傷状態とそれに対して実施する補修補強工法、さらに各々の工法による損傷ランクの回復状況について次ページの表に示す。ここで、表は一般的なコンクリート部材（桁）および床版に分けて示している。

表３－３－１０ ひびわれの補修補強による損傷ランクの回復状況（一般的なコンクリート部材；桁）

部　　位	損　傷　症　状		補修補強工法		損傷ランク			
	主　部　材	2 次部材			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	OK
主要部位	幅大、間隔小	－	打　換　え		●	→	→	◎
			ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽ導入	外ｹｰﾌﾞﾙ工法	●	→	◎	
			接着工法	繊維ｼｰﾄ接着	●	→	◎	
	幅大、間隔大	－	打　換　え		●	→	→	◎
			ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽ導入	外ｹｰﾌﾞﾙ工法	●	→	◎	
			接着工法	繊維ｼｰﾄ接着	●	→	◎	
	幅中、間隔小	－				● →	◎	
			ひびわれ補修工	注入工法		● →	◎	
	幅中、間隔大	－	接着工法	繊維ｼｰﾄ接着		● →	◎	
			ひびわれ補修工	注入工法		● →	◎	
	－	幅大、間隔小	打　換　え		●	→	→	◎
			接着工法	繊維ｼｰﾄ接着	●	→	◎	
	－	幅大、間隔大	打　換　え			● →	→	◎
			接着工法	繊維ｼｰﾄ接着		● →	◎	
	－	幅中、間隔小	ひびわれ補修工	注入工法			● →	◎
	－	幅中、間隔大					● →	◎
	幅小、間隔大小	幅小、間隔大小						●
上記以外部位	幅大、間隔小	－	打　換　え		●	→	→	◎
			接着工法	繊維シート接着	●	→	◎	
	幅大、間隔大	－				● →	◎	
			ひびわれ補修工	充填工法		● →	◎	
	幅中、間隔小	－		注入工法			● →	◎
	幅中、間隔大	－					● →	◎
	－	幅大、間隔小	接着工法	繊維ｼｰﾄ接着	●	→	◎	
			ひびわれ補修工	充填工法	●	→	◎	
	－	幅大、間隔大	接着工法	繊維ｼｰﾄ接着		● →	◎	
			ひびわれ補修工	充填工法		● →	◎	
	－	幅中、間隔小		注入工法			● →	◎
	－	幅中、間隔大					● →	◎
	幅小、間隔大小	幅小、間隔大小						●

備考）幅：ひびわれ幅　　間隔：ひびわれ間隔　● ：現状のランク　◎ ：補修補強後のランク

→ ：補修補強による回復

表3－3－11 ひびわれの補修補強による損傷ランクの回復状況（床版）

損傷症状		補修補強工法		損傷ランク			
2方向ひびわれ	1方向ひびわれ			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	OK
幅大、間隔小	－	打換え	全体	●	→	→	◎
			部分	●	→	→	◎
		増設工法	桁	●	→	◎	
			支持点	●	→	◎	
		増厚工法	上面増厚工法	●	→	◎	
幅大、間隔大	－	打換え	部分	●	→	→	◎
		増厚工法	上面増厚工法	●	→	◎	
		接着工法	鋼板接着工法	●	→	◎	
幅中、間隔小	－	打換え	部分	●	→	→	◎
		増厚工法	上面増厚工法	●	→	◎	
		接着工法	鋼板接着工法	●	→	◎	
幅中、間隔大	－	増厚工法	上面増厚工法		●	◎	
		接着工法	鋼板接着工法		●	◎	
			繊維ｼｰﾄ接着工		●	◎	
幅小、間隔小	－		鋼板接着工法		●	◎	
			繊維ｼｰﾄ接着工		●	◎	
		表面被覆工			●	◎	
		ひびわれ補修工	表面塗布工法		●	◎	
幅小、間隔大	－		注入工法			●	◎
－	幅大、間隔小	接着工法	繊維ｼｰﾄ接着工		●	◎	
		断面修復工	モルタル工法		●	◎	
－	幅大、間隔大				●	◎	
		ひびわれ補修工	充填工法		●	◎	
－	幅中、間隔小	断面修復工	モルタル工法		●	◎	
		表面被覆工			●	◎	
－	幅中、間隔大	ひびわれ補修工	注入工法			●	◎
－	幅小、間隔小	表面被覆工				●	◎
		ひびわれ補修工	表面塗布工法			●	◎
－	幅小、間隔大		注入工法			●	◎

備考） （幅：ひびわれ幅、間隔：ひびわれ間隔） ●：現状のランク ◎：補修補強後のランク

⇨：補修補強による回復

2）補修工法の選択の判断基準に関する検討

(1)概　要

前項では各損傷に応じた一般的な工法について整理した。ここでは、これらを実際の検討の際に選択できるように各部材において整理する必要がある。なお、これら補修工法の選択の判断基準としては、以下のように考えた。

- 評価の軸は、各損傷ランクである。
- 損傷ランクで採用する工法は、LCC が低い工法を考える。

なお、ここで示す補修補強による回復状況については、前述したように現段階では不明確であることより、今後の検討課題と考えられる。

(2)鋼主桁、横桁（腐食）

鋼主桁、横桁については、前に示した以下の表のうち、その橋梁の状況に依存する工法（以下の斜線部）を以下の理由で除く。

- 部材増設については、その橋梁の構造条件に依存するため、一般的な工法になりにくい。

表３－３－１２　腐食の補修補強による損傷ランクの回復状況

損傷症状		補修補強工法		損傷ランク			
主部材	2 次部材			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	OK
断面欠損（全体）	－	主桁断面補強工		●	→	◎	
		部材増設	縦桁	●	→	◎	
			主桁	●	→	◎	
断面欠損（部分）	－	主桁断面補強工		●	→	◎	
		部材補強工		●	→	◎	
表面錆（全体）	－	塗装工	塗装塗替え	●	→	→	◎
表面錆（局部）	－				●	→	◎
－	断面欠損（全体）	部材取替え工	部材全体交換	●	→	→	◎
－	断面欠損（部分）	部材取替え工	部材全体交換		●	→	◎
		部材補強工			●	→ ◎	
－	表面錆（全体）	塗装工	塗装塗替え		●	→	◎
－	表面錆（局部）					● →	◎

備考）（全体）：部材全体的　（部分）：部材部分的

●：現状のランク　◎：補修補強後のランク　⇨：補修補強による回復

(3)コンクリート主桁、横桁

コンクリート主桁、横桁については、下表のうちの主部材にあたる。ひび割れが深刻な場合、打換えでの対処が困難になることが考えられるが、ここでは、次表の通りでシナリオを設定する。

表3－3－13 ひびわれの補修補強による損傷ランクの回復状況（一般的なコンクリート部材；桁）

部　　位	損　傷　症　状		補修補強工法		損傷ランク			
	主　部　材	2 次部材			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	OK
主要部位	幅大、間隔小	―	打　換　え		●	→	→	◎
			ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽ導入	外ｹｰﾌﾞﾙ工法	●	→	◎	
			接着工法	繊維ｼｰﾄ接着	●	→	◎	
	幅大、間隔大	―	打　換　え		●	→	→	◎
			ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽ導入	外ｹｰﾌﾞﾙ工法	●	→	◎	
			接着工法	繊維シート接着	●	→	◎	
	幅中、間隔小	―				● →	◎	
			ひびわれ補修工	注入工法		● →	◎	
	幅中、間隔大	―	接着工法	繊維シート接着		● →	◎	
			ひびわれ補修工	注入工法		● →	◎	
	―	幅大、間隔小	打　換　え		●	→	→	◎
			接着工法	繊維シート接着	●	→	◎	
	―	幅大、間隔大	打　換　え			● →	→	◎
			接着工法	繊維シート接着		● →	◎	
	―	幅中、間隔小	ひびわれ補修工	注入工法			● →	◎
	―	幅中、間隔大					● →	◎
	幅小、間隔大小	幅小、間隔大小						●
上記以外部位	幅大、間隔小	―	打　換　え		●	→	→	◎
			接着工法	繊維シート接着	●	→	◎	
	幅大、間隔大	―				● →	◎	
			ひびわれ補修工	充填工法		● →	◎	
	幅中、間隔小	―		注入工法			● →	◎
	幅中、間隔大	―					● →	◎
	―	幅大、間隔小	接着工法	繊維シート接着	●	→	◎	
			ひびわれ補修工	充填工法	●	→	◎	
	―	幅大、間隔大	接着工法	繊維シート接着		● →	◎	
				充填工法		● →	◎	
	―	幅中、間隔小	ひびわれ補修工	注入工法			● →	◎
	―	幅中、間隔大					● →	◎
	幅小、間隔大小	幅小、間隔大小						●

備考）幅：ひびわれ幅　　間隔：ひびわれ間隔　●：現状のランク　◎：補修補強後のランク

⇨：補修補強による回復

3)床　版

前に示した以下の表のうち、橋梁の状況に依存する工法(以下の斜線部)を以下の理由で除く。

- 部分打換えについては、その対象範囲を正確に推定する事は困難なため、全体打換えで考慮する。
- 増設工法については、その橋梁の構造条件に依存するため、一般的な工法になりにくい。

表3－3－14　ひびわれの補修補強による損傷ランクの回復状況(床版)

損傷症状		補修補強工法		損傷ランク			
2方向ひびわれ	1方向ひびわれ			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	OK
幅大、間隔小	－	打換え	全体	●	→	→	◎
			部分	●	→	→	◎
		増設工法	桁	●	→	◎	
			支持点	●	→	◎	
		増厚工法	上面増厚工法	●	→	◎	
幅大、間隔大	－	打換え	部分	●	→	→	◎
		増厚工法	上面増厚工法	●	→	◎	
		接着工法	鋼板接着工法	●	→	◎	
幅中、間隔小	－	打換え	部分	●	→	→	◎
		増厚工法	上面増厚工法	●	→	◎	
		接着工法	鋼板接着工法	●	→	◎	
幅中、間隔大	－	増厚工法	上面増厚工法		● →	◎	
		接着工法	鋼板接着工法		● →	◎	
			繊維ｼｰﾄ接着工		● →	◎	
幅小、間隔小	－		鋼板接着工法		● →	◎	
			繊維ｼｰﾄ接着工		● →	◎	
		表面被覆工			● →	◎	
		ひびわれ補修工	表面塗布工法		● →	◎	
幅小、間隔大	－		注入工法			● →	◎
－	幅大、間隔小	接着工法	繊維ｼｰﾄ接着工		● →	◎	
		断面修復工	モルタル工法		● →	◎	
－	幅大、間隔大				● →	◎	
		ひびわれ補修工	充填工法		● →	◎	
－	幅中、間隔小	断面修復工	モルタル工法		● →	◎	
		表面被覆工			● →	◎	
－	幅中、間隔大	ひびわれ補修工	注入工法			● →	◎
－	幅小、間隔小	表面被覆工				● →	◎
		ひびわれ補修工	表面塗布工法			● →	◎
－	幅小、間隔大		注入工法			● →	◎

備考)　幅:ひびわれ幅　　間隔:ひびわれ間隔　●：現状のランク　◎：補修補強後のランク

⇨　:補修補強による回復

4)支 承

支承に関しては、主に鋼製、ゴム製が考えられる。ゴム製の支承は、未だ具体的な劣化現象が確認できない事と、基本的にゴム自体の劣化は考えなくともよいように考えられている事から、ここでは鋼製のみを考慮する。なお、ゴム製の支承に関しては、耐用年数で取り扱い、その値としては一般的な事例を参考にして100年で対応する。

腐食に関しては以下のようになっているが、支承に適用した場合に問題となる工法は以下の理由で除く(表中の斜線の部分)。

- 当て板などにより、断面補強を実施した例も過去にはあるが、支承の形式や、その状況などに依存する事が考えられるので、支承の取替で対応するものとする。
- 部材増設は支承の場合には当てはまらない。

これらを加味して、シナリオを作成する。

表3－3－15 腐食の補修補強による損傷ランクの回復状況

損傷症状		補修補強工法		損傷ランク			
主部材	2次部材			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	OK
断面欠損(全体)	－	主桁断面補強工		●		◎	
		部材増設	縦桁	●		◎	
			主桁	●		◎	
断面欠損(部分)	－	主桁断面補強工		●		◎	
		部材補強工		●		◎	
表面錆(全体)	－	塗装工	塗装塗替え	●			◎
表面錆(局部)	－				●		◎
－	断面欠損(全体)	部材取替え工	部材全体交換	●			◎
－	断面欠損(部分)	部材取替え工	部材全体交換		●		◎
		部材補強工			●	◎	
－	表面錆(全体)	塗装工	塗装塗替え		●		◎
－	表面錆(局部)					●	◎

備考)(全体):部材全体的 (部分):部材部分的
●:現状のランク ◎:補修補強後のランク ⇨:補修補強による回復

5)補修計画のシナリオ作成

これまでは橋梁を例として部材の損傷ランク毎に整理した補修補強技術を示した。これをもとに3つのシナリオ(使い捨て型、対症療法型、危機管理型)に則った補修計画シナリオを作成する。

(1)シナリオの考え方

i. シナリオパターン

以下に示す３つのシナリオを考え、部材ごとにＬＣＣ最小となる工法を適宜選ぶようにする。

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。

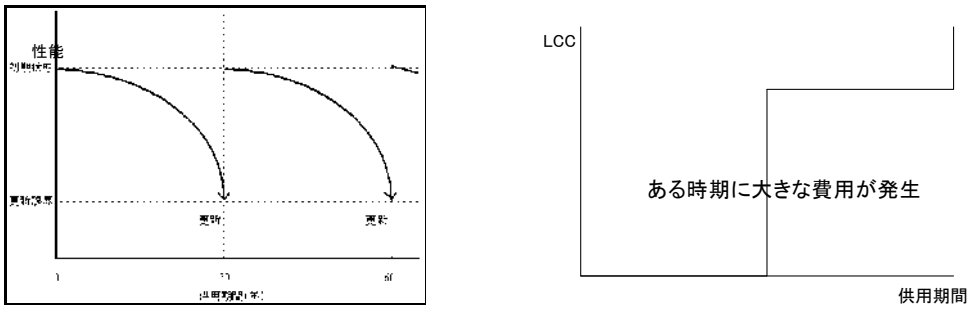


図3－3－3 使い捨て型のイメージ

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。

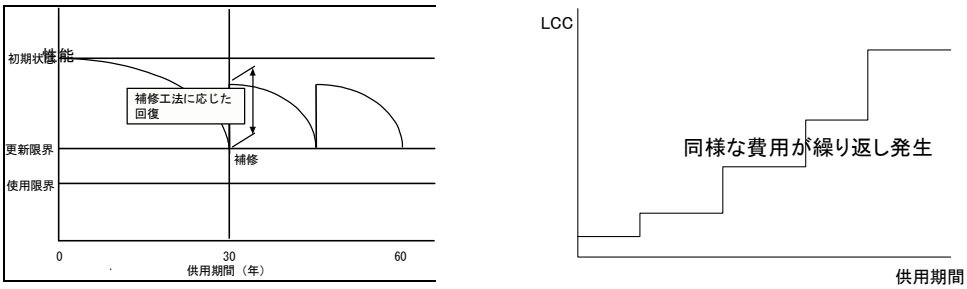


図3－3－4 対症療法型のイメージ

③危機管理型:初期不良等の損傷を早い段階で補修し、現状で可能な長寿命工法により補修する。

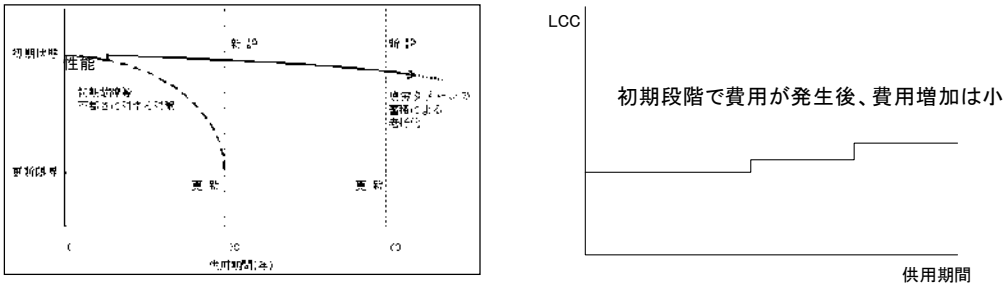


図3－3－5 危機管理型のイメージ

ii. 補修タイミング

補修のタイミングおよび工法は、シナリオごとに損傷度に応じて設定する。その際、補修が可能なレベルを更新限界、補修が不可能で部材取替え以外の選択がないレベルを使用限界として割り当てる。

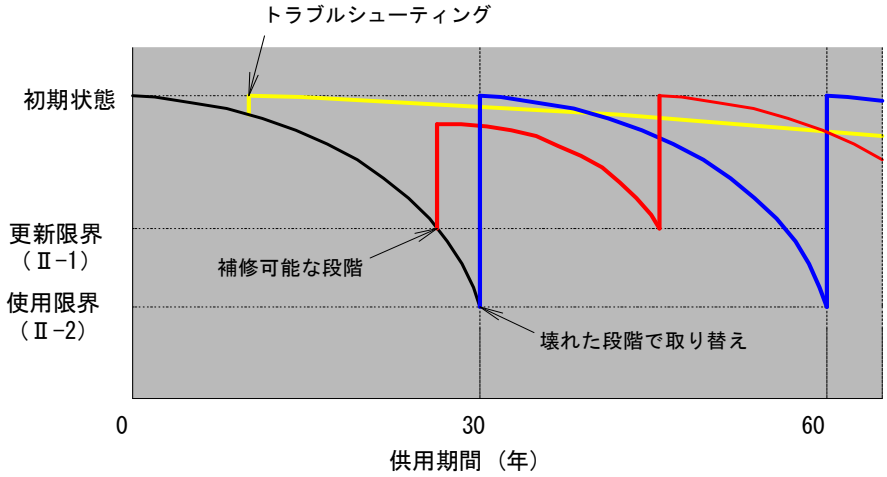


図3－3－6 補修タイミングの考え方

iii. 補修による効果

前述のように現段階では補修実施後の回復度合いが不明なことより、ケーススタディにおいては実施後ランク OK まで回復することとし、補修後ランクⅠとなる年数（耐用年）を工法毎に設定する。また、補修工法の耐用年についても同様に不明であることが多いことから、基本的に単価も含めて補修工法ごとの既往の実績資料あるいはヒアリングにより決定している。

表3－3－16 補修工法整理結果 一覧表

	補修・補強工法		単位	金額（千円）	耐用年	元資料	備考
床版	打換え	RC床版	㎡	109	50	橋建協	
		合成床版		121	100	橋建協	
		プレキャストPC床版		133	100	橋建協	
	増厚工法	上面増厚工法	㎡	45	15年	ヒアリング	含む防水、舗装
	接着工法	鋼板接着工法	㎡	57	15年	ヒアリング	含む足場
		連続繊維シート接着工法	㎡	67	上塗り10年	ヒアリング	（４層積層）
	表面被覆工		㎡	11	10年	ヒアリング	含む剥落対策
	ひびわれ補修工法	表面塗布工	㎡	6	10年	ヒアリング	ひびわれ部のみ
		ひびわれ注入工法	m	5	10年	ヒアリング	ひびわれ密度により㎡換算可能
	断面修復工法		㎡	70	10年	ヒアリング	
	原因除去工	床版防水工	㎡	11.5	10年	ヒアリング	含む舗装撤去、再敷設
鋼主桁（腐食）	断面補強工	当て板	箇所	240	30	ヒアリング	再塗装が必要
	再塗装工法	A塗装系(a-1)	㎡	5.1	別表	橋建協	足場含む
		B塗装系(b-1)		6	別表	橋建協	足場含む
		C塗装系(c-3)		10.2	別表	橋建協	足場含む
鋼主桁,横桁(疲労)	溶接補修工		箇所	115	10年	ヒアリング	
	添接板による補修	HTBによる	箇所	190	60年	ヒアリング	
		溶接による	箇所	150	10年	ヒアリング	
コンクリート主桁	打換え	部分	㎡	71	30	ヒアリング	
	プレストレス導入	外ケーブル工法			50年	ヒアリング	足場7.5別途
		→削孔工	m	30			
		→CFCC	m	80			
		→緊張工	本	45			
	接着工法	連続繊維シート接着工法	㎡	67	上塗り10年	ヒアリング	（４層積層）
	表面被覆工		㎡	11	10年	ヒアリング	含む剥落対策
	ひびわれ補修工法	表面塗布工	㎡	6	10年	ヒアリング	ひびわれ部のみ
		ひびわれ注入工法	m	5	10年	ヒアリング	ひびわれ密度により㎡換算可能
	断面修復工法		㎡	70	10年	ヒアリング	含むハツリ
鋼床組部材(腐食)	部材取替	全体交換	t	1100	30	ヒアリング	塗装が必要
	再塗装工法	A塗装系(a-1)	㎡	5.1	別表	橋建協	足場含む
		B塗装系(b-1)		6	別表	橋建協	足場含む
		C塗装系(c-3)		10.2	別表	橋建協	足場含む
橋台 橋脚	打換え	部分	㎡	40	30年	ヒアリング	
	巻き立て工法	ＲＣ		55	30年	ヒアリング	
		鋼板	m	87	30年	ヒアリング	
		繊維シート	m	67	上塗り10年	ヒアリング	（４層積層）
	接着工法	連続繊維シート接着工法	㎡	67	上塗り10年	ヒアリング	（４層積層）
	表面被覆工		㎡	11	10年	ヒアリング	含む剥落対策
	ひびわれ補修工法	充填工法	㎡	25	10年	ヒアリング	ひびわれ部のみ
		ひびわれ注入工法	m	5	10年	ヒアリング	ひびわれ密度により㎡換算可能
	断面修復工法		㎡	70	10年	ヒアリング	含むハツリ
支承(腐食)	部材取替	鋼製支承反力大	個	960	30年	ヒアリング	一式
		鋼製支承反力小	個	565	30年	ヒアリング	一式
		ゴム支承	㎡	43.3	100年	橋建協	
	再塗装工法	A塗装系(a-1)	㎡	5.1	別表	橋建協	足場含む
		B塗装系(b-1)		6	別表	橋建協	足場含む
		C塗装系(c-3)		10.2	別表	橋建協	足場含む
伸縮装置	取替	鋼製	m	150	30年	ヒアリング	
		ゴム製	m	150	15年	ヒアリング	
	補修	ゴム補修	m	15	10年	ヒアリング	

表3－3－17 塗装耐用年

塗替え仕様		a-1	b-1	c-3
塗装名称		長油性フタル酸樹脂塗装	塩化ｺﾞﾑ系塗装	フッ素樹脂塗装
環境	一般環境	15 年	20 年	60 年
	やや厳しい環境	10 年	15 年	45 年
	厳しい環境	－	10 年	30 年

(2)具体的なシナリオの作成

部材ごとの損傷に応じた補修シナリオを設定する。ここで、表中の回復率とは補修後の損傷ランク、耐久性は補修後の耐久年を仮定したものである。対象3部材に対してそれぞれ補修計画シナリオを作成する。ここで示す危機管理型シナリオの補修工法は、北海道BMSにおいて設定されたものを示している。

i. 鋼主桁

鋼主桁に関しては、対象とする損傷を塗装劣化と腐食とし、以下のように考える。

② 使い捨て型：取替不可能な部材として、使用限界において架替えで対応する。

③ 対症療法型：更新限界において、現状の通常塗装としてＡまたはＢ塗装を繰り返し塗り替える。

④ 危機管理型：更新限界において、初期コストは高いが、ＬＣＣで有利なＣ塗装系に塗り替える。

表3－3－18 鋼主桁のシナリオ

<table>
<tr><th rowspan="2">ランク</th><th colspan="9">シナリオ</th></tr>
<tr><th colspan="3">① 使い捨て型</th><th colspan="3">② 対症療法型</th><th colspan="3">③ 危機管理型</th></tr>
<tr><th>補修工法</th><th>回復率</th><th>耐久性</th><th>補修工法</th><th>回復率</th><th>耐久性</th><th>補修工法</th><th>回復率</th><th>耐久性</th></tr>
<tr><td>OK</td><td colspan="3" rowspan="2">対処なし</td><td colspan="3" rowspan="2">対処なし</td><td colspan="3" rowspan="2">対処なし</td></tr>
<tr><td>Ⅳ</td></tr>
<tr><td>Ⅲ</td><td colspan="3">対処なし</td><td colspan="3">更新限界 対処なし</td><td colspan="3">対処なし</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ⅱ</td><td colspan="3" rowspan="2">対処なし</td><td>◎塗装工(A塗装系長油ﾌﾀﾙ酸樹脂塗装)</td><td>OK</td><td>13年</td><td>◎塗装工(C-3塗装系;フッ素樹脂塗装)</td><td>OK</td><td>45年</td></tr>
<tr><td>○ 塗装工(B塗装系塩化ゴム系塗装)</td><td>OK</td><td>15年</td><td>○ 塗装工(C-1塗装系;ﾎﾟﾘｳﾚﾀﾝ樹脂塗装)</td><td>OK</td><td>30年</td></tr>
<tr><td colspan="3">対処なし
使用限界</td><td>◎塗装工(A塗装系長油ﾌﾀﾙ酸樹脂塗装)＋当て板補修工</td><td>OK</td><td>13年</td><td>◎ 塗装工(C-3)＋当て板補修工</td><td>OK</td><td>45年</td></tr>
<tr><td colspan="3">◎ 架替え</td><td>OK</td><td>年</td><td>◎ 架替え</td><td>OK</td><td>年</td><td>◎ 架替え</td><td>OK</td><td>年</td></tr>
</table>

ii. コンクリート主桁

コンクリート主桁に関しては、特に、その損傷を塩害によるひび割れと考え、対象を塩害地域のみと考える。

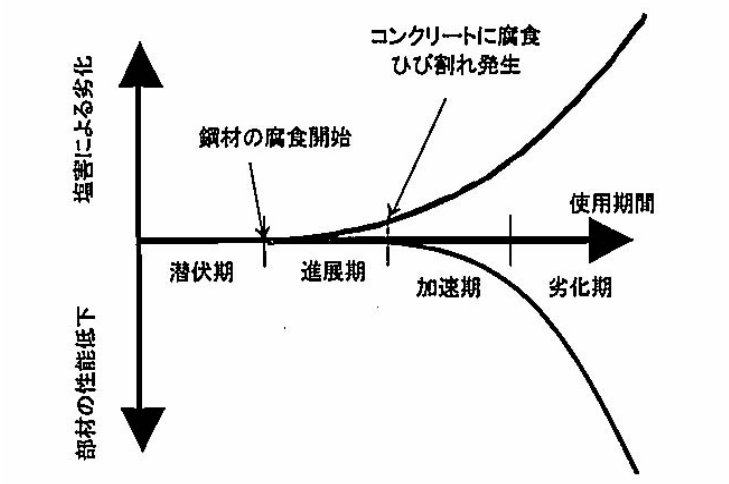


図３－３－７ コンクリート示方書における劣化過程

塩害の場合、前図（図３－３－７）のような劣化過程が考えられるが、ここで用いる点検データは、塩化物イオン濃度測定が行われていないもの（ひび割れによる判定）である。したがって、ケーススタディを実施する上で、仮に表３－３－19の様に点検データと劣化の状態を結びつけることとする。これらの過程を今回使用している橋梁点検のデータと結びつけるために以下のように考える。

表３－３－19 コンクリート示方書と橋梁点検のランクとの対比

構造物の外観上のグレード	劣化の状態	橋梁点検におけるランク
状態Ⅰ－1（潜伏期）	外観上の変状がみられない,腐食発生限界塩化物イオン濃度以下	OK Ⅳ
状態Ⅰ－2（進展期）	外観上の変状がみられない,腐食発生限界塩化物イオン濃度以上, 腐食が開始	Ⅲ
状態Ⅱ－1（加速期前期）	腐食ひび割れが発生, 錆汁が見られる	Ⅱ
状態Ⅱ－2（加速期後期）	腐食ひび割れが多数発生,錆汁が見られる,部分的なはく離・はく落がみられる,腐食量の増大	Ⅱ
状態Ⅲ（劣化期）	腐食ひび割れが多数発生,ひび割れ幅がおおきい,錆汁が見られる,部分的なはく離・はく落がみられる, 変位・たわみが大きい	Ⅰ

よって、補修補強工法は前に整理したものを参考に、また、塩害による鉄筋の腐食は鉄筋位置における塩化物イオン濃度が 1.2kg/m^{3}とされており、これを基準として以下のように設定した。

① 使い捨て型：主桁が取替不可能な部材として、使用限界において架替えで対応する。

② 対症療法型：耐荷力に影響の及ぼす加速期まで対処せず、鋼材の腐食が多数発生した段階（ランクⅡ）で、ひび割れが増大していない状態で補修する。

③ 危機管理型：損傷度に応じて長寿命化のための補修を行う。初期に塩害を防ぐ意味で潜伏期に表面被覆を行う。進展期にある場合は、初期コストは高いが、ＬＣＣで有利な電気防食を早期に採用する。

表３－３－20 コンクリート主桁のシナリオ

損傷ランク	外　観	塩化物濃度	①使い捨て	②対症療法	③危機管理
OK	外観上の変状が見られない	1.2kg/m^{3}以下	対処なし	対処なし	表面被覆 (10年毎)
Ⅳ	直角方向のひび割れが発生 (腐食による縦ひび割れはない)	1.2kg/m^{3}以下	対処なし	対処なし	表面被覆 (10年毎)
Ⅲ	腐食ひび割れが発生し、錆汁が発生する状態	1.2kg/m^{3}以上	対処なし	対処なし	電気防食＋ 表面被覆(20年毎)
Ⅱ	腐食ひび割れが多数発生、錆汁が発生し、部分的な剥離、剥落が発生する状態	1.2kg/m^{3}以上	対処なし	断面修復＋ 表面被覆(10年毎)	断面修復＋ 表面被覆(10年毎)
Ⅰ	上記同様で、ひび割れ幅が増大する	1.2kg/m^{3}以上	架け替え	架け替え	架け替え

iii. 床版(鋼橋)

床版については、これまでの整理から以下のように設定した。

① 使い捨て型:使用限界において床版打替えで対応。現状で使用されるRC床版を前提とした。

② 対症療法型:耐荷力に影響の及ぼすランク(Ⅱ)まで対処せず、更新限界においてせん断補強(鋼板接着＋上面増厚)を行う。その後、打ち替えを行う。(鋼板接着＋上面増厚)の耐久性についてはデータ等で示せるほどの実績がないため、ここでは 20 年と仮定した。床版打ち替えについては、H8 道路橋示方書以降を適用した橋梁は 50 年以上の耐久性を持つことがこれまでの実験により確認されているため、耐久年は 50 年と仮定した。

③ 危機管理型:損傷度に応じて長寿命化のための補修を行う。ここでは、まだ耐荷力に影響を及ぼさない範囲(Ⅲ)で早めに繊維シート接着で対処するものとし、耐荷力に影響を及ぼす範囲では、初期コストは高いが、LCCで有利な合成床版を用いる。

表３－３－21 床版のシナリオ

<table>
<tr><th rowspan="3">ランク</th><th colspan="9">シナリオ</th></tr>
<tr><th colspan="3">① 使い捨て型</th><th colspan="3">② 対症療法型</th><th colspan="3">③ 危機管理型</th></tr>
<tr><th>補修工法</th><th>回復率</th><th>耐久性</th><th>補修工法</th><th>回復率</th><th>耐久性</th><th>補修工法</th><th>回復率</th><th>耐久性</th></tr>
<tr><td>OK</td><td colspan="3">対処なし</td><td colspan="3">対処なし</td><td colspan="3" rowspan="2">対処なし</td></tr>
<tr><td>Ⅳ</td><td colspan="3">対処なし</td><td colspan="3">対処なし</td></tr>
<tr><td>Ⅲ</td><td colspan="3">対処なし</td><td colspan="3">対処なし
更新限界</td><td>◎繊維ｼｰﾄ接着
＋床版防水</td><td>OK</td><td>50年
20年</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ⅱ</td><td colspan="3" rowspan="2">対処なし
使用限界</td><td>◎鋼板接着
＋床版防水</td><td>Ⅳ</td><td>15年
20年</td><td rowspan="2">◎ 打替え
(合成床版)※
＋床版防水</td><td rowspan="2">OK</td><td>100年
20年</td></tr>
<tr><td>◎上面増厚＋
床版防水</td><td>Ⅳ</td><td>20年
20年</td></tr>
<tr><td>◎ 打替え(RC床版)※＋床版防水</td><td>OK</td><td>50年
20年</td><td>◎ 打替え(RC床版)※＋床版防水</td><td>OK</td><td>50年
20年</td><td>○ 打替え
(ＰＣ床版)※
＋床版防水工</td><td>OK</td><td>100年
20年</td></tr>
<tr><td>Ⅰ</td><td>◎ 架替え</td><td>OK</td><td>100年</td><td>◎ 架替え</td><td>OK</td><td>100年</td><td>◎ 架替え</td><td>OK</td><td>100年</td></tr>
</table>

※ 径間内で 20%以上がランクⅡの場合に適用する。

なお、本シナリオは、疲労損傷が支配的な鋼橋の床版に対して適用する。

iv. 床版(コンクリート橋)

コンクリート橋における床版は、荷重レベルから疲労による損傷が支配的にはならない。ここでは、特に塩害地域における床版（コンクリート橋）におけるシナリオは、上記の主桁のシナリオと同様である。

v. 支承

鋼支承に関しては、基本的に鋼主桁と同様である。

表3－3－22 支承のシナリオ

<table>
<tr><th rowspan="3">ランク</th><th colspan="9">シナリオ</th></tr>
<tr><th colspan="3">① 使い捨て型</th><th colspan="3">② 対症療法型</th><th colspan="3">③ 危機管理型</th></tr>
<tr><th>補修工法</th><th>回復率</th><th>耐久性</th><th>補修工法</th><th>回復率</th><th>耐久性</th><th>補修工法</th><th>回復率</th><th>耐久性</th></tr>
<tr><td>OK
Ⅳ</td><td colspan="3">対処なし</td><td colspan="3">対処なし</td><td colspan="3">対処なし</td></tr>
<tr><td>Ⅲ</td><td colspan="3">対処なし</td><td colspan="3">更新限界 対処なし</td><td colspan="3">対処なし</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ⅱ</td><td colspan="3" rowspan="2">対処なし
使用限界</td><td>◎塗装工(A塗装系長油ﾌﾀﾙ酸樹脂塗装)</td><td>OK</td><td>13年</td><td>◎塗装工(C-3塗装系;フッ素樹脂塗装)</td><td>OK</td><td>45年</td></tr>
<tr><td>○ 塗装工(B塗装系塩化ゴム系塗装)</td><td>OK</td><td>15年</td><td>○ 塗装工(C-1塗装系;ﾎﾟﾘｳﾚﾀﾝ樹脂塗装)</td><td>OK</td><td>30年</td></tr>
<tr><td>取替工
(BP支承)</td><td>OK</td><td>30年</td><td>取替工
(BP支承)</td><td>OK</td><td>30年</td><td>取替工
(ゴム支承)</td><td>OK</td><td>50年</td></tr>
</table>

(3)シナリオ適用の考え方

シナリオを適用する際、建設から既にシナリオで設定した耐久年以上経過した橋梁については矛盾が生じるため、評価開始後 1 回目の補修に関して以下の仮定を設けた。

① 部材ごとの耐久年から標準曲線を設定する。前述のように、標準曲線は上に凸の曲線を描くよう、放物線で仮定した。

② 点検年の損傷度 Co から残存耐久年を標準曲線から逆算する。ここで、最新点検年以前の経緯に関わらず、Co=OK であれば、その後 30 年の耐久年(鋼橋の場合)を有すると考え、Co=Ⅲであれば標準曲線のⅢ移行の劣化過程となると仮定する。

③ 現在年の損傷度 C1 を標準曲線から求め、各シナリオの補修工法を適用し補修計画を行う。

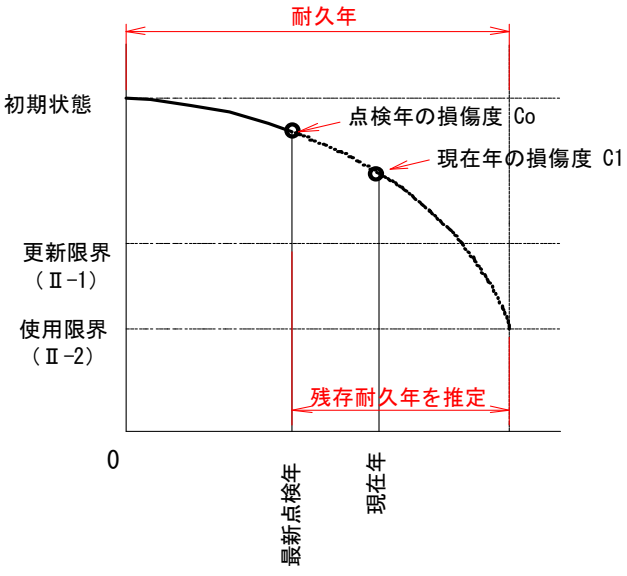


図3－3－8 シナリオ適用の考え方

ここで、床版における対症療法型を例にシナリオの適用例を以下に示す。

① 床版の耐久年 N_0(30 年)から標準曲線を設定し、最新点検年(1996 年)の損傷ランクから残存耐久年及び現在年(2004 年)の損傷ランクを推定する。

② 損傷ランクⅡ-1 において、1 回目の補修(鋼板接着＋床版防水)を実施し、損傷ランクは OK まで回復する。

③ (鋼板接着＋床版防水)による補修後の耐久年 N_1(15 年と仮定)から標準曲線を設定する。

④ 損傷ランクⅡ-2 において、2回目の補修(RC 床版打ち替え＋床版防水)を実施し、損傷ランクは OK まで回復する。

⑤ (RC 床版打ち替え＋床版防水)による補修後の耐久年 N_2(50 年)から標準曲線を設定する。

⑥ 3 回目補修以降は、②～⑤を繰り返し行う。

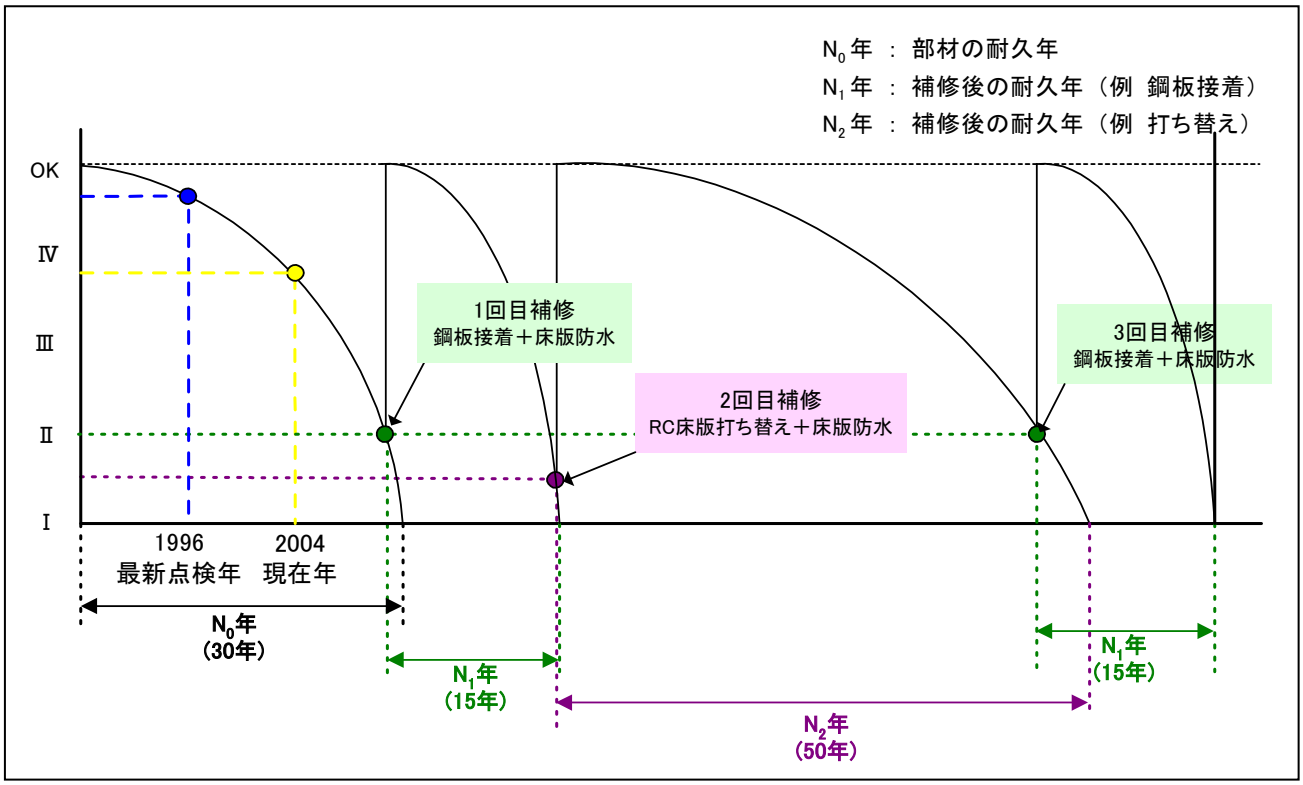


図3－3－9 シナリオの適用例 （部材：床版、シナリオ：対症療法型）

3－4. ケーススタディ

1）シミュレーションの条件

前節までの検討結果を基にケーススタディを行う。対象橋梁は前章までと同様、北海道開発局のうち、1開発建設部の橋梁（全橋梁数 721 橋、但し、既往の点検結果のある橋梁のみの 533 橋）である。

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 ・・・ 100 年
- 対象部材 ・・・ 主桁、床版、支承の 3 部材
- 対象シナリオ・・・ 3つのシナリオ （使い捨て型、対症療法型、危機管理型）

ここで、前章で用いた北海道 BMS との相違点について下表にまとめる。健全度評価、劣化予測などにおいて相違点があるが、ケーススタディの目的に対してはこれらの相違は問題ないと考えられる。

表3－4－1 北海道 BMS との相違点

	北海道 BMS	表計算手法の検討
健全度評価	部材・・・損傷度 橋・・・健全度 健全度の算出方法※1)・・・便宜上再調達価格を重み付けにして平均化	部材・・・損傷度 橋・・・健全度 健全度の算出方法・・・部材の重み係数を設定
劣化予測の元になったデータ	北海道開発局の国道橋の既往の点検結果	左に同じ
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）	曲線形状は 2 次曲線
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	左に同じ（北海道BMSの補修計画シナリオを参照した）

※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」

2）計算例

C 道路事務所の 1 橋を例に計算例を示す。x 橋の諸元、径間ごとの対象 3 部材の点検結果（ランク）等は表3－4－2に示す通りである。また、1 径間の計算例を図3－4－1～図3－4－3に示す。

表3－4－2 x 橋の点検結果

架設年：1967 年 点検年：2001 年 橋長：150m 構造形式：3 径間単純鋼桁

名 称	径間番号	支間長(m)	主 桁		床 版		支 承	
			面積	ランク	面積	ランク	面積	ランク
x 橋	1	49.00	1,176.00	5	490.00	3	2.40	5
x 橋	2	49.00	1,176.00	5	490.00	4	2.40	5
x 橋	3	49.00	1,176.00	5	490.00	3	2.40	5

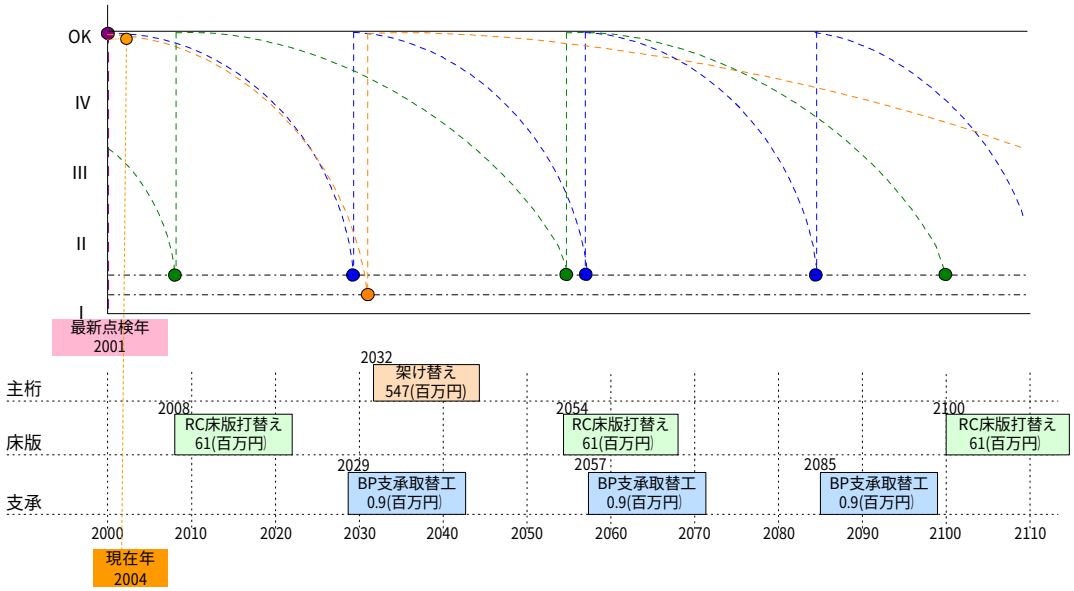


図3－4－1　計算例　(1 径間;使い捨て型)

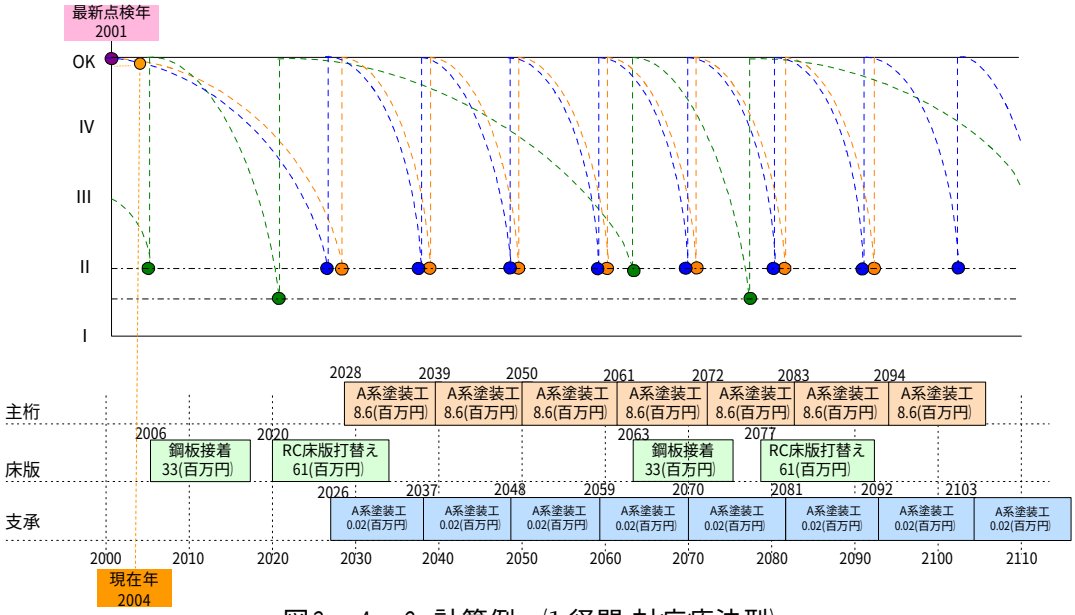


図3－4－2　計算例　(1 径間;対症療法型)

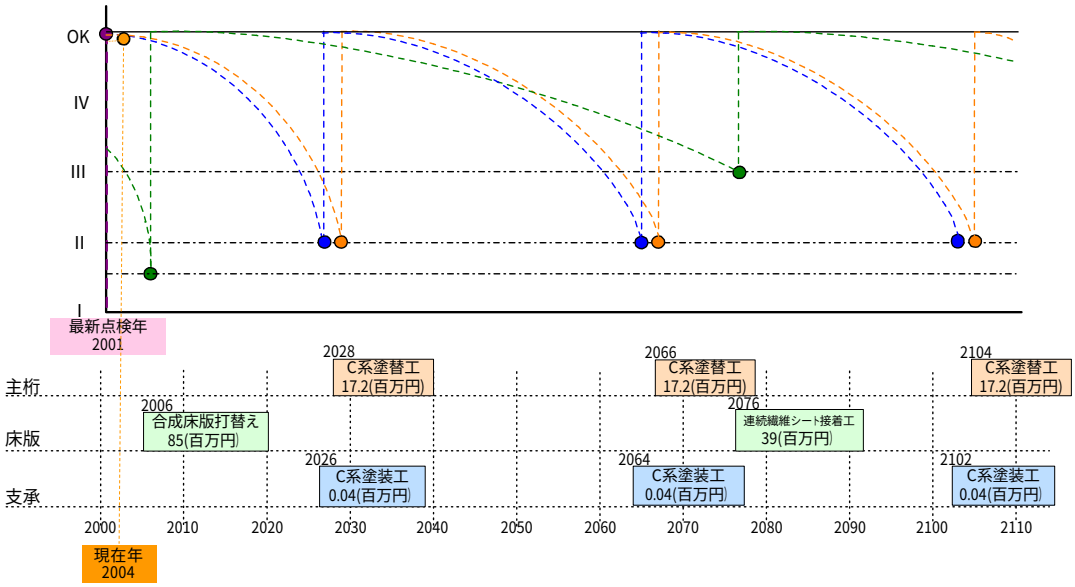


図3－4－3　計算例　(1 径間;危機管理型)

表3－4－3 事業費推移の計算例 （使い捨て型）

（単位：百万円）

	S	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
桁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5468	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5468	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5468	0	0	0	0
床版	1	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0
桁		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16405	0	0	0	0
床版		0	0	0	0	1217	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.78	0	0	0	0	0	0	0
補修費		0	0	0	0	1217	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.78	0	0	16405	0	0	0	0
LCC		0	0	0	0	1217	1217	1217	1217	1217	1217	1217	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1829	1829	1829	18234	18234	18234	18234	18234

（単位：百万円）

	S	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069
桁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
床版	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
桁		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
床版		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1217	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0
支承		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
補修費		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1217	0	0	2.78	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0
LCC		18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	18234	19451	19451	19451	19454	19454	19454	19454	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062

（単位：百万円）

	S	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103
桁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
床版	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0
支承	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
桁		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
床版		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1217	0	0	0
支承		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
補修費		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1217	0	0	0
LCC		20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20062	20065	20065	20065	20065	20065	20065	20065	20065	20065	20065	20065	20065	20065	20065	20065	21282	21282	21282	21282

表3－4－4　事業費推移の計算例（対症療法型）

（単位：百万円）

	S	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
桁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0
床版	1	0	0	331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
桁		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0
床版		0	0	662	0	0	0	0	0	0	331	0	0	0	0	0	0	1217	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
補修費		0	0	662	0	0	0	0	0	0	331	0	0	0	0	0	0	1217	0	0	0	0	0	0.53	609	258	0	0	0	0	0	0	0	0
LCC		0	0	662	662	662	662	662	662	662	994	994	994	994	994	994	994	2211	2211	2211	2211	2211	2211	2211	2820	3078	3078	3078	3078	3078	3078	3078	3078	3078

（単位：百万円）

	S	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069
桁	1	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0
床版	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	331	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	331	0	0	0	0	0	0
支承	1	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
桁		0	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0
床版		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	662	0	0	0	0	0	0
支承		0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
補修費		0.53	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	258	0	662	0	0	0	0	0	0
LCC		3078	3078	3336	3336	3336	3336	3336	3336	3336	3336	3336	3336	3336	3594	3594	3594	3594	3594	3594	3594	3594	3594	3594	3594	3852	3852	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514

（単位：百万円）

	S	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103
桁	1	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
床版	1	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承	1	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18
	2	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18
	3	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18
桁		0	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0
床版		331	0	0	0	0	0	0	1217	0	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承		0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53
補修費		332	0	258	0	0	0	0	1217	0	0	0	0.53	0	258	609	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53
LCC		4846	4846	5104	5104	5104	5104	5104	6321	6321	6321	6321	6321	6321	6579	7187	7187	7187	7187	7187	7187	7187	7187	7188	7188	7445	7445	7445	7445	7445	7445	7445	7445	7445	7446

表3－4－5 事業費推移の計算例（危機管理型）

（単位：百万円）

	S	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
桁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0
床版	1	0	0	853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	853	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
桁		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	515	0	0	0	0	0	0	0	0
床版		0	0	1705	0	385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全体		0	0	1705	0	385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.05	0	515	0	0	0	0	0	0	0	0
LCC		0	0	1705	1705	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2090	2091	2091	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606

（単位：百万円）

	S	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069
桁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	0	0	0
床版	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0
桁		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	515	0	0	0
床版		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.05	0	0	0	0	0
全体		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58.8	0	0	0	0	0	1.05	0	515	0	0	0
LCC		2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2606	2665	2665	2665	2665	2665	2665	2666	2666	3181	3181	3181	3181

（単位：百万円）

	S	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103
桁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
床版	1	0	0	0	0	0	0	385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	58.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58.8	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支承	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.35	0
桁		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
床版		0	0	0	0	0	0	770	0	58.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58.8	0	0	0	0	0
支承		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.05	0
全体		0	0	0	0	0	0	770	0	58.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58.8	0	0	0	1.05	0
LCC		3181	3181	3181	3181	3181	3181	3952	3952	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4010	4069	4069	4069	4069	4070	4070

3)ケーススタディの結果

ケーススタディを行うにあたっては表計算ソフトを用い、3 つのシナリオごとに補修計画(事業費推移及び健全度推移)を作成して集計する。以降、1つのミクロ(C道路事務所)を例として結果を示す。

表3－4－6 橋梁諸1元一覧

名称	径間番号	架設竣工年	総径間数	橋長(m)	構造形式	点検年	経過年	支間長(m)	有効幅員(m)	上部工種別	主桁				床版				支承					伸縮装置種類
											部材数	面積	rank	ｼﾅﾘｵ	部材数	面積	rank	ｼﾅﾘｵ	種類	部材数	面積	rank	ｼﾅﾘｵ	
a橋	1	1985	1	30.5	鋼溶接単純I桁(合成)	1996	6	30.00	27.00	1	60	1,110.00	5	1	56	810.00	5	1	1	20	4.00	5	1	鋼
b橋	1	1989	4	125.8	PC連続ポステン箱桁	2001	1	31.00	21.00	2	2	210.80	3	1	5	651.00	5	1	2	8	1.60	5	1	鋼
b橋	2	1989	4	125.8	PC連続ポステン箱桁	2001	1	31.00	21.00	2	2	210.80	5	1	5	651.00	5	1	2	4	0.80	5	1	鋼
b橋	3	1989	4	125.8	PC連続ポステン箱桁	2001	1	31.00	21.00	2	2	210.80	5	1	5	651.00	5	1	2	4	0.80	5	1	鋼
b橋	4	1989	4	125.8	PC連続ポステン箱桁	2001	1	31.00	21.00	2	2	210.80	4	1	5	651.00	5	1	2	4	0.80	5	1	鋼
c橋	1	1978	3	80	鋼溶接連続I桁(非合成)	1998	4	24.00	27.00	1	36	756.00	5	1	34	648.00	5	1	1	18	3.60	5	1	鋼
c橋	2	1978	3	80	鋼溶接連続I桁(非合成)	1998	4	32.00	27.00	1	54	1,008.00	5	1	50	864.00	5	1	1	9	1.80	5	1	鋼
c橋	3	1978	3	80	鋼溶接連続I桁(非合成)	1998	4	24.00	27.00	1	36	756.00	5	1	34	648.00	5	1	1	9	1.80	5	1	鋼
d橋	1	1952	2	19.07	RC単純T桁	2001	1	9.00	16.00	3	11	128.70	5	1	12	144.00	5	1	1	22	4.40	3	1	ゴム
d橋	2	1952	2	19.07	RC単純T桁	2001	1	9.00	16.00	3	11	128.70	5	1	12	144.00	5	1	1	22	4.40	3	1	ゴム
e橋	1	1980	1	19.37	PC連続プレテン中空床版	2001	1	19.00	5.00	2	1	0.00	5	1	1	95.00	5	1	2	2	0.40	5	1	ゴム
e橋	1	1982	2	19.37	PC単純プレテン中空床版	2001	1	9.00	5.00	2	1	0.00	5	1	1	45.00	5	1	2	2	0.40	5	1	ゴム
e橋	2	1982	2	19.37	PC単純プレテン中空床版	2001	1	9.00	5.00	2	1	0.00	5	1	1	45.00	5	1	2	2	0.40	5	1	ゴム
f橋	1	1965	3	43.59	鋼溶接単純I桁(非合成)	1997	5	13.00	25.00	1	30	234.00	5	1	30	325.00	5	1	1	50	10.00	5	1	ゴム
f橋	2	1965	3	43.59	鋼溶接単純I桁(非合成)	1997	5	16.00	25.00	1	45	288.00	5	1	44	400.00	5	1	1	50	10.00	5	1	ゴム
f橋	3	1965	3	43.59	鋼溶接単純I桁(非合成)	1997	5	13.00	25.00	1	30	234.00	5	1	30	325.00	5	1	1	50	10.00	5	1	ゴム
g橋	1	1957	1	26.17	鋼溶接単純I桁(非合成)	1992	10	25.00	22.00	1	30	450.00	5	1	27	550.00	4	1	1	20	4.00	5	1	鋼
h橋	1	1957	1	21.2	鋼溶接単純I桁(非合成)	1995	7	20.00	22.00	1	12	204.00	5	1	10	440.00	3	1	1	18	3.60	5	1	鋼
i橋	1	1959	2	21.08	PC単純プレテン床版	2002	0	11.00	21.00	2	1	514.80	3	1	1	231.00	2	1	2	2	0.40	5	1	ゴム
i橋	2	1959	2	21.08	PC単純プレテン床版	2002	0	11.00	21.00	2	1	514.80	5	1	1	231.00	2	1	2	2	0.40	5	1	ゴム
j橋	1	1969	7	439.2	PC連続ポステン箱桁	2000	2	48.00	20.00	2	2	480.00	2	1	5	960.00	5	1	1	8	1.60	2	1	鋼
j橋	2	1969	7	439.2	PC連続ポステン箱桁	2000	2	48.00	20.00	2	2	480.00	2	1	5	960.00	5	1	1	4	0.80	2	1	鋼
j橋	3	1969	7	439.2	PC連続ポステン箱桁	2000	2	74.00	20.00	2	2	1,598.40	2	1	5	1,480.00	5	1	1	4	0.80	5	1	鋼
j橋	4	1969	7	439.2	PC連続ポステン箱桁	2000	2	96.00	20.00	2	2	2,073.60	3	1	5	1,920.00	5	1		0	0.00	5	1	鋼
j橋	5	1969	7	439.2	PC連続ポステン箱桁	2000	2	74.00	20.00	2	2	1,598.40	2	1	5	1,480.00	5	1	1	4	0.80	2	1	鋼
j橋	6	1969	7	439.2	PC連続ポステン箱桁	2000	2	48.00	20.00	2	2	480.00	5	1	5	960.00	5	1	1	8	1.60	2	1	鋼
j橋	7	1969	7	439.2	PC連続ポステン箱桁	2000	2	48.00	20.00	2	2	480.00	3	1	5	960.00	5	1	2	4	0.80	2	1	鋼
k橋	1	1955	1	18.3	鋼溶接単純I桁(合成)	1999	3	17.00	8.00	1	12	136.00	5	1	11	136.00	5	1	1	8	1.60	5	1	鋼
l橋	1	1966	1	20	単純H形鋼(合成)	1999	3	20.00	1.00	1	8	64.00	5	1	6	20.00	4	1	1	4	0.80	5	1	ゴム
m橋	1	1952	5	140.9	鋼(鉄)リベット単純トラス橋	2001	1	25.00	6.00	1	10	350.00	5	1	7	150.00	5	1	1	4	0.80	5	1	ゴム
m橋	2	1952	5	140.9	鋼(鉄)リベット単純トラス橋	2001	1	29.00	6.00	1	10	406.00	5	1	7	174.00	5	1	1	4	0.80	5	1	ゴム
m橋	3	1952	5	140.9	鋼(鉄)リベット単純トラス橋	2001	1	29.00	6.00	1	10	406.00	5	1	7	174.00	5	1	1	4	0.80	5	1	ゴム
m橋	4	1952	5	140.9	鋼(鉄)リベット単純トラス橋	2001	1	29.00	6.00	1	10	406.00	5	1	7	174.00	5	1	1	4	0.80	5	1	ゴム
m橋	5	1952	5	140.9	鋼(鉄)リベット単純トラス橋	2001	1	25.00	6.00	1	10	350.00	5	1	7	150.00	5	1	1	4	0.80	5	1	ゴム
n橋	1	1967	3	150	鋼溶接単純I桁(合成)	2001	1	49.00	10.00	1	54	1,176.00	5	1	47	490.00	3	1	1	12	2.40	5	1	鋼
n橋	2	1967	3	150	鋼溶接単純I桁(合成)	2001	1	49.00	10.00	1	54	1,176.00	5	1	47	490.00	4	1	1	12	2.40	5	1	鋼
n橋	3	1967	3	150	鋼溶接単純I桁(合成)	2001	1	49.00	10.00	1	54	1,176.00	5	1	47	490.00	3	1	1	12	2.40	5	1	鋼
o橋	1	1987	1	36	PC単純ポステン中空床版	1994	8	35.00	14.00	2	1	101.50	5	1	3	490.00	5	1	2	10	2.00	5	1	ゴム
p橋	1	1958	1	15.78	PC単純プレテン床版	1997	5	16.00	9.00	2	1	672.00	5	1	1	144.00	3	1	2	2	0.40	5	1	ゴム
q橋	1	1983	1	24.85	単純H形鋼(非合成)	1997	5	23.00	3.00	1	8	64.40	5	1	6	69.00	5	1	1	4	0.80	5	1	ゴム
r橋	1	1954	3	105	鋼(鉄)リベット単純トラス橋	2001	1	34.00	7.00	1	12	655.52	5	1	8	238.00	5	1	1	4	0.80	5	1	鋼
r橋	2	1954	3	105	鋼(鉄)リベット単純トラス橋	2001	1	34.00	7.00	1	12	655.52	5	1	8	238.00	5	1	1	4	0.80	5	1	鋼
r橋	3	1954	3	105	鋼(鉄)リベット単純トラス橋	2001	1	34.00	7.00	1	12	655.52	5	1	8	238.00	5	1	1	4	0.80	5	1	鋼

マクロに渡す情報であるシナリオごとの補修計画の集計結果（ミクロが管理する施設全体）について一例を以下に示す。

表３－４－７　集計結果（一覧）

		部材	70年目	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
①使い捨て型	補修費	主桁	0	0	2,470,703	80,352	0	136,766	1,266,958	2,215,074	548,049	417,388	0	122,723	1,223,136
		床版	1,493,505	0	675,151	87,685	144,569	182,822	90,418	0	40,241	0	2,484	0	60,858
		支承	0	0	784	0	0	340	185	0	0	0	0	0	0
		計	1,493,505	0	3,146,638	168,037	144,569	319,928	1,357,560	2,215,074	588,290	417,388	2,484	122,723	1,283,994
	健全度			0.86378	0.92820	0.92258	0.91062	0.91650	0.90320	0.90324	0.89538	0.88660	0.87490	0.85693	0.84302
	LCC	主桁	45,460,189	0	2,470,703	2,551,055	2,551,055	2,687,821	3,954,779	6,169,853	6,717,902	7,135,289	7,135,289	7,258,012	8,481,148
		床版	14,510,410	0	675,151	762,836	907,405	1,090,228	1,180,645	1,180,645	1,220,886	1,220,886	1,223,370	1,223,370	1,284,228
		支承	25,675	0	784	784	784	1,123	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308	1,308
		計	59,996,275	0	3,146,638	3,314,675	3,459,244	3,779,172	5,136,732	7,351,806	7,940,096	8,357,484	8,359,968	8,482,691	9,766,685
②対症療法型	補修費	主桁	202,214	0	2,547,891	187,224	21,189	60,140	16,764	1,927	19,202	16,349	13,580	27,838	46,586
		床版	0	0	805,070	105,370	39,478	12,864	8,923	0	1,352	0	33,124	69,222	0
		支承	6	0	848	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		計	202,220	0	3,353,809	292,629	60,667	73,004	25,687	1,927	20,554	16,349	46,704	97,060	46,586
	健全度			0.86378	0.93995	0.95066	0.94568	0.93904	0.92484	0.90858	0.89491	0.87487	0.85736	0.83548	0.81549
	LCC	主桁	9,575,117	0	2,547,891	2,735,115	2,756,304	2,816,444	2,833,207	2,835,134	2,854,336	2,870,685	2,884,265	2,912,102	2,958,689
		床版	15,731,908	0	805,070	910,440	949,918	962,782	971,706	971,706	973,058	973,058	1,006,182	1,075,404	1,075,404
		支承	14,076	0	848	883	883	883	883	883	883	883	883	883	883
		計	25,321,101	0	3,353,809	3,646,438	3,707,105	3,780,109	3,805,796	3,807,722	3,828,276	3,844,625	3,891,329	3,988,389	4,034,975
③危機管理型	補修費	主桁	27,838	0	2,475,965	32,266	24,882	252,928	553,065	46,013	217,925	16,349	14,296	27,838	31,283
		床版	53,972	0	1,312,867	273,012	101,616	38,514	92,216	21,064	33,180	58,244	72,456	53,972	225,384
		支承	0	0	996	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		計	81,810	0	3,789,829	305,348	126,498	291,442	645,281	67,077	251,105	74,593	86,752	81,810	256,667
	健全度			0.86378	0.93995	0.94224	0.93184	0.92322	0.93004	0.92425	0.91897	0.91027	0.89961	0.88741	0.88223
	LCC	主桁	8,599,066	0	2,475,965	2,508,231	2,533,113	2,786,041	3,339,106	3,385,119	3,603,044	3,619,393	3,633,690	3,661,527	3,692,810
		床版	5,595,594	0	1,312,867	1,585,879	1,687,495	1,726,009	1,818,226	1,839,290	1,872,470	1,930,714	2,003,170	2,057,142	2,282,526
		支承	11,490	0	996	1,067	1,067	1,067	1,067	1,067	1,067	1,067	1,067	1,067	1,067
		計	14,206,149	0	3,789,829	4,095,177	4,221,675	4,513,117	5,158,398	5,225,475	5,476,580	5,551,173	5,637,926	5,719,735	5,976,403

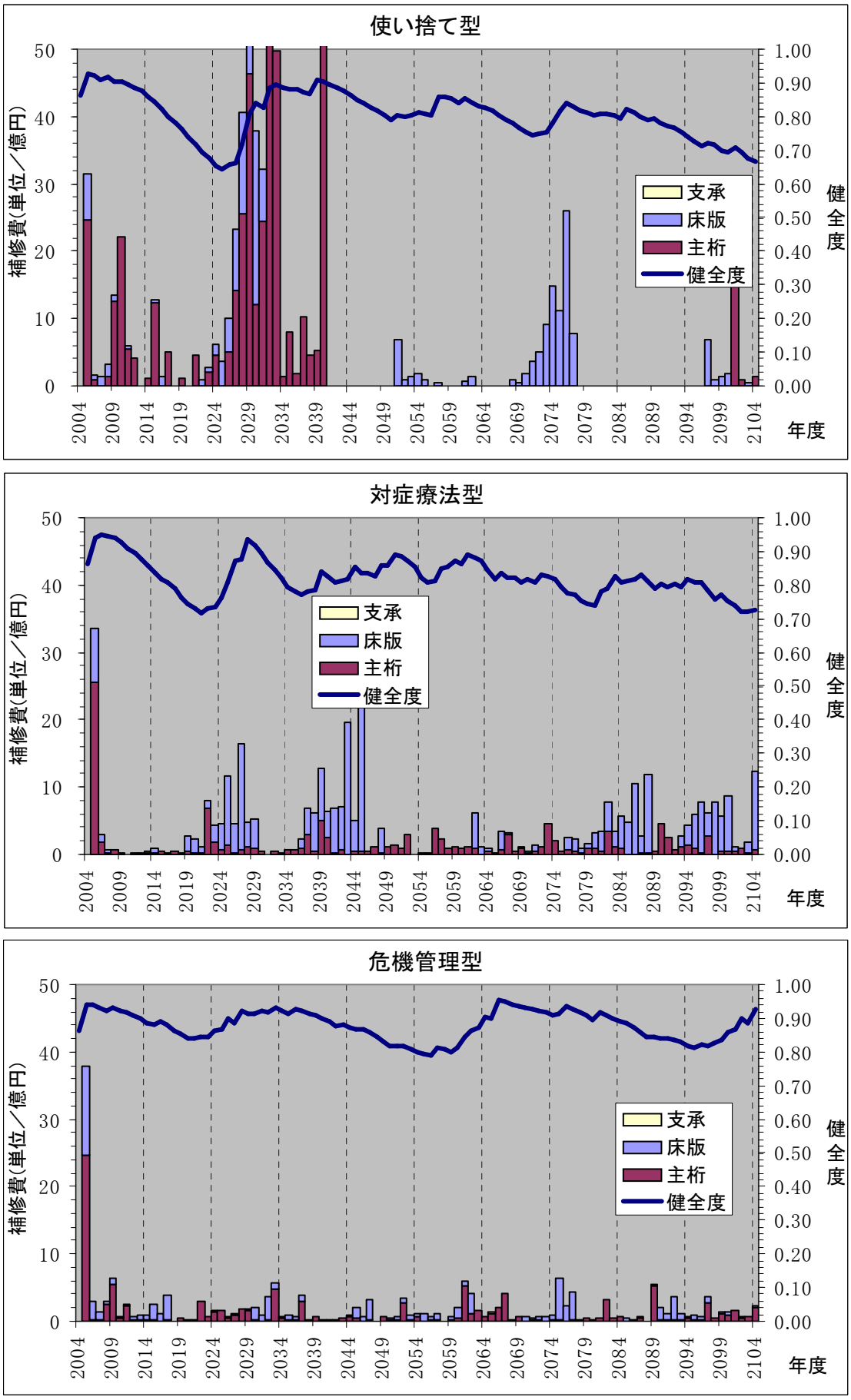


図3－4－4 補修計画の集計結果

4）結果のまとめ

前章における結果と同様に、危機管理型において健全度の低下を抑制し、事業費の低減が図れることが確認できる。簡略化したことにより数値に若干の違いが見られたが、北海道 BMS を用いた前章の結果とほぼ同様な結果が得られた。

このことから、表計算ソフト等を利用した簡易的な手法により、

① ミクロマネジメントにおける具体的な補修計画を作成することが可能

② マクロマネジメントに渡す情報を処理することが可能

である。

ただし、本章で示した手法は表計算ソフトを用いていることから、補修計画作成後の予算平準化、優先順位付け及び予算配分については、別途対応が必要となる。

また、多くの部材や構造から構成される施設を扱う場合や対象とする構造物の数が多い場合には、計算が複雑となるため表計算ソフトで対応できないことも考えられるので注意が必要ではあるが、対象とする部材を絞るなどして、対象数を少なくすることで十分計算が可能と考えられる。

また、ここで検討した手法を用いる場合の課題点を整理して以下に示す。

① ここで示す劣化推定方法は、ある地域のデータを用いたもので、施設の条件（海岸や山間部などの立地条件）により異なるので点検を繰り返して精度をあげていく必要がある。

② 健全度は全体の管理状況や予算配分、管理方針などの検討に用いられる指標であり、橋のように複数の部材で構成される施設や舗装のようにほぼ同一の材料で評価できるものもあり、算出方法については、施設の特性、健全度の活用方法を考えて算出する必要がある。

③ 現状では、補修による回復度合いが明確となっていない補修工法もあり、補修後の劣化を推定することが困難な場合には、これまでの実績や経験から寿命を仮定し、点検によりデータを取得しながら制度を向上させていくことが現実的と考えられる。

④ コンクリート部材に発生する鋼材の腐食に伴うひび割れについては、その原因が塩化物イオンによるものや、中性化によるものか、目視点検だけでは原因を特定することが難しい場合があり、コアサンプルを採取して定量的に判定する必要がある。

⑤ このような検討を行うにあたり、施設ごとに表３－３－16に示すようにこれまでの補修工法に関する情報を収集し、損傷ランクに応じたシナリオ（表３－３－18～表３－３－22）を作成することが点検による情報収集と共に重要な検討項目である。

第II部　土木構造物の群管理の考え方

1章　戦略的ストックマネジメントにおける群管理の考え方

第Ⅰ部での橋梁を対象とした具体の検討を踏まえて、第Ⅱ部では戦略的ストックマネジメントにおける群管理の一般的な考え方を抽出することとするが、本章では群管理の階層性（マクロマネジメントとミクロマネジメント）の考え方を整理することとする。

1－1．個々の施設の性能維持と全体調整の2つのマネジメントの必要性

1）本研究における戦略的ストックマネジメントの概略イメージ

本研究で考える戦略的ストックマネジメント（以下、ストックマネジメント）は、国民の生活環境の快適性、安全性の保持等を制約条件に、複数ある土木構造物全体（土木構造物群としての視点で見たとき）のLCC 低減と費用発生時期の集中緩和（分散化）を目的として、目的を達成するために様々な手法を駆使し、更にその取り組みの妥当性についてアカウンタビリティを果たしていくというものである。ここでは、この目的を果たすためのストックマネジメントの概略イメージを考える。

ストックマネジメントの目的は、群レベルでのLCC 低減と費用発生時期の集中緩和（分散化）である。そこで、まずは土木構造物全体（群レベル）での費用やその発生時期を把握する必要がある。そして、群レベルの費用やその発生時期を把握するには、基本的には、個々の土木構造物（個々レベル）で発生する費用やその発生時期を把握し積み上げる必要がある。

一方、仮に群レベルにおいて行わなくてはならない費用の削減や分散化の目標、取り組み方針などが設定された場合、実際の費用発生は個々レベルの補修等であることから、群レベルで設定した目標や方針に沿った取り組みが、個々レベルで展開される必要がある。更に、個々レベルでは安全性の保持等を制約条件として、そのための様々な手法を駆使した努力の積み上げが群レベルの成果（LCC 低減、費用発生時期の集中緩和（分散化））として現れてくる。

また、厳しい財政状況の中、土木構造物への投資（または事業予算の確保）には国民やユーザーの理解が今後一層求められてくる。これは、国民の生活環境の快適性、安全性を保持するための補修事業等においても例外ではない。特に、予防保全的な事業については、より一層の理解が求められてくるものと思われる。よって上記の取り組みにおいて、適切なアカウンタビリティを果たすことも忘れてはならない。

上記より、ストックマネジメントの構成内容を整理すると、

① 個々レベルでの情報作成
② 情報の積み上げと群レベルでの方向性の判断（目標や取り組み方針の設定）
③ 方向性に基づく個々レベルでの事業実施
④ 各段階における適切なアカウンタビリティ

と考えられる。

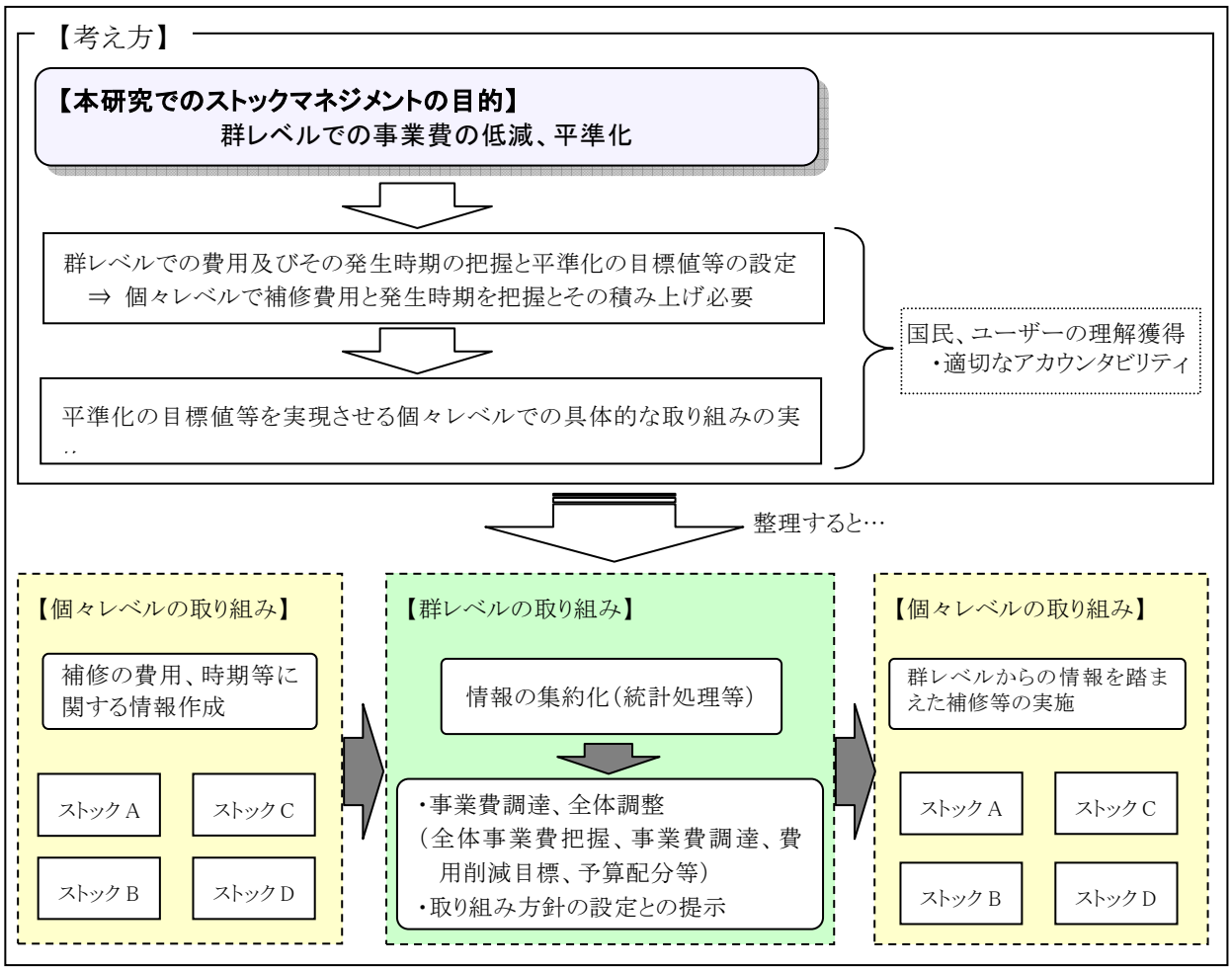


図１－１－１ ストックマネジメントの概略イメージ

2）群及び個々レベルの取り組みとストックマネジメントの枠組み

ここでは、1）で述べた群レベルと個々レベルの取り組みについて、内容を少し掘り下げて考える。

(1)群レベルの取り組み

群レベルの主な取り組みは、個々レベルで作られた情報の積み上げから、群としての適正な取り組み方針を検討することである。つまり、個々レベルからの情報を統計処理することで新たな情報を作り出し、その情報を基に事業費の平準化等の目標を設定し、実際に事業費を発生させる個々レベルの取り組みに対し、目標達成に向けた個々レベルでの取り組みの考え方を示すというものである。

ここで、目標設定や個々レベルでの取り組み方針の検討は、事業予算獲得の見込み、財政政策、経済政策、産業政策等の調整や都市政策との整合性などを勘案して決められるものと考えられる。したがって、群レベルにおいては、政策間の調整技術、国や地域レベルを対象とした経済分析、財務分析といったソフト的な技術が特に求められてくるものと考えられる。

(2)個々レベルの取り組み

個々レベルの主な取り組みは、群レベルに渡す情報づくり及び群レベルで設定された方針等に基

づく、安全性の保持等を制約条件とした個々の土木構造物に対する補修事業等の実施である。ここで、情報づくりとは、例えば個々の土木構造物において、何時、どれだけの補修等を行うのが最適なのかといったことである。したがって、個々レベルにおいては、構造力学や舗装工学、コンクリート工学、土木構造物の点検技術，といったハード的な技術が特に求められてくるものと考えられる。

(3)群レベルと個々レベルにおけるアカウンタビリティの内容の違い

アカウンタビリティという点についても、群と個々ではその内容が異なると考えられる。群レベルにおいては、全体としてどのような傾向（例：老朽化の傾向）であるか、全体として何時どのくらいの費用が必要なのか、といった全体像を理解してもらうためのアカウンタビリティが中心になると考えられる。一方、個々レベルにおいては、各土木構造物の具体的老朽度合や補修等の工事によるユーザーへの影響といった、個別の直接的な事柄を理解してもらうためのアカウンタビリティが中心になると考えられる。

(4)本研究におけるストックマネジメントの枠組み

(1)～(3)で示したように、ストックマネジメントにおいては必要となる技術などが異なる群と個々といった2つの取り組みが協働することにより始めて効果を発揮する。しかし、技術的な“共通言語”をあまり持たないと考えられる2つの取り組みを効果的に協働させるためには工夫が必要である。このような場合、効率的な方法の考え方としては、群レベルにおける事業費の平準化や LCC 削減を目的としてストックマネジメントをソフト的な技術を中心に取り組む体系（群レベルの取り組み）と、ハード的な技術を中心に取り組む体系（個々レベルの取り組み）の2つに大きく分け、体系間において“必要な情報のやり取り”を行うことで、目的の達成を目指す方法が一つ考えられる。本研究では、上記に示した考え方をストックマネジメントの大きな枠組みと設定する。

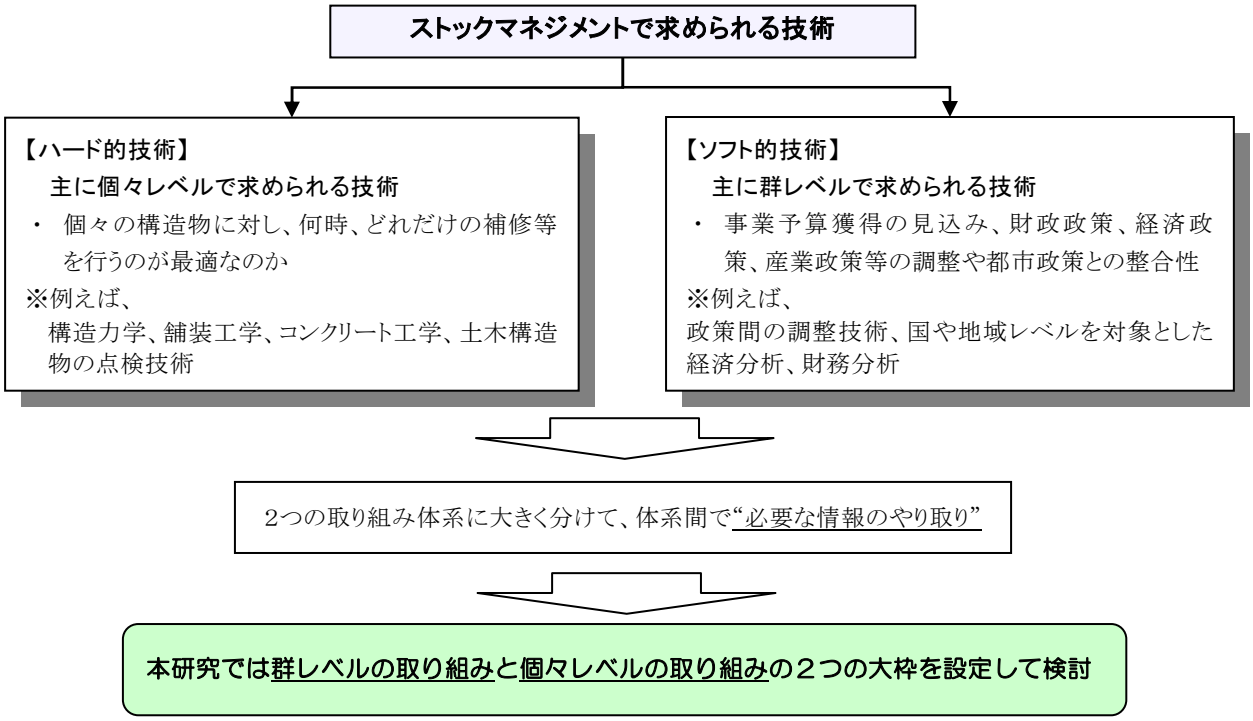


図１－１－２ 本研究におけるストックマネジメントの枠組み

3）本研究におけるストックマネジメントの検討対象範囲

2）で述べたように、本研究ではストックマネジメントを、ソフト的な技術を中心とした取り組み体系（群レベルの取り組み）とハード的な技術を中心とした取り組み体系（個々レベルの取り組み）の2つに大きく分けることとした。一方、A.現状と課題編で示したように、わが国においては、LCC 算出等個々レベルの取り組みは、基本的に急速に広がりを見せてきており、今後の研究成果等に大いに期待することができる。しかし、群レベルでの取り組みでは、舗装において予算制約が発生した場合の優先順位付けについて検討されているものの、基本的には事業費の平準化等の群レベルでの取り組みは緒についたばかりであると考えられる。

このような観点から、本研究ではストックマネジメントの中の群レベルでの取り組みに焦点をあて、ストックマネジメントを検討する（以降、「群レベルの取り組み」を「群管理」と称することとする）。なお、ここで注意すべき点としては、群管理の検討は、個々レベルでの取り組みからの情報がベースとなることである。個々レベルの取り組み事例においては、LCC 算出には基本的に対象となる土木構造物の点検結果（履歴含む）を使用している。しかし、そのような情報が幅広く取られているのは、道路で言えば、舗装の路面性状調査や橋梁点検などを定期的に行っている国道など一部の土木構造物であり、地方自治体、特に市町村においてはそのような情報の蓄積が非常に脆弱であると言われている。このことは、情報が脆弱な大多数の施設管理者は、しばらくは群管理に着手できない可能性が高いということを意味する。本研究ではこの点を鑑み、施設管理者の持つ情報が脆弱である場合を想定し検討を進めることとする。具体的には、LCC 算出に関し、事例で紹介したような算出方法を実施できるようになるまでの暫定的処置として、精度は粗いものの比較的容易に LCC を算出する方法も合わせて検討する。

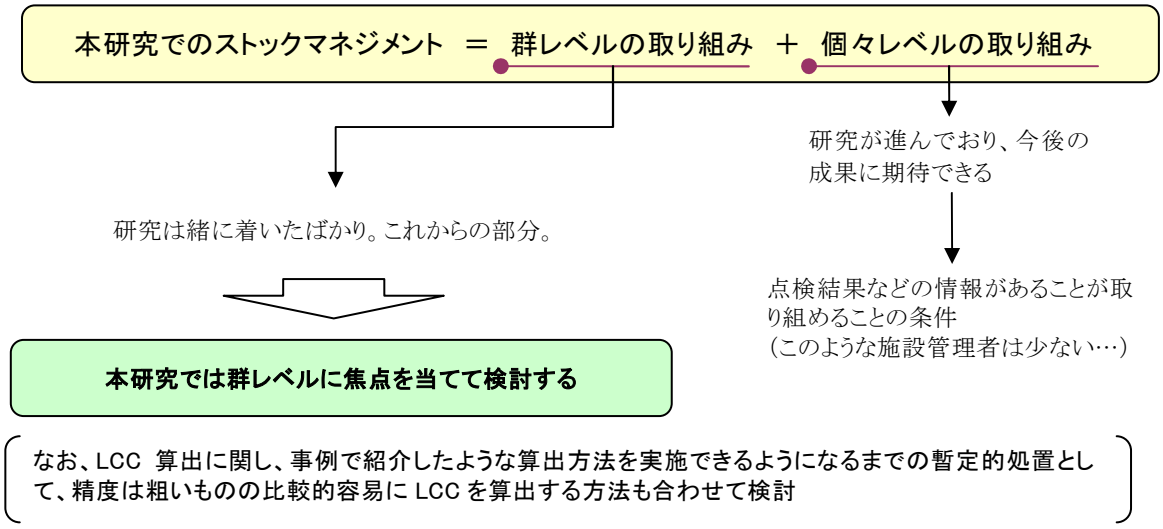


図１－１－３ 本研究の対象範囲

１－２． ミクロマネジメントとマクロマネジメントの連携

1）群管理の構成（マクロマネジメントとミクロマネジメント）

(1)群の規模の違いによる取り組み内容と個々レベルの取り組みとの関係

群管理では、その群の規模（対象とするストック量）により取り組める内容が異なってくる。例えば、全

国の下水道の管渠総延長は約 34 万 km(平成 13 年値，国交省 HP より)となっている。このような膨大なストックを一つの“群”として取り扱う場合は、1㎞単位の下水道管渠の状態まで取り扱うことは非常に困難である。実際は、34 万 km を対象として統計処理された情報を基に、全体的傾向やその対応方針、全体事業費の調達、数万 km に分割(グループ化)したグループ比較などが考えられる。一方、同じ群でも、都市レベルの小規模な群で考える場合には状況が変わる。例えば、管渠延長約 100km 程度で処理区域内人口1万5千人程度の都市では、具体的な対象物の状況を把握することができる。このような場合、全体的傾向の分析等のほかに、例えば、使われ方や地域の実情を勘案した補修優先順位検討や個々のストックに対する投資配分、補修工事による影響緩和策の実施などを行うことも可能であると考えられる。

ここで、補修の実施を例に、“個々の取り組みに対し、その取り組み方針を示す”という群管理の役割を加味して考える。下水道管渠の補修のための事業費(予算)の確保が必要である。そのため、財務部局に対するアカウンタビリティが必要となり、その内容はストック量全体 34 万 km を対象とした必要事業費や取り組み方針と考えられる。つまり、事業費の調達は群管理で行われ、最初に分析、検討されるのは全体ストック量についての特性等である。一方、実際に補修を実施するのは個々レベルである。今、下水道管渠の補修1㎞を個々の取り組みの単位と仮定した場合、個々レベルとって必要な情報は、例えば、対象箇所である補修1km の予算はいくらか、何時補修に着手できるのか、施設の機能をどこまでの性能まで回復させればよいのか、どれだけコストを削減すればよいのか，といったことであると思われる。しかし、個々レベルで必要とするこのような情報は、34 万 km の分析等から一足飛びに読み取るのは非常に困難であると思われる。よって、「34 万 km の分析結果」と「個々レベルにとって必要な情報」をつなぐ“翻訳装置”的な取り組みが必要となり、小規模な群の場合の取り組みに相当するものであると思われる。

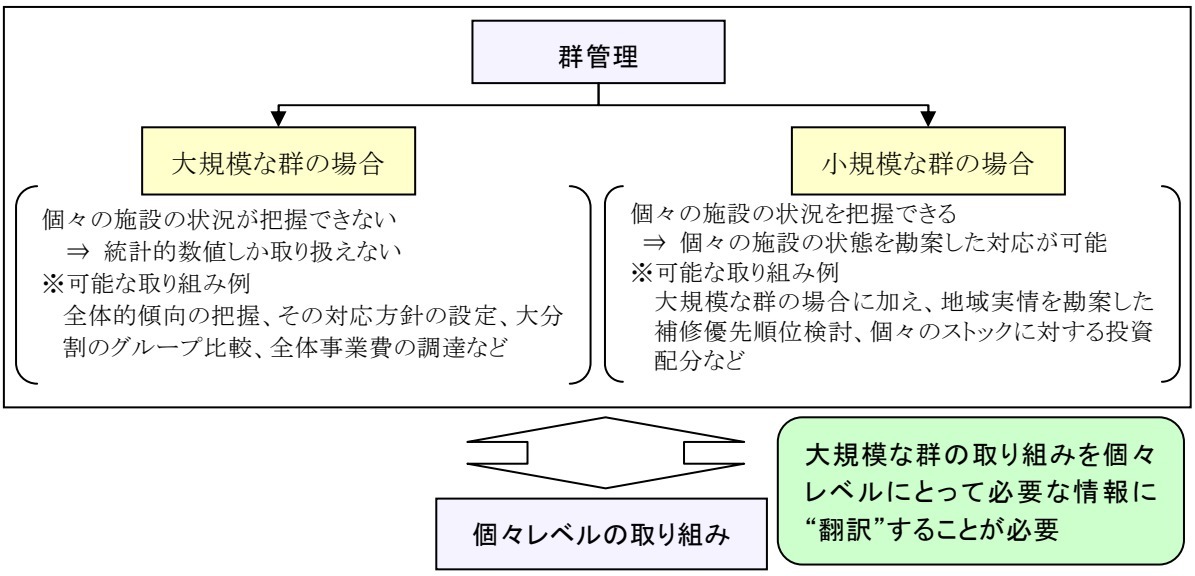
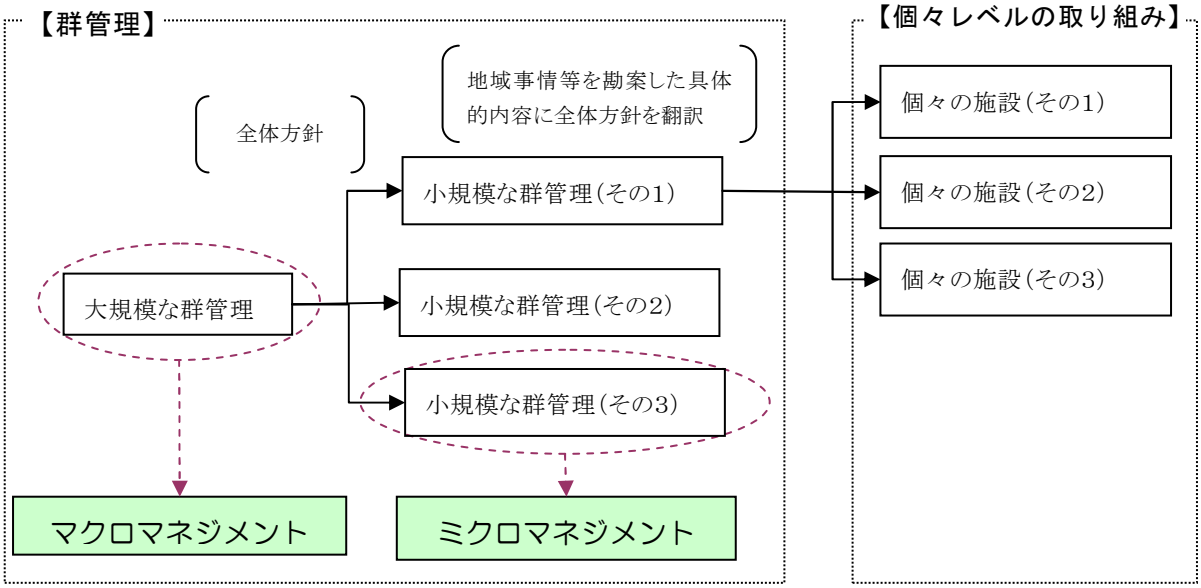


図１－２－１　群の規模の違いによる取り組み内容と個々レベルの取り組みとの関係

(2)マクロマネジメントとミクロマネジメント

(1)の内容を整理すると、群管理において最終的に対象となる施設の状態が把握できる程度のストック量にまで全体ストック量を分割して方針等を考える必要があり、ストック量によっては、その分割を階層構造とすることが効率的、合理的であると考えられる。ここで、群管理内においてもストック量の規模によっては、例えば、国、地方、都市といったような階層でストック量を分割し、地方は国の方針を受け、地方の実情を勘案しながら“翻訳”して都市に伝え、また、都市は地方の方針を受けて都市の実情を勘案しながら“翻訳”して個々の取り組みに伝えることになる。

本研究では、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単純化して検討することとし、全体を取り扱う群管理をマクロマネジメント(以下、マクロ)、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(以下，ミクロ)と称する。なお、本研究におけるマクロとミクロのイメージとしては、マクロが中央省庁、ミクロが出先機関などである。また、ミクロにおいては、その内容から一部個々の取り組みと重複する部分が生じるものと思われる。



【組織例でのイメージ】

行政機関の例	マクロマネジメントの例		ミクロマネジメントの例
国(国道)	本省	地方整備局	工事事務所
都道府県	本庁		地方の土木事務所等
市町村	・政令指定都市ならば市役所土木部と区土木部のイメージ。 ・中小規模市町村では、ミクロとマクロが同一部署内で行われるイメージ		

※国（国道）では、マクロ、ミクロの両方にまたがる地方整備局がある。

図１－２－２ マクロマネジメントとミクロマネジメントの位置づけ

■補足説明～群管理におけるマクロマネジメントとミクロマネジメントのイメージについて

上記で述べたマクロとミクロのイメージについて、“高齢者福祉”における厚生労働省と自治体役場の福祉課に例えてみる。

厚生労働省では人口および世帯調査、患者数や医療施設、社会福祉に関する調査、高齢者福祉による国の支出額の把握などにより、高齢者の健康状態や高齢者を取り巻く環境等について統計的な傾向を把

握し、国全体として、今後どのように高齢者を取り巻く環境は変化していくのか、現行通りの行政の費用負担が可能であるのか、将来的に行政が負担できるラインはどれほどなのかといった課題点等について検討する。そしてその対応方針として、“高齢者の社会交流の促進”や“寝たきり老人にさせないための介護予防の促進”“在宅介護の促進”などの取り組み方針を設定する。これが「マクロマネジメント」に相当する。

一方、役場の福祉課は、厚生労働省の方針を睨みながら、町の財政状況や地域の高齢者数、高齢者の活動実態、高齢者から直接持ち込まれる苦情や相談、高齢者と直に接して福祉施策を実行している地元の医療関係者や福祉施設管理者、介護士などからの意見などを踏まえ、地域としての適正な“高齢者福祉計画”を策定する。これが「ミクロマネジメント」に相当する。そして、厚生労働省の方針を踏まえながら地域の実情に適した具体的な取り組み策を検討した“高齢者福祉計画”が、群管理と個々の取り組みを結びつける「翻訳装置」に相当する。

そして、“高齢者福祉計画”に則した地元の医療関係者や福祉施設管理者、介護士などによる高齢者への直接の働きかけが「個々の取り組み」に相当する。なお、ここの部分で特に必要となる技術は財務分析技術などではなく、医療技術や介護技術、高齢者とのコミュニケーション技術である。

2）マクロマネジメントとミクロマネジメント間での情報について

1）では、個々の施設の状態等が統計処理された情報を基に全体について検討する群管理（マクロ）と、個々の施設の状態が把握して補修優先順位等を検討する群管理（ミクロ）に、対象とするストック量に応じて分けることが群管理において合理的、効率的であると述べた。ただし、ストック保有が少ない小規模の町村など、対象とするストック量が少量の場合は、実質的にミクロのみとなる可能性が高い。ここでは、マクロとミクロの間でやり取りされる情報について検討する。

本研究の目的は、群管理の中でもマクロレベルでのLCC削減、事業費の集中緩和である。そのためには、1）でも述べたように、個々の取り組みから渡される事業費等を積み上げ、マクロが何らかの判断、意思決定を行える情報をつくる必要があり、この情報づくりへの取り組みがマクロとミクロ間の情報のやり取りの根幹になると思われる。

ここで、マクロが必要とする情報づくりについて考えてみる。マクロが必要とする情報としては、ストック全体の必要事業費とその時期の他、ストック量、健全性の現状と将来推移（例えば MCI 値が5未満の区間の全体に対する割合）、ストックの損傷の傾向やその主な原因などが考えられる。

なお、ここで注意を要するのは、マクロで実質的に必要な情報としては、個々のストックの情報そのものではなく、それら個々の情報に何らかの統計処理が施された結果であることである。ここで、統計処理されない膨大なストックのデータが個々から直接マクロレベルに渡されるとなれば、その統計処理に割かれる労力も無視できない。したがって、個々の情報が把握できる程度の小規模な群の管理を行っているミクロレベルで、それぞれが担当している群レベルでの統計処理を行い、それを上位の階層に渡し、それを基に上位の階層が担当している群レベルでの統計処理を行い、その最終形がマクロで使われる情報となるという方式が効率的である。

一方、ミクロの役割は、マクロが示した方針を地域の実情等に照らし合わせ、適切な具体的取り組みに翻訳することである。そのため、必要となる情報としては、マクロから示される方針や自身に係わる事業資金情報はもとより、個々のストックの必要事業費とその発生時期、個々のストックの健全性と将来推移（例えば、現在の MCI 値と 10 年後の MCI 値の予測）、個々のストックの使われ方（例えば交通量、

総流入水量）などが考えられる。このようにマクロとミクロとでは必要とされる情報が異なるが、先に述べたように、マクロで必要となる情報は、個々の取り組みからの情報の積み上げが基本であるため、基本的にミクロのレベルで作られる方が効率的である。したがって、マクロからは、ミクロに対して必要な情報および情報の作成方法が提示される必要がある。なお、マクロとミクロとでは必要とされる情報が異なるため、ミクロで使われる情報が全てマクロへの情報として統計処理されるわけではないことを付記する。

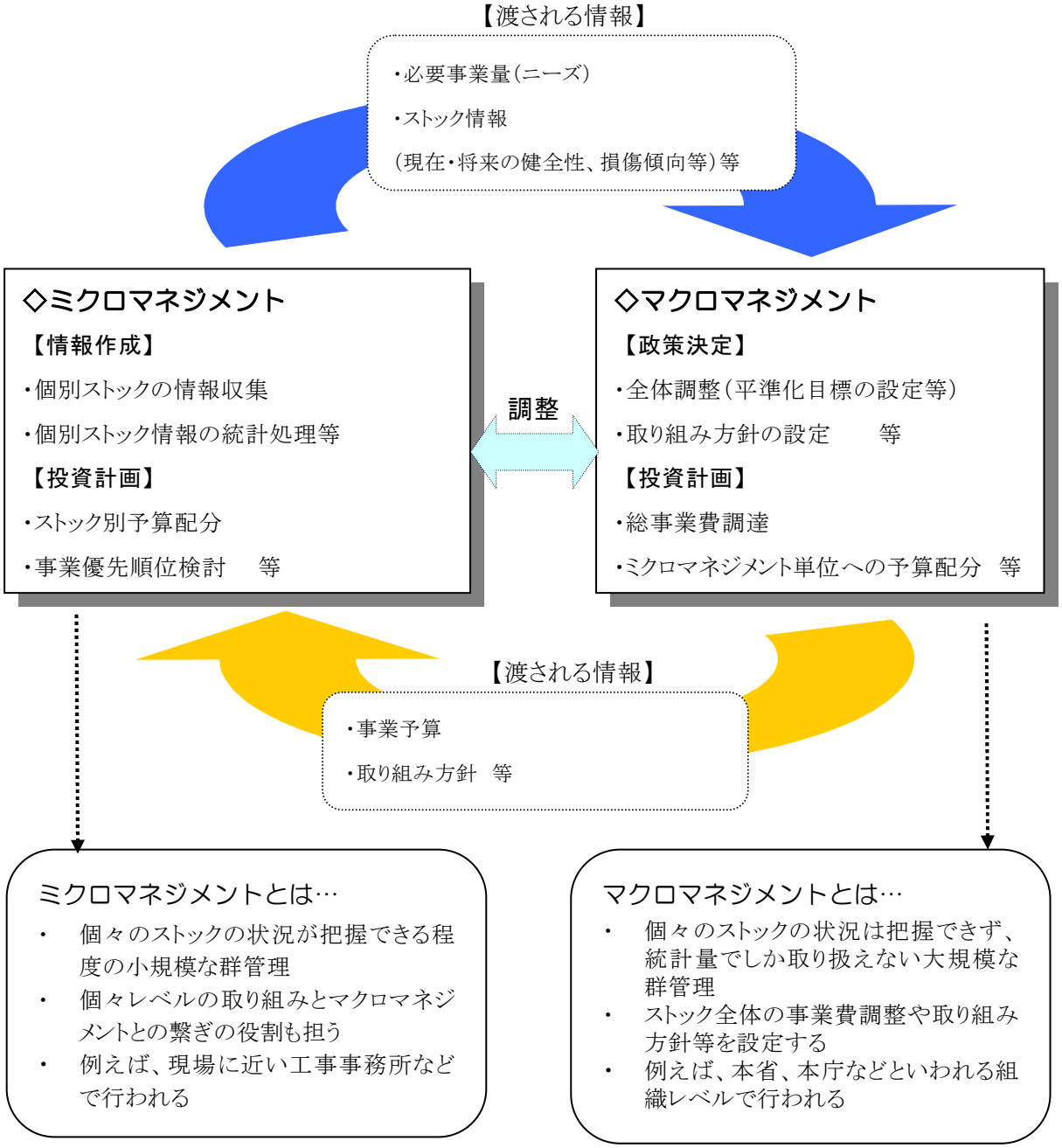


図1－2－3 群管理構成の概念（総括）

■補足説明～マクロマネジメントが必要な情報の性質について

次章で詳しく述べているが、マクロはいわばストック全体の必要事業費に関する全体調整を行う取り組みである。この全体調整の内容が、平準化の目標や、それを実現させるための取り組み方針やルールづくり（点検要領など）であったりする。これらを検討するための情報は、次の性質を有していることが望まれる。

① 定量的な情報であること
② 統計処理が可能であること
③ 情報の作成に統一性があること
④ 経年的に収集が可能であること
⑤ 情報（例えば指標値）が何かの状態を具体的に表していること

①と②は、膨大なストック量について分析等を行うためには必要な性質である。③と④については、例えばマクロが方針を検討する際には、今までの取り組みの検証や過去の経緯を参考に今後の見通しを検討する必要があると考えられる。そのためには、まずは、元となる情報が統一された考え方、手法で作成されている必要がある。マクロがミクロに対し、情報の作成方法を提示する必要性はここにもある。また、マクロが財務部局などに対し、必要事業費に関するアカウンタビリティを果たす際には、過去及び現在、将来の取り組み効果を説明する必要性が高まるものと考えられる。このようなことをアカウンタビリティするには、経年的に情報が収集されていなければならない。⑤については、①～⑤に共通して係わるものである。

例えば、ある指標値が情報として使われるとする。このとき、施設 A は 50 点という内容の情報がマクロマネジメントに渡されたとき、50 点とはどのような状態なのかが具体的に設定されていなくては、方針等の検討は難しい。仮に、何らかの方法によりマクロ内部で方針等の検討ができたとしても、財務部局等へのアカウンタビリティに耐えうるかという点では疑問が残る。そのため、情報には何らかの状態を具体的に表していることが望ましい。なお、指標値がある状態を示している例としては、舗装健全性の状態を表す指標として用いられ始めている MCI がある。MCI では5（点）未満で何らかの対策が必要とされ、3（点）未満で大規模な補修を行う必要があるとしている。

１－３．　戦略的ストックマネジメントの取り組みフローの概略

１－２．では群管理の構成や群管理内でやり取りされる情報について検討した。ここでは、それらをフローとして検討・整理する。既に述べているように、群管理を行うためには、個々レベルからの情報の積み上げを統計処理し、群としての情報に変換する必要がある。また、群として必要な情報内容のイメージは1－２．においていくつか述べたが、本研究の目的から、“何時、どれだけの補修等の事業費が発生するか”が重要である。したがって、“何時、どれだけの補修等の事業費が発生するか”に焦点を当て検討する。なお、以降、“何時、どれだけの補修等の事業費が発生するか”を示したものを「補修計画」と称することとする。

(1)補修計画の作成（個々レベル及びミクロマネジメントでの取り組み）

群管理を行うためには、まずは個々のストックの補修計画が必要となる。そのためには、点検などを通して、個々のストックにとって最適な補修内容（例えば、LCC 最小化の視点等）を検討する作業が必要となる。この部分は、個々レベルでの取り組みである。個々のストックの補修計画が作成後、それらをある群レベルで取りまとめる（例えば、統計処理を行う）必要がある。この部分の作業はミクロマネジメントが行うことになる［第Ⅰ部参照］。

ここで、以降では、特に断りがない限り、補修計画とは個々のストックの補修計画をミクロが統計処理したものをいうこととする。なお、補修計画の作成の考え方より、この補修計画とは言うなれば、“個々のストックにとって最適な補修計画の積み上げ”のことである。

(2)ストック全体を対象とした事業費等の全体調整や取り組み方針等の検討(マクロでの取り組み)

ぞれぞれのミクロで作成された補修計画はマクロに渡され、マクロ全体のストックの補修計画として統計処理される。マクロではこの情報を基に、事業費調達、事業費削減目標、ストック全体としての取り組み方針、ミクロへの予算配分(事業費配分)などを検討、設定する。それぞれのミクロに対し、予算配分額、取り組み方針等を示す。[第Ⅰ部参照]

(3)補修計画の修正と事業の実施(ミクロ及び個々レベルの取り組み)

マクロから示された予算配分額や方針を受け、ミクロでは当初作成した補修計画(マクロに渡した補修計画)を見直す。仮に、マクロから示された予算配分額や方針が、当初の補修計画の実施に支障がない場合(例:予算制約が発生していない、方針と補修計画の内容とに整合性が取れている)は、その計画で補修を実施する。

しかし、支障がある場合は、マクロから示された情報内容と適合するように補修計画を修正する必要がある。ここで、マクロからの情報を基に修正した補修計画を当初の補修計画と区別するため、修正後補修計画と称する。よって、補修計画が個々のストックの最適な補修計画の積み上げという性質を有しているのに対し、修正後補修計画は、群管理の視点からの適切な補修計画という性質を持つ。ここで、個々のストックの最適な補修計画の積み上げと群管理の視点からの適切な補修計画が一致する(修正後補修計画の作成の必要性がない)ことが最も望ましい状態である。修正後補修計画の作成では、個々のストックの補修計画の内容や補修方法、個々のストック間の補修優先順位などが再検討される。ここでは個々レベルの取り組みと密接な連携が必要となる。修正後補修計画が設定後、それに基づき個々レベルで個々のストックに対する実際の補修が計画・実施される。[第Ⅰ部参照]

(4)フィードバック

(1)～(3)が一連の取り組みの流れであるが、ここで留意しなくてはならないのは、ストックの劣化には非常に不確実性が含まれているため、状況を監視(モニタリング)し、想定した状況との間に乖離が見られた場合、適切な対応を図る必要があるという点である。つまり、修正後補修計画に則った取り組みの妥当性(例:想定した個々のストックの健全性が確保されたか)を検証し、妥当ではないと判断された場合、その原因や改善点を情報として整理しておき、次期の補修計画作成に反映させることが重要である。このような取り組みを本研究では、フィードバックと称することする。

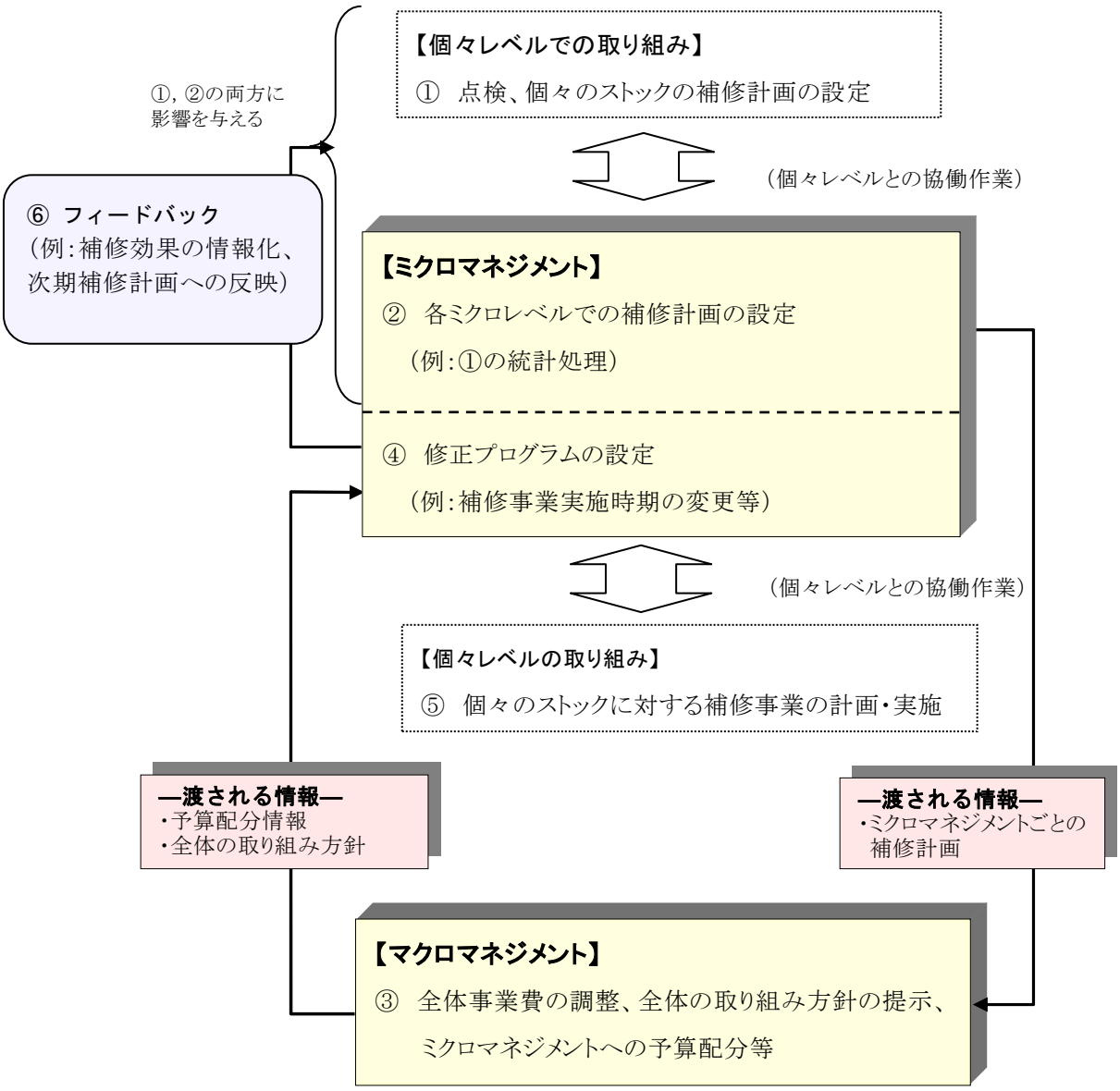


図１－３－１ 本研究における群管理の具体的なフロー

2章　マクロマネジメントの考え方

本章では、第Ⅰ部での橋梁を対象とした具体の検討を踏まえて、マクロマネジメントにおける群管理の取り組みの考え方を整理することとする。

２－１．マクロマネジメントの考え方と構成

マクロの役割は主に、ミクロから集まってきた情報を基にストック全体としての調整を図りながら取り組みの目標や方針を検討し、その具体的取り組みに必要な事業費（予算）を確保し、ミクロに配分することである。その過程において、必要な予算を確保するため、財政や国民、住民等に対するアカウンタビリティを適切に行う必要がある。このような役割を果たすための具体的取り組みは、ケーススタディより「全体調整及び事業資金調達」及び「ミクロへの取り組み方針の提示」、更に「個々の構造物の管理に関する基準づくりや技術開発」の大きく 3 つから構成されるものと考えられる。なお、本節で記述されているミクロとは、特に断りがない限り、最上位階層に出てくるミクロが該当する（例：マクロが国の場合、ミクロは都道府県）。また、本研究は、ストックマネジメントにおける群管理の検討を対象としているが、施設管理者の持つ点検等の情報が脆弱である場合を想定して検討を進めることとしている。

1）全体調整及び事業資金調達

ここでの取り組みの概要としては、補修計画などのミクロからの情報を基に、今後どれだけの補修・更新費が見込まれるのか、どのような施設、またはどのミクロで特に補修等が必要とされているのかなどの全体的特性を検討するとともに、補修等に必要な事業費の調達及びミクロへの予算配分を行うものである。特にミクロへの予算配分に関しては、社会厚生、産業政策や経済政策、財務政策との連携、地域バランス等幅広い視点からの検討結果を勘案して意思決定される必要があるため、工学的判断だけではなく、政策的判断が多分に求められる。補修等に必要な事業費の調達においては、財務部局等に対する適切なアカウンタビリティが必要であり、そのためには、今までの投資（補修等の実施）によってどれくらいの効果が達成できたかを明らかにすることが求められる。［第Ⅰ部参照］

2）ミクロマネジメントへの取り組み方針の提示

マクロではミクロから渡される情報を基に全体に関する様々な判断を示すため、渡される情報が適切で統一性が取れていることが求められる。一方、必要となる情報は、社会経済状況に対応して変化すると思われる。よって、ミクロに対し、現在どのような情報が必要か、その情報はどのように作成するかについて示す必要がある。

事業資金の枠が把握されたならば、その枠内で全体としてどのような管理を今後行えばよいかについて目標を検討する必要がある。具体的には、構造物の管理レベル（例：維持すべき施設の健全性、

下回らないようにすべき施設の老朽度）の設定や事業費削減目標などである。その目標を達成するために、補修等の事業への取り組みの考え方（方針）について、ミクロに示す必要がある。具体的には、補修計画作成の考え方を提示する必要がある。

3）個々の構造物管理に関する基準づくりや技術開発

個々の施設の補修等を含む管理は、地域事情などを勘案しながら柔軟に行われる必要があるが、群管理という面では、その根底にある程度統一した基準が保たれていることが望ましく、そのような基準が保たれていることにより、マクロが必要とする情報を迅速にかつ統一性を持って作成することが可能になると考えられる。また、群レベルでのコスト削減などは、実際には個々レベルの取り組みの積み重ねにより実現する。よって、マクロが要求する状態を個々レベルの取り組みを実現するための新技術などについても、マクロで検討することが望ましい。

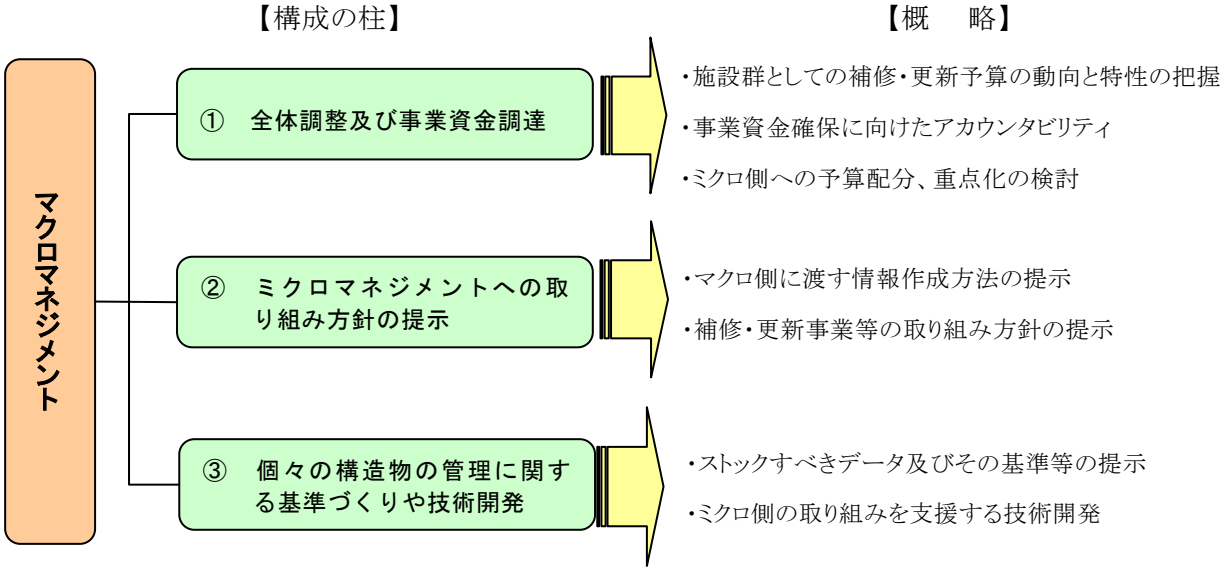


図２－１－１　マクロマネジメントの取り組みの構成

２－２．　マクロマネジメントの取り組み内容

ここでは、マクロの内容として考えられる具体的な取り組み例を示す。

1）全体調整及び事業資金調達

(1)施設群としての補修・更新予算の動向と特性の把握

i. 将来の経年的な補修更新の必要事業費の把握と予算制約の検討

必要事業費はミクロから渡される年次別のトータルの必要事業費を合算し求める。この処理により、個々の施設では LCC の視点から見たときに適正な補修・更新行為であっても、その合算が財務等の視点から見たときに適正であるかどうかが判断される。具体的には事業費集中の緩和策を取るか否か等の意思決定や緩和の目標値を検討する。［第Ⅰ部参照］

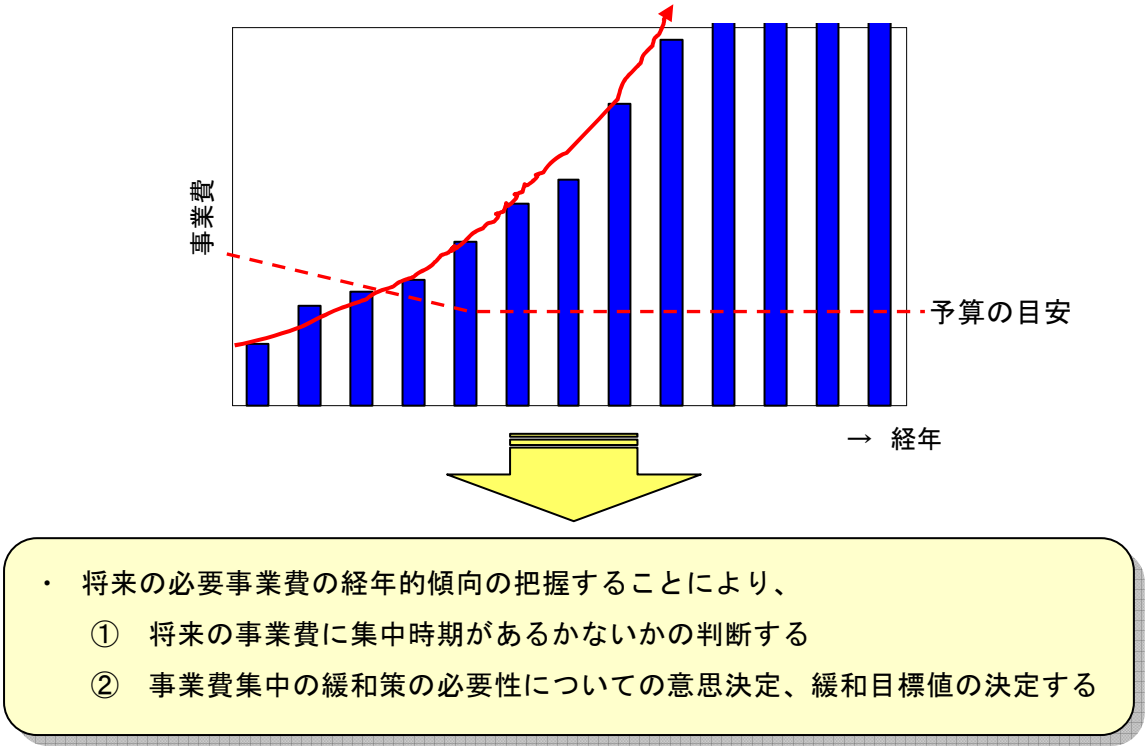


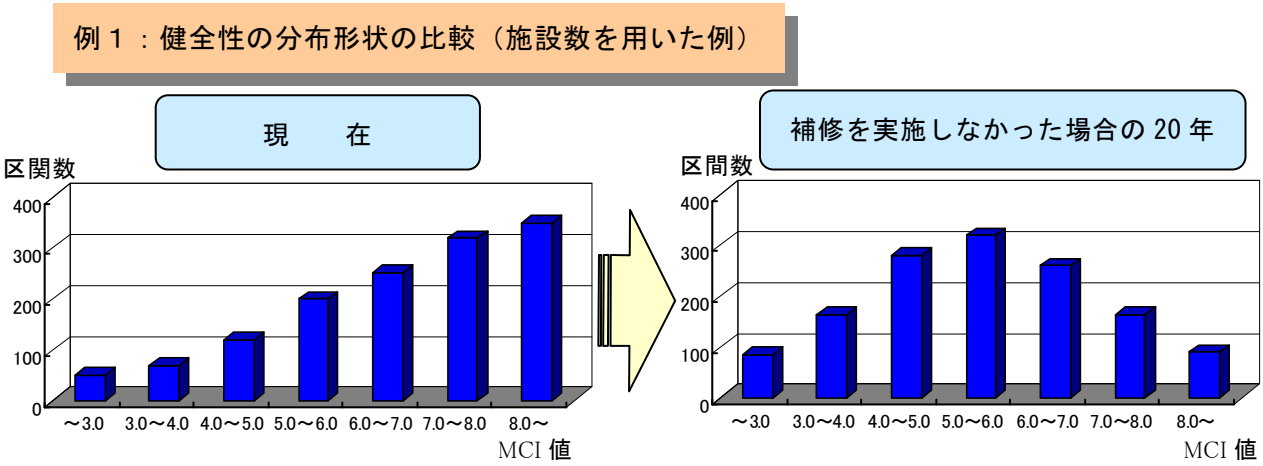
図2－2－1 全体事業量の経年的推移

ii. 現在及び今後の取り組み効果の把握・分析

ミクロから渡される健全性の情報を統計処理し、予算配分（資源配分）の考え方の検討や今までの投資効果及び今後の投資効果の分析に活用する。投資効果の分析結果は、財務部局などに対する補修等の事業費要求の際、アカウンタビリティとして活用する。なお、効果があまり認められなかった場合は、取り組みの見直し検討の有益な材料として活用する。[第Ⅰ部参照]

【取り組み効果の把握の例】

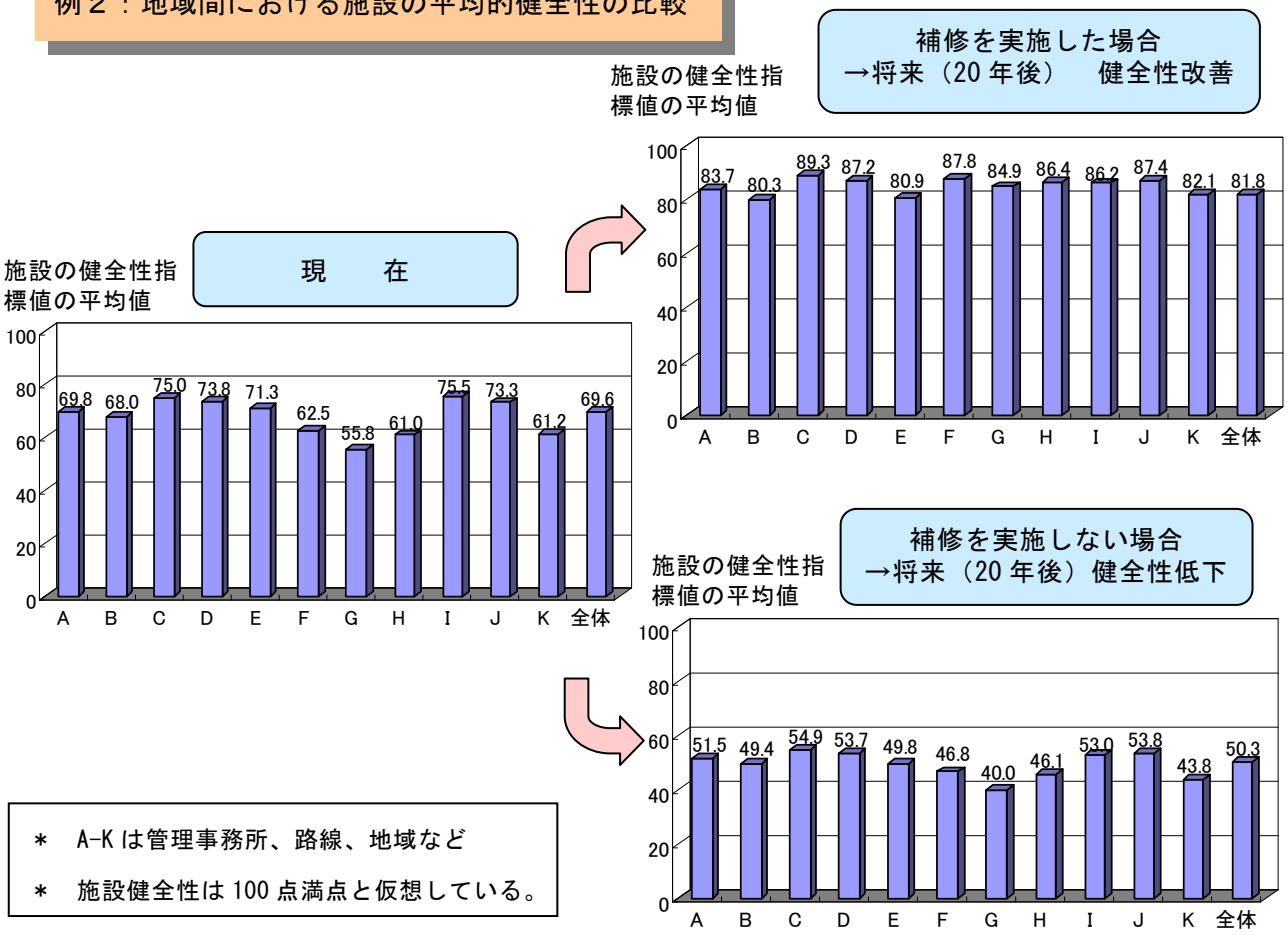
- 現在及び将来における施設の健全性の分布形状、平均値、分散の比較
- 以前の必要事業費と現在の必要事業費との比較（例えば施設の長寿命化促進による補修・更新費用の低減効果として比較）
- 地域間における施設の平均的健全性について比較



・　分布形状の変化から、補修を実施しないことによる将来の要補修区間及びその候補区間量を推測する。
・　分布形状から、補修を実施しないことにより概ねどのような状態の区間が多数を占めるのか推測する。

図２－２－２ 取り組み効果の把握例(1)

例２：地域間における施設の平均的健全性の比較



＊　A-K は管理事務所、路線、地域など
＊　施設健全性は 100 点満点と仮想している。

・　補修による投資効果の全体的傾向の把握することで、
　①　予算配分の考え方の検討、見直し
　②　地域ごとに投資効果の検証と取り組みの見直し
に活用する。

図２－２－３ 取り組み効果の把握例(2)

(2)事業資金確保に向けたアカウンタビリティ

マクロの重要な役割として、ミクロに補修・更新のための資金を供給する役割がある。具体的には必要な事業資金を確保し、必要なところに分配する内容となる。事業資金（予算）を確保するには、要求する事業費が適切であることを財務部局や国民、住民、ユーザーに説明する必要がある。ここで留意すべきこととしては、どんなに有用な情報であっても、それが理解されなくては目的が果たせないという点である。つまり、誰に情報を伝えるのか、説明するのかを勘案し、説明する相手に応じて、情報のプレゼンテーションの方法を適切に判断する必要がある。［第Ⅰ部参照］

例）

- 5年以内に補修、更新が必要となる施設を全体の△％以内にする
- 施設の健全性指標値において△点以下を△％以下にする
- with-without による補修・更新事業の有効性の説明

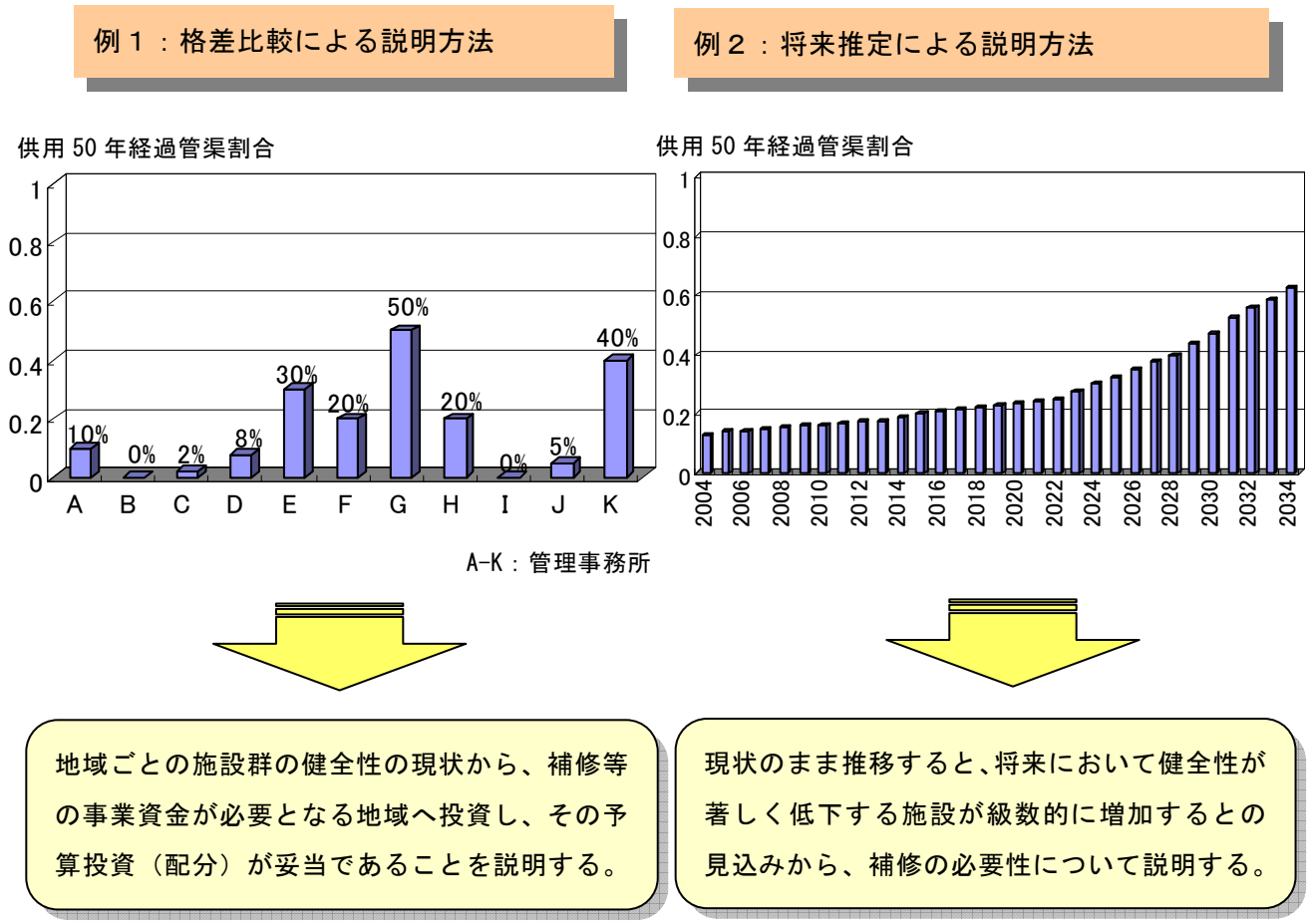
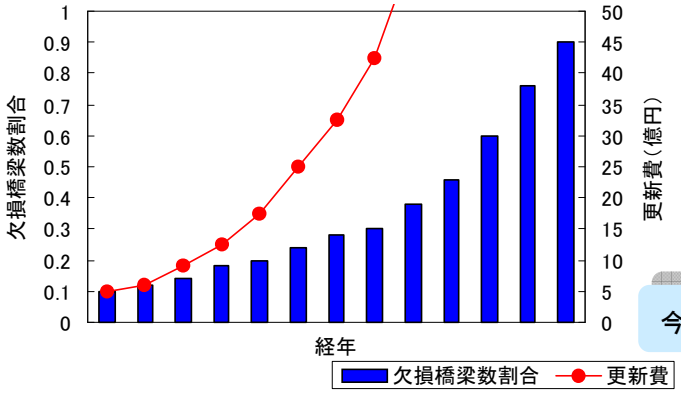


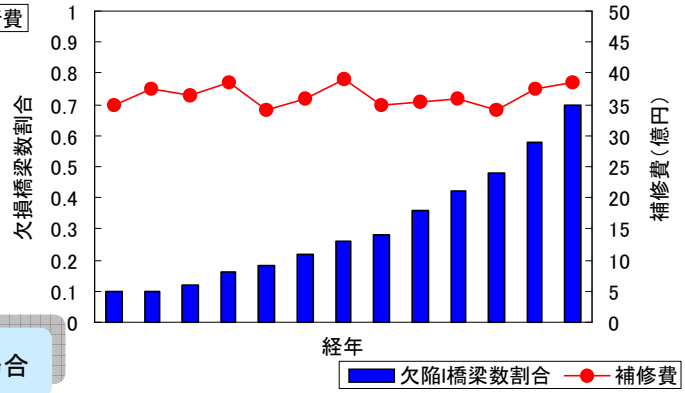
図２－２－４ アカウンタビリティの方法例（1）

例３：with-without による説明方法　－１

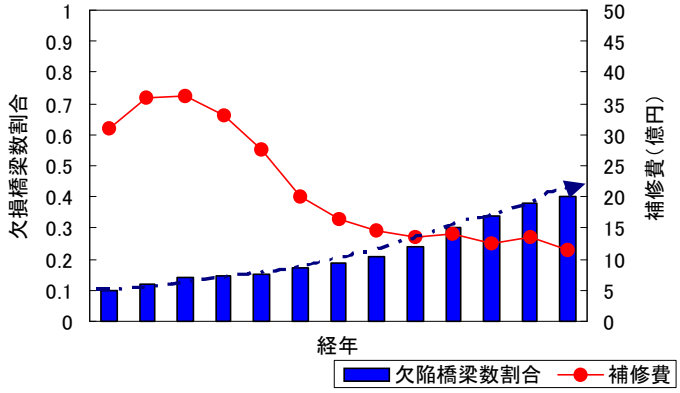
補修を実施しない場合



今までの予算（投資）の考え方で補修を実施した場合



新しい予算（投資）の考え方で補修を実施した場合



補修を実施しない場合、従来の予算（投資）の考え方で補修を実施した場合、新しい予算（投資）の考え方で補修を実施した場合それぞれについて、老朽化した施設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及び事業費の増大を抑制するといった結果から、その有効性を説明する。

図２－２－５ アカウンタビリティの方法例（２）

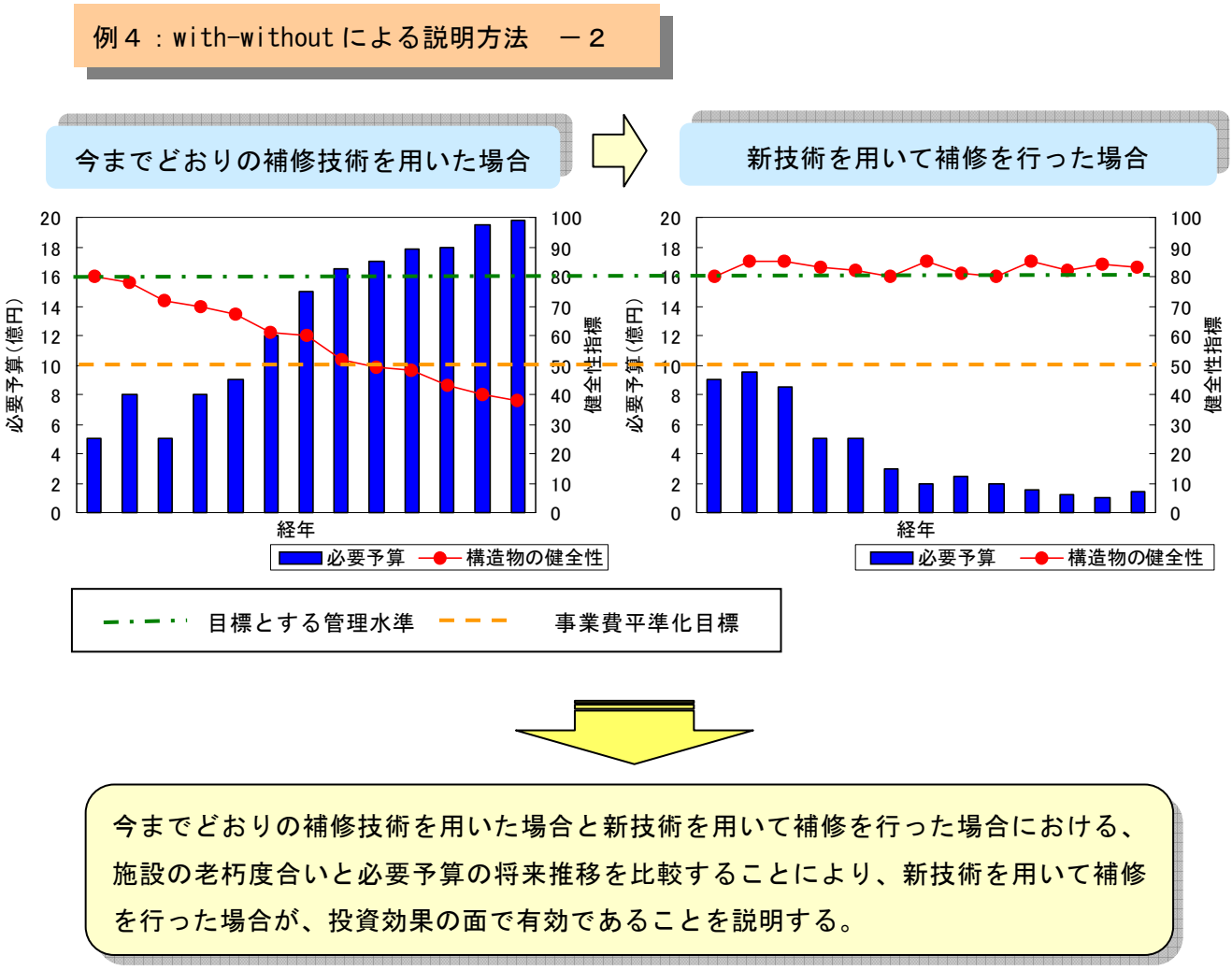


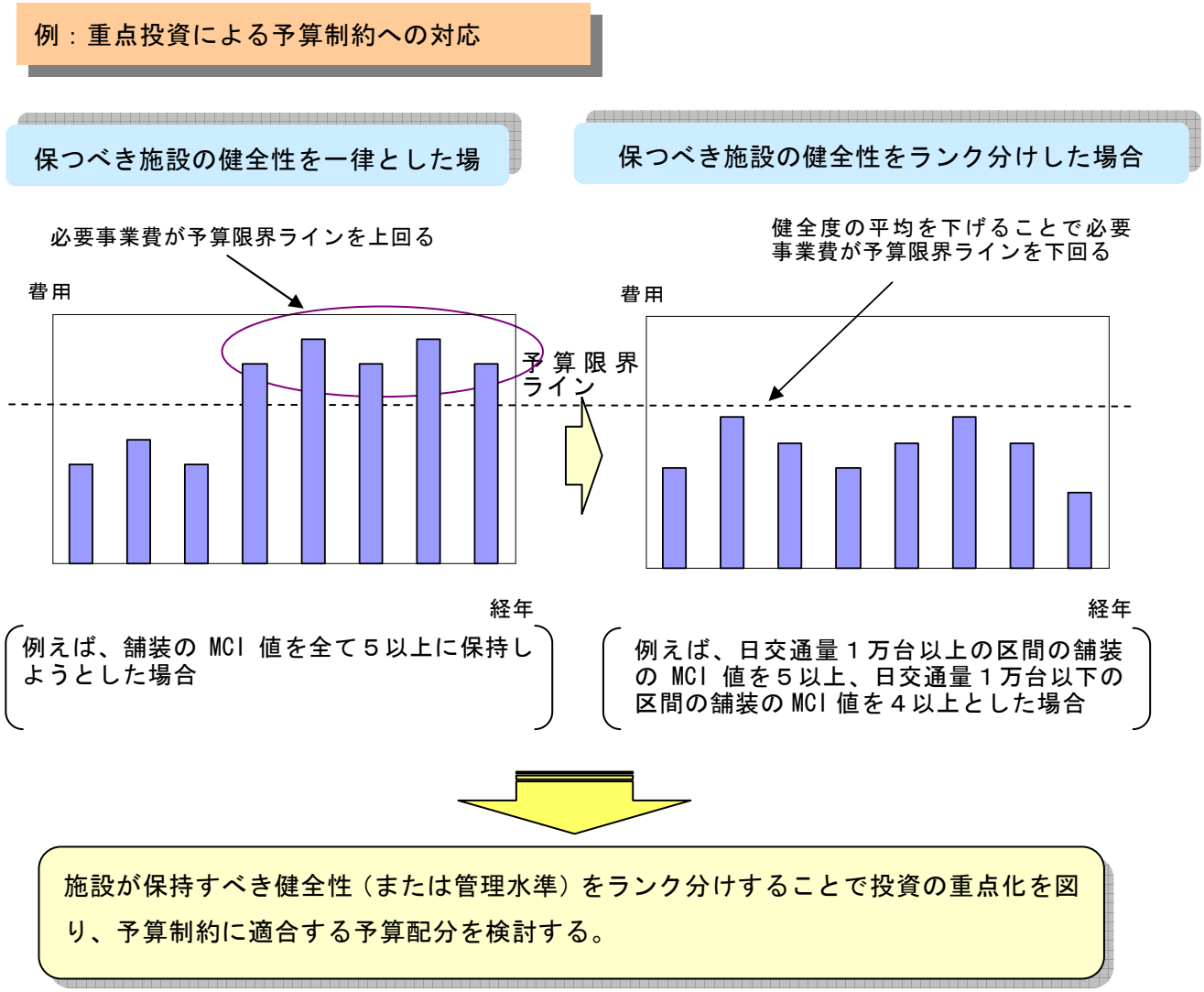
図２－２－６ アカウンタビリティの方法例（３）

(3)ミクロ側への予算配分、重点化の検討

目標とする事業資金が確保される場合、問題は生じないが、目標値を下回った場合はミクロへの資金（予算）配分で調整される必要がある。予算配分は、現在及び将来における施設の健全性の地域均衡や都市計画、福祉政策、防災対策、経済対策等広い分野との調整を図りながら行われるものと考えられる。また、限りある事業費で、可能な限り効果を上げるためには、重点的投資も必要となる場合があり、そのため、重点投資の対象を検討しておくことが求められる。

例）

- 施設群の健全性指標値の分散を△まで縮小させることで、地域バランスを是正する
- 相対的に健全性が低い施設の優先的補修の展開
- 再開発事業等都市計画事業や防災事業との連携による老朽施設の優先的補修・更新



※橋梁などは、保持すべき健全性を下げると事故に直結する可能性があるなど、施設の特性を踏まえた適用を考える必要がある

図２－２－７　予算配分の検討方法例

2)ミクロマネジメントへの取り組み方針の提示

(1)マクロマネジメントに渡す情報作成方法の提示

ミクロから渡される情報は、統一性や一貫性が求められる。つまり、ある統一の考え方によって、経年的に情報が作られる必要がある。もし、ミクロからその主体ごとの考え方により作成された健全性指標値等しか渡されないとすると、ミクロの主体間の比較などができないため、群レベルでの調整が困難となる。よってマクロがミクロに具体的な情報の作成方法を示す必要がる。

例)

- 健全性指標作成の考え方
- 健全性指標作成にかかわる情報収集方法(点検方法など)
- 補修・更新事業の評価方法(補修の効果の表現方法)の提示

(2)補修・更新事業等の取り組み方針の提示

i. 補修・更新事業プログラム検討の考え方の提示

補修計画は、ミクロからマクロに渡される情報の中でも特に重要な情報である。マクロでは、補修計画をもとに作成された LCC の情報をもとに、予算制約条件の検討や財務部局等へのアカウンタビリティを行う。したがって、補修計画の作成においても統一された考え方が必要となる。このことから、マクロではその考え方をミクロに提示する必要がある。

例）

- 事業費に関する目標値の提示（△%の削減、経年事業費の標準偏差を△円内に収める、ミクロが管轄している施設群の健全性の平均値を△まで向上させる）
- LCC や補修・更新費用の見積もり方の提示（補修シナリオの考え方、社会的費用の取り扱い、割引率の取り扱い、工事単価、長寿命化等新技術を適用させる施設の選定方法の考え方の提示等）
- 事業時期重複の調整が必要な場合の考え方（LCC の増加最小化、費用便益分析の適用、既存不適格施設の優先的補修・更新等）

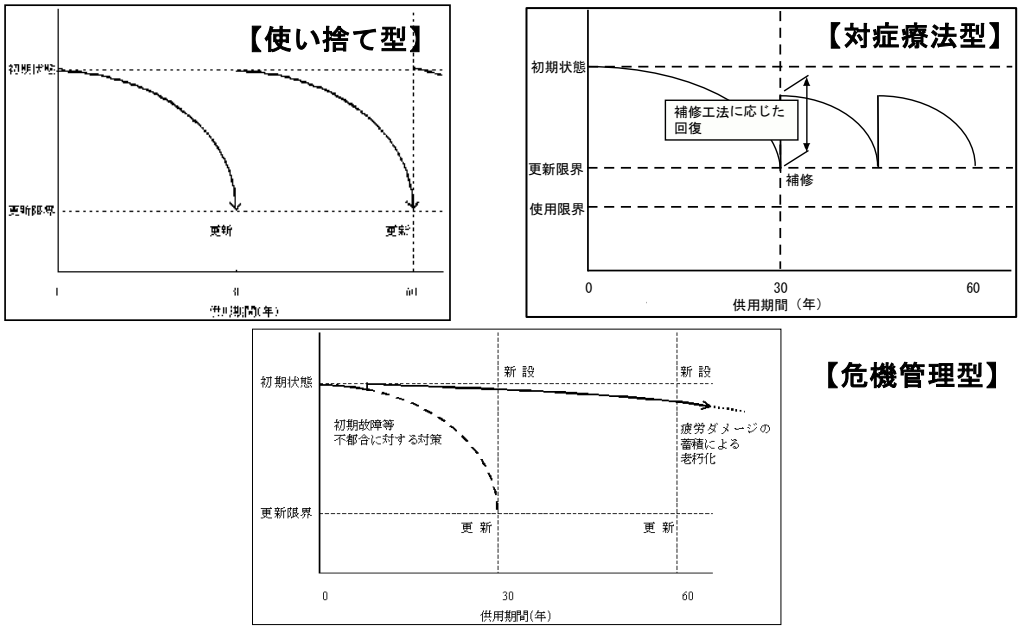


図２－２－８ 補修シナリオの考え方の例

ii. 性能発注方式など、併用することで LCC 削減等効果が期待できるソフト施策の提示

施設の LCC を削減する方法としては、適切な時期に適切な補修という、ハード的な取り組みのほか、ソフト的な取り組みを組み込むことで、より効果の向上が期待できると考えられる。このようなソフト的施策は、場合によっては多方面との協議や行政としての施設運営の統一性の問題等が生じることもある。したがって、マクロから現段階ではどのような考えのソフト的施策であれば実現可能か、もしくは採用に問題がないかを示す必要がある。

iii. PFI 等民間資金導入の考え方の提示

補修更新事業の資金は、基本的に財務部局からのものと思われるが、民間資金の活用が図れる場合がある。そのような場合は、民間資金を導入することが、コスト縮減につながると考えられる。したがって、どのような施設に民間資金を導入するか、また、どのようなルールで行うかの具体的運用方法について、その考え方を提示する必要がある。

3）個々の構造物管理に関する基準づくりや技術開発

(1)ストックすべきデータおよびその基準等の提示

ミクロから渡される情報の多くは、通常は、既に収集されているデータ（以下，原データと称する）をもとに作成されると思われる。したがって、情報収集方法の変化や新たな情報の作成を行う必要性が生じたとしても、原データの収集方法や記録方法などがミクロ間で統一性や一貫性が保たれていれば、適切な情報が素早くかつ過去に遡り経年的に把握できる可能性を有することができる。よって、原データの収集方法、記録方法等について、基準を設定しミクロに示す必要がある。

- 点検要領の作成
- データ保管方法の提示

(2)ミクロ側の取り組みを支援する技術開発

例えば、長寿命化を図るためには補修のタイミングの問題もあるが、同時に長寿命化を可能にする技術（施工方法）の開発も必要となる。そのためには、過去の補修内容の傾向、平均的な費用などを調査することで技術開発の焦点を絞り、効果の検証等を行いながら進めることが合理的である。このような技術開発の取り組みについて、ミクロで行うことは資金的にも難しいため、複数のミクロの取り組みを代表してマクロで行うことが求められる。なお、ミクロの取り組みを支援する技術的情報を効率よく提供していく仕組みづくりも、マクロで行う必要がある。

- 損傷に焦点を絞った問題・課題の調査
- 技術の公募
- 研究所への技術開発の依頼

3章　ミクロマネジメントの考え方

本章では、第Ⅰ部での橋梁を対象とした具体の検討を踏まえて、ミクロマネジメントにおける群管理の取り組みの考え方を整理することとする。

３－１．ミクロマネジメントの考え方と構成

マクロの役割はマクロが示した方針等の枠組みを地域の実情に照らし合わせ、適切な具体的取り組みに翻訳することである。具体的には、マクロから配分された予算や取り組み方針を与件とした、適正な施設管理のための情報作成、補修計画の作成、補修・更新事業等の効率的かつ円滑な実施である。

１）適正な施設管理のための情報作成

施設管理を行うには、その過程において何らかの施設管理者の意思決定が随所で求められるが、適切な意思決定を下すには「情報」が必要である。情報は、意思決定者がどのような立場で、どのような意思決定を下す必要があるかによって、その内容は変化するが、施設管理に関しては、個々の施設の顔が見えるミクロが重要な情報源であり、かつ、情報作成者でもある。

ミクロが作成する情報としては、マクロから作成指示された情報の他、実際に個々の施設を適切に管理するためのミクロの独自情報がある。また、情報は継続的に収集することで、より有効な利用が図れる。従って、情報の蓄積ということにも留意しておく必要がある。なお、補修事業の発生時期、費用を記した補修計画は、マクロに渡す情報の一部と捉えられるが、特に重要な情報であると考え、別途取り扱う。

２）補修計画の作成・変更

補修計画とは、補修の発生時期と費用等を示したものである。補修計画の作成とは、LCC 最小化の視点から最適なものを作成することで、いわば“個々のストックにとって最適な修繕計画の積み上げ”となっている。この結果はマクロに渡され、予算獲得、ミクロへの予算配分、方針設定などを検討する際の最も基礎的な情報となる。補修計画の変更とは、マクロから伝えられた予算制約や取り組み方針に従い、地域事情や個々の施設の特性などを踏まえながら、当初の補修計画を実行可能な内容に変更することである。したがって、予算的にも問題が無く、取り組み方針からも逸脱していない場合は行う必要がない。［第Ⅰ部参照］

３）補修・更新事業等の効率的かつ円滑な実施

ミクロでは、個々の施設の状態を勘案しながらの、適正な全体の補修等の計画づくりだけではなく、実際の事業の実施という重要な役割も担っている。補修等の事業の実施においては、マクロで開発等

された新技術の採用などにより、事業費が低減するよう創意工夫することが求められる。また、円滑な事業の実施においては、利用者や地域住民の理解と協力が必要となる。そのためには、マクロとは趣の違う、より日々施設を利用する利用者等の目線に近い内容のアカウンタビリティの充実が望ましい。

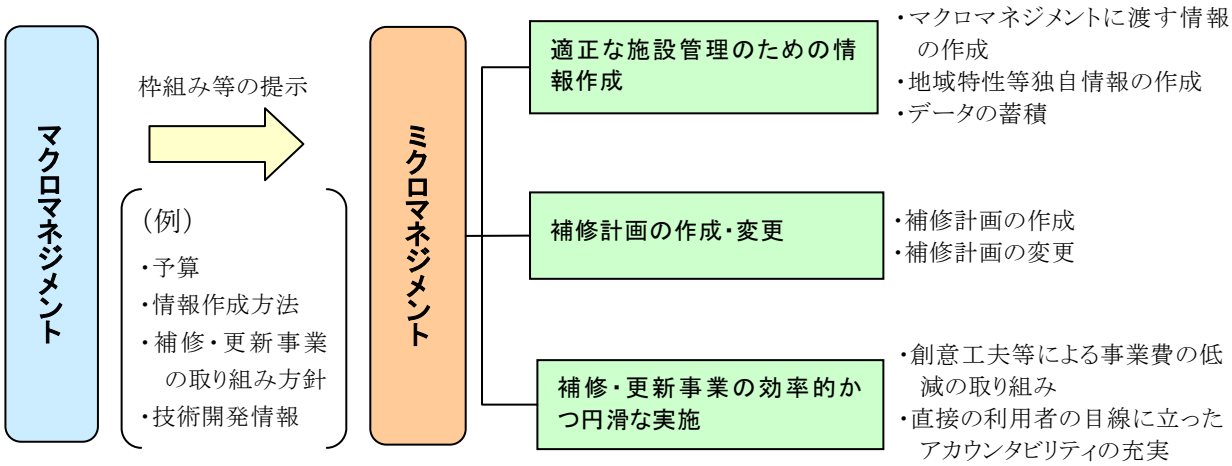


図３－１－１ ミクロマネジメントの取り組みの構成

３－２． ミクロマネジメントの取り組み内容

ここでは、ミクロの内容として考えられる具体的な取り組み例を示す。

１）適正な施設管理のための情報作成

(1)マクロマネジメントに渡す情報の作成

マクロから示された、渡すべき情報を作成することである。例えば、マクロから示された方法による施設の健全性指標作成や指標の推移、補修効果、補修計画の内訳を整理した情報などが考えられる。

(2)地域特性等を加味するためのミクロマネジメント独自の情報作成

マクロに渡す情報は、基本的にマクロが全体的傾向や大局的判断を行うための情報であるため、個々の施設の管理に必要な固有の情報は求められる機械が少ないものと思われる。しかし、実際の個々の施設管理に携わる場合、地域独自の特性（例：積雪寒冷，沿岸部立地，住民感情）を加味しなくては、適切な維持・補修等が行えない場合があると考えられる。したがって、個々の施設について適切な管理を行うための情報を、ミクロの主体が独自で収集することも求められると思われる。

(3)収集したデータの蓄積

マクロ側が必要とする情報は、状況によって変化する可能性が高い。その際には、新たに情報を収集する場合や、今まで必要としていた情報を加工することで得られる場合とに大きく分かれるものと思われる。当然、地域事情に応じた個々の施設の適正な管理を行うためにミクロが収集していた情報にも同じことが言える。したがって、得た情報は蓄積しておく必要があり、蓄積することで更なる情報の利用が可能になるものと考えられる。

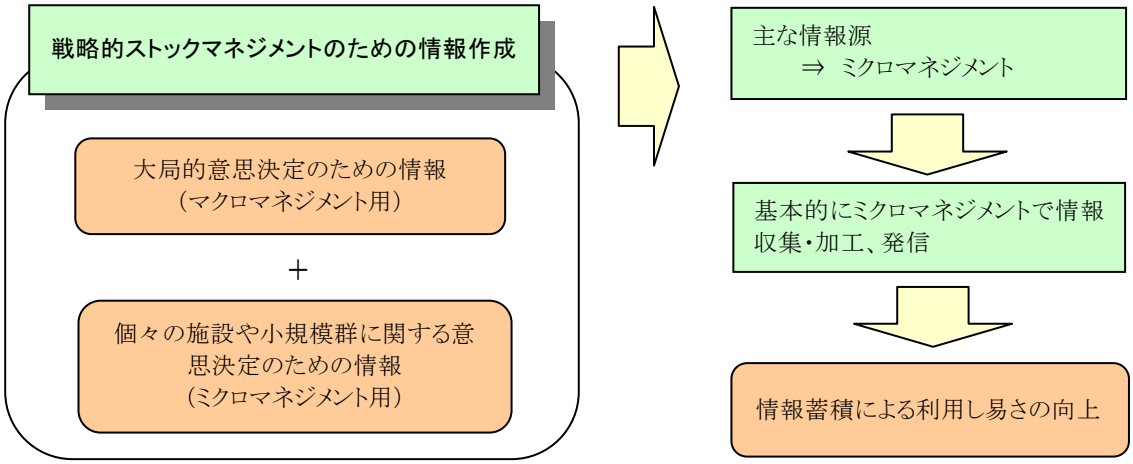


図３－２－１ 情報作成の考え方

2）補修計画の作成

(1)LCC 低減化を計るための補修計画の作成

補修計画の作成手順例（フロー）を次に示す。［第 I 部参照］

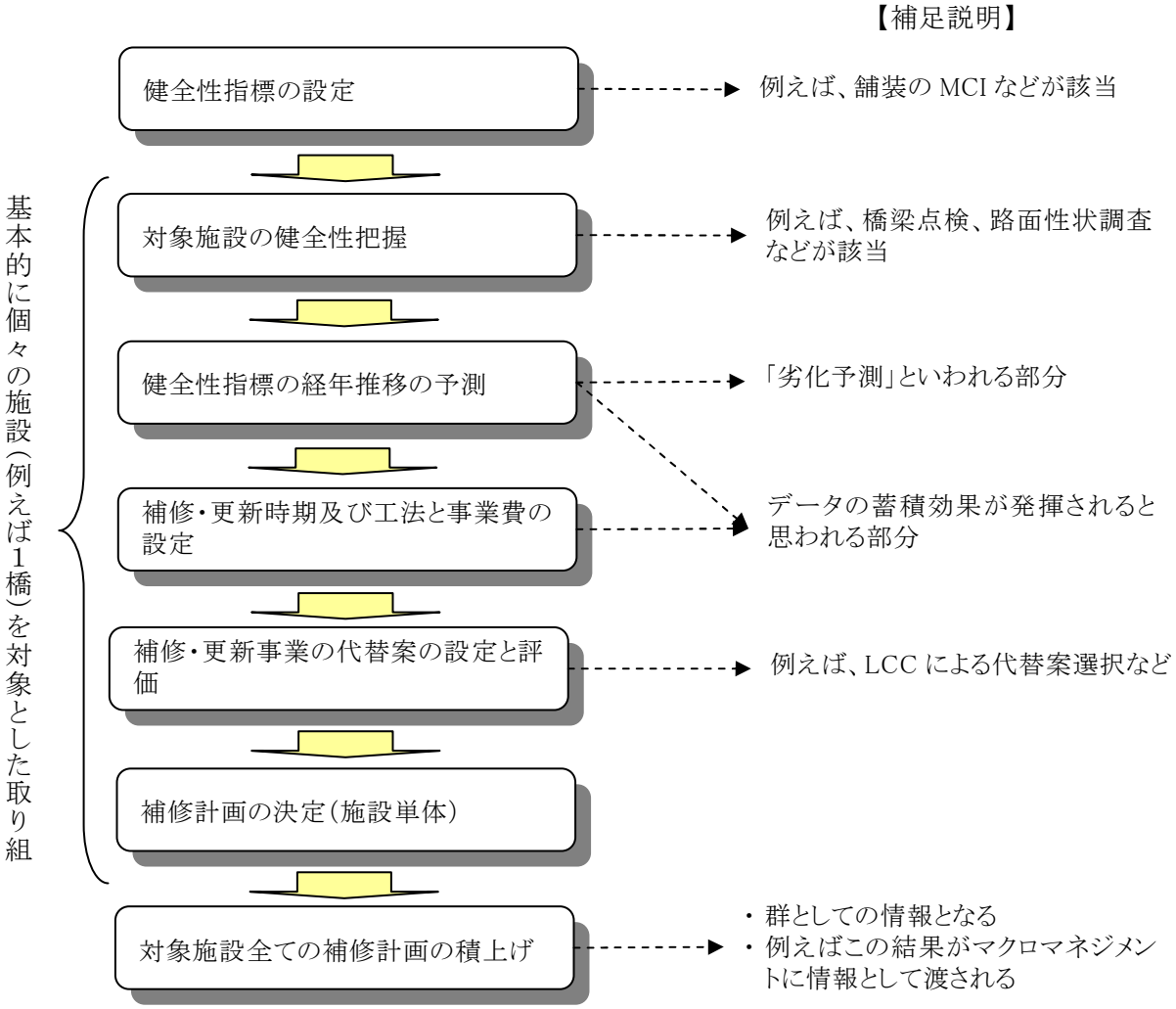


図３－２－２ 補修計画作成のフロー

i. 健全性指標の設定

考え方としては、舗装の MCI のように、性質が異なる損傷を総合化して表現するものと、耐荷重のような物理量で表現するものとが考えられる。総合化の場合には、その数値と現状の損傷状態とがリンクすることが望ましい。また、マクロでは複数の施設を取り扱うことから、検討作業の効率性を勘案すると、施設の劣化状態は、ある一つの指標で表されることが望ましいと思われる。

ii. 対象施設の健全性把握（点検）

点検は、施設の損傷状態を把握するために行われる。従来の点検が主に施設の異常の有無を判断するものであったと考えると、この点がストックマネジメントにおける点検の特徴とも言える。点検結果は、現在のものだけではなく、過去の結果も重要である。過去の点検結果は、補修計画を策定する際の最もベースとなる情報となる。なお、点検結果は経年的に整理蓄積することが望ましい。この点については、1)(3)と深く関係する事柄である。

iii. 健全性指標の経年推移の予測（劣化予測）

劣化状態の設定手法としては、確率論を用いるものや劣化の状態をシナリオ化するものなどの手法が提案されている。いずれの場合も、対象施設の補修履歴や点検結果などを活用して推定を行うことが望ましい。

iv. 補修・更新時期及びそのときの工法と事業費の設定

劣化予測結果をもとに補修・更新のタイミングとそのときの採用工法、事業費を検討する。補修・更新のタイミングの検討では、健全性指標値の回復が、補修によりどれだけ図れるかと見込むことポイントとなる。この設定には、既往研究成果や補修履歴などを活用することが考えられる。また、ある損傷状態における補修の方法（採用可能な工法）は、一通りとは限らず、複数存在する可能性がある。したがって、補修時期と工法の設定は、実現可能な補修時期と工法からなる代替案を複数設定し、何らかの規準で比較・選択することで決定する事が望ましい。

v. 補修・更新事業の代替案の設定と評価

iv で、実現可能な補修時期と工法からなる代替案が複数設定された場合は、最も適切な代替案を選択する必要がある。代替案選択の方法としては、例えば、マネジメントの検討対象期間内における総事業費最小のものを選択するといったことが考えられる。なお、代替案の選択については、割引率の適用、検討期間の妥当性などの問題等があるが、これらの点については、現在、様々な立場からの研究、検討が行われているところである。

vi. 補修計画の決定および対象施設全ての補修計画の積み上げ

v で選択された代替案は、ある一つの施設の補修計画として設定される。ミクロの主体は、個々の施設の補修計画を積み上げることで、自分達が管理する群としての補修計画を設定する。よって、設定された補修計画は、例えば、マネジメント検討期間における群の補修・更新事業費の投資スケジュールのようになっている。

(2)補修計画作成の考え方の例

ここでは、施設の健全性指標が既に設定されており、施設の点検結果もある程度は整理・把握されているとの仮定の下での補修計画作成方法の例を示す。具体的には、**図３－２－２**における健全性指標の経年推移の予測（劣化予測）、補修・更新時期及びそのときの工法と事業費の設定、補修・更新事業の代替案の設定と評価までの具体的方法例を示す。なお、ここで示す内容はあくまでも一参考例であり、そのほかにも様々な手法が提案されていることを付記しておく。

vii. 考え方

健全性指標の経年推移を補修工法別にシナリオ化し、シナリオ別にマネジメント対象期間の補修タイミングおよび総補修費を設定する。つまり、一つのシナリオが一つの代替案となる。代替案は、総補修費最小のものを選択する。

viii. シナリオ作成

まず設定するシナリオパターンを検討する。設定するシナリオの基本パターンとしては、大きく次の3つが考えられる。以降、この3つのパターンを設定する場合について示す。

① 基本的に補修は行わないパターン（以降、使い捨て型）
② 予防保全を行い、長寿命化を図るパターン（以降、危機管理型）
③ ①と②の中間に位置するパターン（以降、対症療法型）

【step1】

最初に、補修履歴や点検履歴などを活用し、補修等を行わなかった場合の健全性指標の推移を設定する。この結果を、使い捨て型としてシナリオ設定する。

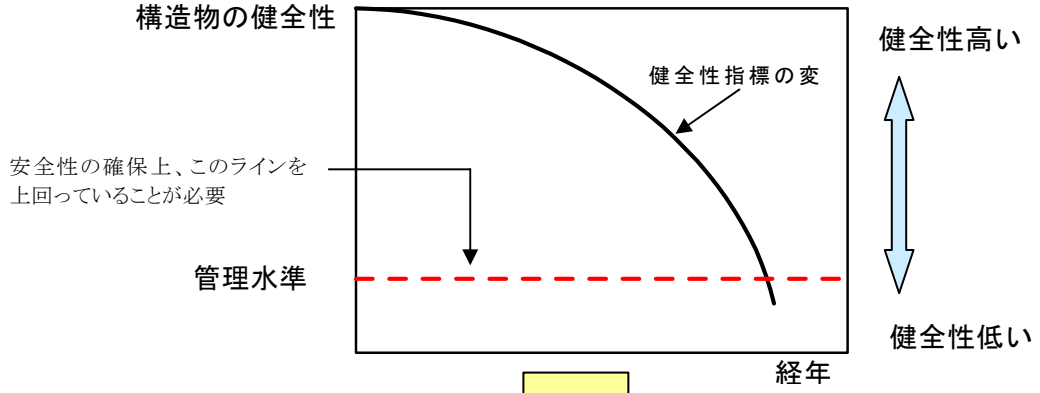
【step2】

補修工法やその効果に関する既往事例や調査研究成果などを活用し、補修工法を危機管理型、対症療法型に分類する。もしも補修工法間に連動性（例：工法Ａを選択したら、次の補修にはＢを選択するのが通常である）がある場合、その連動性ごとにも整理しておく。

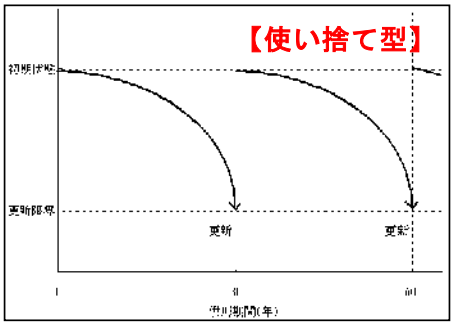
【step3】

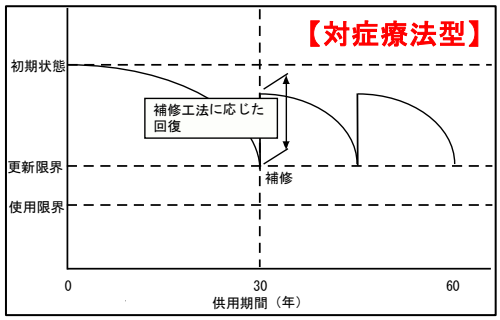
使い捨て型をベースに、危機管理型または対症療法型に設定された補修工法を用いたときの健全性指標の推移を補修工法ごとに設定する。例えば、危機管理型に分類された補修工法について健全性指標の推移をしたならば、それが危機管理型のシナリオの一つとなる。なお、上記より、考え方としては、パターン別にいくつものシナリオが設定されることも予想されるが、実務の効率性を勘案すると、一つのパターンに対し一つないしは二つのシナリオの設定に絞り込む方が現実的であると思われる。

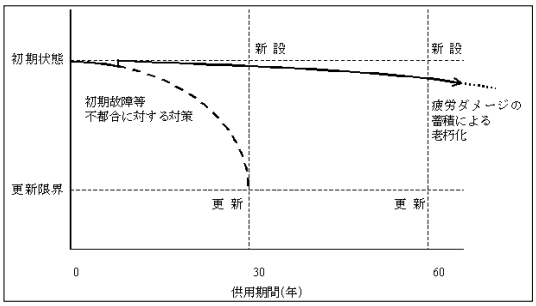
経年劣化の将来推定



補修時期の代替案作成







【危機管理型】

代替案の比較・評価

年　　次	2003	2004	2005	…	2021	2022	…	2033	LCC
使い捨て型								50	50
対症療法型			10			32			42
危機管理型		30				4			34

LCC で評価

図3－2－3 シナリオを用いた補修計画作成の考え方例

ix. 補修・更新事業の代替案の設定と選択

施設の現状（最新の点検結果）と viii で設定したシナリオから、シナリオごとに施設の今後の補修費用の発生時期及び費用を設定する。つまり、一つの施設に対し、複数の補修パターンとそのときの費用および発生時期が設定されることになる。具体的には、使い捨て型、危機管理型、対症療法型の3つの補修パターン別に、費用とその発生時期が示された、代替案が設定されることとなる。

代替案の選択基準には、マネジメントの検討期間における総費用を用い、総費用最小の代替案を選択する。選択された代替案が補修計画として設定される。

【補足説明】

上記の例は、補修計画をミクロの主体が施設の健全性指標が既に設定され、施設の点検結果もある程度は整理・把握されているとの仮定のもとで、どのように作成するかの例を参考までに示したものである。マクロとミクロという二つのマネジメント体系からなるストックマネジメントの場合ではシナリオ設定については、マクロがその基本的なものをミクロに提示することが望ましい。

(3)補修計画の変更

(1)で作成された補修計画は、ミクロマネジメント単位で整理され、一度マクロマネジメントに情報として送られる。マクロマネジメントでは、各ミクロマネジメントで送られてきた情報を統計処理し、全体的傾向等を把握するための情報を作成する。次にそのようにして得られた情報を活用し今後の取り組み方針の設定や事業費の調達を行う。そして、各ミクロマネジメントに予算の配分や今後の施設管理の方針などが伝えられる。この時、それらマクロマネジメントの取り組みの結果として、ミクロマネジメントが当初設定した補修計画を変更する必要がでてくる場合がある。例えば予算制約による補修計画の変更である。補修計画の変更方法には大きく前倒しと先送りの2つが考えられる。

ここでは、マクロマネジメントから予算制約を受けたときの補修計画の変更を想定して述べることとする。なお、変更後の補修計画は、LCC 最小にはなっていないことに留意する。［第 I 部参照］

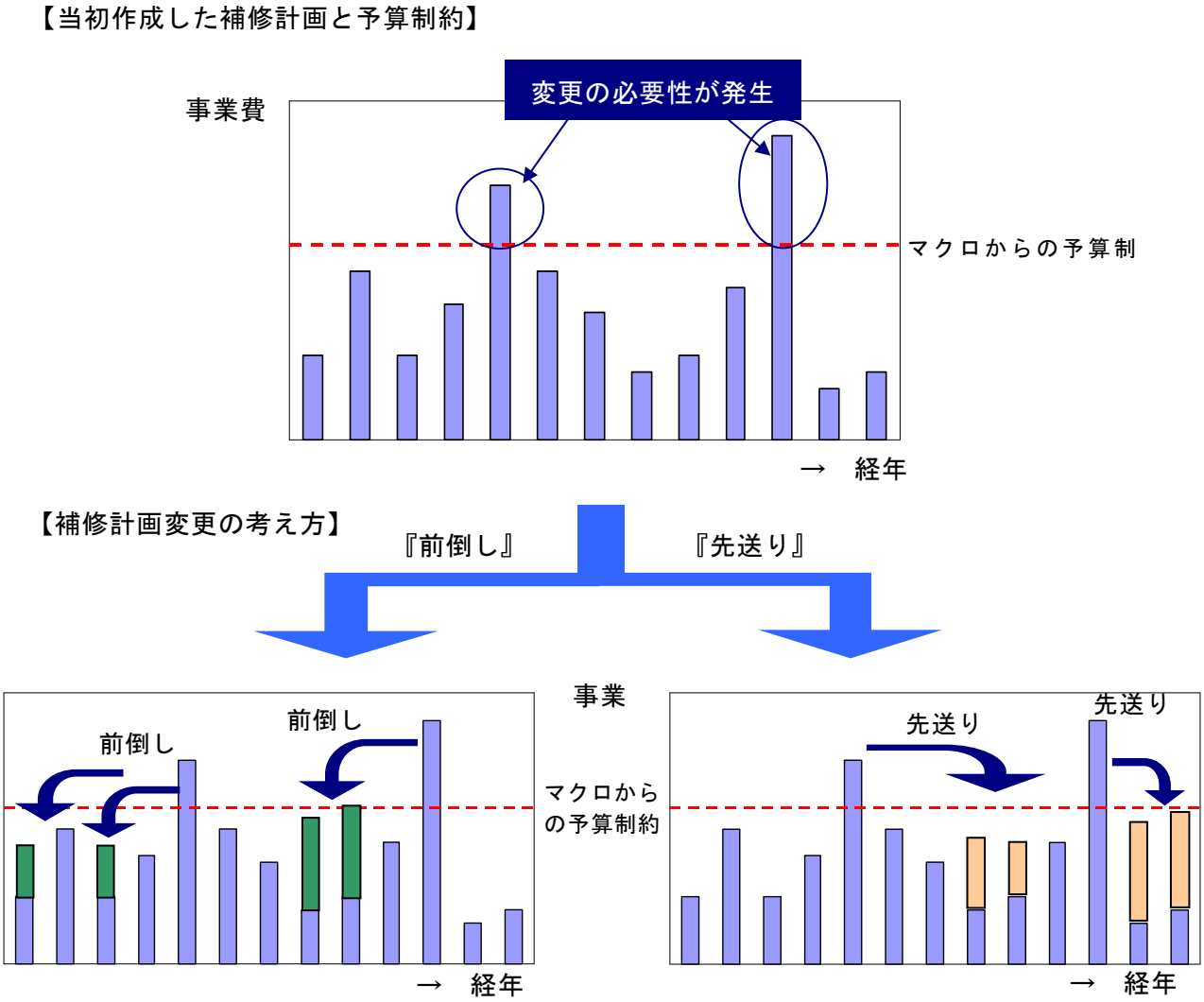


図３－２－４ 補修計画変更の考え方の例

i. 前倒しの考え方

前倒しとは、(2)で紹介した補修計画作成例を用いて具体的に述べると、当初補修計画において、使い捨て型を対症療法型に、対症療法型を危機管理型のシナリオに変更するものである。

前倒しの考え方の例を図３－２－５に示す。例えば、7 年の事業費がマクロからの予算制約に適合しなかったとし、その補修内容として対症療法型が選択されていたとする。この時、7 年に予定される補修事業に対して危機管理型の補修内容に変更(5 年前の 2 年に補修)することで対応するといったことである。なお、前倒しを行う場合には、危機管理型への変更が可能な状態であること、変更後の補修計画が予算制約に適応していることを確認することに留意する必要がある。

また、前倒しを行う場合、どのような基準で(又は考え方で)前倒しを行う施設を選定するかということの検討が必要なる。例えば、事業費が大きいもの、LCC 増加が穏やかなものから行うといったことや交通量、施設の現在の健全性、補修工事による利用者損失の大きさなど種々考えられるが、どれが妥当であるのか、又、それらを総合的に勘案する方法については今後の課題である。

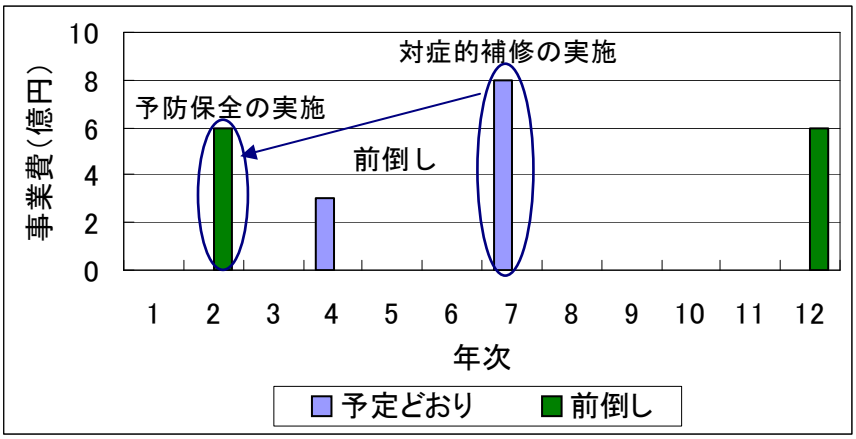


図３－２－５ 事業の前倒しによる予算制約対応の例

ii. 先送りの考え方

先送りとは、補修事業に優先順位をつけ、予算内で可能な限り実施し、実施できなかったものは、後年次に廻すといったことである。先送りの具体的な例としては、先送りが可能な事業のうち、先送りによるLCC への影響が小さいものから先送りし、LCC の増加が大きい事業に関しては、優先的に補修事業を実施するというものが考えられる。なお、先送りが可能な事業というのは、安全性から見て早急な対応を必要としないという意味である。

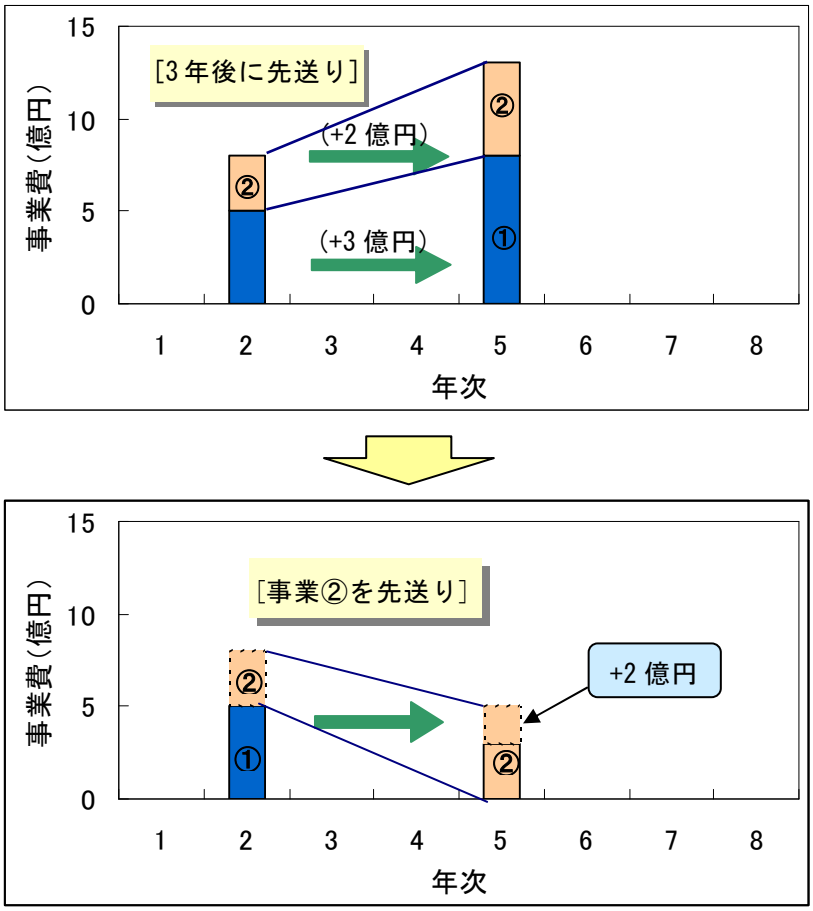


図３－２－６ 事業の先送りによる予算制約対応の例

予定していた補修を先延ばしする場合、事業の先送りによる損傷の劣化進行から補修費が増加する可能性が高い。また、それぞれの施設の損傷状況や進行度合、補修工法により、先送りによる補修費の増加分は異なる。上記で示した考え方は、先送りする事業の選定は、この LCC の変化に着目したものである。例えば、3 年先送りする事業①および②において、事業①は先送りにより事業費が 5 億円から 8 億円（+3 億円）に増加し、事業②は先送りにより 3 億円から 5 億円（+2 億円）に増加すると予想された場合、増加する費用が小さい事業である事業②を先送りするというものである。また、先送りを行う場合には、施設の健全性が総体的に著しい低下を見せないこと、後年次に緊急性の高い補修費の著しい発生が生じないことを確認することに留意する必要がある。

iii. 前倒しと先送りの組み合わせ

補修計画の変更方法としては、前倒しと先送りを組み合わせることも考えられるが、この場合は組み合わせの方針を設定してから行うことが望ましい。この方針は、マクロから示されることが望ましいが、そのような方針が提示されない場合には、ミクロ側で地域事情を勘案しつつ設定することとなる。前倒しと先送りの組み合わせ方針の例としては、大きく次の2つが考えられる。

- 前倒しをベースに、前倒しでは目標が達成できない部分について先送りを適用させる
- それとは逆に、先送りをベースとして目標が達成できない場合に、前倒しを適用させる

いずれかを選択するかは、地域事情や予算制約の状況によりケースバイケースであるが、現段階では、次の理由から前倒しをベースに考えることが将来的には有利であると思われる。

① 将来はより厳しい財政状況が想定される
② 長寿命化を図ることで将来時点の支出を抑えることが可能である
③ 長寿命化を図ることで次回の補修等の期間が長くなり、その間の技術革新などに期待する時間的余裕が生まれる

3）補修・更新事業等の効率的かつ円滑な実施

ミクロでは、個々の施設の状態を勘案しながらの、適切な計画、情報づくりだけではなく、実際の事業の実施という重要な役割も担っている。補修等の事業の実施においては、マクロで開発等された新技術の採用などにより、事業費が低減するよう創意工夫することが求められる。

また、ミクロにとっては、円滑な事業実施も重要な事項であり、そのためには、利用者や地域住民の理解と協力が必要となる。よって、マクロマネジメントとは趣の違う、より日々施設を利用する利用者等の目線に近い内容のアカウンタビリティを充実していくことが望ましい。例えば、工事にともなう通行規制の事前説明の充実、工事の妥当性についての説明の充実、利用者アンケート等による工事の改善点の検討と具体策の提示などが考えられる。

第III部　インフラ会計の検討

1章　会計的視点による社会資本のマネジメント

本章では、社会資本のマネジメントに会計的視点を入れることによる意義や有効性などについて解説するために、現状把握として民間企業における企業会計と行政における公会計の違い・問題点、と公会計を巡る動向などについて述べ、社会資本のマネジメントに会計的視点を取り込んだインフラ会計の目的や概念などについて述べる。

１－１．会計的視点による社会資本のマネジメント

１）社会資本マネジメンにおける会計的視点の導入について

我が国を支えてきたインフラ資産の維持更新費用の増大が見込まれる中、既存施設の有効利用や戦略的な投資が今後ますます重要となっている。

これらの状況から行政マネジメント改革が求められており、公共事業の実施にあたっては、成果主義に基づく事業の選別と住民等に対する説明責任の確保が必要となっている。また、新規建設や維持管理に要する将来の投資計画について、その意義や効果を住民や財政部局にわかりやすく説明し、議論を十分に行いコンセンサスを得ることが必要である。

その際、劣化の状況を技術的に評価するMCI（舗装の維持管理指数）や健全度（橋梁の維持管理指数）などの管理指標は、数値のもつ意味や評価方法が一般の人には分かり難く、説明責任を果たすための指標としては機能し難い。また、構造物を構成する部材や、舗装や橋梁といった施設毎に管理指標が異なれば、社会資本全般を対象とした、トータルなマネジメントの議論ができない。

従って、管理するインフラ資産の量や状態を、一般の人にとっても分かりやすく、かつ共通する一つの指標で示すことが望まれる。そうすれば、議論のための共通認識が形成され、維持管理などに対する投資への理解の促進を図るとともに、公共投資の必要性、優先順位の検討など、幅広い議論への展開に活用することができる。

民間企業においては、保有する資産の価値を貸借対照表（バランスシート）に計上し、減価償却費を毎期の費用として処理することにより、企業の資産状況を明らかにし、財務会計を通じて株主や行政機関等への情報開示を行っている。例えば投資家は、財務諸表の数値をもとに、自己資本利益率（ROE＝純利益／自己資本）、固定比率（＝固定資産／自己資本）などの指標を用い、投資の判断や経営状況分析を行っている。また、企業においては、管理会計により経営判断に必要なデータの取得を行い、設備投資等の経営上の意思決定を行っている。

企業会計においては、複式簿記を用いて、取引を原因と結果という二つの側面からデータを把握していくことにより、損益の発生（原因）と資産の増減（結果）を一元的に管理している。例えば、100 万円の設備を現金で購入した場合、現金が 100 万円減少し、資産が 100 万円増加したと記録する。また、資産の保有に対して減価償却費が発生し、耐用年数にわたり、毎年、費用の発生と資産価値の減少

を計上する。したがって、資産の取得や経年劣化などに対し、損益の発生や資産価値の増減が確実に記録される仕組みになっている。

行政も公会計を用いて利害関係者である納税者に対してアカウンタビリティを行っているが、企業会計とは仕組みが異なり、現状では損益の発生（原因）と資産の増減（結果）を一元的に管理しているとは言い難く、資産の情報が無いためマネジメントへの活用は著しく制限される。

企業会計の基準をそのまま社会資本整備へ適用することは、その財源の調達方法や資産の意味合いなどが異なるため困難であると考えられる。しかし、人口の減少、税制の制約、ストックの大量更新時期の到来などを考慮すれば、社会資本の管理に会計的視点を取り入れ、一層のアカウンタビリティの向上とアカウンタビリティの向上と戦略的インフラ管理を図ることは有益な視点であり、活用を図る事の意義は大きい。

2）公会計の現状と企業会計

(1)公会計制度の特徴

公会計制度の特徴を、民間企業における会計制度との特徴について下表にまとめる。

表１－１－１　公会計と企業会計の比較

分類の観点	公会計	企業会計
会計の目的	予算執行の手続きに関するアカウンタビリティ	経営業績と財政状態に関するアカウンタビリティ
利害関係者	納税者（国民、議会）	株主、債権者、投資家
報告書類	歳入歳出決算報告書　等 （一般会計と特別会計は別個に作成）	損益計算書、 貸借対照表（バランスシート）、 キャッシュフロー計算書　等
記帳形式	単式簿記	複式簿記
認識基準	現金主義	発生主義
測定の対象	財務資源（貨幣性資源）	経済資源
測定基準	原価主義	時価主義 （原価主義からの移行段階）

（出所）金井等（1998）、岸（1999）等に基づき作成

(2)会計システムを分類する観点

会計システムは、以下のような観点に基づいて分類し特徴付けることができる。

A. 会計の目的と利害関係者

ｉ. 公会計の目的と利害関係者

民間企業が利潤の追求を目的とするのに対し、公共は社会的利益を実現することが存在意義であると考えることができる。この社会的利益は、国民生活や企業活動の安全や安心といった直接的に金

銭的に計ることができないものが主となることから、公会計制度においては、国民の代表である議会や納税者である国民に対し、予算で定められた目的に対して、予算で定められた金額内で、かつ予算の議決された会計年度内に基準や手続きに沿って適切に支出されたかどうかを説明することに焦点が当てられている。

そのため、国や地方自治体の決算書類としては、予算、収入と支出の金額とその内容を表す歳入歳出決算報告書等を作成することが義務付けられている。

ⅱ．民間企業の目的と利害関係者

民間企業の存在目的は、集めた資金を活用して利潤を上げることである。従って、民間企業の会計制度においては、企業が資金を活用して事業を行った結果である経営業績と財政状況について、会計年度における利益や損失、資産や負債、運転資金の状況など多面的な視点から説明し、株主や債権者、投資家といった出資者に対し継続的に利益をもたらすことができることを証明することに焦点が当てられている。つまり、資金を適正かつ効果的に活用したことを説明することが目的となっている。

そのような目的を果たすための財務報告書類（財務諸表）として、損益計算書、貸借対照表（バランスシート）、キャッシュフロー計算書等を作成することが求められている。

B．記帳形式

記帳形式とは取引の内容を記録する方式であり、「単式簿記」と「複式簿記」の二つに区分される。

ⅰ．単式簿記

「単式簿記」とは、現金の出納による残高の変化、商品の売買による数量の変化、債権・債務の発生など各種取引の結果を記録し、現金や資産、負債、備品など勘定の種類別に独立して集計することにより財産の増減を把握する記帳方式である。家計簿のように簡便に取引の結果を把握できるという長所があるが、取引の内訳や取引相互の関係を把握できないという短所がある。

例えば、商品が売れて在庫が減り、代金が振り込まれて現金の残高が増えるという一連の取引を単式簿記で記録すると、「販売による商品在庫の減少」と「振込みによる残高の増加」という二つの取引が、在庫と残高それぞれの帳簿に記録される。但し、両者の関係は記録に残らないため、事後的に取引の対応関係を把握するためには、取引明細など帳簿以外の資料を参照する必要がある。

ⅱ．複式簿記

「複式簿記」とは、取引を原因と結果という二つの側面から把握することにより、財産の計算と損益の計算を同時に行う記帳方式である。例えば、商品が売れて在庫が減り、代金が振り込まれて現金の残高が増えるという一連の取引を複式簿記で記録すると、「商品在庫という資産が減少して／売上という収益が発生した」ことと「売上という収益が発生し／現金という資産が増加した」という対応する原因と結果に分解して記録することになる。

取引は全て、原因と結果に仕分けして記録した上で集計されるため、単式簿記と比べ労力は必要とするものの、取引相互の関係を事後的に把握することが可能になるとともに、関連する仕分けを比較することにより記帳の正否を自動的に検証できるという特徴もある。もちろん、仕分けした記録の内容をそれぞれの勘定項目に転記すれば、単式簿記と同様の情報を得ることができる。

C. 認識基準

認識基準とは、どの時点で取引の効果を認識するかという基準であり、「現金主義」と「発生主義」の二つに区分される。

ｉ. 現金主義

原則として現金収支の事実に基づいて取引を認識する考え方であり、客観的かつ確実に認識できる点が特長である。但し、減価償却費や信用取引、年金引当金など、現金の出入りを伴わない取引について記録することができないという問題がある。

また、請負契約の場合など、建物の完成・引渡しという実質的な取引を行う時期と、代金の支払いという現金の収支の発生する時期が一致しない場合がある。年度内に工事が完成し、年度明けに支払いが行われるような場合には、実質的な取引が発生した会計年度と現金の収支が発生した会計年度が異なるという事態が生じ、会計年度内の損益計算が適正に行われないことになる。わが国においては、このような問題に対応するために、出納調整期間を設けて取引と現金の収支を同一の会計年度内で認識する方式である「修正現金主義」が適用されている。

ⅱ. 発生主義

現金収支の事実にとらわれることなく、取引が発生した時点で費用や収益を認識する考え方である。現金主義で対応できない事例として示した信用取引や年金引当金、請負契約などのケースであっても、信用取引に対応する支払債券が発生する、年金引当金に対応する退職時の支払い義務が発生する、請負契約の締結に伴い工事完成時点での支払義務が発生するなどの対応により、必ずしも現金などの裏づけがあるわけではないが、会計年度における期間損益計算を適正に行うことが可能になる。

D. 測定の対象

測定の対象とする資源は、「財務資源」と「経済資源」に大別される。

ｉ. 財務資源

取引に際して一般的に支払手段として利用することのできる経営資源をいい、現金預金および収入未済額、回収が予定されている投資あるいは貸付金等のプラスの資金項目と、地方債、未払金、預り金等のマイナスの資金項目が含まれる。財務資源の中でも現金預金を「貨幣性資源」としてさらに区分する場合がある。

財務資源は、支払手段として利用できるため、簡単に貨幣価値に換算することができ認識が容易であるという特長がある。

しかし財務資源に関する財務諸表を作成しても、経営に利用する資源の一部しかマネジメントの対象とすることができず、その他の資産については別の手段でマネジメントする必要が出てくるという問題がある。

ⅱ. 経済資源

財務資源と非財務資源（財務資源でない流動資産（棚卸資産や物品）、固定資産、引当金等）を合わせた、全ての経営資源を含めて経済資源と呼称する。

経済資源は全ての経営資源が対象となるため、作成される財務諸表から得られる情報は経営に利

用している資産の全てを対象とするマネジメントに活用することが可能になる点が特徴といえる。

ただし、棚卸資産や物品、固定資産などの評価額を算定し、貨幣価値に換算して認識する必要があり、評価額の算定ルールを別途定める必要がある。

E. 測定基準

ⅰ. 原価主義

原価主義とは、実際の購入価格や製造原価に基づいて資産の評価額を算定する考え方をいう。実際の価格や原価に基づく評価であるため、客観性が高く信頼できる情報である点が特徴といえる。

但し、年度により貨幣価値が異なりデフレータによる調整が必要とされていることからも分かるように、購入時期の異なる資産の評価額を単純に比較することはできず、デフレータ等を用いて評価額を基準時点の貨幣価値に換算した上で比較を行う必要がある。

ⅱ. 時価主義

時価主義とは、資産の価額を評価時点における市場価格（時価）により評価する考え方をいう。異なる年次に取得した資産であっても、評価時点の価値で再評価しているため比較することが可能であるという点が特長となる。

しかし、取引の市場やそれに類するものが存在しない資産については市場価格（時価）も存在しないという点が問題になる。また、たとえ取引の市場が存在する場合であっても、バブル期の土地のように市場による適正な価格付けが行われない場合も想定される。いずれの場合においても、原価主義による評価と比較すると、評価額に関する信頼性が劣るという点は否定できない。

(3)公会計制度におけるインフラ資産の取り扱い

先に整理したように、わが国の公会計制度の目的は「予算執行の合規性（＝予算の執行に関する手続きの適正さ）」に関する説明を行うことであり、測定の対象も財務資源（貨幣性資源）に限定されている。従って、インフラ資産を含む固定資産や物品に関する事業費の支出状況は把握できるものの、支出の結果（＝どのような資産が形成されたか）については把握することができない。

このように、インフラ資産を含む国の資産は公会計制度における管理対象からは外れているが、国有財産法において管理の方針が定められている。

まず、国の財産の種類は図1－1－1の分類がなされており、インフラ資産は公共用財産に該当するものとして位置付けることができる。

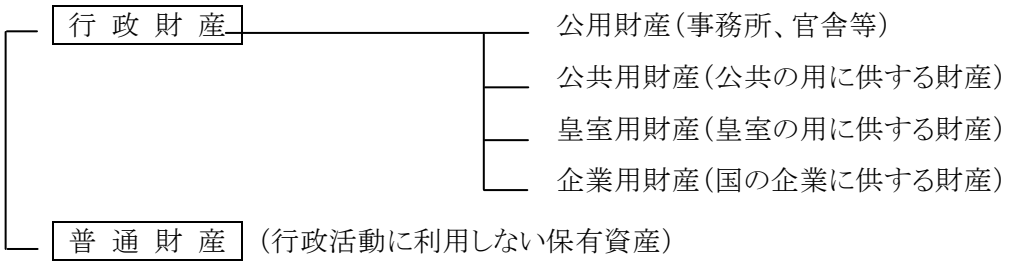


図1－1－1　国有財産法における財産の分類

各財産は、所轄する各省各庁の長を責任者として管理が行われている。但し、国有財産に関する事務の一部を部局長または地方自治体に分掌、委任することが認められている。ここで、数量と評価額の管理のために下記の台帳を整備することが義務付けられている。

【国有財産法において財産管理のために整備が求められる台帳】
・増減及び現在額報告書、総計算書(第 33 条、第 34 条)
・見込現在額報告書、総計算書(第 35 条、第 36 条、第 37 条)

但し、公共用財産の中で、個別の管理法(いわゆる公物管理法)に関する政令において整備すべき台帳が定められているもの(道路、河川、港湾等)については、上記の台帳整備を求める条項の適用除外とされており、「道路台帳」、「河川現況台帳」など個別の様式による台帳整備がなされている。道路台帳を例に取ると、構造形式の概要等については表示されるものの、事業費の実績や評価額など整備に要した投資額や費用に関する情報は含まれていない。

また、地方自治体については、それぞれの自治体で公有財産を管理しており、自治体全体としての公有財産の状況については、自治省が編集している「公共施設状況調」で概略が把握できるものの、道路台帳と同様に延長や面積のみが管理され、投資額や費用に関する情報は含まれていない。

3)公会計制度に関する議論

(1)行政マネジメントの実現に向けた現行公会計制度の課題

わが国の公会計制度は、予算執行の手続きに関する適正さを説明することを目的としている。しかし、近年“成果志向”に立ったマネジメントの確立が重視されてきており、アセットマネジメントや政策評価制度、行政マネジメントとして具体化が進められている。これらの取り組みにおいては、施策や事業といった実際の行政活動のマネジメントを、行政活動の裏づけとなる予算や財政のマネジメントと関連付けていくことが志向されており、現在の公会計制度の中で得られる情報のみでは、成果志向のマネジメントを実現することが難しいとの指摘が、様々な論文(金井等(1998)、岸(1999)、東(2000)等)において行われている。

それらの論文や報告において指摘されている主な課題や、それらに対応する為の方策として提案されている内容を整理すると以下に示すものがある。

ｉ. フローとストックの関係が不明確でマネジメントに必要な情報が得られない

公会計の目的として予算執行の合規性に関するアカウンタビリティを重視しており、財政も予算により統制されている。

従って、現金主義に基づいて取引を認識しており、事業費の支払いであるフローの発生時期と、インフラ等のストックを取得する時期とが一致せず、各帳簿の会計年度内における集計値に食い違いが生じる可能性がある。

その上、単式簿記に基づいた記帳が行われているため、資金のフローとストックとしての資産や負債に関する情報が別々の帳簿体系で会計処理されており、相互を結びつけて管理することができず、保有する資源をマネジメントするために必要な情報を十分に得ることができない。

また、新規、更新、修繕、維持補修という内容別の区分経理がなされておらず、費用として認識すべき経常収支とストックとして認識すべき資本収支の区別がされていない。

⇩

発生主義・複式簿記への転換

取引の認識基準を現金主義から発生主義へ、記帳形式を単式簿記から複式簿記へと転換するとともに適切な区分経理を行うことにより、資金のフローとストックの形成を対応付けて一元的に管理することにより、ストック量（評価額）やコストとしての減価償却費など、ストック等の保有する資源のマネジメントに必要な情報を得ることが可能になる。

ⅱ．網羅的・体系的な情報管理が行われていない。

フローに関する情報は歳入歳出決算として管理されているが、財政投融資資金などが表示対象外となっており、全ての資金フローが反映されているわけではない。また、ストックについても「国有財産法」や「公物管理法」に基づき個別の数量管理がなされており、会計情報と連動した形で網羅的・体系的な情報を把握することができない。

⇩

各種会計の連結による測定対象の拡大

民間企業においても、企業間の会計を連結した財務諸表を作成することにより、グループ全体としての財務状況説明することが求められている。公会計においても、一般会計と特別会計を連結した財務諸表（現時点では、歳入歳出決算書等）を作成することにより、国全体としての財務状況を正確に説明できるようになる。

(2)財政制度審議会報告による公会計に関する基本的考え方

財務省の設置した財政制度等審議会は、わが国の公会計制度のあるべき姿について、公会計の担うべき意義、目的を検証するとともに、公会計として開示すべき情報等に関し総合的な検討を行うことを目的として、平成 14 年 11 月に、財政制度分科会、法制・公会計部会の下に、公会計基本小委員会を設置した。平成 15 年 6 月には、分科会報告として「公会計に関する基本的考え方」が示されており、今後の公会計制度のあり方の基本的な方針を示すものになるものと考えられる。

報告の主な内容は以下に整理するが、従来と同様に予算執行の手続きに関するアカウンタビリティに重点を置きつつも、前項に指摘されたような課題に対応するための取り組みも必要と結論付けている。但し、前項に整理した行政マネジメントの確立に向けた取り組みの提案に見られるように現在の公会計制度を根本から見直すものではなく、現在の枠組みを基本とした上で、一部に民間企業会計の考え方を取り入れていくというスタンスであるといえる。

A. 公会計の意義・目的

従来と同様に予算執行の手続きに関するアカウンタビリティとともに、「予算編成にフィードバックする財務情報の提供」も公会計の意義、目的の一つとして掲げており、国としても行政活動のマネジメントへの活用をある程度念頭に置いた会計制度の見直しが必要と考えているといえる。

ⅰ. 議会による財政活動の民主的統制

国の財政活動の基本は、国家により強制的に徴収された税を政策に基づき配分することであることから、憲法においては、国会による財政統制に関する規定が厳格に定められている。予算を通じて事前の資金配分を明確にし、これを国会の議決による統制の下に置くこと、また、予算に基づく適正な執行を管理するとともに、その結果を決算として事後的に整理し国会へ報告することは、財政民主主義の観点から不可欠である。

ⅱ. 財政状況等に関する情報開示と説明責任の履行

行政活動の多様化や厳しい財政状況等を背景として、行政府が税財源の使用状況や資産・負債の状況を分かりやすく開示し、説明責任を果たすことが強く求められている。この場合、行政府による説明責任の履行は、統制の裏返しとして資源管理の改善つながることが重要である。

また、意味のある情報開示を行うためには、誰に対する説明責任であるのかを明確にすることが重要であり、国の財政状況について、議会に対する報告義務を果たすとともに、広く国民に対する情報開示と説明責任を果たすことが必要である。

なお、開示する情報によっては、将来世代の国民や市場関係者をもその対象に含み得ることに留意する必要がある。

ⅲ. 財政活動効率化・適正化のための財務情報の提供

財政活動を効率化・適正化していくためには、財務情報の充実を図り、その活用を進めることが重要である。費用だけではなく便益等の非財務情報を活用して歳出の合理化を進めるとともに、予算編成のプロセスにおいて、事業の将来コストや予算の執行実績の状況を的確に把握し、それを予算の編成にフィードバックすることが重要となっている。

他方、この場合、財務情報の具体的な活用手法については、公共部門の活動は、必ずしも定量的な評価になじむ訳ではなく、また、財務情報をどのように評価するかという問題もあるため、より実効性のある事後評価手法の確立を含め、十分な検討が必要となると考えられる。

B. 認識基準について

ⅰ. 基本的考え方

審議会においては、以下の観点から、現行の公会計制度と同様に「現金主義」に基づく予算および決算を作成することに十分合理性があると結論付けている。

この点については、会計制度から得られる情報を行政マネジメントに積極的に活用していくために「発生主義」への移行が必要との主張とは一線を画しており、公会計制度の目的としては、行政マネジメントとの連携よりも、予算執行手続きに関するアカウンタビリティに重点を置いていると考えられる。

・国の財政活動の基本は、活動に必要な財貨を取得し、これを適正に配分することにある。このため、予算は、当該年度の現金収入である歳入を、当該年度に配分するものとして、現金ベースの統制が重要である。

・議会の事前統制あるいは執行管理のためには、客観性と確定性に基づく明確性と分かり易さが必要であり、現金主義が優れている。

・国の歳入、歳出には、投資的経費を始めとして発生主義に基づく企業会計的な収益と費用の認識では捉えきれない項目が多く存在する。

・予算の執行結果を把握し、国会に報告するための決算については、予算と同一の作成基準に基づく予算に対応した書類が必要である。

ⅱ．認識基準に関する論点

基本的には「現金主義」に基づく認識が合理的と結論付けているが、事業に要する費用の総体を把握し、財政の効率化・適正化を図るという観点から、発生主義の考え方や将来推計といった手法を、予算編成や予算審議の中で活用する方法について検討を進めていくことが適当としている。

発生主義の考え方、将来推計あるいは間接費用の配賦といった手法を活用するべき対象として以下のようなものを挙げている。

・予算に関する将来情報として、社会保障の各分野における将来負担など、将来の費用負担を明示すべき事業に関するコスト情報

・予算に関する将来情報として、社会資本整備における維持管理コストを含むライフサイクルコストなどの事前情報

・個別事業における人件費等の間接費用を配賦したコスト情報（フルコスト）

C．測定の対象・基準について

今後、財務報告として開示すべき財務情報として以下のものを提示している。

・フロー情報、ストック情報、中長期情報

・国全体の財政状況を示すマクロの情報

・個別会計主体別の情報、セグメント情報

・予算時の情報、決算時の情報

但し、具体的な公会計基準のあり方については、引き続き検討すべき事項としており、測定の対象や基準については明確に言及されていない。

しかし、これらの情報の考え方については、国全体のストック情報である「国の貸借対照表（試案）」や、個別会計主体別のフロー及びストック情報である「新たな特別会計財務書類」等の取り組みを踏まえることとしており、“財務資源”だけではなく“経済資源”を対象に、原価主義に基づいて測定することを念頭に置いているものと解釈できる。

(3)日本公認会計士協会の提言

日本公認会計士協会は、公会計原則を設定する権限を有する機関ではないが、国際会計士連盟（IFAC）が世界銀行などの支援を受けて国際公会計基準を策定していることを参考に、公会計分野に関する議論を先導するために各種検討を行い、その成果を公表している。

A．公会計原則（試案）

公会計委員会における研究成果である「公会計原則（試案）」は、平成９年９月に初稿が公表され、

その後も、外部からの意見募集等を経て見直しを行った最終報告が平成 15 年 2 月に公表されている。ここでは、従来の公会計制度の大幅な見直しを提言しており、以下にその概要を整理する。

ⅰ. 公的部門の財務報告の目的

財務報告の目的で主たるものは納税者から負託されている経済資源の管理・運用を適切に行ったことに関するアカウンタビリティであるとしているが、さらに、公的部門の存在意義は公共の福祉の増大に資するための公的サービスの提供であることから、「公的部門のサービス提供能力を表す経済資源のストック情報」と「業績評価に資する情報」を提供することも必要であるとしている。これは、“行政マネジメント”との連携が重要との認識を示しているものといえる。

ⅱ. 経済資源を対象とする発生主義会計の導入

前項に示したストック情報など多様な情報を提供していくために、従来の“財務資源”を対象とする“現金主義”の会計制度を、“経済資源”を対象とする“発生主義”による会計制度とすることを提案している。

これにより、基本的に民間企業会計と共通する枠組みとなることから、家計、企業および政府（公的部門等）を合わせた国全体としての経済活動の構造や循環を捉えるしくみであり、「国民経済計算」の整合性や精度を高めることにも貢献すると指摘されている。なお、国民経済計算は国際連合が勧告した体系に沿って分析が行われており、政府の会計についても発生主義会計に基づいて作成すべきことが勧告されている。

ⅲ. 公的部門における行政（政策）評価への活用

公的部門においても成果の最大化を目指したマネジメントが求められ、会計制度から得られる情報をマネジメントに活用していくことが重要との見解を示している。しかし、公的部門にとっての成果である公共の福祉の増大は通常、金額で測定することが困難であるため、一定の成果を得るためのコストを最小化することが基本的な評価の視点となることが指摘されている。

そこで、民間企業等との比較が可能な形で行政活動のコストを適切に把握するためには、事業費だけではなく減価償却費や支払利息などを含めることが必要であり、発生主義会計に基づく会計制度へと転換することが不可欠であると結論付けている。

ⅳ. インフラ資産の評価額算定

インフラ資産のように長期的に使用される資産については、取得原価により支出の実績に関する情報を提供するよりも、再調達価額などの時価による評価を行うことにより、将来の取替更新に要する資金需要に関する情報を提供することが財務報告の利用者にとって有用であるとしている。

B. 公会計概念フレームワーク

公会計原則（試案）に関する検討と並行して、国(一般会計、特別会計)、地方公共団体、独立行政法人等（独立行政法人、特殊法人、認可法人、地方公営企業等）に係る包括的な考え方と会計方法等を検討するため、平成 13 年7月に公会計フレームワーク検討プロジェクトチームを設置しており、公共部門の財務情報の作成・報告および予算編成にかかる概念的基礎となる「公会計概念フレームワーク」を平成 15 年 3 月に発表している。

以下にその内容の一部を整理するが、各項目についてプロジェクトチームメンバーの意見は完全に一致しておらず、今後の議論の呼び水として、各論点に関する意見を併記した形で公表されている資料である点には留意が必要である。

ⅰ．公会計情報の対象範囲

公共部門における「過去に生起した事象にかかる財務情報（狭義の公会計情報）」を対象とすることについては合意されたものの、予算編成にかかる財務情報などの未来情報（広義の公会計情報）を対象とすることについては、意見が分かれている。

ⅱ．公会計主要財務諸表の測定の焦点

財政運営上の責任を明確化すべきという観点から、公会計財務諸表におけるフロー情報は「現金や財務資源」に留まらないという点は共通理解となっているが、その他の情報の取り扱いについては共通の解釈が示されていない。

ⅲ．公会計の目的（公的説明責任）

公会計の目的として、税金の使途に関する“アカウンタビリティ”を果たすという点については共通の認識が得られたものの、予算編成等に関する意思決定などの“行政活動のマネジメントへの活用”とすることについては意見が分かれている。

ⅳ．構成要素の認識・測定基準

測定の対象となる構成要素については、国際会計士協会における公会計基準（IPSAS）を参考に、資産、負債、資本、収益、費用を中心に議論することを意識しているが、対象の捉え方に関する統一見解は得られていない。

また、測定基準についても、時価主義／原価主義のいずれが適正か意見の一致を見ていない。

表１－１－２　公会計に関する見解の比較

	公会計制度の目的	認識基準	測定の対象	測定基準
成果志向のマネジメントを実現するための課題（各種論文）	予算執行のアカウンタビリティだけでなく、保有する資源のマネジメントに有効な情報を得ることも意識すべき。	発生主義に基づき取引を認識すべき。	経済資源を対象とすべき	
財政制度審議会	予算執行のアカウンタビリティが基本であるが、「予算編成にフィードバックする財務情報の提供」も必要。	現行主義に基づく予算及び決算を作成することが妥当。 但し、LCC やフルコストを把握するなど一部の状況においては、発生主義の考え方を適用することも必要。	財務資源だけでなく経済資源を測定対象とする方向で検討を進める。	
公認会計士協会 公会計制度（試案）	予算執行のアカウンタビリティだけでなく、行政マネジメントとの連携が重要。	発生主義に基づき取引を認識すべき。	経済資源を対象とすべき。	インフラ資産は将来の資金需要を認識するために時価評価が有効。
公認会計士協会 公認会計概念フレームワーク	予算執行のアカウンタビリティが基本であるが、行政マネジメントとの連携の必要性については意見が集約されていない。		経済資源を対象とすべきだが、どこまで対象を拡大すべきかについては意見が集約されていない。	原価主義/時価主義のいずれが適正か意見が集約されていない。

4）公会計制度の改革に向けた取り組み事例

(1)国における取り組み事例

公会計制度に対する批判や認識されている課題に対応するため、次のような取り組みが進められている。

A. 国の貸借対照表

国の財政状況が悪化していることを鑑み、各所から国の財政状況を分かりやすく説明することの必要性が提言され、貸借対照表が必要との考えが示されてきた。

・経済戦略会議の答申（平成 11 年 2 月）

「国民に対して政府及び地方公共団体の財政・資産状況をわかりやすく開示する観点から、企業会計原則の基本的要素を踏まえつつ財務諸表の導入を行うべき」「具体的には、複式簿記による貸借対照表を作成すべき」

・経済審議会の答申－経済社会のあるべき姿と経済新生の政策方針－（平成 11 年7月閣議決定）

「様々な技術的問題はあるものの、諸外国において貸借対照表の作成など企業会計的要素の導入が試みられていることにかんがみ、日本においても資産と負債をどのように示すことができるのかに関し、企業活動に比較的近い活動を行っているものをはじめとして、検討を進めていく」

・参議院決算委員会における政府に対する警告決議（平成 11 年 10 月）

「国の財政が極めて厳しい状況にあることにかんがみ、政府会計について貸借対照表の作成を検討するなど国民に対する財政情報の開示に一層努めるべきである」

・衆議院決算行政監視委員会における政府に対する警告決議（平成 12 年 5 月）

「国の財政の実情を把握し、国民に明らかにするために、企業会計も参考にした貸借対照表の導入など、国の財政情報の開示の適切な在り方について検討すべきである」

このような意見を踏まえ、大蔵省（当時）は「財政事情の説明手法に関する勉強会」を設置し、平成 12 年 10 月に、企業会計における貸借対照表の手法を用い、一般会計及び特別会計等を連結した国全体の貸借対照表（平成 10 年度決算を対象）を作成・公表しており、以降、平成 12 年度決算対象分より、特殊法人等の関連組織を連結した貸借対照表を作成するなどの活動を続けている。

なお、これらの貸借対照表は、学者や公認会計士など会計制度に関する外部の専門家が意見を取りまとめた「国の貸借対照表作成の基本的考え方」（平成 12 年 10 月）に基づいており、これらの取り組みの背景と趣旨は次の様に説明されている。

1．現在の国の財政状況

(1)我が国財政は、バブル崩壊後、景気回復に向けた諸施策に伴う歳出の増大や大幅な減税の実施などにより、平成 12 年度末には公債残高は 364 兆円程度となる見込みであるなど、先進諸国中最悪の状況となっている。

また、今後の国財政を展望すると、歳出面では急速な高齢化の進展に伴う経費の増等が見込まれ、また景気回復に伴って金利が上昇すれば国債費の大幅な増加が政策的経費を圧迫することが見込まれるなど、深刻な構造問題を抱えている。

(2)他方、先進諸国では、90 年代、財政赤字の拡大や高齢化等に伴う行政需要の増大・多様化を背景として、財政構造改革に向けた取組みが積極的に行われてきた。その取り組みにあたり予算配分の合理化・効率化を図ることに加え、貸借対照表の作成等、財政状況報告の改善や政策評価の活用にも取り組んでいる。

2. 国の貸借対照表作成の趣旨・目的

(1)我が国の財政が極めて悪化しており、今後、財政構造改革を進めていく必要がある状況の中、財政事情をよりわかりやすく国民に説明すべきとの要請が高まっている。

また、これまで国の資産・負債に関する各種の資料については、

①一般会計・各特別会計がそれぞれ別々に報告がなされていて国の会計全体の財政状況を把握することが難しい

②国の資産・負債については、「国の債権の現在額総報告」、「国有財産増減及び現在額総計算書」、「物品増減及び現在額総報告」、「国の債務に関する計算書」等、別々に報告されていて全体像を把握することが難しい

③上記、資料の対象範囲は管理等の所管・態様等により別々に定められており、国の資産・負債の状況を網羅的に把握しているわけではない

④企業会計において把握されている減価償却後の評価額や退職給与引当金等の情報が把握されていない

といった問題点の指摘がある。

(2)これらの指摘を踏まえ、先進諸国の事例も参考にしつつ、国民にとって利用可能な国の財政活動の基礎的・総合的な情報を、企業会計における貸借対照表の手法を用いて提供することとし、その際、最近の企業会計の動向に即して国の貸借対照表にふさわしいものをできる限り導入して、財政事情の開示について国民に対する説明責任(アカウンタビリティ)を一層向上させることとした。

(3)これにより上記の指摘については以下のように改善することが可能になる。

①一般会計と各特別会計を連結した貸借対照表を作成することにより国(政府)全体の財政状況を示すことができる。

②国の資産・負債に関する各報告書のストック情報を統合することにより、その全体像を把握できる。

③公共用財産等、従来報告の対象外とされていた情報を新たに作成し、貸借対照表の形で一体的に説明することができる。

④未収収益・前受収益、減価償却後の資産額、退職給与引当金等、企業会計における期間損益計算のための手法を考慮した資産・負債情報を国の財政状況に関する新たな情報として提供することができる。

また、この結果、国の資産・負債に係る各種の情報について、一覧性のある形で説明をすることができるようになり、単なる財政状況の説明にとどまらず、国の広範な活動の全貌を俯瞰する手がかりをも与えることになる。

B. 特殊法人等の行政コスト計算財務書類

特殊法人等は、政策融資や公共施設の整備といった公的な業務について、企業的経営の要素を取り入れて実施するために設立された法人であり、その会計処理については、昭和 62 年 10 月に財政制度審議会公企業会計小委員会により設定された特殊法人等会計処理基準に準拠して行われている。従って、予算統制の機能及び法人の運営状況や業績の適正な評価に資するといった機能を有するものの、民間企業の基準と比較して分りづらい、特殊法人等間の比較が困難である、更には、将来の国民負担に帰するコストが明らかにされていない等の問題点が指摘されている。そこで、特殊法人が民間企業として活動しているとの仮定のもとに、国の出資や無利子貸付等に関する機会費用等も含めた、将来的な国民負担となる実質的なコストを全て認識し、特殊法人等の業務に関する説明責任の向上を図るため、平成 12 年度決算より「行政コスト計算財務書類」として、行政コスト計算書、民間企業仮定貸借対照表、民間企業仮定損益計算書及びキャッシュ・フロー計算書等を作成・公表している。

C. 独立行政法人の財務諸表

独立行政法人は公共的な性格を有することから、利用者である国民等に対し、負託された経済資源に関する情報を開示し、独立行政法人の運営状況のみならず財政状態についても説明責任を果たさなければならない。また、独立行政法人の業務運営については、その自律性、自発性の発揮の観点から、国による事前統制から事後チェックへの移行が進められているが、事後チェックを行うためには業績評価が正しく行われるための情報が提供されなければならない。さらに、独立行政法人は、通則法第 44 条にいう利益又は損失を確定するため、損益計算を行わなければならない。

このような目的にかなう財務報告を行うため、企業会計に準拠した独立行政法人会計基準に基づき、平成 13 年度決算より、各法人が財務諸表を作成している。

D. 新たな特別会計財務書類

国の貸借対照表作成と同様の背景から、特別会計の財務内容に関する一層の透明性の確保を図る観点から、企業会計の考え方をできるだけ活用した新たな特別会計財務書類作成基準が平成 15 年 6 月にとりまとめられている。

この作成基準に基づく新たな財務書類は、全特別会計を対象とし、適時に作成・公表していくことが予定されている。

E. 財務報告書類作成基準

財務省の設置した財政制度等審議会は、国の省庁別財務報告書類を作成する基準(『省庁別財務書類の作成について』(2004年6月))を発表しており、今後、財務報告としての活用方針を検討する際には、基本的にこの基準に準じた内容としていくことが必要と考えられる。当基準においては、省庁別財務書類、一般会計省庁別財務書類、特別会計省庁別財務書類の 3 つの章立てで、以下に示す事項について、作成の目的、標準様式、計上項目などの作成基準を定めている。

・省庁別財務書類の体系等
・貸借対照表
・業務費用計算書
・資産・負債差額増減計算書
・区分別収支計算書
・注記
・附属明細書
・参考情報　　等

(2)自治体における動向

A. 発生主義会計の導入に向けた研究

いくつかの自治体において、発生主義を仮定した場合の貸借対照表(バランスシート)と損益計算書を作成することにより、ストック情報の把握や財政状況の確認、住民に対するアカウンタビリティを果たす等の目的を果たそうという動きが見られる。

先進的な事例としては次のようなものがある。

表1－1－3　発生主義会計の導入に向けた先進的な取り組み事例

時期	主体	取り組み
1987 年 3 月	(財)地方自治協会	地方公共団体のストックの分析評価手法に関する調査研究報告書
1987 年 12 月	熊本県	地方自治協会の手法に基づくB/Sの作成
1998 年 3 月	三重県	発生主義会計方式による決算報告(B/S、損益計算書)を作成
1998 年 12 月	大分県臼杵市	発生主義会計方式による決算報告(B/S、損益計算書)を作成

なお、これらの取り組みを受け、2000 年 3 月に自治省(当時)が「バランスシートの作成について」を

全自治体に通知し、過去の決算統計を活用して簡易的な方法でバランスシートを作成するための統一的な方法を示している。

B. インフラ資産を含むバランスシートの作成

発生主義会計を導入する動きが広がり、自治省からも通達が出されたことを受け、多くの自治体がバランスシートの作成に着手している(47 都道府県中、1769 市区町村(3155 団体中、56.1%):H16 年 3 月調査)。

先進的に取り組んでいる地方自治体のバランスシートにおけるインフラの取り扱いについて、主な事例をとりまとめると次表のようになる。

表１－１－４　わが国の地方自治体のB／Sにおけるインフラ資産の取り扱いの事例

自治体名	価額評価法		減価償却費の取り扱い
	再調達価額(時価評価)	取得価額	
熊本県		○	道路・橋梁の土木費:15 年償却 その他 40 年償却
三重県		○	50 年償却
神奈川県	○		計算しない
宮城県		○	計算しない
藤沢市		○	計算しない
臼杵市		○	残存価額 50%、20 年償却

これらの事例の中で、再調達価額による評価を行っている神奈川県における資産評価の方法は、次のように整理される。

(ア)行政財産及び普通財産

・建設仮勘定を除いて「県有財産表」の価格を計上した。

土地は、土地課税台帳等に登録された近傍類似地の固定資産評価額単価に当該土地の面積を乗じた価格。建物は、取得価格に時価の倍率及び残存価額率を乗じた価格。

※県有財産表:土地、建物等の県有財産について、1 件ごとに種類及び名称、面積、価格等を記載したもの。

※時価の倍率:建物の建築費(新築)を時価に換算するための倍率。

※残存価額率:財産の耐用年数、経過年数等の応じた償却率

・建設仮勘定は、未利用の施設にかかる前年度までの支出済額を計上した。
・「その他」は立木、船舶、航空機、浮標および浮桟橋である。

（イ）公共土木施設
・道路や港湾などの土地は、原則として土地課税台帳等に登録された近傍類似地の固定資産評価額単価に当該土地の面積を乗じた価格を計上した。
・道路や港湾などの構築物は、取り替え資産の考え方を準用することにより、減価償却を行わないこととし、原則として施設の面積、延長に標準施工単価を乗じた、現時点での再取得価格を計上した。
※取替資産：鉄道事業における線路の評価等に用いられる概念。同種の資産が多数集まって一つの資産を構成し、老朽品の部分的取替によって資産全体の維持がなされる固定資産。すなわち常に使用できる状態を維持するための維持補修費が、減価償却の代用を果たすとされるもの。 軌条、信号などがある。
・建設仮勘定は、未利用の施設にかかる前年度までの支出済額を計上した。

（ウ）その他有形固定資産
・県が所有する美術品、工芸品のうち、備品台帳において1点100万円以上のものを取得価格で計上した。
・県の試験研究機関が所有する試験研究等に用いる備品のうち、備品台帳において1点1000万円以上のものについて、取得価格に定率法で減価償却を行った価格を計上した。

5）道路公団民営化

A. 背景

平成 12 年度末において、道路関係四公団の債務は、甘い交通需要の見通しと建設費の増加等により約 40 兆円に達しており、必要性の乏しい道路を造らない、そして、国民が負う債務負担を出来る限り少なくすることが求められている。この、二点が道路関係四公団改革のいわば基本理念であり、その実現に向けた解答として、平成 13 年 12 月に特殊法人等整理合理化計画において民営化という方針が決定された。

四公団の民営化は、経営の効率化を進めることにより、約 40 兆円の債務を国民負担ができる限り少なくなるようきちんと返済していき、高速道路サービスが向上し利用料金も下がっていくというような、国民全体にメリットのある改革を実現することが目的とされている。

B. 民営化に向けた取り組みの概要

民営化の具体的な方針については、平成 14 年 6 月以降、「道路関係四公団民営化推進委員会」および「道路関係四公団民営化に関する政府・与党協議会」において検討が進められている。方針の検討にあたっては、特に、40 兆円に達する債務の償還が重要な課題となることから、各公団の企業体としての経営状況ならびに債務償還能力を確認するための基礎的な資料として、高速道路資産の保有状況を示す評価額や財務上の管理コストを示す減価償却費に関する情報を含む“民間企業並財務諸表”が作成され、平成 15 年 6 月に公表されている。

１－２．　インフラ会計の概念

１）財務的マネジメントの必要性

現状の公会計制度の問題点について、公会計制度自体を改革する国レベルの動向や自治体などでの取り組みの観点から示したが、細かな点は異なっていても目指しているのは、投資とその結果について会計という手法を用いて結びつける事であると言える。

更にそれらの情報を基に、財務的マネジメントと技術的マネジメントを2つの大きな柱として社会的マネジメントが行われると考えられる。

現状の社会資本マネジメントの状況を見ると、2 つの柱のうち点検や劣化予測など維持管理に関する技術的なマネジメントに焦点が当てられ、アセットマネジメントの研究においても予防保全などの維持管理計画の策定を中心とした取り組みが進められている。

しかし、アカウンタビリティを確保するためには、“インプット”に基づく“効率性”や“有効性”の分析が求められるほか、国の財政状況の悪化から予算策定やコスト管理など財務的なマネジメントの充実を求める声も高まっている。

また、財務的なマネジメントに関する情報と技術的なマネジメントに関する情報との間には密接な対応関係があることから、社会資本マネジメントをより効果的なものとしていくためには、2 つの柱を相互に関連づけ、連携させていくことが重要になるものと考えられる。

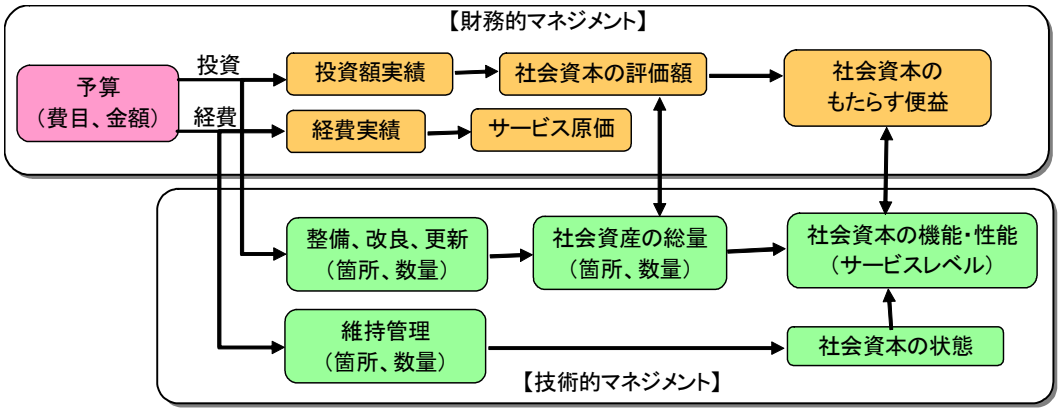


図１－２－２　財務的マネジメントと技術的マネジメントの連携イメージ

2)「社会資本マネジメント」における「インフラ会計」の定義

これまでの検討を、踏まえ「インフラ会計」を次のように定義する。

> **【インフラ会計の定義】**
> 成果志向の社会資本マネジメントを実施するために必要とされる、資産の整備コストや評価額など財務的な情報の提供・分析を行う為の会計の枠組み。

このインフラ会計の構築により“財務的マネジメント”と“技術的マネジメント”の連携が可能になり、社会資本マネジメントに関する「財務的なアカウンタビリティを果たす」とともに、「効率性」や「有効性」を改善するための的確なマネジメントが行われ、「成果目標」が確実に達成されることが期待される。

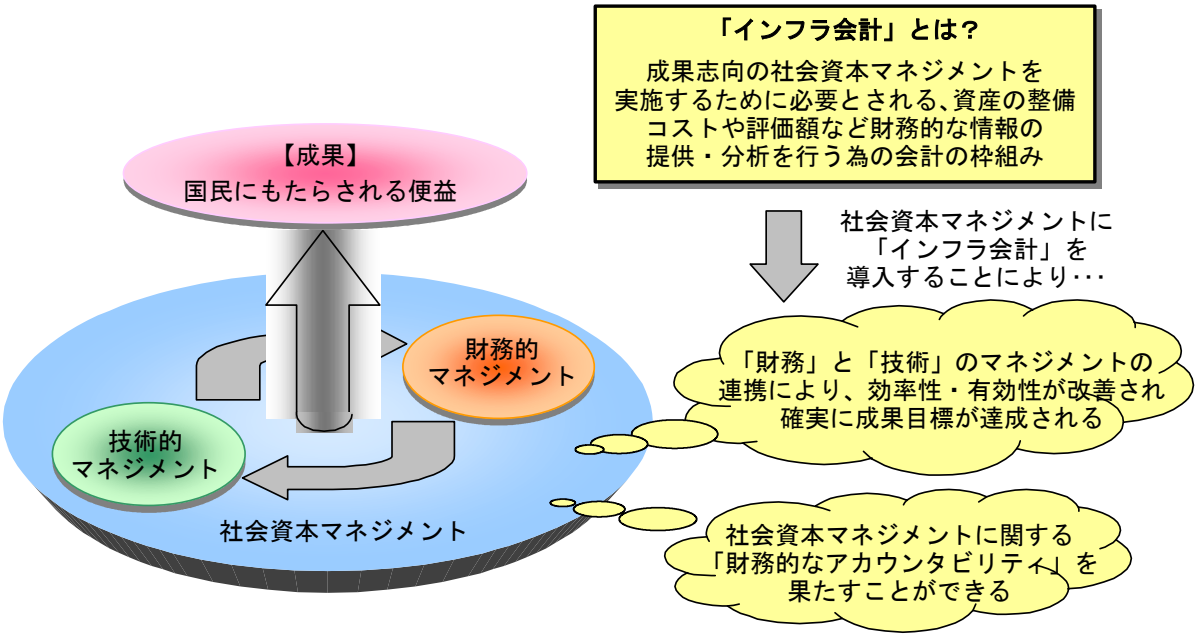


図１－２－３　社会資本マネジメントにおけるインフラ会計

3)インフラ会計の活用目的

(1)社会資本マネジメントに関するアカウンタビリティの確保

A. インフラ会計におけるアカウンタビリティの特性

先に整理したように、社会資本の管理者には、利害関係者である国民に対するアカウンタビリティを果たすことが求められている。

ここで、会計制度を活用してアカウンタビリティを果たすことを考えると、民間企業においては、損益計算書や貸借対照表などのいわゆる財務諸表が、株主や債権者など活動資金の提供者に対するアカウンタビリティを果たすためのツールとして非常に重要な役割を果たしている。これは、民間企業にとっての“成果（＝アウトカム）”は収益として貨幣価値で認識できるため、インプットからアウトカムの発生に至る一連のプロセスを財務諸表の中で説明できるためである。

一方、社会資本マネジメントの“成果（＝アウトカム）”は必ずしも収益のように貨幣価値で認識することができないため、成果目標の管理など会計とは別の枠組みの中でアウトカムの認識が行われている

点に留意が必要である。

また、社会資本マネジメントの財源は税収によりまかなわれることになるが、租税は行政活動を支える資金として徴収されたものであり、民間企業における収入とは異なり、社会資本の管理者の活動に応じて得られる性質の財源ではないことにも留意が必要である。

従って、社会資本マネジメントに関して会計制度を利用したアカウンタビリティを果たすことを考えると、成果（＝アウトカム）が別の枠組みにおいて認識されることを前提として、“インプット”や“アウトプット”の状況を把握し、税収から提供された資金を効率的に活用しているかどうかを分析することに焦点が当てられることになる。

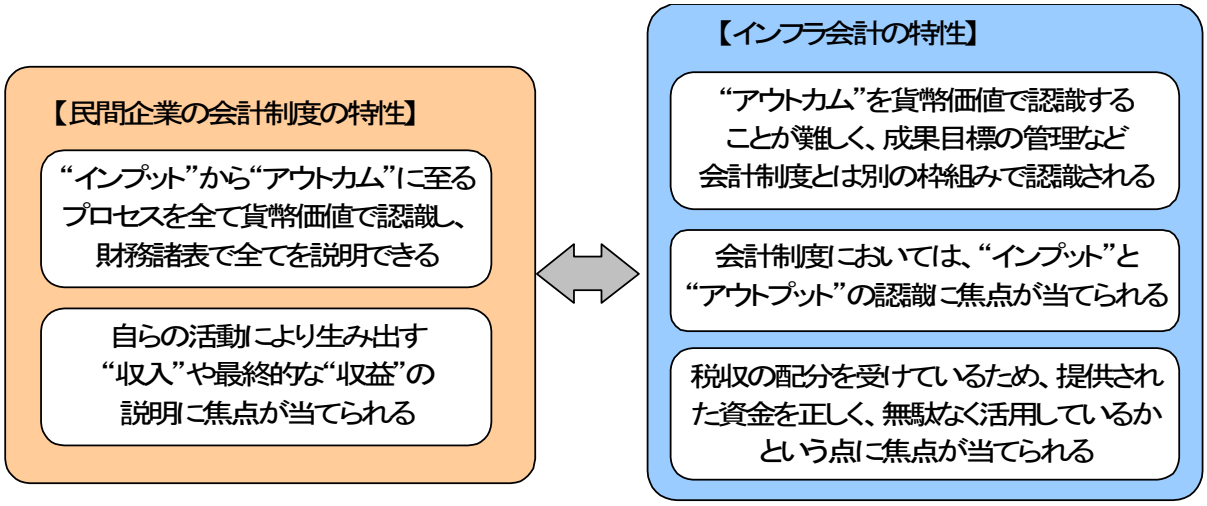


図１－２－４　インフラ会計におけるアカウンタビリティの特性

B. インフラ会計におけるアカウンタビリティ

ｉ.「予算執行結果」に関するアカウンタビリティ

社会資本マネジメントにおける“インプット”は、基本的にインフラ資産の整備や維持管理に対する資金の投入である。従って、財務的な情報に基づいてアカウンタビリティが求められる内容としては次の様なものが想定される。

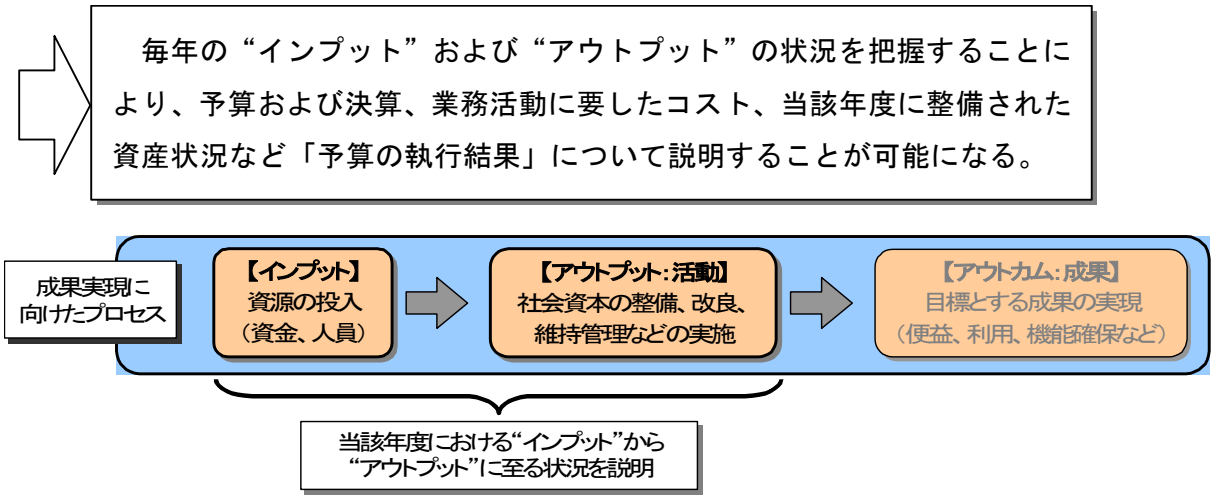
・インフラの整備・維持管理に関する投資計画（＝予算）の状況

・インフラの整備・維持管理に関する投資実績（＝決算）の状況

これらは、予算や決算の数値として把握される年度内のお金の動きであり、いわゆる“フロー情報”としてこれまでの会計制度においても説明されてきたものである。

また、社会資本マネジメントの“アウトプット”は、インプットに基づいてインフラ整備や維持管理などの活動を行い、社会的サービスを提供することができる資産を蓄積することと考えることができる。

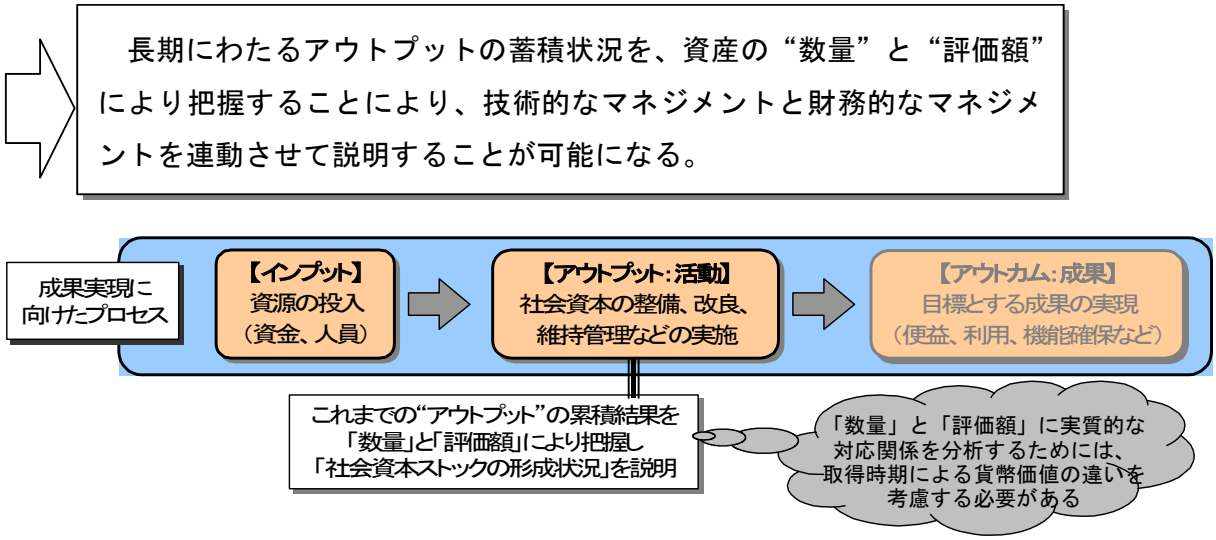
従って、このアウトプットを技術的な観点から捉えると、具体的な活動結果である整備や工事の数量として把握することができる。一方、財務的な観点からアウトプットを捉えると、インフラ資産が形成されている状況（＝ストック情報）を貨幣価値として把握することになる。



ⅱ．「資産の蓄積状況」に関するアカウンタビリティ

資産の整備状況としては、当該年度の活動による資産の数量や評価額の変化だけではなく、これまでの長期にわたる社会資本マネジメントの成果が蓄積された“社会資本ストック”の状況についてもアカウンタビリティを果たしていくことが求められる。そこで、技術的な観点から資産の数量と、財務的な観点から資産の評価額を適切に把握し、現状の分析や将来の計画立案などのマネジメントに活用していくことになる。

なお、数量の情報についてはいつの時期のものであっても比較可能であるが、財務的な情報については、貨幣価値が変動していることから時期が異なれば単純に比較できないという問題がある。従って、数量と評価額との実質的な対応関係を分析するためには、評価時点における貨幣価値を基準として比較可能な形で捉えなおした情報を活用する必要がある。

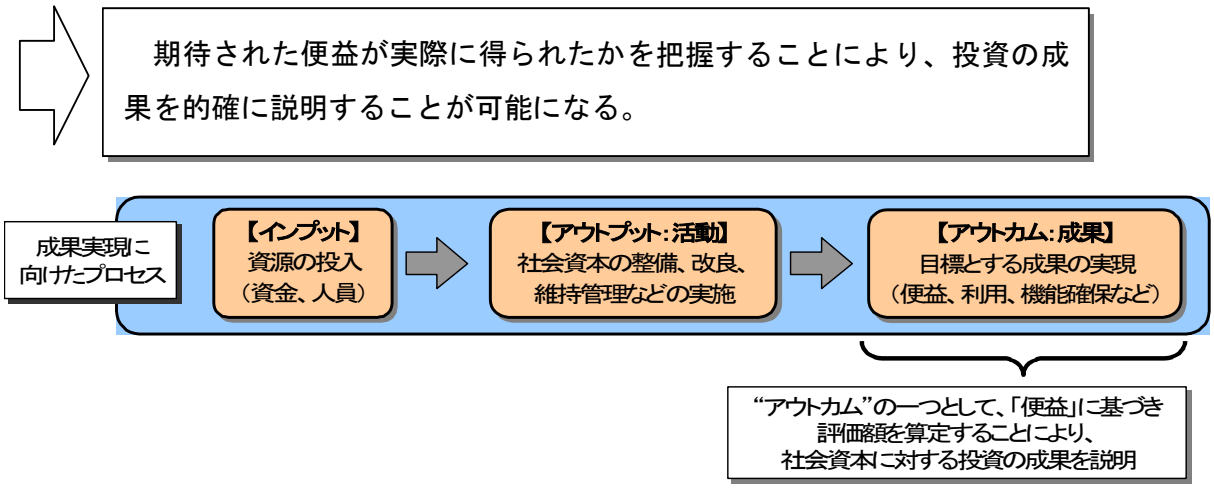


(2)社会資本の効果的な管理の実現

ⅰ．社会資本に関する投資成果の確認

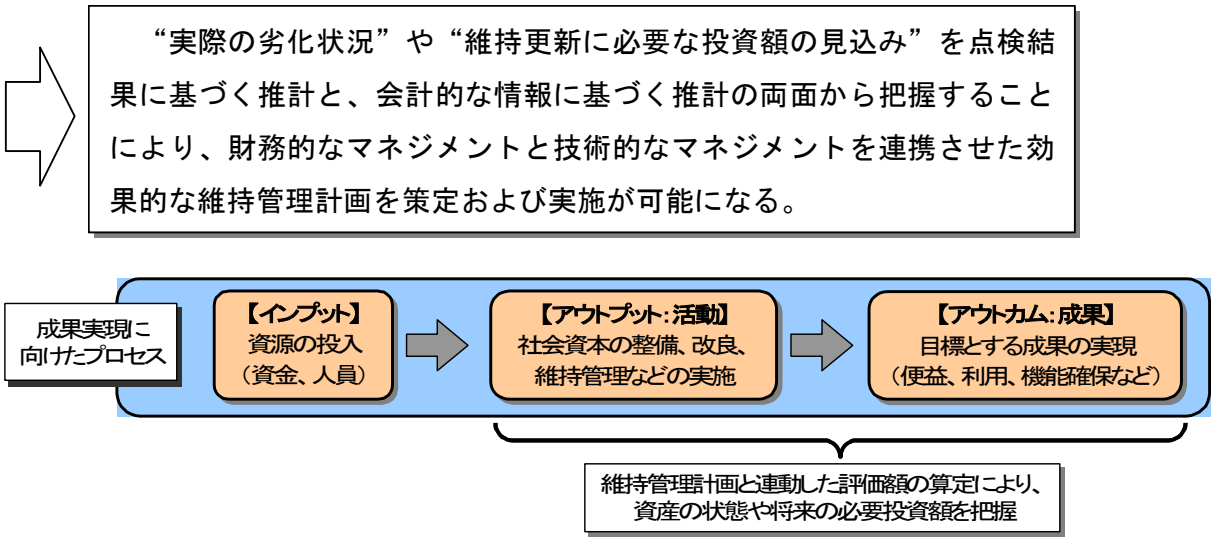
社会資本マネジメントにより“期待される成果”については、費用便益分析を適用することにより投資の事前段階で評価を行う取り組みが広がっている。

そこで、費用便益分析の考え方を PDCA のマネジメントサイクルに沿って事業実施後の段階で適用することにより“実際に得られた成果”を把握し、社会資本に関する投資の成果を検証することが可能になるものと考えられる。



ⅱ．資産管理に必要な投資額の把握

インフラ資産に対する投資の成果は、本来は利用者がどのような便益を受けたかという視点から把握することが求められるが、「目標とする資産のパフォーマンス（＝性能）が確保されている」という視点も成果の一つとして捉えることができる。従って、アセットマネジメントにおいても、点検結果に基づき維持補修計画を策定することにより効率的な資産の管理・運営を行うことが重要なポイントとなっている。このような取り組みは、技術的な側面からの予測を充実させるだけではなく、計画を確実に実施する予算を確保するために、財務的なマネジメントとの連携を図ることが重要になる。

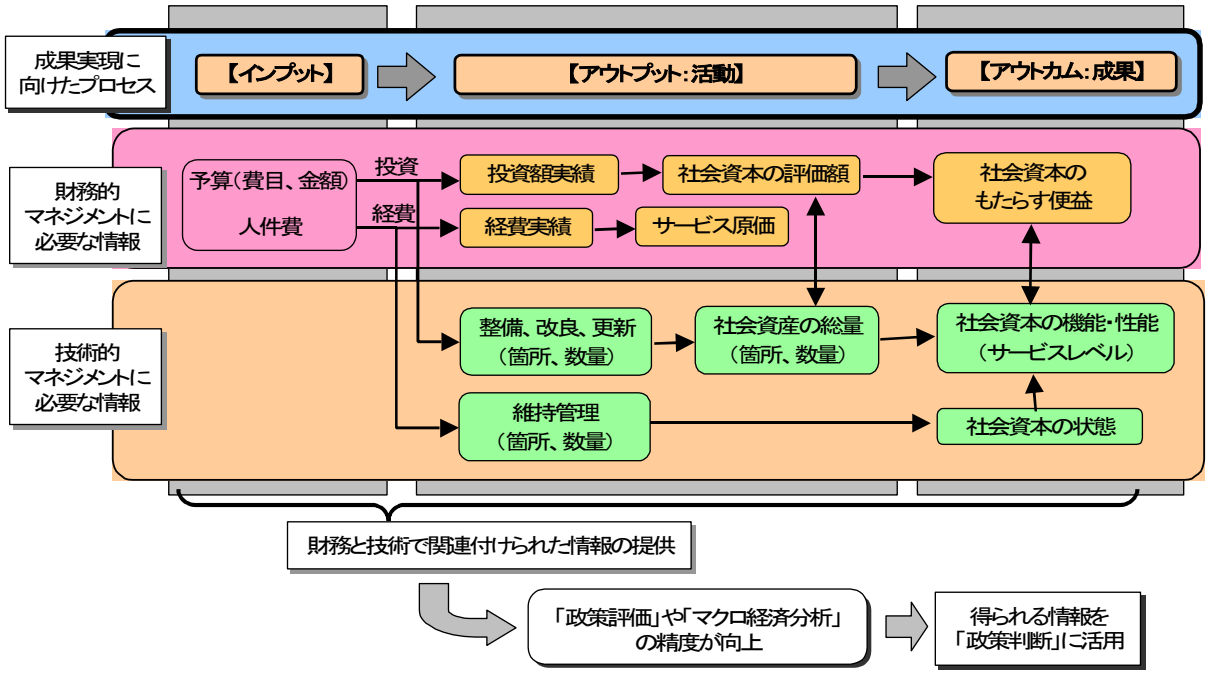


(3)「政策決定」に役立つ分析の充実

「社会資本マネジメント」においては PDCA サイクルの確立を目指しており、政策評価システムによる施策や事業の実施結果（＝業績測定の結果）を次期の政策立案等の計画策定にフィードバックすることが求められる。

しかし、「政策評価」や「マクロ経済分析（社会資本の生産性分析）」を実施する際に、社会資本の整備・維持管理に関する情報の不備やデータとしての信頼性の低さが課題として指摘されていることから、フローデータ、ストックデータおよび数量データを関連付けて精度の高い情報を提供することが求められる。

財務的なマネジメントと技術的なマネジメントを連携させ、社会資本の整備・維持管理に関する精度の高い情報を提供することにより、政策評価やマクロ経済分析の精度が高まり、分析結果を政策決定の材料として活用することが可能になる。



4）インフラ会計の概念

これまで、インフラ会計として活用目的などについて述べてきたが、具体に会計として構築するための概念を以下に示す。

インフラ会計とは、社会資本ストックの価値を物理評価、簿価評価、市場価値評価により適切に評価することにより、財務会計と管理会計を構築し、アカウンタビリティの向上と戦略的インフラ管理を目指すものである。この際、ストックの評価は予算など財務的な評価との連動も容易となるよう、資産評価額（貨幣価値）を用いる。なお、この評価を効率的に行うためには、社会資本ストックに関する物理量や取得金額、資産状態（劣化状況）などを一元的に把握することが必要である。

社会資本の管理に資するためのインフラ会計の概念を図1－2－5のように構築する。

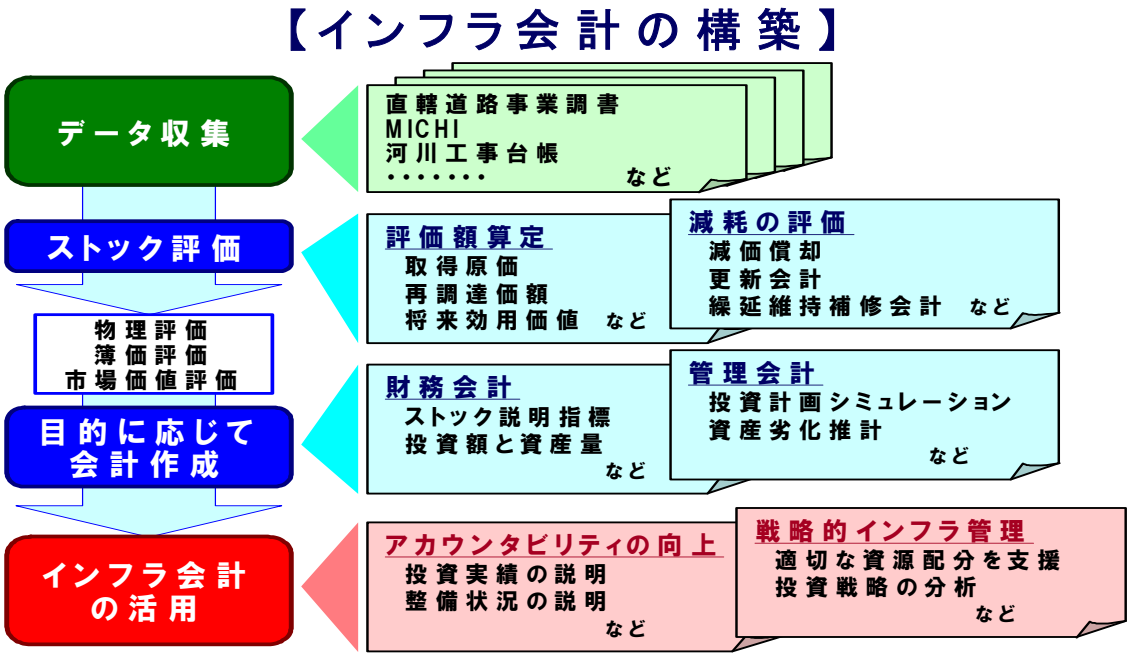


図1－2－5　インフラ会計の構築概念

ここで、財務会計とは、インフラ資産について実際に投資したフロー情報と投資によって形成されたストック情報を記録・評価し、住民などへの説明を果たすもので、以下の活用が考えられる。

① インフラ資産形成状況の説明

② 税金の活用状況の説明

③ 資産と負債との関連についての説明

また、管理会計とは、将来の資産の状態および評価額を反映した戦略的インフラ管理を行うものであり、以下の活用が考えられる。

④ 将来の維持更新費用の評価

⑤ 客観的指標による管理目標の設定

⑥ 効率的な投資計画の策定

企業会計における管理会計は、今後の企業の経営方針・戦略を示す内部資料としての性格を持つが、上記④～⑥は将来の投資配分計画やインフラ資産が提供するサービスレベルを表しており、これらを対外的に説明することで、より一層の透明性が確保される。

これらの活用を大きく分けると、「財務的なアカウンタビリティの確保に必要な情報を提供（財務会計）すること」、「インフラ資産の管理に必要な情報を提供（管理会計）すること」、「上記会計から得られる情報から行政マネジメントの充実を実現する情報を提供すること」の3つの目的に括られる。

2章　社会資本ストックの評価

本章では、インフラ会計を具体に構築するために必要なデータおよび、インフラ資産評価の考え方、減価評価の方法について述べる。

２－１．社会資本ストックの評価に必要なデータ

1）必要データの分類

インフラ会計の構築に必要なデータについて、その利用目的に合わせて考えると、大まかには以下の4つに分類される。

表２－１－１　インフラ会計の構築に必要なデータ

構築に必要なデータ	データの利用目的
１．予算・決算に関するデータ	インフラ資産の取得原価の把握等
２．資産の数量に関するデータ	インフラ資産の整備数量の把握等
３．資産の性能や性能低下に関するデータ	インフラ資産の減耗（劣化曲線）の把握等
４．将来効用に関するデータ	インフラ利用による便益の把握等

上記のデータと社会資本マネジメントの成果実現に向けたプロセスあるいは社会資本マネジメントの分類（財務的/技術的）との関係は、第1章（2）で示した図に合わせると以下のとおりとなる。

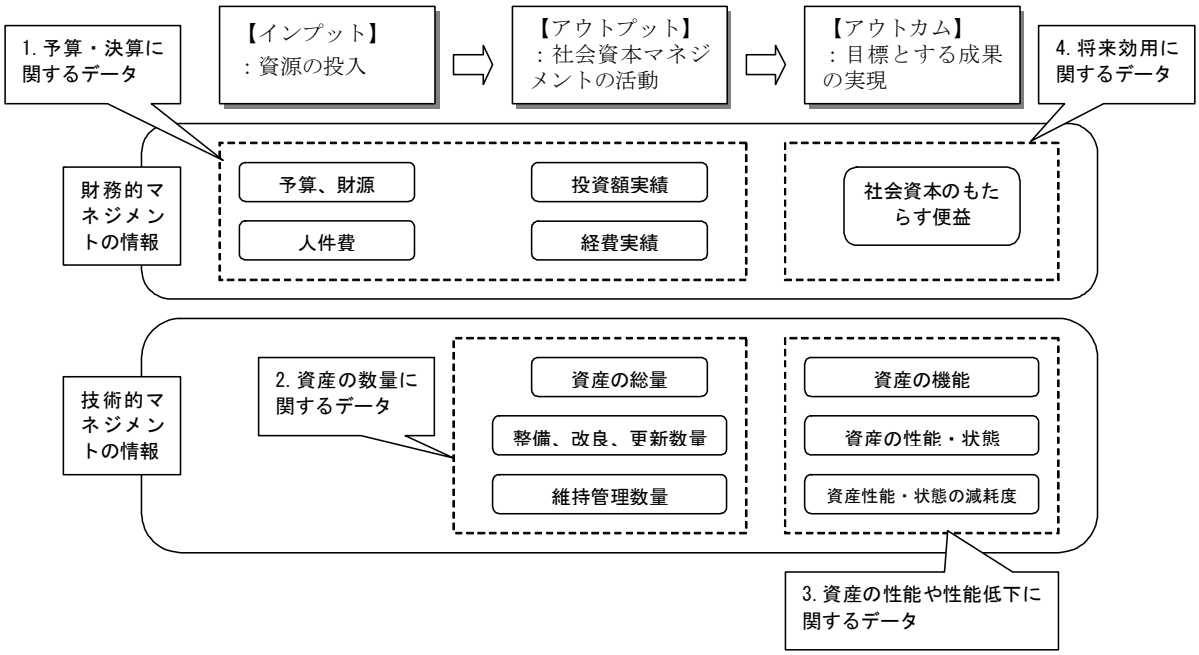


図２－１－１　データ利用目的の概要

2）データの利用目的別にみる必要データ

(1)「予算執行結果」に関するアカウンタビリティ

A. 会計の目的

いわゆる「決算報告」として会計期間中における取引の結果をとりまとめ、行政活動の実施状況（コスト）について報告する。

B. 会計目的の具体例

財務会計において以下のような利用目的があげられる。

・当期の予算・決算報告において、当期の資産形成（整備）、更新、改良、維持修繕、管理などの活動内容（アウトプット）別の支出状況を把握する。

・当期の資産取得、更新、除却、減価償却の発生等の状況から、ストックの増減を資産評価額として報告する。

・国土交通省の活動に充填された国債の償還状況を把握する。

・減価償却費や借入金の管理費用などを含めた、当期の活動原価（フルコスト）を行政コスト計算書の作成により報告する。

・当期決算において一般財源、特別会計、借入金（国債）などの当期支出に対する財源構成や、支出と財源との対応関係を報告する。

C. 必要データ

・投資額実績（整備・改良・更新・維持修繕・管理にかかる委託費や工事費等）（事業に係る直接的コスト）

・経費実績（減価償却費、借入金利息、人件費等）（事業に係る間接的コスト）

・財源（一般財源、特別会計、借入金（国債）等）

(2)「インフラ資産のストック」に関するアカウンタビリティ及び数量に対応したインフラ資産のストック

A. 会計の目的

財務会計においては、これまでに長期にわたって蓄積されてきたインフラ資産の当期末のストック形成状況を、また管理会計においては、実際の数量に対応した資産価値やコスト等の財務的な情報を「資産評価額」として報告する。

B. 会計目的の具体例

・財務会計において、資産（現預金等の流動資産およびストック）と負債（負債および純資産）の現状を貸借対照表の作成により報告する。

・財務会計において、当期末のストック保有状況を「取得原価」に基づき減価償却会計による資産評価額として報告する。

・管理会計として、ストック増減の履歴と数量や状態（減耗度）の情報を基に現時点におけるストックの「時価」ベースの資産評価額を報告する。

C. 必要データ

・資産の総量（蓄積された累積数量）、事業年度別数量

・整備、更新、除却数量（事業年度ごとの資産の増減数量）
・投資額実績（整備・改良・更新・維持管理などの委託費や工事費等）（事業に係る直接的コスト）
・資産の減耗度（貨幣価値換算されたもの；減価償却費等）

(3)インフラ資産の管理状況の把握

A. 会計の目的

管理するインフラ資産について期待されるサービス水準が確保されているかどうかを判断する指標の1つとして、数量や状態などの技術的な視点と資産の価値やコストなどの財務的な視点を合わせ、かつ実態を反映させた「資産評価額」を把握し、効果的な維持管理計画の策定に活用する。

B. 会計目的の具体例

・過去の投資実績をもとに更新や修繕の発生時期、必要数量、工事費を想定し維持管理計画を作成する。
・維持管理計画をもとに繰延維持補修引当ての設定を行い、維持管理計画の実施状況と今後の必要な投資額を把握する。

C. 必要データ

・資産の総量（蓄積された累積数量）、事業年度別数量
・整備、更新、除却数量（事業年度ごとの資産の増減数量）
・維持修繕数量（既存施設への維持修繕の対象数量）
・投資額実績（整備・改良・更新・維持管理にかかる委託費や工事費等）
・資産の減耗度（貨幣価値換算；繰延維持補修引当金等）

(4)インフラ資産に対する投資の成果の把握

A. 会計の目的

インフラ資産が形成された後に、その資産が実際に利用・活用されることによりその能力が発揮され、国民（納税者、利用者）に対して期待された効用が得られたかを把握し、投資の情報と効用の情報を関連付けることにより投資成果を的確に説明する。

B. 会計目的の具体例

・当期の資産形成、更新、改良、維持修繕等の実施数量、保有資産の総量、保有資産の状態等を事業の「アウトプット」として報告する。
・保有資産がもたらす便益や補修資産のサービスレベル、マネジメントにおける成果目標の達成状況等を事業の「アウトカム」として報告する。

C. 必要データ

・資産の総量（蓄積された累積数量）、事業年度別数量
・整備、更新、除却数量（事業年度ごとの資産の増減数量）
・維持修繕数量（既存施設への維持修繕の対象数量）
・投資額実績（整備・改良・更新・維持管理にかかる委託費や工事費等）

・資産の形成・利用がもたらす便益(計測結果)

２－２．　社会資本ストックの評価方法

１）資産評価額の算定方法

(1)価値の測定基準

会計において資産価額を認識する際に留意すべき視点としては、“価値の測定基準”をどのように考えるかという点がある。資産価値の測定基準に関する基本的な考え方として、「原価主義」と「時価主義」がある。

原価主義	購入価格や製造原価など、資産の取得時点で実際に発生した取引に基づいて評価時点における資産の価値を認識する方法。
時価主義	資産の評価時点における市場価格（時価）に基づいて資産の価値を認識する方法。

また、海外諸国における会計制度や国内における先進的な取り組みの事例を見ると、それぞれの基準に則ってインフラ資産の評価額を算定する際の具体的な根拠としては次のものがある。

測定基準	算定根拠
原価主義	取得原価
時価主義	再調達価額
	将来効用価値

以下に、各根拠に基づく評価額算定方法の概要と特性を整理するとともに、それぞれの特性とインフラ会計の目的との適合性から、資産評価額の認識方法を定めていく。

(2)支出の性質

ここで、取得原価については過去に実際に支出した費用に基づき認識されるが、「資本的支出」と「経常的支出」に分けて考える必要がある。

「資本的支出」とは、新規建設事業や維持補修事業における修繕事業など計画的に予算を確保して実施する事業に対する支出が該当する。資本的支出により、新たな資産を形成したり機能・性能を回復させたりするための支出と考えることができる。

「経常的支出」とは、維持補修事業の中でも軽微な問題の発生に応じて実施を決定する事業や、清掃・点検などの運営に相当する支出が該当する。経常的支出は、インフラ資産を利用しつづけるために不可欠なランニングコストであり、資産価値の向上にはつながらない支出と考えることができる。

表２－２－１　事業費に関する「支出」の区分イメージ

<table>
<tr><th>工事の区分</th><th>予算上の区分</th><th>費用の区分</th><th>性質の区分</th></tr>
<tr><td rowspan="3">新規建設工事／
更新・改良工事</td><td>用地補償費</td><td>用地費</td><td rowspan="4">資本的支出</td></tr>
<tr><td rowspan="2">新設改良費</td><td>調査設計費</td></tr>
<tr><td>工事費</td></tr>
<tr><td rowspan="2">維持補修工事</td><td rowspan="2">維持補修費</td><td>修繕費</td></tr>
<tr><td>維持費</td><td>経常的支出</td></tr>
</table>

２）取得原価に基づく評価額算定の方法と特徴

(1)評価額の算定方法

インフラ資産の取得原価は、対象となる資産に関して実際に行われた支出のうち、「資本的支出」に分類される支出を合計したものとなる。

(2)評価方法の特徴

【メリット】

・実際の取引に基づく情報であることから恣意性が排除され、資産取得に要したコストが正確に把握できる。

・実際の取引に基づく情報であるため、データが適切に管理されていれば、支出と財源（税、借入金、債権等）との対応関係を把握することができる。

・実際の取引に基づく情報であるため、実際に行われた活動（アウトプット）に対応した投入（インプット）の構成要素として利用することができる。

【デメリット】

・取得時の取引に関する情報が残っていない場合には正確な数値を把握できない。

・年次ごとに貨幣価値の変動があるため、取得時期の異なる資産に関する取得原価に基づく評価額を単純に比較することはできない。

・年次ごとに貨幣価値の変動があるため、同じ数量でも取得時点が異なれば評価額も異なる。

・年次ごとに貨幣価値の変動があるため、資産価値が過大または過小に評価される可能性がある。

(3)インフラ会計における適用可能性

インフラ会計の目的に照らした場合の、取得原価に基づく評価額の適用可能性を整理すると表 2-2-2に示す様になる。

表２－２－２　取得原価に基づく評価額の適用可能性

インフラ会計の目的	適用可能性
財務的なアカウンタビリティの確保 （当期の資産形成状況／ストック）	・当期に行われた取引の情報に基づくため、支出の実績や結果など実際の活動状況を説明することができる。
戦略的な資産管理 （数量に対応したストック把握）	・取得年次の違いにより貨幣価値が異なるため、数量と関連付けた情報が得られず不適
戦略的な資産管理 （インフラ資産の管理状況）	・取得年次の違いにより貨幣価値が異なるため、数量と関連付けた情報が得られず不適。 ・取得時点の価格であるため、今後、資産の更新に必要な金額が把握できず不適。
戦略的な資産管理 （投資の成果）	・取引結果はアウトカムとならないため不適。

３）再調達価額に基づく評価額算定の方法と特徴

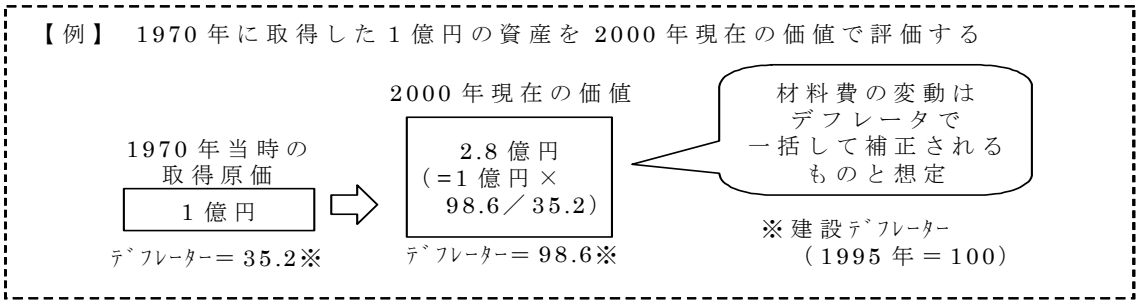
(1)評価額の算定方法

再調達価額とは、過去に取得した資産を評価時点の市場環境や技術水準の下で新規に取得または更新することを想定した場合の購入価額である。

再調達価額の算定方法としては、以下のものが想定される。

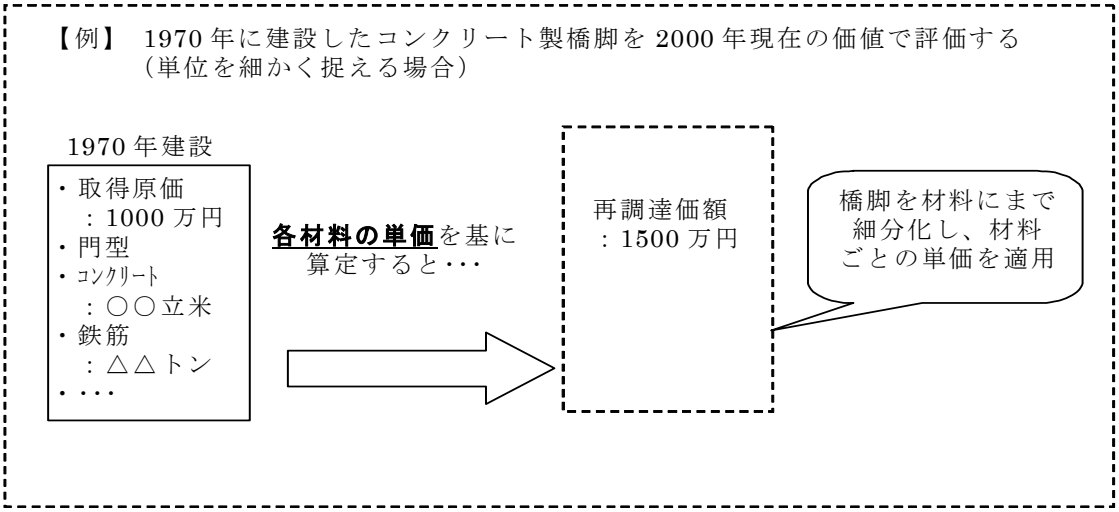
A. 取得時点における（取得原価）に着目する方法

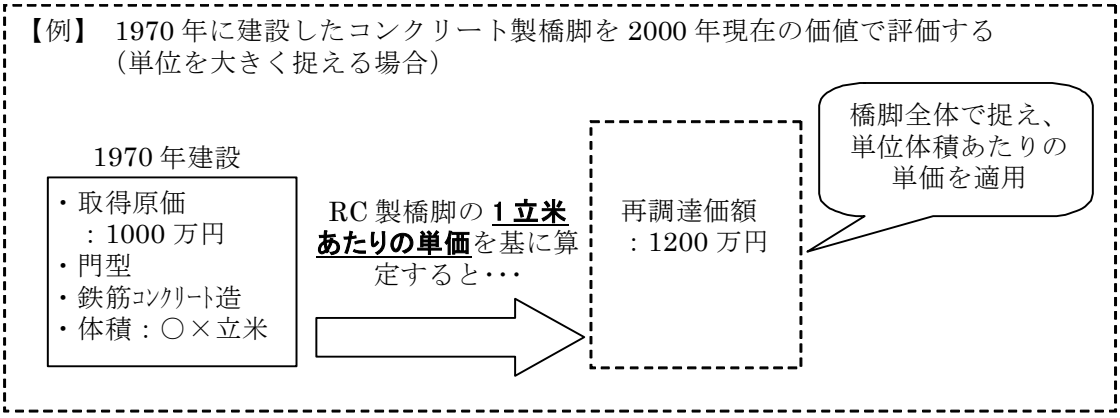
取引時点の違いによる貨幣価値の違いを修正する手法として、デフレータにより取得時点の価格を評価時点の価値に換算する方法がある。



B. 資産の数量に着目する方法

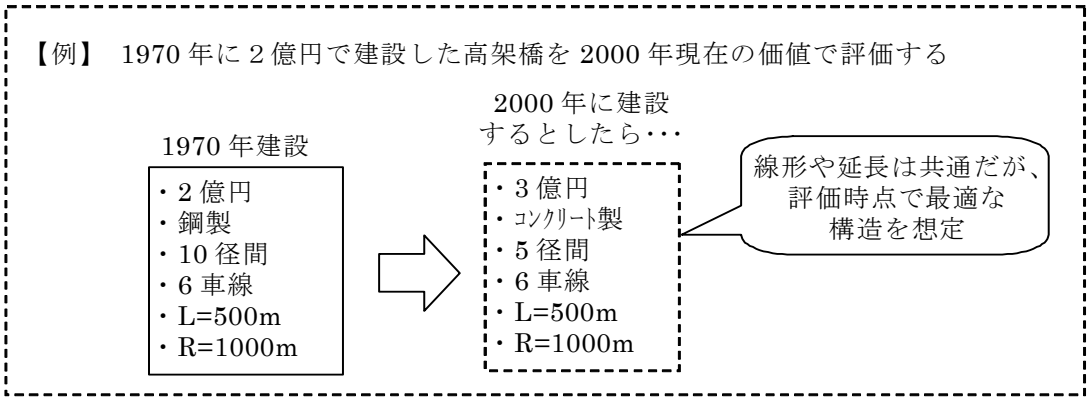
対象となる資産と同型式の資産を評価時点で取得する場合の単位数量あたりの価格を設定し、実際の数量を乗じることにより評価額を算定する方法である。なお、対象となる資産の特徴や評価に求める精度により、単位数量の捉え方については多様なものが想定される。





C. 資産の数量および機能に着目する方法

前述した「資産の数量に着目する方法」と基本的に同様だが、従来技術の陳腐化を考慮し、評価時点で最適な形式の資産を取得することを想定して評価額を算定する方法である。



(2)評価方法の特徴

A. 取得時点における価格（取得原価）に着目する方法

【メリット】

・取得時点と評価時点の貨幣価値の違いによる影響を統一的な手法に基づいて補正できる。

・評価時点の貨幣価値に統一されるため、取得時点の異なる資産の評価額を比較することが可能になる。

【デメリット】

・デフレータは様々な材料やサービスの価格変動を総合化した指標であることから、対象資産に適合したデフレータが提供されていない場合がある。

B. 資産の形式と数量に着目する方法

【メリット】

・取得時点と評価時点の貨幣価値の違いによる影響を補正できる。

・評価時点の貨幣価値に統一されるため、取得時点の異なる資産の評価額を比較することが可能になる。

・新規取得時の積算と同様の考え方であるため、単価等の手法を準用でき実際に再調達する場合の価格を的確に表現できる。

【デメリット】

・単位数量あたりの価格設定に恣意性が入る余地があり、取得原価に基づく方法と比較し客観性に劣る。

・取得時点と評価時点の技術水準に大きな変動がある場合は、当時の構造形式や技術基準に準拠した単位数量あたりの価格を設定することが難しい場合がある。

C. 資産の数量および機能に着目する方法

【メリット】

・取得時点と評価時点の貨幣価値の違いによる影響を補正できる。

・評価時点の貨幣価値に統一されるため、取得時点の異なる資産の評価額を比較することが可能になる。

・新規取得時の積算と同様の考え方であるため、単価等の手法を準用でき実際に再調達する場合の価格を的確に表現できる。

・現時点で最適な形式を想定するため、次回の更新に必要な金額に相当すると考えることができる。

【デメリット】

・単位数量あたりの価格設定や代替となる構造設定において恣意性が入る余地があり、取得原価

に基づく方法と比較し客観性に劣る。

・単位数量あたりの価格設定や代替となる構造設定を行うための労力が必要になる。

・実際に存在する資産とは構造等が異なるものを想定しているため、厳密には実際に存在する資産の再調達価額とはいえない。

３つの方式を比較すると･･･

・「A.取得原価に着目する方法」に対し、他の2つの手法におけるメリットが大きいため、再調達価額の算定は、BまたはCの方法によることが適切と考えられる。

・実際に存在する資産ストックの比較を重視する場合には、「B.資産の形式と数量に着目する方法」が適切と考えられる。

・資産にこれから必要とされる投資金額を把握することを重視する場合には、「C.資産の機能と数量に着目する方法」が適切と考えられる。

(3)インフラ会計における適用可能性

インフラ会計のそれぞれの目的に応じて、再調達価額に基づく評価額の適用可能性を整理すると表２－２－３ に示す様になる。

表２－２－３　再調達価額に基づく評価額の適用可能性

インフラ会計の目的	適用可能性
財務的なアカウンタビリティの確保 （当期の資産形成状況／ストック）	当期に行われた取引の情報は把握できないため不適。
戦略的な資産管理 （数量に対応したストック把握）	実際の数量と形式に対応した情報が求められることから、「B.資産の形式と数量に着目する方法」が適する。
戦略的な資産管理 （インフラ資産の管理状況）	今後、資産の更新に必要な金額を認識することが求められ、「C.資産の機能と数量に着目する方法」が適する。
戦略的な資産管理 （投資の成果）	取引結果はアウトカムとならないため不適。

4）将来効用価値に基づく評価額算定の方法

(1)評価額の算定方法

将来効用価値とは、インフラ資産が社会全体に対してもたらしている経済効果や防災、環境に与える影響などの将来効用を収入とみなし、それらの評価時点における現在価値として把握するものである。

実際に将来効用を把握する手法は確立されていないが、費用便益分析における便益計測等の手法が参考になるものと考えられる。

【例】2000年時点におけるA路線の将来効用に基づく価値評価

（必要な情報）

・今後のサービス期間（残存耐用年数）：30年を仮定

・各年度の将来効用の予測：下表のように仮定（単位：百万円）

・社会的割引率：4.0%を仮定

年度	2001年	2002年	・・・	2010年	・・・	2029年	2030年
各年度効用予測	1,000	1,100	・・・	1,500	・・・	900	800
各年度効用の現在価値	962	1,017	・・・	974	・・・	277	237
現在価値合計	＝21,843（百万円）						

※予測値のぶれなどのリスクに対応するため補正係数で割り引いて評価することも考えられる。

(2)評価方法の特徴

【メリット】

・インフラ資産に対する投資の“成果（＝アウトカム）”を貨幣価値により把握することができる。

・取得時点の異なる資産もたらす効果を比較することが可能になる。

【デメリット】

・便益計測手法等の将来効用を評価する手法については、広く合意が得られていないため、取得原価と比較して客観性に劣る。

(3)インフラ会計における適用可能性

インフラ会計のそれぞれの目的に対しての、将来効用価値に基づく評価額の適用可能性を整理すると表２－２－４ に示す様になる。

表２－２－４　将来効用価値に基づく評価額の適用可能性

インフラ会計の目的	適用可能性
財務的なアカウンタビリティの確保（当期の資産形成状況／ストック）	当期に行われた取引の情報は把握できないため不適。
戦略的な資産管理（数量に対応したストック把握）	実際の資産数量に関する情報は得られないことから不適。
戦略的な資産管理（インフラ資産の管理状況）	資産の状態に関する情報は直接得られないことから不適。
戦略的な資産管理（投資の成果）	インフラ資産がもたらす効用はアウトカムそのものであり適する。

5）社会資本ストックの評価方法

これまでの検討内容から、目的に応じたインフラ資産評価方法を表2－2－5に取りまとめる。

表2－2－5　インフラ会計の目的に適合した評価額算定方法

インフラ会計の目的	●適合する評価額算定手法
	・（選定理由）
財務的なアカウンタビリティの確保 （当期の資産形成状況／ストック）	●取得原価に基づく評価額
	・当期に行われた取引の情報をそのまま利用する評価額であるため、支出の実績や結果など実際の活動状況を説明することができる。
戦略的な資産管理 （数量に対応したストック把握）	●再調達価額に基づく評価額 （資産の形式と数量に着目する方法）
	・貨幣価値の違いによる影響を排し、実際の数量との対応関係にある評価額を把握することができるため、取得時期や場所の異なる資産の比較検討が可能になる。 ・資産の形式を反映しているため、実際に存在する資産の価値を表していると見なすことができる。
戦略的な資産管理 （インフラ資産の管理状況）	●再調達価額に基づく評価額 （資産の機能と数量に着目する方法）
	・貨幣価値の違いによる影響を排し、実際の数量との対応関係にある評価額を把握することができるため、取得時期や場所の異なる資産の比較検討が可能になる。 ・資産の機能を反映しているため、現時点で最適な手法に基づく投資額と見なすことができる。
戦略的な資産管理 （投資の成果）	●将来効用に基づく評価額
	・インフラ資産がもたらす将来効用は、投資という活動（＝アウトプット）に対する成果（＝アウトカム）そのものである。

2－3.　減価に関する評価手法

資産の減耗を会計的に認識する手法としては、①減価償却会計、②更新会計、③繰延維持補修会計の 3 つが想定される。それぞれの手法について、特徴とインフラ会計への適用メリットおよび課題を整理する。

1）減価償却会計

(1)減価償却会計の概要

減価償却とは、ある時点において新規に取得または更新したインフラ資産の評価額を、当該インフラのサービス提供期間（耐用年数）にわたり一定のルールに基づいて“減価償却費”として費用計上するとともに、減価償却費の累計額を「負の資産」として認識する会計上の手続きである。

取得または更新時点の評価額として「取得原価」を用いる場合には、取得または更新に要した費用を当該資産の利用期間にわたって配分することにより、利用者の費用負担に関する期間的な公平性を確保するとともに、資産の価値減少を認識して実質的な価値を把握する手法として説明される。

減価償却の一般的な手法として、定額法と定率法があるが、2つの方法の特徴は表2－3－1のとおりである

表2－3－1　減価償却法の比較

	算出方法	特徴	実績※
定額法	毎年、同額の償却費を計上する方法 償却費＝(取得価格―残存価格)×(その資産の耐用年数に応じた定額法の償却率) 償却率＝1÷耐用年数	評価額が定率法に比べると高めとなる 償却費用が均等に配分できる	首都高速道路公団 日本道路公団 東京都 武蔵野市　など
定率法	毎年一定の割合で償却率が逓減するように定められた償却率で償却費する方法 償却費＝(償却前の価格)×(その資産の耐用年数に応じた定額法の償却率) 償却率＝1―(残存割合)耐用年数	初期の償却費用が大きい	東京メトロ(東京地下鉄株式会社;旧帝都高速交通営団)

※いずれの団体も参考として算出したものであり確定ではない

インフラ資産は、一般に時間の経過または使用にともなって、減価するものの急激な価値の低下や機能の陳腐化が少ないために、減価償却方法は定額法を適用するのが妥当と考えられる。

(2)減価償却会計の特徴

【メリット】

・費用配分の原則に基づき、一定の方法に基づいて規則的に算定する手法であることから、恣意性を排除することができる。

・各年度の減価償却費を、耐用年数期間にわたるサービス原価の配分と認識することができる。

・耐用年数にわたって減価償却費を配分することから、減価償却費累計額については資産価値の減少分の目安となる。

・資産の機能的な陳腐化が進んでおらず、貨幣価値の変動も小さければ、減価償却費累計額が更新のための必要投資額の目安となる。

【デメリット】

・減価償却費は資産の取得に係る情報に基づく手続きであり、資産の維持管理の実態を表現することはできない。

・減価償却での耐用年数と現実のインフラ資産の物理的・機能的な耐用年数とが一致していない場合、減価償却費累計額の資産価値の減少分や更新のための必要投資額の目安としての信頼性が低下する。

(3)インフラ会計における適用可能性

前出の表2－2－5において“インフラ会計の目的に適合した評価額算定方法”を整理したが、それぞれの場合における減価償却会計の適用可能性を整理すると表2－3－2に示す様になる。

表2－3－2　減価償却会計の適用可能性

インフラ会計の目的	適用可能性
●評価額算定方法	
財務的なアカウンタビリティの確保 （当期の資産形成状況／ストック）	・恣意性が排除され、統一的な手法が適用されることから、アカウンタビリティの確保に適する。 ・評価額が取得原価に基づくことから、減価償却費を実際のサービス提供原価と見なすことができる。
●取得原価に基づく評価額	
戦略的な資産管理 （数量に対応したストック把握）	・恣意性が排除され、統一的な手法が適用されることから、異なる主体が管理する資産の比較検討に適する。
●再調達価額に基づく評価額 （資産の形式と数量に着目する方法）	
戦略的な資産管理 （インフラ資産の管理状況）	・減耗状況の目安とはなっても、実際の性能など維持管理の実態を認識することができないため不適。
●再調達価額に基づく評価額 （資産の機能と数量に着目する方法）	
戦略的な資産管理 （投資の成果）	・将来効用に減耗という考えはなじまないため不適。
●将来効用に基づく評価額	

2）更新会計

(1)更新会計の概要

更新会計は、インフラ資産については「必要な更新が行われていれば、常に取得時点と同様の機能を提供することができる」ことを仮定し、「適切な更新が行われている限りにおいては、取得当初の資産評価額が保たれる」と考える手法である。

具体的には、取得時点と同様の機能を提供するために必要となる更新費（Ai）を工学的な判断に基づいて事前に推計し、実際に支出された更新費がAiを上回っていれば“適切な”維持補修が行われたものと考え、当該期における資産の評価額（Si）は、前期末における資産評価額（S0：取得原価または再調達価格）から減少することなく一定に保たれているものと考える。逆に、実際の支出が事前に推計された必要更新費（Ai）を下回っていれば資産の評価額が減少したものと考え、評価額 Si を再評価する手法である。

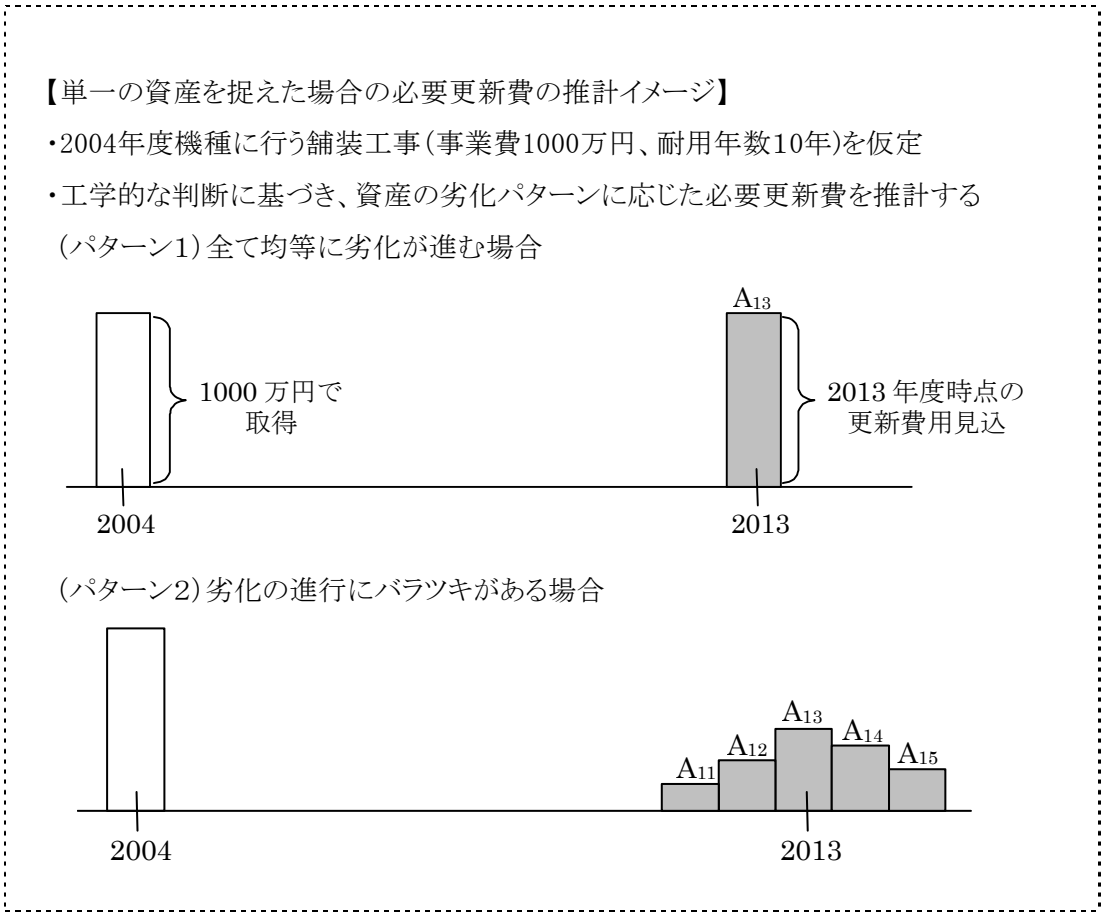


図２－３－２　必要更新費の推計イメージ

（2）更新会計の特徴

【メリット】

・必要更新費と実際に支出された更新費との差額が“繰延更新引当金”として資産の評価額に関する情報の中に表現されるため、必要な更新が行われているかどうかを会計情報として認識することができる。

・実際に更新計画を策定するため、更新計画の執行状況により現実的な劣化状況を表現することができる。

・更新計画の策定により資産の更新時期と必要投資額に関する見込みを事前に把握することになり、資金の手当や予防的な保全の実施などのマネジメントに活用することが期待される。

【デメリット】

・適切な更新が行われていれば資産の評価額（S）は一定に保たれるという仮定であるが、取得（又は更新）から次の更新にいたる間の性能低下を表現することができない。

・　劣化状況に関する点検データや更新履歴等の情報が十分に蓄積されていない場合は、信頼性の高い更新計画を策定できない恐れがある。

(3)インフラ会計における適用可能性

前出の表2－2－5において“インフラ会計の目的に適合した評価額算定方法”を整理したが、それぞれの場合における更新会計の適用可能性を整理すると表2－3－3に示す様になる。

表2－3－3　更新会計の適用可能性

インフラ会計の目的	適用可能性
●評価額算定方法	
財務的なアカウンタビリティの確保 （当期の資産形成状況／ストック）	・将来にわたる更新計画に基づくことから不確定要素が多く、財務のアカウンタビリティという観点からは問題が多い。
●取得原価に基づく評価額	
戦略的な資産管理 （数量に対応したストック把握）	・将来にわたる更新計画に基づくことから不確定要素が多く、統一的な手法をはかり得ないことから、比較可能性を確保するという点では問題が多い。
●再調達価額に基づく評価額 （資産の形式と数量に着目する方法）	
戦略的な資産管理 （インフラ資産の管理状況）	・更新に必要な金額を見込むという点で有用である。 ・更新から次の更新にいたる期間における劣化の進行を表現できないという点で問題がある。
●再調達価額に基づく評価額 （資産の機能と数量に着目する方法）	
戦略的な資産管理 （投資の成果）	・将来効用に減耗という考えはなじまないため不適。
●将来効用に基づく評価額	

3）繰延維持補修会計

(1)繰延維持補修会計の概要

繰延維持補修会計においては、まず、更新会計と同様に将来的な維持補修計画を策定し各期に必要となる更新費用を算出する。その上で、最終的に更新費を積み上げることができるよう、割引率を考慮した上で、各期に必要引当金として引き当てる金額を算定する。

これは、取得コストを資産の供用期間に割り振る減価償却とは逆に、資産を使用したことを原因として更新が必要になるものと考え、発生主義の考えに沿った退職給与引当金と同様の考えで、更新に要する費用を供用期間中に割り振るものである。

その上で、必要引当金と実際に支出された更新費の差額（引当金繰入額）を「負の資産」として計上されている“繰延維持補修引当金”に組み入れる。

【単一の資産を捉えた場合における引当金算定イメージ】

2004年度期首に行う舗装工事（事業費800万円、更新費用1000万円、平均耐用年数10年）を仮定

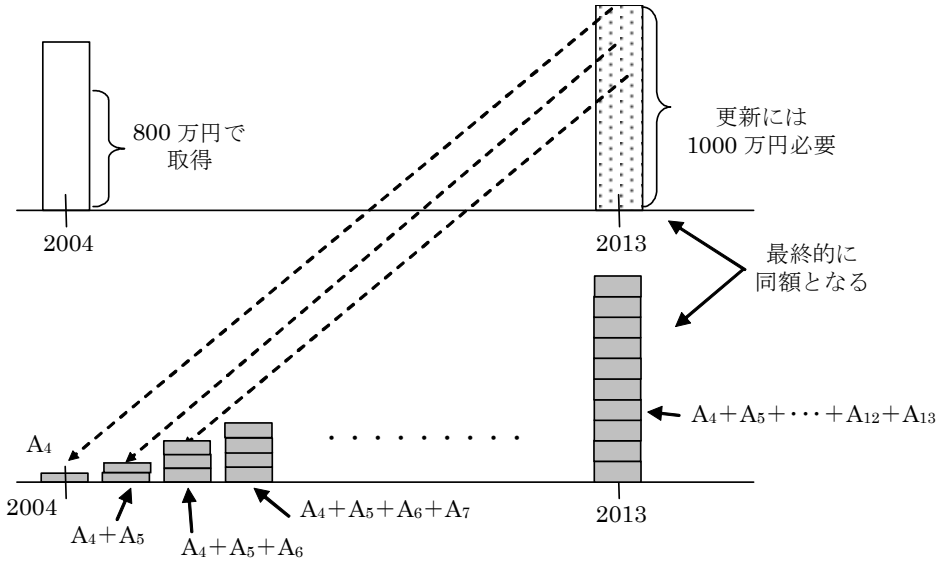


図２－３－３　引当金算定イメージ

(2)繰延維持補修会計の特徴

【メリット】

・必要引当金と実際に支出された維持補修費との差額が“繰延維持補修引当金”として資産の評価額に関する情報の中で表現されるため、必要な維持補修が行われているかどうかを会計情報として認識することができる。

・実際に維持補修計画を策定するため、計画の執行状況により現実的な劣化状況を表現することができる。

・維持補修計画の策定により資産の更新時期と必要投資額に関する見込みを事前に把握することになり、資金の手当や予防的な保全の実施などのマネジメントに活用することが期待される。

・発生する維持補修費用の総額だけではなく、維持補修費用を各期に割り振ったものを必要更新額（Ai）として捉えるため、繰延維持補修引当金の残高が当該資産価額の減少を表すとみなすことができる。従って、維持補修の実施と資産価額の減少の状況を会計情報として認識することが可能になる。

【デメリット】

・劣化状況に関する点検データや更新履歴等の情報が十分に蓄積されていない場合は、信頼性の高い維持補修計画を策定できない恐れがある。

(3)インフラ会計における適用可能性

前出の表 2-2-5において“インフラ会計の目的に適合した評価額算定方法”を整理したが、それぞれの場合における繰延維持補修会計の適用可能性を整理すると表２－３－４に示す様になる。

表２－３－４　繰延維持補修会計の適用可能性

インフラ会計の目的 ●評価額算定方法	適用可能性
財務的なアカウンタビリティの確保 （当期の資産形成状況／ストック） ●取得原価に基づく評価額	・将来にわたる維持補修計画に基づくことから不確定要素が多く、財務のアカウンタビリティという観点からは問題が多い。
戦略的な資産管理 （数量に対応したストック把握） ●再調達価額に基づく評価額 （資産の形式と数量に着目する方法）	・将来にわたる維持補修計画に基づくことから不確定要素が多く、統一的な手法をはかり得ないことから、比較可能性を確保するという点では問題が多い。
戦略的な資産管理 （インフラ資産の管理状況） ●再調達価額に基づく評価額 （資産の機能と数量に着目する方法）	・維持補修に必要な金額を見込むという点で、有用である。 ・維持補修の谷間の期間における劣化の進行を表現できるため、更新会計よりメリットが大きい。
戦略的な資産管理 （投資の成果） ●将来効用に基づく評価額	・将来効用に減耗という考えはなじまないため不適。

4）インフラ会計の目的に適合した資産減耗の認識方法

これまでの検討内容を取りまとめると、インフラ会計の目的に応じて表２－３－５に示す様な資産減耗の認識方法を適用することが望ましいものと考えられる。

表２－３－５　インフラ会計の目的に適合した資産減耗の認識方法

インフラ会計の目的 ●評価額算定方法	◆適用手法 ・選定根拠
財務的なアカウンタビリティの確保 （当期の資産形成状況／ストック） ●取得原価に基づく評価額	◆減価償却会計 ・恣意性が排除され、統一的な手法が適用されることから、アカウンタビリティの確保に適する。 ・評価額が取得原価に基づくことから、減価償却費を実際のサービス提供原価と見なすことができる。
戦略的な資産管理 （数量に対応したストック把握） ●再調達価額に基づく評価額 （資産の形式と数量に着目する方法）	◆減価償却会計 ・恣意性が排除され、統一的な手法が適用されることから、異なる主体が管理する資産の比較検討に適する。
戦略的な資産管理 （インフラ資産の管理状況） ●再調達価額に基づく評価額 （資産の機能と数量に着目する方法）	◆繰延維持補修会計 ・維持補修の谷間の期間における劣化の進行を表現できるため、更新会計よりメリットが大きい。
戦略的な資産管理 （投資の成果） ●将来効用に基づく評価額	◆適用なし ・将来効用に減耗という考えはなじまない。

５）資産評価額の算定方法のまとめ

インフラ会計の目的と、それに対応して適用すべき評価額算定および資産減耗の認識手法を整理して表２－３－６に示す。

表2－3－6 資産評価額の算定方法のまとめ

インフラ会計の目的	目的の概要	評価額算定方法					減耗認識手法				
		適用手法	選定理由	適用可能性			適用方法	選定理由	適用可能性		
				取	再	将			取	再	将
財務的なアカウンタビリティの確保 （当期の資産形成状況/ストック）	インフラ資産に対する支出の実績を示し、負債や投入済み税金との対応関係を把握するなど財務的なアカウンタビリティを果たすための材料として活躍する。	取得原価に基づく評価	当期に行われた取引の情報をそのまま利用する評価額であるため、支出の実績や結果など実際の活動状況を説明することができる。	○	×	×	減価償却会計	恣意性が排除され、統一的な手法が適用されることから、アカウンタビリティの確保に適する。 評価額が取得原価に基づくことから、減価償却費を実際のサービス提供原価と見なすことができる。	○	△	△
戦略的な資産管理 （数量に対応したストック把握）	インフラ資産の整備状況（＝ストック量）を数量に対応した比較可能な情報として把握し、インフラ資産の全体的な状況把握や今後の整備方針の策定など、資産管理を行うための情報として活用する。	再調達価額に基づく評価額（資産の形式と数量に着目する方法）	貨幣価値の違いによる影響を排し、実際の数量との対応関係にある評価額を把握することができるため、取得時期や場所の異なる資産の比較検討が可能になる。資産の形式を反映しているため、実際に存在する資産の価値を表していると見なすことができる	×	○	×	減価償却会計	恣意性が排除され、統一的な手法が適用されることから、異なる主体が管理する資産の比較検討に適する。	○	△	△
戦略的な資産管理（インフラ資産の管理状況）	インフラ資産の管理状況（＝サービス提供能力）および今後必要となる維持補修費を把握し、更新や維持補修を効率的に実施するための情報として活用する	再調達価額に基づく評価額（資産の機能と数量に着目する方法）	貨幣価値の違いによる影響を排し、実際の数量との対応関係にある評価額を把握することができるため、取得時期や場所の異なる資産の比較検討が可能になる。 資産の機能を反映しているため、現時点で最適な手法に基づく投資額と見なすことができる。	×	○	×	繰延維持補修会計	維持補修の谷間の期間における劣化の進行を表現できるため、更新会計よりメリットが大きい。	×	△	○
戦略的な投資管理（投資の成果）	インフラ資産に対する投資の成果を把握し、これまでに行った投資の妥当性や有効性に関するアカウンタビリティを果たすとともに、継続的にサービス提供を続ける是非など政策的な判断を行うための情報として活用する	将来効用に基づく評価額	インフラ資産がもたらす将来効用は、投資という活動（＝アウトプット）に対する成果（＝アウトカム）そのものである。	×	×	○	適用無し	将来効用に減耗という考えはなじまない。	×	×	×

3章　インフラ会計を用いた社会資本マネジメント手法

インフラ会計とは、インフラ資産の持つ価値を適切に評価することにより、財務会計と管理会計を構築し、アカウンタビリティの向上と戦略的インフラ管理を目指すものである。

本章では、財務会計と管理会計について、目的に応じた活用手法を抽出し、それぞれの概要・目的、算定手法等における基本条件を整理した上で、具体的なアウトプットの概要について述べる。

３－１．財務会計を用いたマネジメント手法

１)「予算執行結果のアカウンタビリティ」への活用

(1)概要と目的

会計制度の基本的な機能は、予算の執行状況に関する説明、つまり、決算報告を行うことであり、これは、海外諸国の公会計制度においても「財務的なアカウンタビリティの確保」として基本的な目的に挙げられている。

民間企業会計においては、当該年度におけるフロー情報として、収入と支出の状況を示す「損益計算書」および資金の流れを示す「キャッシュフロー計算書」、ならびに、ストック情報としてこれまでの企業活動による資産形成状況を示す「貸借対照表（バランスシート）」を作成して、企業活動の状況について説明する。

これに対し、社会資本のマネジメントにおいては民間企業における“収入”に相当するものが利用者の便益であり、貨幣価値としての認識がなされていないことから民間企業と同等の会計処理を行うことができない。

従って、民間の「損益計算書」に対応する情報として、支出のみを表す「行政コスト計算書」を作成することが想定される。

また、「キャッシュフロー計算書」に相当する情報として予算として割り当てられ資金の財源（税金、国債等）を把握するとともに、資金がどのような資産形成につながっているかを示す「資産評価額」を算定することにより、民間企業と同様に「バランスシート（貸借対照表）」を作成することが可能になり、予算執行状況の説明となる決算報告を行うことが想定される。

但し、国債等の財源は財務省が一括して管理していることから、財源内訳をどこまで認識することができるかについては精査が必要である。

工事事務所等のミクロレベルにおいては、実際の業務活動に対応した「行政コスト計算書」を作成して業務活動の原価を把握することにより、効率化に向けた改善につなげていくことが想定される。

また、資産評価額についても、実際に管理する資産に対応して精度の高い評価を行うことが可能になる。ただし、予算の財源を工事事務所でマネジメントすることは求められないことから「バランスシート（貸借対照表）」を作成する必要性は低いものと考えられる。

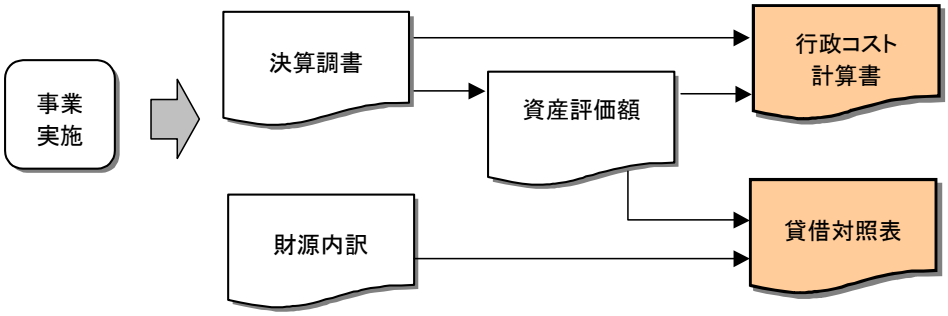


図3－1－1　財務会計における報告書類作成イメージ

具体的な活用目的を整理すると、以下のような項目があげられる。

- 当期の予算・決算報告において、当期の資産形成（整備）、更新、改良、維持修繕、管理などの活動内容（アウトプット）別の支出状況を把握する。
- 当期の資産取得、更新、除却、減価償却の発生等の状況から、ストックの増減を資産評価額として報告する。
- 国土交通省の活動に充填された国債の償還状況を把握する。
- 減価償却費や借入金の管理費用などを含めた、当期の活動原価（フルコスト）を行政コスト計算書の作成により報告する。
- 当期決算において一般財源、特別会計、借入金（国債）などの当期支出に対する財源構成や、支出と財源との対応関係を報告する。

必要データとしては以下の項目が考えられる。

- 投資額実績（整備・改良・更新・維持修繕・管理にかかる委託費や工事費等）、（事業に係る直接的コスト）
- 経費実績（減価償却費、借入金利息、人件費等）（事業に係る間接的コスト）
- 財源（一般財源、特別会計、借入金（国債）等）

(2)基本条件

A. 評価額の算定方法

予算の執行状況に関する説明を行うことを目的とする場合には、実際の支出である取得原価に基づき資産価額を評価することが適切と考えられる。

ただし、取得原価に基づく情報には恣意性が入る余地がないために信頼性が高いというメリットがあるが、取得時点の異なる資産に関する評価額は貨幣価値が異なるため単純に比較することができないという点には注意が必要である。

なお、実際にインフラ会計を導入し、過去に取得した資産の評価額を算定する場合には、取得時の記録が残されていないケースも多いことが想定される。そのような場合には、同種の類似した資産の現時点における取得価格を、デフレータ等により取得時点の価格に変換したものと適用するなど、適切な推計方法を検討する必要がある。

B. 資産減耗の認識方法

予算執行状況に対するアカウンタビリティを果たすために、取得原価に基づく評価額を算定し、行政活動のコストを認識していく場合には、恣意性を排除して統一された基準に基づいて資産減耗を認識することが必要である。従って、減耗認識手法としては減価償却を適用することが適切と考えられる。

この場合は、減価償却費は、民間企業における会計制度と同様に各会計年度における資産減耗の目安となるとともに、インフラ資産の取得に要したコストの使用期間にわたる配分額と考えることができる。

なお、減価償却費を確定するためには、取得時点の評価額に加え耐用年数と残存価値を定める必要がある。ここで、インフラ資産の取得に要したコストの使用期間にわたる配分額という減価償却費の意味を考えると、耐用年数については当該資産の実際の使用期間を踏まえて設定することが望ましいものと考えられる。

また、民間企業会計における残存価値は、更新時の売却価格として位置付けられているが、インフラ資産は基本的に更新時に売却する性質の資産ではなく、むしろ、更新時の除却に費用を要することも想定される。従って、除却に要する費用の取り扱いを別途定めることを条件として、売却価格である残存価値についてはゼロとみなすことも考えられる。

(3)アウトプットの概要

A. 資産種別および目的別の支出実績

舗装や橋梁といった資産種別、および、「資本的支出（新設、更新、改良、修繕）」と「経常的支出（維持）」の目的別に区分して事業費の実績を把握することにより、インフラ資産に対する支出の内容について“どのような内容でどれだけの支出が行われたのか”をより明確に説明することが可能になる。

事務経費（一般会計）
事業費（一般会計）　金額（百万円）
事業費（治水特別会計）　金額（百万円）
事業費（道路整備特別会計）　金額（百万円）

支出先		金額（百万円）
新規取得	舗装	320
	橋梁	480
	その他	---
更新投資	舗装	272
	橋梁	0
	その他	---
維持費	---	---
（道路整備特別会計合計）		（7,200）

図3－1－2　資産種別および目的別の支出実績報告のイメージ

B. 当期末における資産評価額

毎年の“資本的支出”の累積を「資産評価額」として把握することにより、インフラ資産の形成状況を貨幣価値により説明することができる。資産評価額には、資産の減耗の進行状況（経年的劣化状況）を意味する減価償却費が加味されている。

また、異なる資産を「資産評価額」という共通のものさしで横並びで比較することにより、それぞれの資産に対する活動状況の特性がより浮き彫りになると考えられる。

表３－１－１　資産評価額による資産形成状況報告のイメージ

H9年度末状況（百万円）									
	評価額総計	H8からの増加額	H9年度活動状況				減価償却費累計	平均耐用年数	平均資産年齢
			取得	更新	除却	減価償却費			
合計	…	…	…	…	…	…	－	－	
舗装	5,367	▲ 260	0	423	0	▲683	▲5,913	17	8.2
橋梁	21,120	▲346	90	0	0	▲436	▲7,966	60	16.4
トンネル	2,696	▲52	228	0	0	▲52	▲895	75	18.7
河川構造物	9,800	▲184	103	0	0	▲287	▲4,536	50	10
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

さらに、インフラ資産以外に組織が保有する資産の評価額や、組織が抱える負債や資本の状況に関する情報と合わせれば「バランスシート」を作成することが可能になり、民間企業と同等の財務報告を行うことができる。

ただし、国の税収や国債などの財源に関する情報の管理は財務省で行っており、国土交通省が単独で財源と支出の対応関係を把握することが難しい状況である。

H15年度末バランスシート			
資産の部		負債・資本の部	
流動資産	820	流動負債	52,820
固定資産	754,000	固定負債	475,500
		正味資産 (うち増分)	226,500 (4,530)

H16年度末バランスシート			
資産の部		負債・資本の部	
流動資産	620	流動負債	52,620
固定資産	759,000	固定負債	476,500
		正味資産 (うち増分)	230,500 (4,000)

図３－１－３　（参考）バランスシートのイメージ（項目、数字とも仮定のもの）

C. インフラ資産の経年的評価

インフラ資産をストックとして捉えた場合、各年度の資産データを集計し、経年的な資産評価を見ることが可能となる。

ある国道事務所における舗装のストックについて、再調達価額と繰延維持補修会計を用いて経年的な資産評価を行った例を次表に示す。

表3－1－2　舗装ストックの経年状況

（単位：千円）

年度	資産価値 A＝B－C	年度投資額 （新規+更新）	資産価額 （新規投資額累計）B	繰延維持補修引当金 C	当期増▲減	平均資産状態 A／B
1995	6,372,076	720,130	10,422,343	4,050,267	281,304	61.1%
1996	6,620,129	807,909	10,729,518	4,109,389	59,122	61.7%
1997	6,388,709	345,100	10,729,518	4,340,809	231,420	59.5%
1998	6,766,598	1,017,100	10,729,518	3,962,920	▲377,889	63.1%
1999	6,952,721	921,200	10,729,518	3,776,797	▲183,123	64.8%
2000	7,277,486	1,136,660	10,729,518	3,452,032	▲324,765	67.8%
2001	7,310,222	877,520	10,729,518	3,419,295	▲32,736	68.1%
2002	7,103,798	534,030	10,729,518	3,625,720	206,424	66.2%

資産価値：インフラ資産を評価する指標で、この例においては舗装の質と量を表している。
＝資産価額－繰延維持補修引当金

年度投資額：その年に更新や新設に要した費用。

資産価額：現在のストック総量を金額表示（この例では2002年度の再調達価額）している。1996年の新規投資以降、更新のみ実施されており資産価額は変わらない。

繰延維持補修引当金：将来の更新費の支出予定を表す。

平均資産状態：資産の状態（新しさ）を表す。17年で更新し続けた場合は57.4%となる。
＝資産価値÷資産価額

試算における前提条件を以下に示す。

①	データ作成	データは、台帳等を用いて、投入した予算のうち、投資額と維持費との仕訳、投資額のうち新規投資額と更新投資額との仕訳などを整理した。なお、既存の資料より明らかにならなかったものについては、仮定や推計を用いて補完した。
②	資産の劣化状況の推定	維持管理データを用いて、舗装の経年数とMCI（舗装の維持管理指標）との関係の実績値から劣化曲線を推定した。劣化曲線から17年（MCI＝3）を標準的な更新年数とした。
③	再調達価額	再調達価額は、事務所実績から70千円／m（2002年度価格）と設定したものに、①で推計した道路延長を乗じて算定した。
④	更新費用	切削オーバーレイを想定し70千円/mと設定した。
⑤	繰延維持補修会計	それぞれの区間における舗装の打設から17年後の更新費用を各期に割り振った。なお、割り振りは劣化曲線に応じ、劣化の進行の割合に対応させた。

この例では、以下のことが読み取れる。

- 資産価額の推移より近年は新規投資より更新が主体となっている。
- 年度投資額の推移から、98 年から 00 年にかけて 10 億円近くの積極的な更新を行っている。
- 平均資産状態は、95 年の 61%から 02 年は 66%となり 5 ポイント上昇している。
- 「繰延維持補修引当金」は 95 年から減少傾向にあることから、積極的に更新している様子がうかがえる。
- 「当期増▲減(引当金繰越額)」がプラスの年度は、実際の投資以上に必要引当金が発生しており、既存資産の資産価値や平均資産状態が減少することとなる。マイナスの年度は繰延維持補修引当金が減少し前倒しで更新が行われ資産価値が上がっていることが説明できる。
- 2002 年には更新費として 5 億円投資したが、それ以上に繰延維持補修引当金が発生し、実質的な資産価値は 2 億円減となっている。

このようにインフラ資産の状態を資産価値で表現し、その変化などを用いて説明することで、MCI や健全度などの管理指標を用いずにインフラ資産の状態の説明が可能となる。また、平均資産状態や繰延維持補修引当金について地域等で比較を行うことで、更新の必要性や必要額及び実施順序についての説明性が増し、透明性が確保される。

D. 行政コスト計算書

公会計制度改革の一環として、行政活動に要する“原価(＝フルコスト)”を説明する情報として「行政コスト計算書」を作成する動きが広がっている。これはインフラ資産の管理運営などの行政活動に必要な“原価(＝フルコスト)”を発生主義の観点から捉え、従来から認識されてきた委託費や工事費などのいわゆる事業費だけではなく、取得済みの資産に関する減価償却費や、借入金の利息支払い、職員の人件費など様々な費目を“コスト”として認識し、「行政コスト計算書」として取りまとめ報告するものである。前項の「資産評価額」を算定することにより、行政コストにカウントする項目のひとつであるインフラ資産の“減価償却費”を把握することができる。

【コスト計算書】(A地方整備局)
［単位:百万円］

(人にかかるコスト)	
・人件費	5,360
・退職給与引当金等	600
(物にかかるコスト)	
・物品費	760
(インフラにかかるコスト)	
・維持修繕費	2,320
・減価償却費	3,000
(移転支出的なコスト)	
・地方自治体への補助	2,500
(その他のコスト)	
・公債費(利子分)	1,210

【コスト計算書】(橋梁関連)
［単位:百万円］

(人にかかるコスト)	
・人件費	420
・退職給与引当金等	47
(物にかかるコスト)	
・物品費	40
(インフラにかかるコスト)	
・維持修繕費	150
・減価償却費	245
(その他のコスト)	
・公債費(利子分)	118

図3－1－4　(参考)行政コスト計算書のイメージ(項目、数字とも仮定のもの)

３－２．財務会計を用いたマネジメント手法

１)「資産の蓄積状況に関するアカウンタビリティ」への活用

(1)概要と目的

インフラに対する投資のアウトプットの状況を実際のインフラ資産の整備量とともに、取得年次の貨幣価値の影響を受けない、整備量に対応した実質的な価値による評価額を把握することにより、評価額と数量との対応関係の一貫性が確保される。ここで、取得時期が異なる資産の比較可能性が担保されることにより、技術的な判断と財政的な判断を対応付けて認識することが可能になり、アセットマネジメントや政策評価を的確に行っていくことが可能になる。

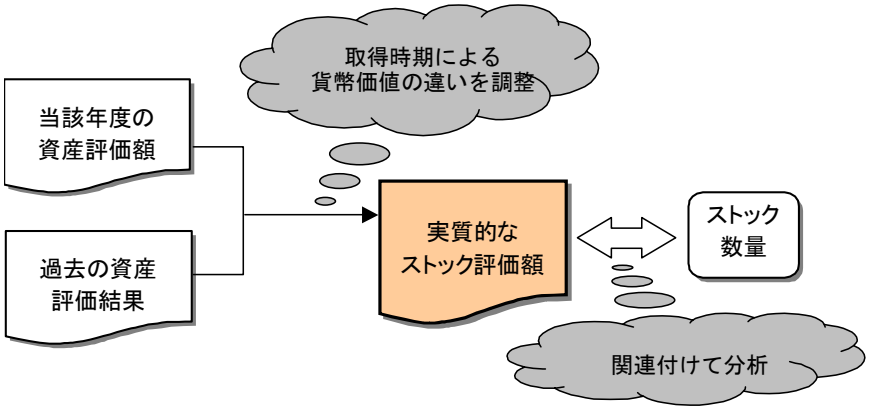


図３－２－１　数量と対応した評価額算定のイメージ

具体的な活用目的として、以下のような項目があげられる。

- ストック増減の履歴と数量や状態（減耗度）の情報を基に現時点におけるストックの「時価」ベースの資産評価額を報告する。

必要データとしては以下の項目が考えられる。

- 資産の総量（蓄積された累積数量）、事業年度別数量
- 整備、更新、除却数量（事業年度ごとの資産の増減数量）
- 投資額実績（整備・改良・更新・維持管理にかかる委託費や工事費等）（事業に係る直接的コスト）
- 資産の減耗度（貨幣価値換算されたもの；減価償却費等）

(2)基本条件

<u>A. 評価額の算定方法</u>

業績測定や予算策定に活用する情報として、インフラ資産の実質的な整備量（ストック量）やサービス提供能力をあらわす管理状況を会計的に把握することを目的とする場合には、取得時点ごとの貨幣価値の違いによる影響を排除した再調達価額に基づき資産価額を評価することが適切と考えられる。

ただし、再調達価額に基づく評価額は取得年次に関わらず比較することが可能であるというメリットが

あるが、再評価という操作が加わるために情報としての客観性・信頼性が取得原価に比べて低いというデメリットがある。

また、海外の事例を見ると再調達価額の再評価は 3 年または 5 年のサイクルで実施されているが、実際の物価変動など我が国の状況に応じて適切な期間を設定することが求められる。

B. 資産減耗の認識方法

再調達価額による評価額は、当該資産を更新取得する際に必要な投資額と一致すると考えることができる。従って、減価償却を適用することにより、この場合の減価償却費は資産減耗の目安となるとともに、その累積額は資産の更新に必要な投資額を把握するための情報として活用することができる。

ここで、耐用年数や残存価値については3－1(2)と同様に考えることができる。

(3)アウトプットの概要

前節に示した「予算の執行結果に関するアカウンタビリティ」を確保するための資産評価額は、実際の取得時点における「取得原価」に基づくものであった。

しかし、資産を取得した年度が異なれば物価などの貨幣価値が異なる（例：同じ一万円でも一般に昔のほうが価値がある）ため、一般的に取得年度が古い資産が過小に評価される傾向にある。

従来、資産のストックについては、整備延長や面積などの物理的な数量に基づいて認識されてきたことから、「資産の評価額」という財務的な情報についても、取得年度の違いによる貨幣価値の影響を排し、数量に対応した評価額として認識することにより、技術的な視点からの分析・判断と、財務的な視点からの分析・判断を連携させていくことが可能になる。

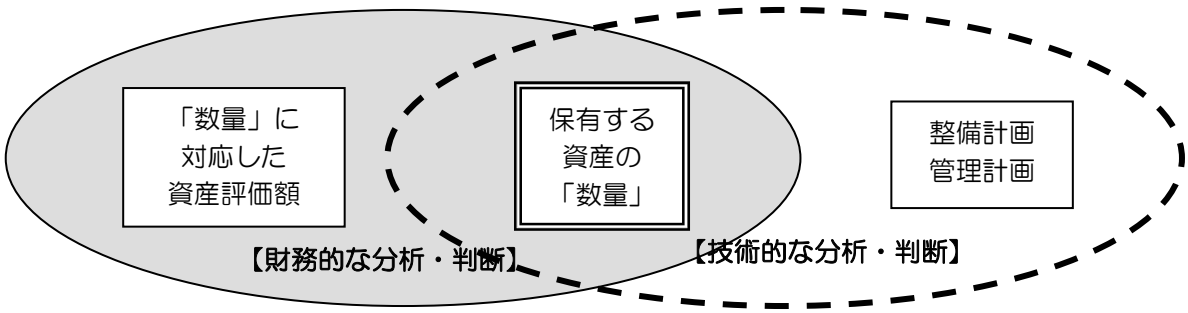


図3－2－2　財務的と技術の連携イメージ

例えば、表3－1－1と同様に毎年の各資産の資産評価額を以下のような表に整理する場合を想定する。

表3－1－1では取得価額の算定において「取得原価（支出実績）」を用いて評価したのに対して、ここでは「再調達価額（数量より時価評価）」を用いて評価することにより、各インフラ資産に関する新規整備（取得）、更新等の活動により、当期中に“新たに形成された資産”の状況を数量の増減と対応した「資産評価額」に基づいて報告することができる。

表３－２－１　資産評価額によるストック形成状況報告のイメージ

H9年度末状況（百万円）：再調達価額								
	評価額（時価）		取得		更新		除却	
	総計	増加額	投資額	数量	投資額	数量	控除額	数量
合計	…	…	…	…	…	…	…	…
舗装	4,916	▲ 345	0	0	345	4,930	0	0
橋梁	21,120	▲346	90	819	0	0	0	0
トンネル	2,696	▲52	228	2,010	0	0	0	0
河川構造物	12,670	▲ 343	99	1	0	0	0	0
…	…	…	…	…	…	…	…	…

2)「資産管理に必要な投資額の把握」への活用

(1)概要と目的

将来の維持管理や更新の計画と関連付けたルールに基づいて資産評価額を算定することにより、更新や維持管理が必要な時期や必要となる投資額の概略について、財務的なマネジメントの範疇のみで把握することが可能になる。その情報を中長期的な投資戦略のフレーム作りに活用し、技術的な維持管理や更新計画を策定するための制約条件とすることにより適切な財政管理を行っていく。

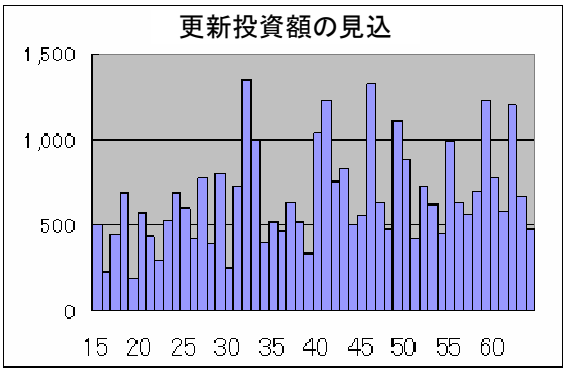


図３－２－３　更新投資額の見込みを踏まえた投資戦略算定のイメージ

投資戦略のフレームを受けて、技術的な観点から投資可能額の制約をふまえた具体的な維持管理や更新の計画を策定し、その結果を財務的なマネジメントへとフィードバックさせることにより、マクロレベルでも実際の資産状態を反映した財政計画を策定することが可能になる。

具体的な活用目的として、以下のような項目があげられる。

- 過去の投資実績をもとに更新や修繕の発生時期、必要数量、工事費を想定し維持管理計画を作成する。
- 維持管理計画をもとに繰延維持補修引当ての設定を行い、維持管理計画の実施状況と今後の必要な投資額を把握する。

必要データとしては以下の項目が考えられる。

- 資産の総量(蓄積された累積数量)、事業年度別数量
- 整備、更新、除却数量(事業年度ごとの資産の増減数量)
- 維持修繕数量(既存施設への維持修繕の対象数量)
- 投資額実績(整備・改良・更新・維持管理にかかる委託費や工事費等)
- 資産の減耗度(貨幣価値換算;繰延維持補修引当金等)

(2)基本条件

A. 評価額の算定方法

将来に必要な投資額を算定する際には、資産を取得した時期の違いに影響されない実質的なコストを把握する必要がある。従って、貨幣価値の影響を調整した「時価評価」により評価額を算定することが適切と考えられる。

B. 資産減耗の認識方法

公的部門の存在目的は公共の福祉の増大につながる公共サービスの提供であり、インフラ資産の減耗についても経年のみではなくサービス提供能力との関係を踏まえて把握する必要がある。減価償却は、耐用年数にわたり定額で減少するなど画一的な処理を行う手法であり、恣意性の排除や会計基準の統一という観点ではメリットが大きいものの、適切な維持管理により機能が保持されている、あるいは維持管理の不足により機能が低下しているなど、実際のサービス提供能力を適切に表現することは難しいという問題がある。

そこで、インフラ資産のサービス提供能力を確保するために必要な情報を得るためのしくみとして、合理的に設定された維持管理計画と実際の維持管理支出との比較から、資産の減耗を表現する更新会計や繰延維持補修会計を適用することが有効と考えられる。

(3)アウトプットの概要

A. 必要更新投資額の評価

ここでは、管理会計を用いて、将来必要な更新投資額の推計を行う方法を示す。

図3－2－4は、表3－1－2で示した舗装のデータを基に将来の必要更新投資額を示したものである。必要更新投資額は、17 年周期で更新費が発生するとしたものである。

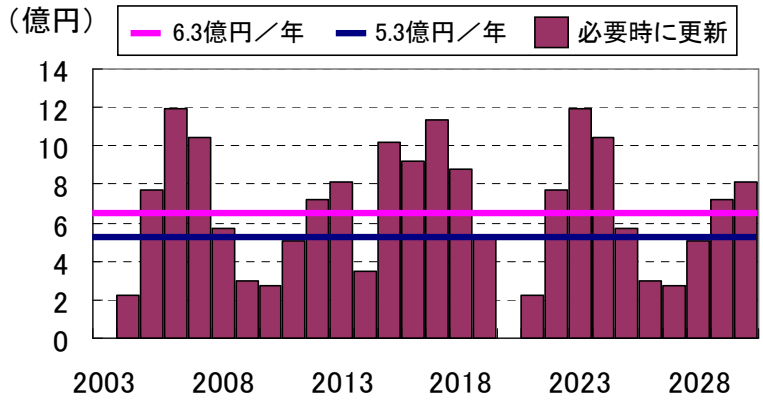


図3－2－4　更新投資額の見込みを踏まえた投資戦略算定のイメージ

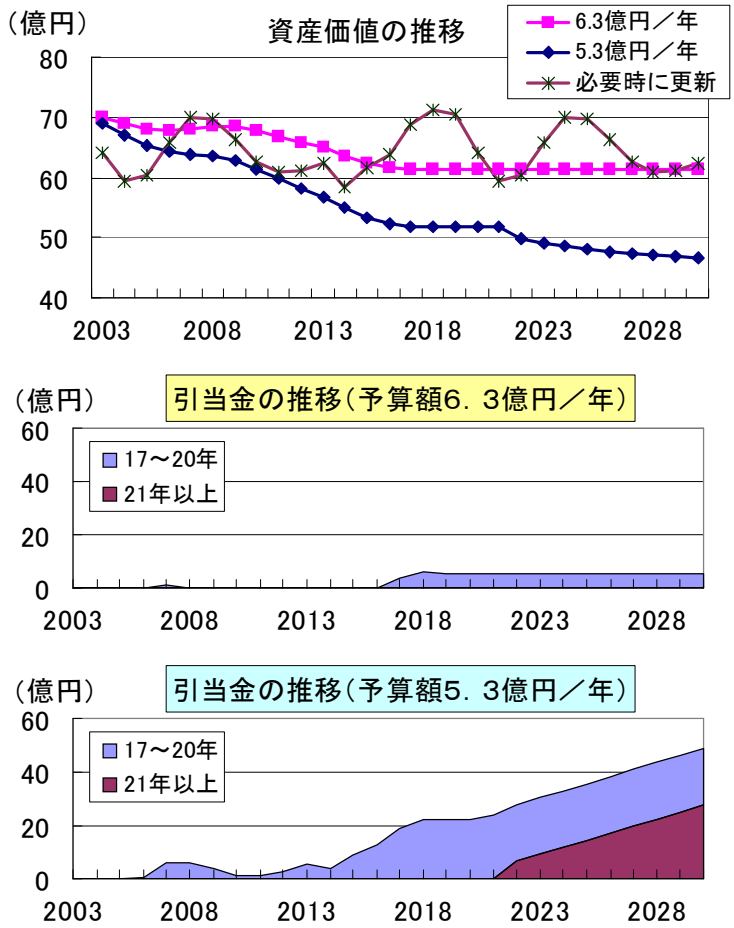
図の棒グラフに従い、予算配分が可能であれば、資産は適正な水準で管理されるが、実際の維持更新費用の予算配分を考慮すると、更新が発生しない年や 12 億円もの更新費用が発生する年があるような予算配分は考えにくい。よって、この資産を維持するために必要な更新額が毎年度一定額である場合について、その必要額を推定する。

この事務所での過去 10 年間の平均更新投資額が 6.3 億円／年であったことから、将来もこの水準が保たれるとして 6.3 億円／年を毎年投資するケースと、将来は 6.3 億円／年の水準が確保出来ない場合として、1億円／年少ない 5.3 億円／年を毎年投資するケースについて、将来の資産価値を推計し評価を行う。

なお、推計は以下の仮定を用いて行った。

①	データ作成	データは、台帳等を用いて、投入した予算のうち、投資額と維持費との仕訳、投資額のうち新規投資額と更新投資額との仕訳などを整理した。なお、既存の資料より明らかにならなかったものについては、仮定や推計を用いて補完した。
②	資産の劣化状況の推定	維持管理データを用いて、舗装の経年数とMCI（舗装の維持管理指標）との関係の実績値から劣化曲線を推定した。劣化曲線から 17 年（MCI＝3）を標準的な更新年数とした。
③	再調達価額	再調達価額は、事務所実績から 70 千円／m（2002 年度価格）と設定したものに、①で推計した道路延長を乗じて算定した。
④	更新費用	切削オーバーレイを想定し 70 千円/mと設定した。
⑤	繰延維持補修会計	それぞれの区間における舗装の打設から 17 年後の更新費用を各期に割り振った。なお、割り振りは劣化曲線に応じ、劣化の進行の割合に対応させた。
⑥	資産価額	資産価額は不変とする（新規道路整備はないとする）。
⑦	予算制約	棒グラフで示す必要更新投資額が年間予算である 6.3（or 5.3）億円を超える場合には、予算の範囲内で前倒し（不可能な場合は後送り）して更新するものとした。
⑧	更新	21 年以上更新できずに経過すると損傷が激しくなり、通常の更新費用では対処できなくなると考え、引当金は 5 割り増しとする。

これらの仮定から試算した資産価値及び引当金の推移を次に示す。



※ ただし、17 年未満の引当金の推移は表示していない

図3－2－5　資産価値及び引当金の推移

この例では、以下のことが読み取れる。

- 資産価値の推移から 6.3 億円／年の投資を行う場合、現状より資産価値は下がるものの、ほぼ一定の水準で資産を保つことができる。
- 資産価値の推移から将来 5.3 億円／年の投資を続けた場合は資産価値は徐々に下り、インフラ資産として提供するサービスも徐々に悪化していくと推定される。
- 引当金の推移で見ると6.3 億円／年投資する場合、標準的な年数である17 年で更新できずに後送りした資産は発生するものの、20 年までには更新できる。また、後送りした資産は残るものの、その量は一定で増えないことから、資産は一定レベルで維持されることがわかる。
- 引当金の推移から 5.3 億円／年投資する場合、17 年で更新できずに後送りする資産が累積し、21 年以上経過した未更新施設が増え、資産が全体として劣化していく様子がうかがえる。その結果、27 年後（2030 年）には、17 年以上の引当金が約 50 億円に累積する。

これらから、現状程度の維持更新予算が将来に渡って確保できれば、一定のサービスの提供が可能であり、1 億円／年少ない場合には一定のサービスの提供は不可能であると推測できる。

このように、インフラ資産の資産価値や引当金の推移を指標に用いることで、将来予定される更新投

資額の根拠やその必要性について、一般の人にわかりやすく説明することが可能となる。

B. 構造物の劣化状態に応じた維持補修計画の立案及び評価

繰延維持補修会計における、構造物の劣化状態に応じた維持管理・補修計画を立案し評価する手法を示す。

ある地域で供用中の全ての橋梁上部構造物の床版を対象とし、劣化状態に応じた維持管理工法として、下記の 3 つのシナリオを設定する。なお、構造形式については、RC 構造と鋼構造の双方を含んでいる。

①使い捨て型:　補修はせず、全て打替えとするシナリオ

②対症療法型:　断面修復を主工法とする、使い捨て型と危機管理型の中間の位置づけのシナリオ

③危機管理型:　表面被覆を主工法とする、構造物の延命化を重視するシナリオ

これら 3 つのシナリオでは、初期段階における劣化状態に応じて、それぞれ異なる工法が採用される。代表的な事例として、ある橋梁上部構造物の床版データの維持補修シミュレーション結果を次に示す。

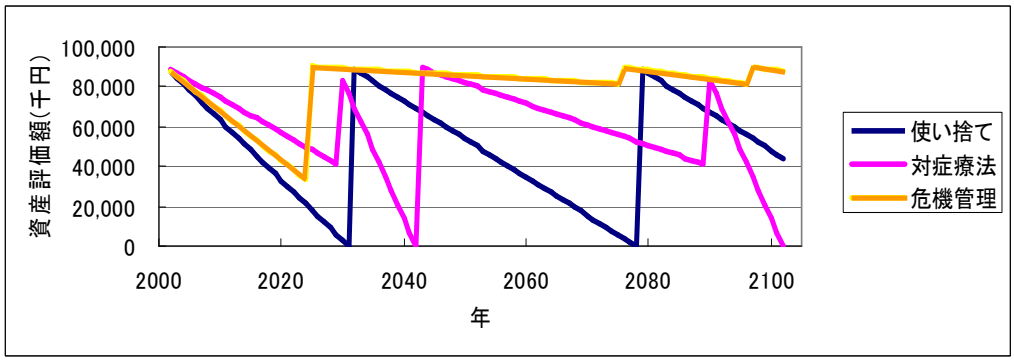


図3－2－6　維持補修シミュレーションの代表例

このモデルにおいて、使い捨て型では、資産評価額がゼロ、すなわち構造物の耐用年数を迎えた段階で打替えを行い、対症療法では、打替えと大規模修繕を交互に繰り返し、危機管理では小規模の補修工事を頻繁に行う補修モデルとなっていることがわかる。

また、このシミュレーションでは、累積引当金額から構造物の健全度を推定することも可能であり、健全度という視点からも維持補修シナリオを評価することが可能となる。

次に、劣化状態の応じた 3 つのシナリオにより、短期的及び長期的にどのような維持補修引当金が必要となるのか把握するために、3 方式による累積引当金を示す。

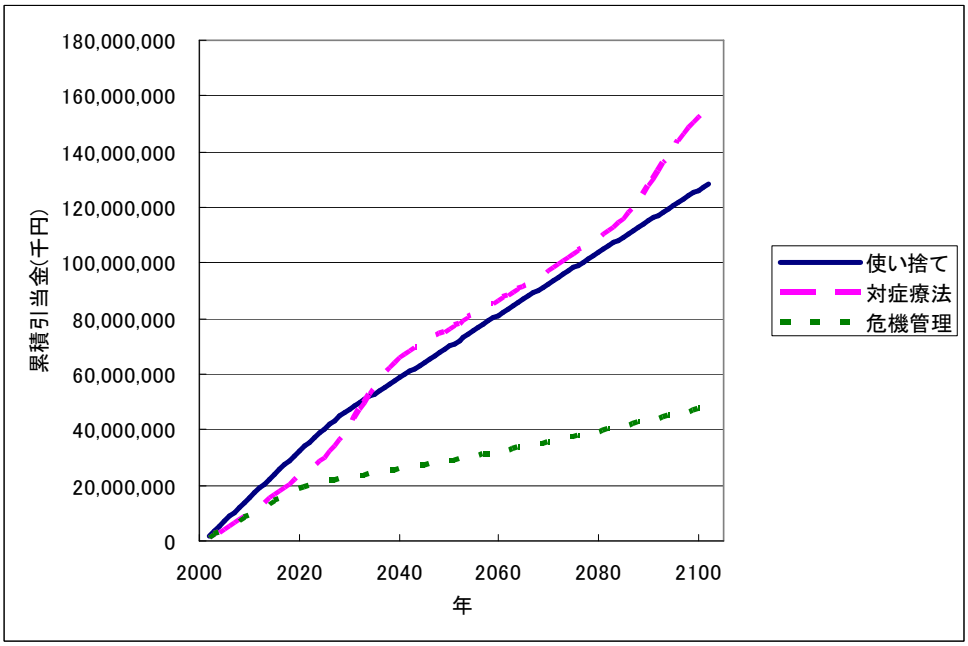


図3－2－7　3 シナリオの累積引当金

この例では、以下のことが読み取れる。

- 短期的にも長期的にも危機管理型が最も安価な維持補修シナリオとなる。
- 対症療法型は、短期的には危機管理型と同等の費用で維持補修が可能であるが、長期的には使い捨て型よりも高価な維持補修シナリオとなる。
- 対症療法型は、2030 年付近と 2090 年付近に大規模な資金が必要となる。
- 危機管理型及び使い捨て型は、2030 年以降はほぼ一定の維持補修引当金の負担となる。

これらから、短期的及び長期的な予算制約を考慮しながら、適切な維持補修シナリオを評価するとともに、長期的な引当金の必要額についても把握することが出来る。

なお、各シナリオにおいては、維持補修を行う時期が異なることから、構造物の健全度についてもシナリオ間で差が生じることになる。

3)「社会資本に対する投資成果の確認」への活用

(1)概要と目的

社会資本の便益に関する事後評価を行うことにより、当初想定した投資の成果が得られているか検証することが可能になる。

また、各年度のサービス原価を上回る便益が得られていることが確認できれば、維持管理や更新により社会資本を継続的に提供しつづける根拠として活用することができる。ここで、サービス原価を上回る便益が確認できない場合には、便益計測の対象とされていない定性的な便益の価値など、多様な情報を含めて総合的な判断を行うことが求められる。

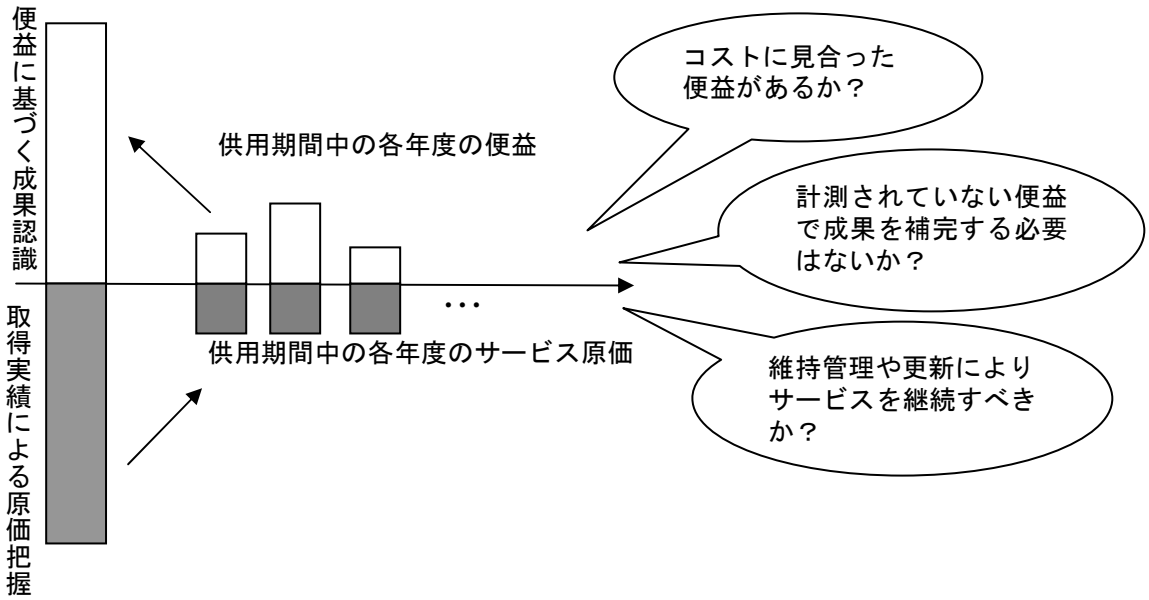


図３－２－８　コストと便益の比較による投資の成果認識

具体的な活用目的として、以下のような項目があげられる。

- 当期の資産形成、更新、改良、維持修繕等の実施数量、保有資産の総量、保有資産の状態等を事業の「アウトプット」として報告する。
- 保有資産がもたらす便益や補修資産のサービスレベル、マネジメントにおける成果目標の達成状況等を事業の「アウトカム」として報告する。

必要データとしては以下の項目が考えられる。

- 資産の総量（蓄積された累積数量）、事業年度別数量
- 整備、更新、除却数量（事業年度ごとの資産の増減数量）
- 維持修繕数量（既存施設への維持修繕の対象数量）
- 投資額実績（整備・改良・更新・維持管理にかかる委託費や工事費等）
- 資産の形成・利用がもたらす便益(計測結果)

(2)基本条件

A. 投資成果の認識方法

社会資本に対する投資の成果を貨幣価値で認識するためには、事業評価における便益計測手法を適用することが想定される。但し、定量的に便益を把握できる対象は限定されていることから、対象となる社会資本によっては、成果として事前に設定したサービスレベル等に関する目標の達成状況によって、投資成果の認識を代替する必要もあると考えられる。

B. サービス原価の算定方法

サービス提供の原価を算定する際には、資産を取得した時期の違いに影響されない実質的なコストを把握する必要がある。従って、貨幣価値の影響を調整した「時価評価」により評価額を算定することが適切と考えられる。

C. 資産減耗の認識方法

供用期間中のサービス原価を把握するためには、取得に要した実質的なコストを期間中に配分する必要がある。従って、減価償却の考え方が適合するものと考えられる。

(3)アウトプットの概要

A. 効果的な投資計画の評価

道路舗装の例として、将来の更新投資額の縮減を資産価値と比較することで検討する。ここでは予防修繕の考えを取り入れ、表3－1－2に整理されたデータを用いて以下の 2 ケースを比較する。

ケース①:標準的な更新年数である 17 年を目途に、6.3 億円／年で更新を行うケース

ケース②:予防修繕の考えを導入することで、なるべく少ない費用での維持管理を検討するケース

なお、予防修繕の考え方として、標準的な更新費用 70 千円／m(切削オーバーレイを想定)に対し、11～13 年目では 35 千円／m(オーバーレイを想定)で修繕できるとした。この際、MCI 回復量を設定し、「補修効率(＝MCI 回復量／更新費用)」の大きな順番から更新順位を設定する(表 3-2-2)。ただし、17 年を越えた資産は最優先で実施し、機能的に問題があると思われる 21 年目以降への繰り越しは発生させないものとする。

この検討においても、これまでの前提条件を基本的には踏襲するが、「繰延維持補修会計」ではなく、両ケースとも減価償却法を用いて評価する。

これらの仮定により資産価値の推移を試算した結果を図3－2－9に示す。ケース②においては、5.5 億円／年でケース①とほぼ同程度の資産価値を維持できることとなり、予防修繕の導入を図ったことに対する効果が確認できる。

表3－2－2　ケース②における更新順位

経年	17	16	15	14	13	12	11
更新費用(千円)	70	70	70	70	35	35	35
MCI 回復量	6.10	5.30	4.60	4.05	3.55	3.10	2.75

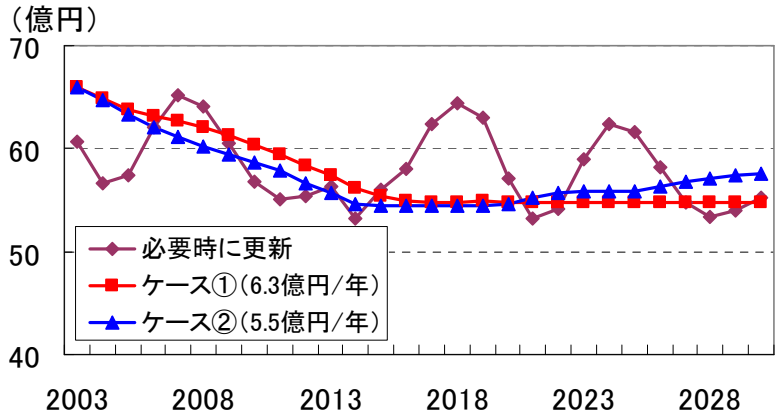


図3－2－9　資産価値の推移

このように、効率的な管理を行うための意思決定にかかわる情報や将来の維持更新費用等の推定が可能となる。

B. 将来効用価値に基づく資産の評価

これまでの活用例は、再調達価額という費用に基づく評価を用いて行ったが、インフラ資産によってもたらされる将来の効用を評価（将来効用価値）することも考えられる。公共の資産として社会全体にもたらす「価値」を将来効用価値として評価することにより、インフラ整備のアカウンタビリティを高め、適切な意思決定を支援することができると期待される。

将来効用に基づく評価方法としては、前述したとおり、費用便益分析における便益を用いる手法や、ストック総量等に基づいたマクロ的な評価手法が考えられる。ただし、現時点において、広く合意を得られた手法は確立していない。

以下では、費用便益分析を応用した資産価値評価のイメージを示すこととする。費用便益分析は、新規事業採択時や再評価時における実施が定着しているため、技術的な面で比較的導入しやすく、また、新規事業を含む投資評価の統一的な運用という面から有効性が高いと思われるためである。

費用便益分析では、事業により将来にわたって発生する費用と便益を見積もり、現在価値化して投資の妥当性を判断する。そのための指標としては、費用便益比（B／C）や純現在価値（NPV＝B－C）などが用いられる。事業評価では B／C が用いられることが多いが、事業による正味の社会的価値を金額で表したものに該当するのは NPV である。つまり、NPV が資産価値であると解釈できる。インフラ資産から得られる便益やその維持に要する費用をキャッシュフローと考え、DCF 法（割引キャッシュフロー法：将来にわたって生じる現金の出入りを現在価値に割り引いて資産評価を行う方法）を適用するものと考えることができる。

将来効用価値による資産価値は、ある評価時点において、その時点以降に発生する便益と費用の将来的な推移を求め、それらを現在価値化して総和することにより算定される。この資産価値は主としてサービス水準と維持管理費用によって規定される。供用開始時点ではサービス水準も維持管理費用も正確な数値は得られていないので、事業採択時や再評価時の費用便益分析で用いた便益と維持管理費用を基に算定する。その後、事業完了後 5 年で事後評価が実施されるが、ここで費用便益分析を行い、供用後の需要量やサービス水準、実際にかかった維持管理費用からその後の費用と便益の推移を算定し直し、資産価値を改訂する。このような評価作業を一定期間、例えば5年毎に行い、資産価値を改訂していく。その際に、サービス水準を見直したり、維持管理の方法について複数の代替案から選択するような場合に、それぞれの維持管理計画のもとでの将来にわたる便益と維持管理費用から資産価値を算定し、最も資産価値が高くなる案を選ぶという形で資産価値評価を活用するのである。

実際には、前述したとおり、将来効用の評価手法は万人が認める客観性が高いものは確立されていないが、インフラ資産の特性を踏まえた分かりやすい評価手法として、積極的に取り組んでいく必要があると思われる。

第IV部　個別の社会資本分野での
ストックマネジメントの検討

1章　道路橋の計画的管理手法に関する検討

我が国の道路橋は、橋長 15m以上の主要なものだけでも、14 万橋以上という膨大な数に達している。それらは 1950 年代半ば以降の高度成長期以降に集中的に建設されており、このままでは、今後、更新や大規模な補修補強を必要とする時期を一斉に迎えることになると予想される。

一方、道路橋数の増加、供用年数の増大等により、図1－0－1～図1－0－4に示すようなコンクリート床版の疲労、鋼部材の疲労、コンクリート部材の塩害やアルカリ骨材反応といった橋梁の耐荷力や耐久性に重大な影響を与える損傷事例の報告も増加している。

こうした状況の中、道路ネットワークを将来にわたって健全な状態で維持していくためには、データに基づいて科学的に道路橋資産管理を戦略的に実施し、将来の道路橋資産の維持・更新にかかる負担の平準化および低減を図っていくことが重要な課題となっている。

本章では、科学的な資産管理を推進する我が国の道路橋分野における施策動向や研究開発への取り組み状況について報告する。

図1－0－1　コンクリート床版の疲労損傷

図1－0－2　鋼製橋脚の疲労損傷

図1－0－3　塩害を受けたコンクリート橋

図1－0－4　アルカリ骨材反応を生じた橋脚

1－1．道路橋資産管理の現状と更新投資の将来予測

1）道路橋資産の現状 [1)]

現在、我が国には 14 万橋を超える道路橋が存在し、その多くが 1955 年から 1973 年にかけての高度

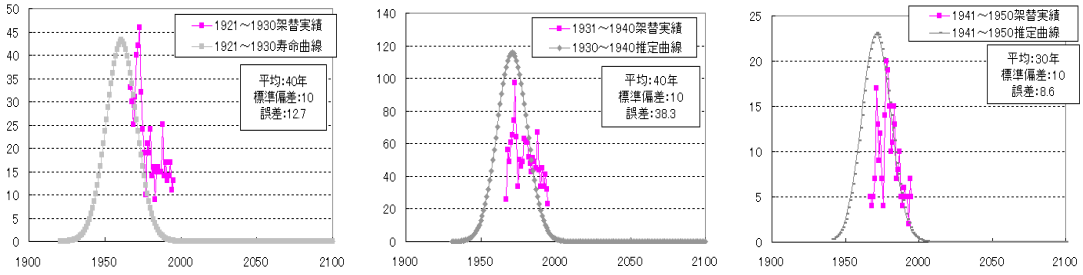
成長期以降に建設されている。一方、橋梁の寿命に関しては、「減価償却資産の耐用年数等に関する大蔵省令」等を引用して一般に 50 年程度と言われることがある[2)]が、国土交通省が定期的に実施している橋梁の架替えに関する実態調査結果[3)~5)]の分析から、橋梁の寿命は、建設年代によって、傾向に違いがみられることがわかってきている[6)]。

表1－1－1 は橋梁の架替えに関する実態調査結果から、橋梁が建設されてから架替えられるまでの年数の期待値を架設年次別に推定したものである。寿命の推定は、寿命の分布が正規分布になると仮定して、過去 30 数年分の架替えデータの適合度が最適となるように寿命の分布曲線を設定した。図1－1－1 に年代別の寿命曲線の推定結果を示す。算定に使用したデータの中には、架替え理由が必ずしも損傷でないとされているものも多く存在するが、架替え時には、それなりに損傷が出ていたと思われること、今後も社会情勢の変化による陳腐化などによる架替えも一定量は避けられないと思われることから、推定にあたっては、すべての架替えを対象とすることにした。

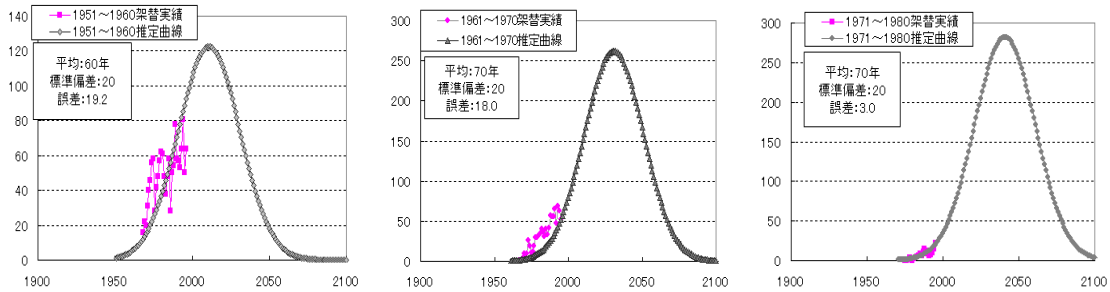
図1－1－2 は、橋梁の建設年代と寿命の関係について概略的に示したものである。ここでの推定結果から、概ね50年程度以上の年数があることがわかるが、物資が不足していた第二次大戦中から戦後にかけての橋梁の寿命が、30～40 年程度と短くなっている。その後、地震被害や様々な損傷を経験しながら、順次、基準類が見直され、それに伴い、橋梁の寿命が徐々に長くなっている傾向が読み取れ、近年建設されたものは、少なくとも 100 年程度の寿命を有するものと推定されている。

表1－1－1　建設年代別の道路橋寿命の推定結果

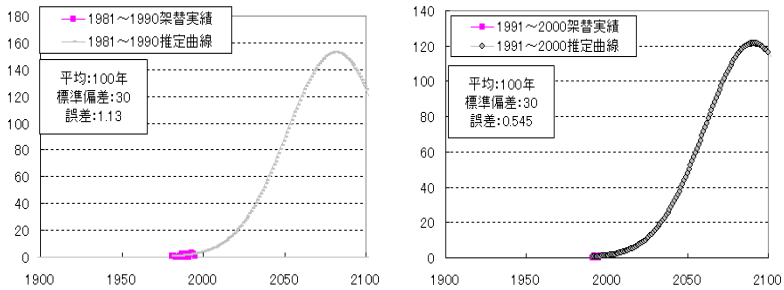
架設年次	平均(年)	標準偏差(年)
1921～1930	40	10
1931～1940	40	10
1941～1950	30	10
1951～1960	60	20
1961～1970	70	20
1971～1980	70	20
1981～1990	100	30
1991～2000	100	30
2000～	100	30



(a)1921～1930　(b)1931～1940　(c)1941～1950



(d)1951～1960　　(e)1961～1970　　(f)1971～1980



(g)1981～1990　　(h)1991～2000

図１－１－１　年代別の寿命曲線の推定

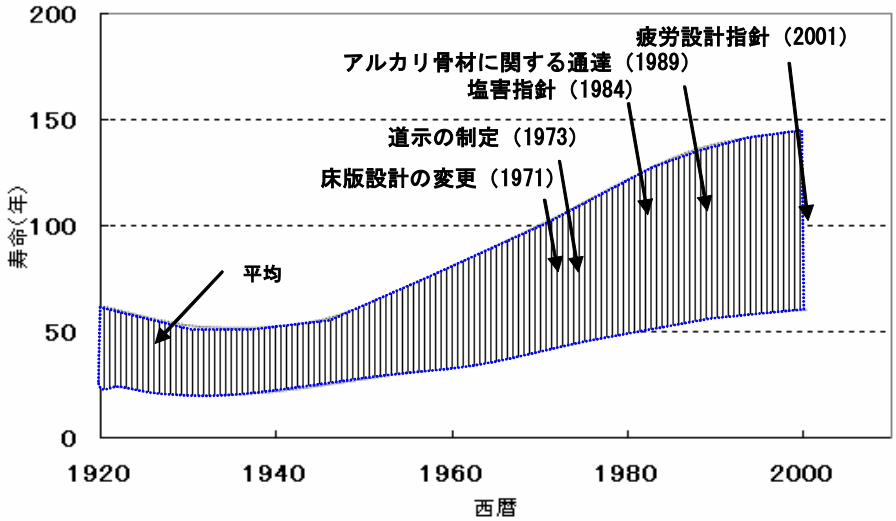


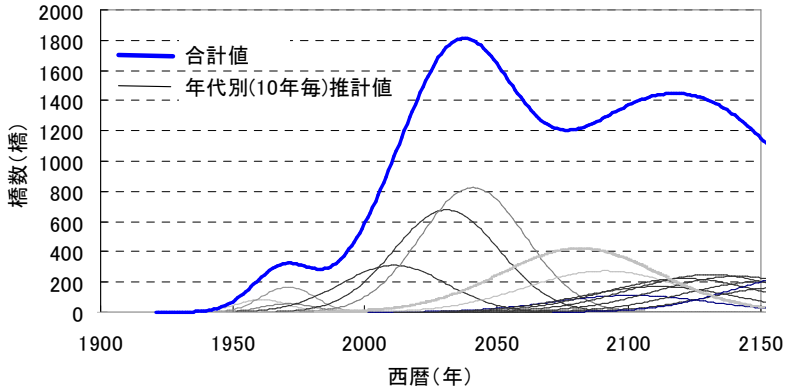
図１－１－２　道路橋の寿命の変化と設計基準の変遷

2）更新投資の将来予測

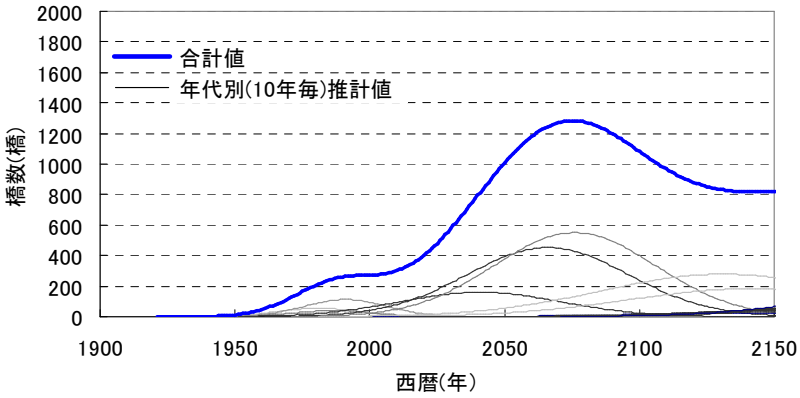
こうした各年代毎の平均寿命の推計値を橋梁建設数の実績にあてはめることによって、将来の架替橋梁数を試算したものを図１－１－３（a)に示す。なお、試算は橋長 15m 以上の 14 万橋を対象とした。また、試算では、更新数に等しい数の新規建設が行われるものとしている。

こうした既存資産の更新時期の集中による投資負担のピークを低減するためには、損傷や劣化等耐久性を失う要因に対して、予防保全的な対策を実施して、個々の橋梁にかかる管理負担の低減を図るとともに、長寿命化によって負担が大きい更新数の減少を図ることが有効である。

図1－1－3 (b)には、図1－1－3 (a)に対して、各橋梁の平均寿命が、予防的保全や耐久性向上策の導入により、それぞれ1.5倍に延ばせるとした場合の架替数の推計を行ったものを示す。各年代の橋梁を平均寿命が長くなることで、維持更新投資のピークが平準化される傾向にある。このようにデータに基づいて、様々なシミュレーションや傾向分析を行うことで、道路資産管理計画の立案や施策効果の予測や評価の合理化、高度化が図られるものと考えられる。



(a)予防保全なし



(b)予防保全あり

図1－1－3　将来の架替数予測

1－2. 科学的な道路橋資産管理システム

1)道路橋資産管理システム

科学的な道路橋資産管理システムとは、点検で得られたデータや損傷のメカニズムに基づく予測手法を用いて、道路橋を予防保全的に管理するとともに、長寿命化を図ることにより、道路橋のライフサイクルコストを低減させる科学的な道路橋資産管理を支援するシステムである。

道路橋の管理においては、行政各機関の位置づけや役割に応じて、それぞれ実行される意志決定の内容が異なるため、管理施策の検討や判断に必要とする情報もそれに応じて異なったものとなる。図1－2－1 に示すように、より上位の機関では、保全水準や投資規模の最適化計画等の総合的な施策が検討され、直接構造物を管理する現地の事務所のような機関では、個別橋梁等の構造物に対するより具体の管理施策として補修補強工法の検討や工事実施の優先順位の検討などが立案される。こ

のように、道路資産管理システムには、それを活用する機関や施策の性格などにも応じて必要な出力が求められることに注意しなければならない。現在、国総研においても国内の道路橋管理の実態に対応して、どのようなシステムが構築しうるかについて継続的に研究を進めている。

図1－2－2 には、道路橋資産の管理システムの一般的な構成と各構成要素に関連した技術開発項目を示す [1),7),8)]。システムは、点検等のデータの蓄積、健全度評価、劣化予測、資産評価、投資シミュレーションと計画立案等の様々な部分から構成されており、その高度化にあたっては多様な周辺技術の開発が重要な鍵を握っている。

現在、国土交通省では、例えば、地域的な予算バランスの評価、全国的な維持管理水準の現状把握と将来予測、各橋梁に対する補修補強対策の優先順位の決定といった、様々な切り口から道路橋の計画的管理を支援できるよう管理システムの検討を行っている。概念的には、一定量の橋梁群に対する投資のあり方について、よりマクロ的に管理の最適化を支援するものと、ネットワークのある区間単位毎に補修補強等対策の優先順位づけやライフサイクルコストが低減できる管理シナリオの立案を支援するようなミクロ的なものがあると考えられるが、本研究では、将来のシステムの高度化も視野に入れながら、マクロ、ミクロ両方の観点で検討を行った。

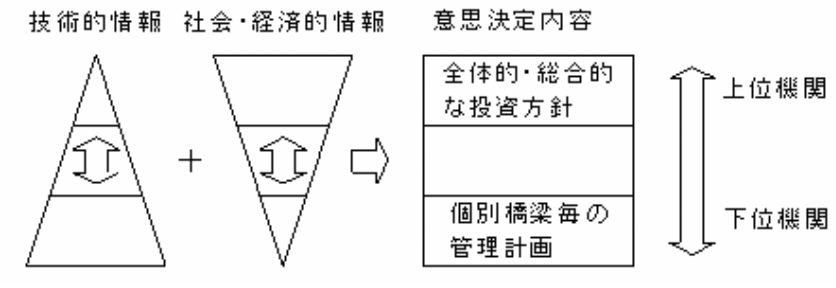


図1－2－1　行政の意思決定レベルと必要とする情報

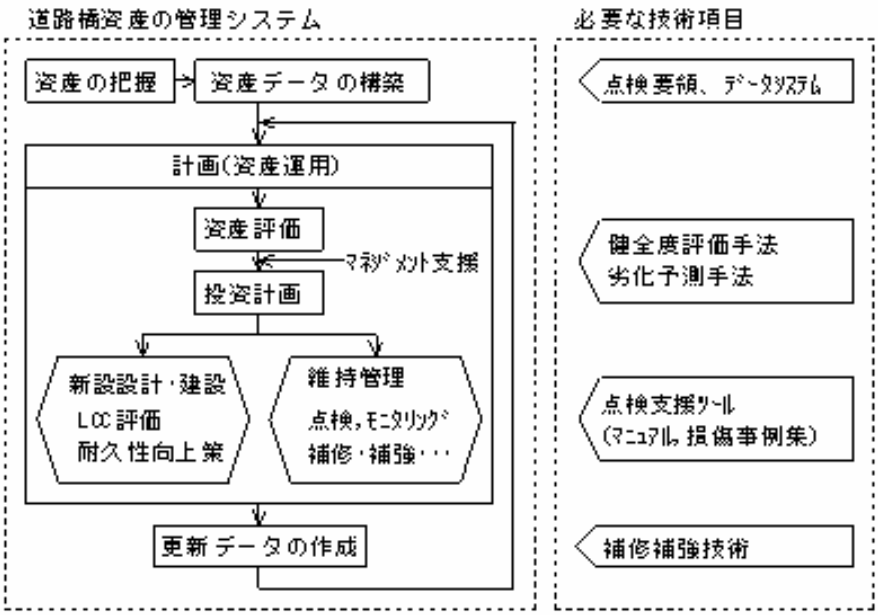


図1－2－2　道路橋資産の管理システムの構成

2)ミクロなマネジメントへの活用例

図1－2－3 に、点検データに基づいて予防保全的に管理するとともに、長寿命化を図ることにより、道路橋のライフサイクルコストを低減させる科学的な道路資産管理の基本的な考え方を示す。

また、予防保全の効果の具体的な例として、表1－2－1 から表1－2－3 にそれぞれコンクリート床版の疲労、コンクリート部材の塩害、コンクリート部材のアルカリ骨材反応に対する補修補強法を示す。例えば、コンクリート床版の疲労を例にとると表1－2－1 に示すように、損傷が軽微な段階では、炭素繊維や鋼板接着といった軽微な補修ですむが、損傷が進むと上面増厚工法や取り替えのように、交通規制を要する大規模な工事が必要となり、長期的には、早い段階で対策を講ずるほどコストが小さくなる。長寿命化ついては、多額の費用を要する更新の回数が少なくなることにより、長期的なコストが低減される。

このように小規模な橋梁群や個々の橋梁単位毎について、具体的な部材の損傷や劣化の予測を行い、それらに対する対策効果のシナリオを最適化することによって、マネジメントの合理化が図られることがわかる。

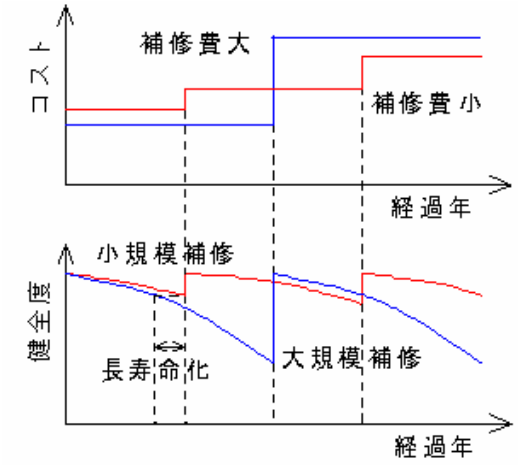


図1－2－3　道路橋の計画的管理の考え方

表1－2－1　コンクリート床版の補修補強

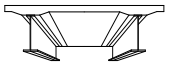
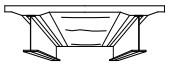
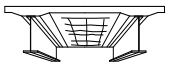
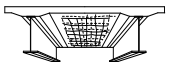
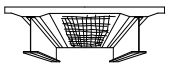
状況	損傷段階	対策の考え方
	損傷無し	モニタリング、経過観察
	乾燥ひび割れの発生 梁状化	曲げ補強 炭素繊維接着
	ひび割れの格子状化	曲げ補強 鋼板接着
	格子状化の進行・貫通	曲げ・せん断補強 鋼板接着、上面増厚
	ひび割れ面の擦れ合い せん断抵抗力の低下	曲げ・せん断補強 上面増厚、取替え
	コンクリートの抜け落ち	取替え

表１－２－２　コンクリート部材の塩害に対する補修補強

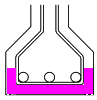
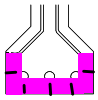
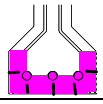
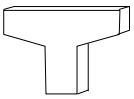
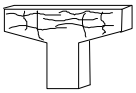
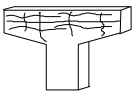
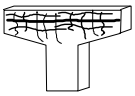
状況	損傷段階	対策の考え方
	塩分濃度限界値以下 （鉄筋位置）	モニタリング、経過観察、 表面被覆
	腐食の開始 （鉄筋）	断面修復
	ひび割れの発生開始 （かぶりコンクリート）	電気防食
	有効断面の減少	取替え

表１－２－３　コンクリート部材のアルカリ骨材反応に対する補修補強

状況	損傷段階	対策の考え方
	損傷無し	モニタリング、経過観察、 表面被覆
	ひび割れ幅：小 ひび割れ密度：小	ひびわれ注入、表面被覆
	ひび割れ幅：中 ひび割れ密度：中	ひび割れ注入、断面修復、 鋼板巻き立て、炭素繊維補強
	ひび割れ幅：大、ひび割れ密度：大 コンクリートの浮き、剥離、さび汁、鉄筋破断	コンクリートの打換え、取替え

3）マクロなマネジメントへの活用例

道路橋資産の管理システムを全国的な維持管理水準の決定のようなマクロ的な検討に活用する事例を示す。図１－２－４　は、MICHI データ（2001 年 3 月現在）に登録されている北海道および沖縄を除く全国 35,189 橋の橋梁を対象に、健全度を良好な状態から劣悪な状態までⅠからⅤの5段階に区分し、今後、維持管理費用を 300 億円に固定し、その範囲内で健全度の低いものから順に対策を施した場合（ケース1）、予防保全的に健全度Ⅲとなった橋梁に対して対策を施した場合（ケース2）それぞれについて、橋梁の健全度区分毎の比率および維持管理費用の推移を試算したものである。ただし、健全度Ⅴとなる橋梁がある場合には、予算枠に関係なく投資するものとした。

健全度の評価は、桁の健全度のうち最低ランクのものを当該橋梁の健全度として扱い、健全度曲線としては、次式を使用した。

$$Y = 10.0 - 0.1t$$

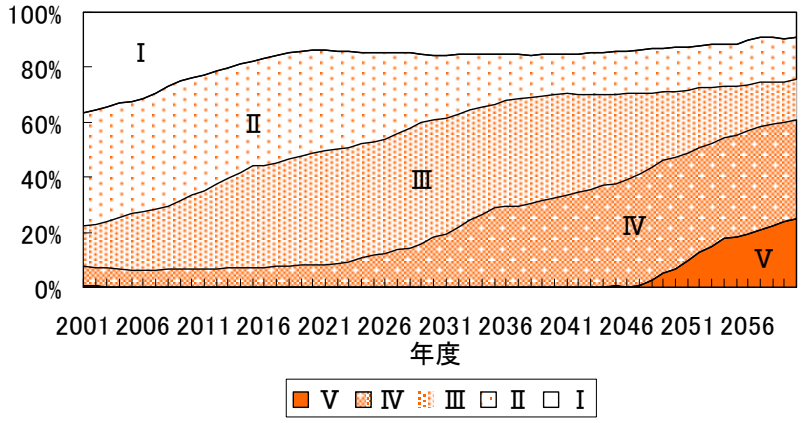
ここに、Yは、表１－２－４　に示す健全度、tは時間（年）である。なお、この試算では、計算期間を 2001

年度から 2060 年度までの 60 年間とし、社会的割引率は考慮せずに計算した。

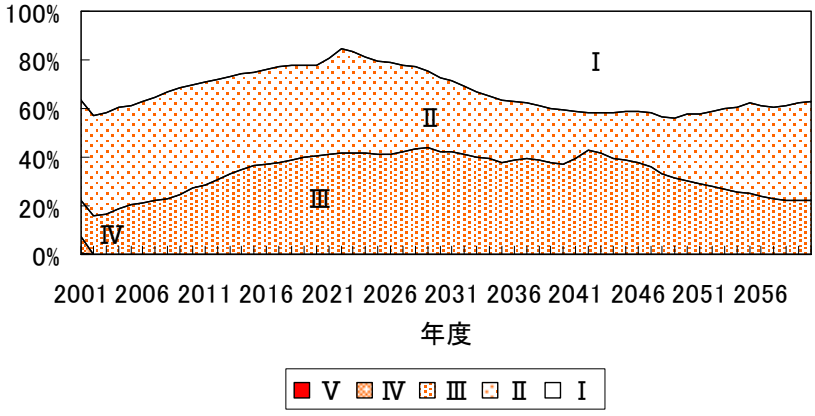
図1－2－4 に示すこれらの試算結果より、マクロ的な維持管理水準や予算バランスを管理することにより、予防保全的な維持管理を行うことができ、将来の維持管理負担のピークを平準化できることが示されている。このような試算を行うことで、個々の橋梁の部材に対する精度、信頼性は低いものの一定量以上の規模の資産管理計画としては、例えば、複数のシナリオの相対比較などによって、どのようなシナリオが効果的かなど、マクロ的にマネジメントの合理化を図ることができる可能性があることがわかる。

表1－2－4　健全度区分

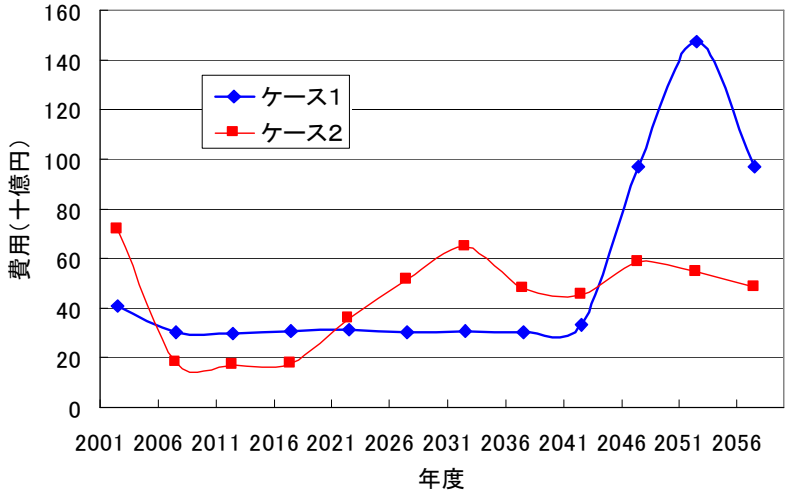
健全度区分	範囲
Ⅰ	8＜Y≦10
Ⅱ	6＜Y≦8
Ⅲ	4＜Y≦6
Ⅳ	2＜Y≦4
Ⅴ	0＜Y≦2



(a)ケース1（事後保全的）



(b)ケース2（予防保全的）



(c)比較

図１－２－４　システムの活用例

１－３．道路橋の点検システム

１）点検システムの現状

(1)橋梁点検の体系

定期点検要領に基づく点検は、5年に一度行われる定期点検を中心として、日常的な巡回に併せて行われる通常点検、塩害など特定の事象に特化した特定点検、災害などの大きな事故が発生した場合や予期せぬ異常が発生した場合に行われる異常時点検などに分類される。なお、定期点検において変状が発見された場合には、必要に応じて詳細点検や追跡調査が行われる。表１－３－１　に橋梁点検の種類とその概要を示す。

表１－３－１　橋梁点検の種類

種別	写真	概要
通常 点検		日常の道路巡回時に パトロールカー内から点検

定期 点検		損傷状態の把握、判定のため、供用開始後2年以内に一度、それ以降は5年に一度実施
特定 点検		塩害等特定の事象を対象に、予め頻度を定めて実施
異常時 点検		地震、台風など災害や大きな事故による異常発見時に行う点検

(2)定期点検手法の構築と課題 [9)]

道路橋の点検は、これまで昭和 63 年に発刊された「橋梁点検要領(案)」に基づいて行われてきたが、橋梁点検要領(案)は、平成 16 年 3 月に「橋梁定期点検要領(案)(以下、「定期点検要領」という)」として改訂され、道路局から通達されている。

平成 16 年 3 月の「橋梁定期点検要領(案)」に反映された新しい点検手法の特徴は、将来の劣化予測など、分析、評価に用いる客観的データの取得を目的とする損傷程度の評価と、架橋環境や橋梁形式などの様々な情報に基づいて総合的に評価される診断との関係を明確にした点である。そこで、新しい点検手法では診断という項目が新設され、点検技術者による総合的かつ長期的な診断を取り入れることにより、管理者が具体的にどう行動すればよいかの指針を与える実効性の高いものを目指した。

定期点検の方法は、近接目視を中心に、必要に応じてテストハンマーのような簡易な点検機械・機具を用いて行うのを基本としている。点検結果は、図1－3－1 に例示する橋梁の部位、部材の最小評価単位毎に損傷の状況を記録して、損傷評価基準に基づき損傷程度の評価を行う。損傷程度の評価は、表1－3－2 に示すように、損傷程度小さなものから順にaからeの五段階で行われる。そして、このデータに基づいて表1－3－3 に示すような対策区分を判定し、それらを維持や補修・補強の計画を検討する上での基礎的な資料として記録管理される。

こうした現在の点検方法に関しては、目視では把握することが難しい変状を検知するための非破壊検査手法の開発と活用のあり方、部材の最小単位毎としている点検項目を重点化することによる点検の合理化、マニュアルによるデータの客観化と熟練技術者を利用した総合的な診断や長期的なデータや知見の蓄積などが課題となっている。

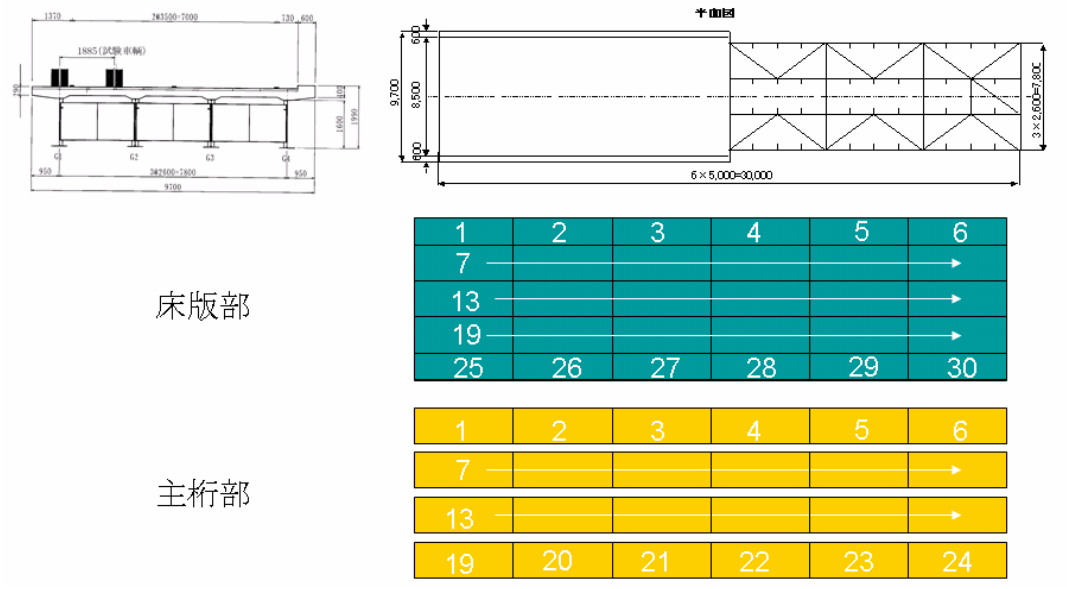


図１－３－１　床版および主桁の最小点検単位の例

表１－３－２　損傷程度の評価区分

評価区分	a	b	c	d	e
損傷の程度	小　←			→	大

表１－３－３　対策区分の判定基準

判定区分	判定の内容
A	損傷なし。補修、補強の必要なし。
B	状況に応じて補修を行う必要有り。
C	速やかに補修等を行う必要有り。
E	構造の安全性。緊急対応の必要有り。
E	その他。緊急対応の必要有り。
M	維持工事で対応する必要有り。
S	詳細調査の必要有り。

2）点検システムの高度化

(1)点検技術に関する調査

橋梁部材の損傷は、塗膜の下や部材の内部のように表面からはわからない状態で進行する場合が多く、現在の目視を主体とした点検方法では見逃されてしまうケースも多い。また、予防保全の観点からは、変状を目視で確認できる状態に至る前の初期段階で発見したり、劣化の原因となる水分や塩分の存在を検出することは非常に効果的である。さらに、変状が発生した場合であっても、その後の変状の進行状況を監視することができれば、点検の効率化につながる。

こうしたことから、部材内部の変状を構造物に悪影響を及ぼさずに把握したり、変状を監視できる非破

壊検査手法やモニタリング技術を開発し、点検業務に組み入れていくとは、重要な課題の一つである。これらの課題に関しては、独立行政法人土木研究所を中心に非破壊検査、モニタリング技術に関する研究が盛んに行われている。

鋼部材に適用される非破壊検査手法に関しては、超音波探傷試験（UT）、磁粉探傷試験（MT）、浸透探傷試験（PT）、渦流探傷試験（ET）、放射線透過試験（RT）など様々な手法が実用化されている。その中でも、超音波探傷試験は、鋼部材内部の亀裂の判別に適しており、部材の形状や厚さ制限をあまり受けないことから、有力な検査手法であると考えられている。しかしながら、測定に熟練を要したり、条件によっては検出しづらい場合があるなどの課題もあり、測定結果の検証や適用性に関する検討が行われている[10)]。

一方、コンクリート部材に適用される非破壊検査手法に関しては、部材内部の欠陥を赤外線、超音波、電磁波、放射線、電磁誘導などを用いて検出する方法の他、シュミットハンマーなどを用いた構造物の最小限の破壊によって、塩分量や水分量を測定する手法などについて研究開発が行われている[11)]。

また、長期的なモニタリング技術については、センサーを用いて部材のひずみや振動を常時観測し、変状の兆候やその原因を検知するための技術開発が行われている。

図１－３－２　鋼部材溶接部の超音波探傷試験

図１－３－３　コンクリート部材の非破壊検査

(2)点検内容の重点化に関する調査

点検データに基づく橋梁の損傷程度の判定結果は、具体的な維持管理の方針を決める上での重要な情報となる。現行の方法では、損傷程度の評価は、図１－３－１　に示すような最小部材単位毎に行い、すべての要素のうち、最悪の状態にあるものをその橋の代表値として健全度評価を行っている。しかしながら、損傷の発生頻度や損傷が橋の性能に及ぼす影響は、部材、部位よって大きく異なるため、点検や診断を効果的に行うためには、損傷実態の傾向や構造形式、部材の違いによる影響度を考慮し、点検項目や点検データを用いた健全度評価方法を見直していく必要がある。

例えば、鋼桁の腐食の例にすると、海岸からの飛来塩分の影響で、桁全体が一様に腐食する場合、桁端部の湿気の多い箇所、配水管や床版からの漏水箇所のように特定の場所が集中的に腐食する場合などいろいろな腐食パターンが考えられる。図１－３－４　～図１－３－６　に、鋼桁の腐食発生パターンの異なるいくつかの事例を示す。図１－３－７　には、鋼桁の位置別腐食発生頻度の分析結果を示す。こ

れは、平成 16 年度の定期点検のデータのうち、鋼合成単純 I 桁及び鋼合成単純 H 型桁の 144 橋分について腐食に関するデータの分析を行ったものである。横軸方向には、両端に位置する各1パネルを桁端部として扱い、残りの部分は4等分し、中央の2つを中央支間、それ以外を 1/4 支間、3/4 支間として扱った。また、橋軸直角方向には、複数ある主桁のうち両外桁を外桁とし、それ以外の桁を全て内桁として扱っている。損傷のカウント方法は、定期点検での損傷ランクに応じて、a＝1点、b＝2 点、c＝3 点、d＝4 点、e＝5 点として合計している。この結果から、鋼桁の腐食は桁端部で発生する確率が高いことがわかる。

このような道路橋部材の代表的な損傷パターンを考慮して、損傷の発生頻度や影響度によって、点検箇所を重点化したり、診断時の評価を構造物の性能と関連づけたものに改良することは有益である。図1－3－8 には、道路橋の性能に着目した点検内容重点化の考え方を示す。本研究では、点検により蓄積されている様々な種類の損傷データを多角的に分析しながら、より効果的な点検体系、項目のあり方について検討を行った。今後は、道路橋において最も重要な性能である安全性に関する項目に特化した点検手法の構築を重点的に進めていく予定である。

図1－3－4　鋼桁橋の全体的な腐食

図1－3－5　鋼主桁下フランジ端部の腐食

図1－3－6　鋼主桁ウェブ端部の腐食

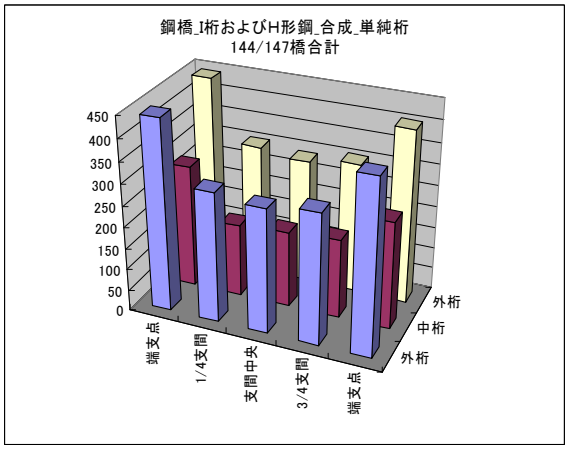


図1－3－7　鋼桁の位置別腐食発生頻度

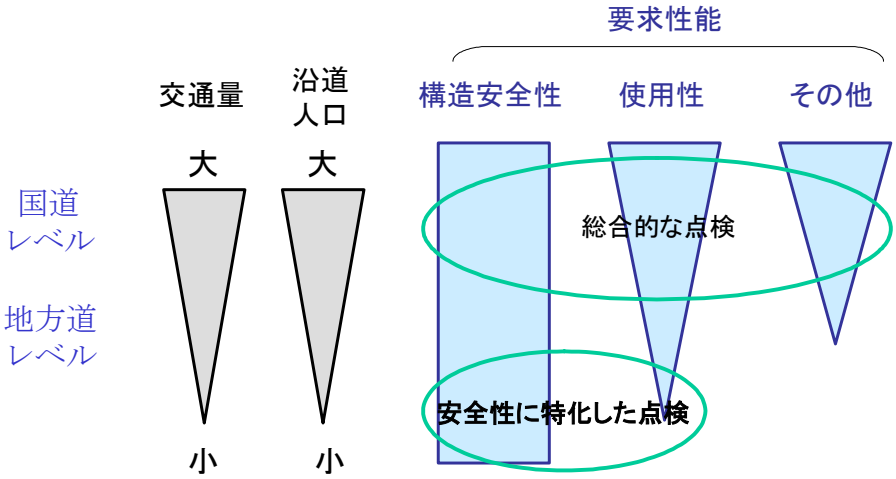


図1－3－8　性能に着目した点検内容重点化の考え方

(3)点検技術者教育と熟練技術者の活用に関する調査

橋梁点検においては、点検者が目視ないしは点検機具を用いてデータが収集され、収集されたデータは、技術者によって評価され、具体的な対応方針についての判断がなされる。橋梁の状態は、千差万別であり、技術者の経験や主観的な要素に左右されることも多く、点検の客観化、定量化は重要な課題である。

本研究では、点検業務への関与のレベルに応じた点検マニュアルのあり方について検討を実施した。例えば、実際の点検作業を行う技術者に対しては、損傷を見逃さないための知識や検査機器に関する知識が必要である。一方、行政サイドで、補修補強の優先順位や工法を計画する技術者に対しては、損傷の状態が橋の性能に及ぼす影響や各補修補強工法の特徴に関する知識が必要である。

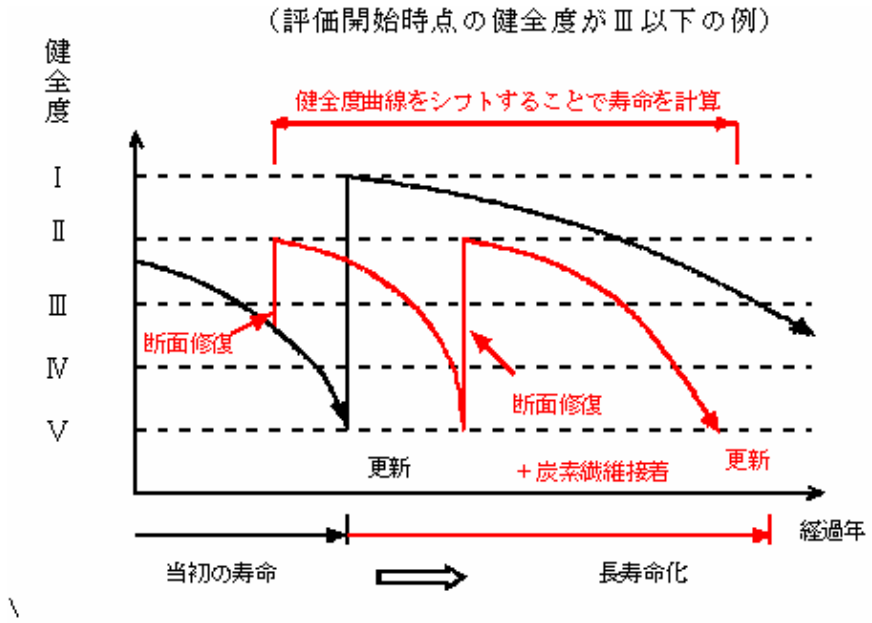
一方で、総合的な評価や判断を行うためには、すべてを定量化、マニュアル化しようとするのではなく、熟練した技術者による長期的な診断、総合的な判断も重要であり、効果的な点検体制を実現するために必要となる事項について基礎的な調査を実施した。

1－4.　劣化予測手法

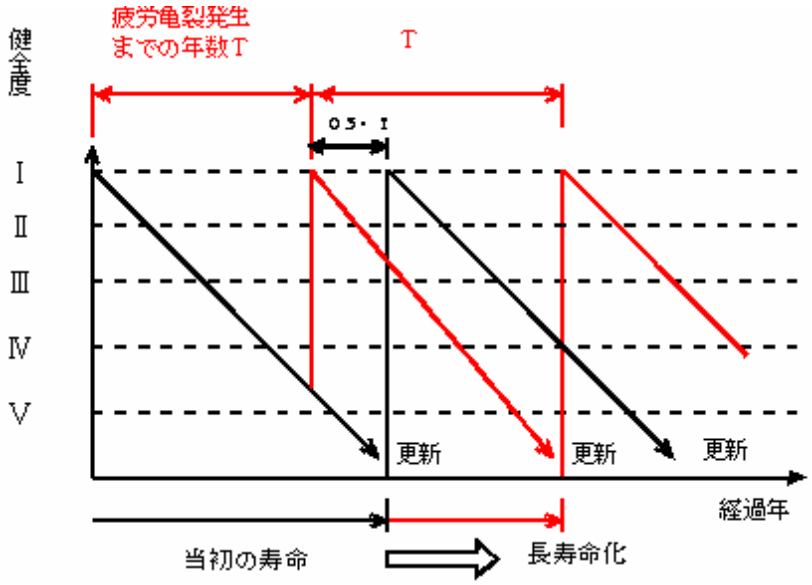
1）劣化予測手法の現状

個々の橋梁のライフサイクルコストを考慮して、最適な補修補強計画を立案するためには、劣化予測手法を劣化メカニズムに基づいて高度化し、将来発生するコストを精度良く算定することが課題となる。

本検討では、図1－4－1　に示すように、コンクリート部材の塩害、床版の疲労といった主要な損傷毎に、標準的な補修周期と性能の回復程度を調査、分析することにより、維持管理に要する将来の費用を予測できる手法を設定した。



(a)コンクリート部材の損傷



(b)鋼部材の疲労

図1－4－1　道路橋の劣化予測手法の例

2）劣化予測手法の高度化

道路橋部材の劣化の進行状態は、交通条件、環境条件、構造条件等により、傾向が異なると考えられ、劣化予測の精度を高めるためには、実際に起こりうる様々な条件に対応した劣化シナリオを構築していく必要がある。そのため、損傷メカニズムが明らかになっていない損傷に対しては、これを明らかにするとともに、定期点検データの蓄積を進め、実態を反映した劣化予測手法の確立を目指し、検討を継続していく必要がある。

１－５．　個別損傷に対する取り組み

1）概説

ここでは、橋梁の耐久性に重大な影響を及ぼす危険性が高く、将来の道路橋資産管理のコスト縮減上、重要な耐久性喪失要因であるコンクリート床版の疲労、鋼部材の疲労、コンクリート部材の塩害、アルカリ骨材反応に関する検討状況について報告する。

2）コンクリート床版の疲労

道路橋に用いる床版の疲労に対しては、昭和 40～50 年代頃に多く発生した抜け落ち等の深刻な損傷に対する反省から、床版の最小厚さを制限するなど、数度にわたって基準の改定を行い、耐久性の確保を図ってきた。また、最近では、輪荷重走行試験機を行いて、耐久性がある程度明らな床版との相対比較による耐久性評価が行われるようになっている。

しかしながら、現在のところ疲労耐久性を定量的かつ絶対的に評価する手法は確立されておらず、既設床版に対しては劣化予測や最適な補修補強時期の推定を精度よく行うことができない。また、新設橋の設計においても、要求される耐久性に応じて柔軟に合理的な床版構造を提案することが困難な状況にある。

こうした背景をふまえ、本研究では、既往の輪荷重走行試験データを改めて多角的に分析し直すなど、床版の損傷過程の分析と挙動の解明を進めた。さらに、コンクリート系床版の疲労耐久性を絶対評価する手法を確立するため、輪荷重の繰り返し作用下において、床版コンクリートが鋼部材で適用されているような累積被害則に従って疲労破壊に至るものと仮定した疲労設計用の劣化モデルを設定し、輪荷重走行試験での疲労損傷過程の再現性の分析を行った。今後、多様な条件を有するコンクリート床版を対象にした検討を進め、評価手法の一般化を進め、設計法の構築のあり方を検討する予定である。

3）鋼部材の疲労

鋼部材の疲労に関しては、平成 13 年 12 月の道路橋示方書の改訂で、疲労設計が義務づけられ、具体の設計手法の例として、「鋼道路橋の疲労設計指針」が示されている。しかしながら、現在のところ、一部の代表的な構造形式以外の橋梁や応力状態が複雑な構造部位に対する疲労照査方法としては、適用性が十分ではないという問題を有している。

こうした背景をふまえ、本研究では、鋼製橋脚隅角部や鋼床版のような応力評価に基づく疲労照査が

困難かつ緊急度の高い課題に対しては、損傷事例の分析を行うとともに、鋼製部材の構造最適化に適した解析手法に関する検討を行い、構造詳細の違いが疲労耐久性に及ぼす影響に関する基礎的な調査を実施した。また、トラス構造やアーチ構造のような鈑桁以外の構造形式に対しては、モデル化の方法の違いにより、実際に生じている応力状態と解析上の応力状態との相違を分析し、これらの構造の疲労耐久性照査に適したモデル化手法のあり方について検討した。

4）コンクリート部材の塩害

コンクリート部材の塩害については、依然として厳しい被害状況が継続している状況をふまえ、平成 13 年12月の道路橋示方書の改訂で、塩害に関する規定が見直され、塩害環境が特に厳しい地域では、かぶりによる対策に加えて、別途、塩害対策を講じることとされた。

こうした中、塗装鉄筋、コンクリート塗装、電気防食などの様々な塩害対策技術が開発されている。しかしながら、それらの塩害対策工法に本来要求されるべき性能に対して、所要の機能を有することを評価、検証する手法が十分に確立されておらず、採用が円滑に進んでいない現状がある。

そこで、本研究では、代表的な塩害対策の一つである塗装鉄筋について、製作、運搬、架設、供用の各段階における外力作用に関する基礎的な調査を行い、供用時の塗膜の疲労耐久性の評価法について検討を行った。

5）アルカリ骨材反応による変状

アルカリ骨材反応によるコンクリート部材の損傷については、近年、一部の鉄筋が破断している場合もあるなど、深刻な被害が報告されており、変状を生じたコンクリート部材の耐荷性能の評価と、補修補強設計法の確立が緊急の課題となっている。

現在、各関係機関と連携しながら実橋調査や各種実験を進めており、本研究においては、変状を生じたコンクリートの物性変化、付着性状、プレストレスの変化等の評価方法とそれらを考慮した補修補強設計法に関する基礎的な調査を実施した。

1－6.　道路資産管理の説明性の向上

1）管理指標の現状

道路資産の管理において、最適な時期に最適な規模の投資を戦略的に実施していくためには、道路管理者が適切な合意形成の下で必要な投資を行っていくことが課題となる。そのためには、管理者が道路橋のあるべき保全水準といった管理意図をわかりやすい指標を用いて定量的に示し、利用者に対しても説明責任を果たしていくことが重要である。しかしながら、道路橋では、経年的な機能低下などの状況を利用者や管理者が体感しにくく、特に予防保全的な対策の必要性を正確に認識することは容易ではない。

現在、道路橋の管理においては、「構造物保全率」という指標を用いて管理水準や管理目標が示されている。道路構造物保全率の意味は、「今後5年間程度は通行規制や重量制限の必要がない段階で、

予防的保全が行われている延長の割合」とされており、点検データから、各部材の損傷程度の最悪値から求めた健全度がある一定レベル以上となっている橋の割合として計算されている。図1－6－1 に直轄国道における構造物保全率を示すが、平成15年現在の87%から、平成19年までに93%まで改善することを目標している [11)]。しかしながら、道路のユーザーや管理者にとって、この数値が何を意味するのか感覚的にわかりにくく、また、個々の橋の条件が、評価には反映されていないため、実際の維持管理行為を行う上での参考指標として問題を有している。

こうした背景をふまえ、本研究では、それぞれの重要度や損傷の種類、程度、発生箇所、構造特性等の個々の橋の条件に応じて、定量的に橋梁の状態を表現できる総合指標の開発するための基礎的な調査を行った。

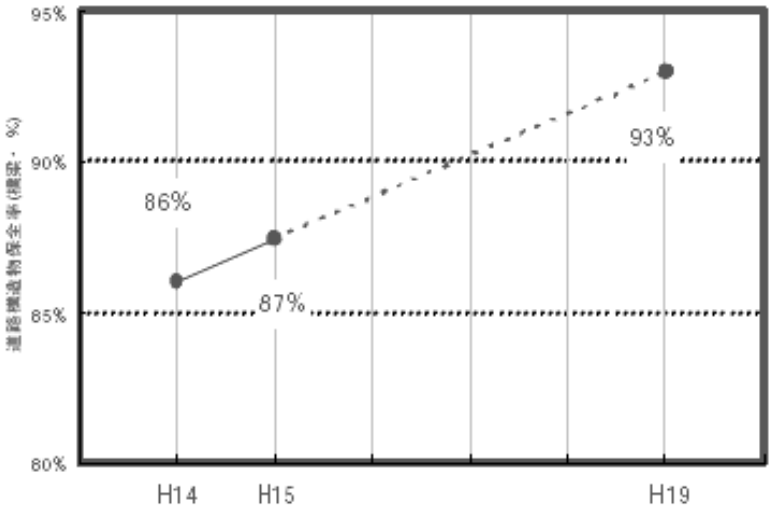


図1－6－1　道路構造物保全率

2）指標を用いた評価体系の整理

道路橋のあるべき保全水準といった管理意図を管理者がわかりやすい指標を用いて定量的に説明できる評価指標の開発にあたり、まず、道路橋の状態の評価体系のあり方について整理を行った。

管理意図に応じたわかりやすい説明をするためには、構造安全性、使用性、他者への影響といった橋の基本的な性能と関連した評価項目を設定し、それぞれの観点からみた道路橋の状態を定量的な数値で示していくことが課題となる。橋の性能と関係した評価項目の体系については、いろいろな分類の方法があると考えられるが、表1－6－1 では、構造物としての安全性、交通路としての使用性、その他の3つに大別し、その下に小項目を例示している。

総合指標は、その利用目的に応じて、必要な評価項目の組み合わせや項目間の重み係数を柔軟に変更しながら使用できると適用の幅が広がり有効であると考えられる。例えば、緊急時の通行可否の判断では、耐荷性、走行性などが重視され、都市部で人口密度の高いところに位置する橋梁では、他者への影響に関する諸項目が重要となると考えられる。表1－6－2 に、評価指標の利用目的に応じた評価すべき項目の例を示す。

評価の結果から、道路管理者が速やかに管理行動をとれるようにするためには、評価結果が、緊急的

な対策が必要か否かのような維持管理行為と関連している必要がある。表1－6－3 は、構造物の状態を 100 点満点で評価する場合の得点、健全度、維持管理行為との関係を例示したものである。

道路橋には様々な要求性能が存在すると考えられるが、評価の中心として位置づけられるのは、橋の構造安全性のうちの耐荷性に関わる部分であり、本研究では、耐荷性の評価方法の検討を優先的に進めることとした。そして、部材毎の点検データを用いて、損傷の程度、種類、発生箇所、橋梁構造の特性などの違いが橋としての耐荷性に及ぼす影響度合いの違いを反映した重み係数などを用いて、橋全体として耐荷性を評価する方法を提案した。表1－6－4 に、鋼橋の耐荷性に着目した場合の評価体系を示す。

表1－6－1　橋の性能項目の例

大項目	小項目
構造安全性	・耐荷性 ・耐震性
使用性	・走行安全性
その他	・落下物等、第三者への被害 ・騒音、振動等の環境問題 ・景観

表1－6－2　評価指標の利用目的と評価項目

利用目的	評価内容	評価項目
要注意橋梁の抽出	自動車荷重や地震荷重に対して、落橋のような致命的な被害を生じるリスク	安全性（耐荷性、耐震性、安定性）
災害時の通行可能性	道路橋を安全に利用できないリスク	安全性、使用性
維持更新計画の立案	道路橋の基本的な性能が満足されないリスク	安全性、使用性、影響性
道路利用者の満足度評価	道路橋を安全で快適に利用できないリスク	安全性、使用性
周辺住民の満足度評価	道路橋が周辺環境と調和しなくなるリスク	影響性

表1－6－3　点検結果、健全度、維持管理行為との関係のイメージ

判定	状態	対策
100	損傷が認められない	損傷が認められないか、損傷が軽微で補修を行う必要がない。
	損傷が認められ、その程度の記録が必要	
	損傷が認められ、追跡調査が必要	
	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修の検討が必要。	必要に応じて、補修が必要
30		速やかに補修等を行う必要がある。
0	安全確保の支障となる恐れあり	緊急対応が必要

表1－6－4　評価の体系の例（鋼橋・耐荷性）

<table>
<tr><th colspan="2">部材区分</th><th>構造区分</th><th>損傷区分</th><th>評価</th></tr>
<tr><td rowspan="9">上部構造</td><td rowspan="2">主桁</td><td>少数主桁
合成桁</td><td>腐食
亀裂
・・・</td><td>OK100 点/Ⅳ75 点/Ⅲ50 点
/Ⅱ25 点/Ⅰ0 点</td></tr>
<tr><td colspan="3">主桁小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td rowspan="2">横桁</td><td></td><td>腐食
亀裂
・・・</td><td>OK100 点/Ⅳ75 点/Ⅲ50 点
/Ⅱ25 点/Ⅰ0 点</td></tr>
<tr><td colspan="3">横桁小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td rowspan="2">対傾構</td><td></td><td>腐食
亀裂
・・・</td><td>OK100 点/Ⅳ75 点/Ⅲ50 点
/Ⅱ25 点/Ⅰ0 点</td></tr>
<tr><td colspan="3">対傾構小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td rowspan="2">床版</td><td>合成桁</td><td>ひび割れ
剥離鉄筋露出
・・・</td><td>OK100 点/Ⅳ75 点/Ⅲ50 点
/Ⅱ25 点/Ⅰ0 点</td></tr>
<tr><td colspan="3">床版小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td colspan="4">上部構造小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td rowspan="3">下部構造</td><td rowspan="2">橋台・橋脚</td><td></td><td>ひび割れ
剥離鉄筋露出
・・・</td><td>OK100 点/Ⅳ75 点/Ⅲ50 点
/Ⅱ25 点/Ⅰ0 点</td></tr>
<tr><td colspan="3">橋台・橋脚小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td colspan="4">下部構造小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td rowspan="5">支承部</td><td rowspan="2">支承</td><td></td><td>腐食
亀裂
・・・</td><td>OK100 点/Ⅳ75 点/Ⅲ50 点
/Ⅱ25 点/Ⅰ0 点</td></tr>
<tr><td colspan="3">支承小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ｱﾝｶｰﾎﾞﾙﾄ</td><td></td><td>腐食
亀裂
・・・</td><td>OK100 点/Ⅳ75 点/Ⅲ50 点
/Ⅱ25 点/Ⅰ0 点</td></tr>
<tr><td colspan="3">ｱﾝｶｰﾎﾞﾙﾄ小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td colspan="4">氏勝負小計　100 点～0 点</td></tr>
<tr><td colspan="5">橋梁合計　100 点～0 点</td></tr>
</table>

3）代表橋梁を用いた試算

提案した指標の基礎的な特性を確認するため、表1－6－5 に示す3橋の鋼単純鈑桁橋を対象として、試算を行った。A橋は、日本海沿岸の厳しい環境に位置し、図1－6－2 に示すように主桁を始めとする鋼部材に激しい腐食を生じた橋梁である。点検の結果、安全性に著しい問題があるとされ、詳細な調査や緊急的な対策が検討されている橋である。B橋は、図1－6－3 に示すように、RC 床版に格子状のひび割れがみられる他、桁端部にも部分的な損傷が生じている。この橋は、点検の結果、床版の補修が必要であるとされている。C橋は、写図1－6－4 に示すように部分的な損傷がみられるものの、補修を要する程度には至っていないと診断されている。

表1－6－6 は、これらの3つの橋梁について、耐荷性の観点から提案した指標を用いて試算した結

果を示す。その結果、緊急対策を要するA橋、補修を必要とするB橋、補修を要する損傷が見られないC橋とを差別化できていることがわかり、緊急対策や補修補強を必要とするような問題橋梁を道路管理者が適切に把握しておくという目的では、適用できる可能性が高いことが示された。このような対策のあり方を区分するしきい値については、一定の精度を確保できる、もしくは、安全側の評価となるよう設定方法を検討していく必要がある。一方、同じ対策区分に位置づけられた中での相対的な評価の正確性については、精度向上の限界が予想されることや緊急対策や補修補強が必要な橋梁を抽出するという指標の使用目的を考慮すると、優先度が必ずしも高くないと考えられる。また、橋の構造や損傷の種類は多種多様であり、異なる条件下での適用性や多様な説明目的への拡張性について、引き続き試算を進めながら検証し、算定方法の改良を進めていく予定である。

表１－６－５　試算対象とした橋梁の条件

橋梁名	A橋	B橋	C橋
架設年	1965	1964	1965
橋長(m)	26	33	45.5
構造形式	鋼単純・Ⅰ型断面	鋼単純・Ⅰ型断面	単純・Ⅰ型断面
交通量(台/日)	4620	1561	3747
環境条件	沿岸部		
主な損傷(部位)	腐食(鋼部材)	ひび割れ(RC 床版)	部分的な損傷

(a)主桁端部

(b)主桁と対傾構

図１－６－２　A橋の状態

(a)RC 床版のひび割れ

(b)桁端部の腐食

図１－６－３　B橋の状態

(a)RC 床版のひび割れ

(b)桁端部

図1－6－4　C橋の状態

表1－6－6　試算結果

橋梁名	上部構造				下部構造	支承部	合計
	主桁	横桁	対傾構	床版	橋台，橋脚		
A橋	12	88	94	75	78	86	12
B橋	76	96	98	37	100	93	37
C橋	100	100	100	77	98	93	77

4）社会的価値の評価

構造の安全性以外にも、道路の重要度や景観、歴史性といった社会的価値も総合的な評価項目の中には含まれている。しかしながら、現在の道路橋の維持管理は、主として物理的指標に基づいて行われており、景観や歴史性といった社会的価値が十分には反映されていないのが現状である。そのため、長年利用された愛着のある橋が、単に物理的理由で架け替えられてしまうケース、あるいは、架け替えよりも延命化する方がライフサイクルコストの面で有利と判断されたために、補修につぐ補修により景観を損ねるケースが生じており、人々の価値観が多様化する時代において、利用者の満足度を適切に考慮した合理的なマネジメントの実施が求められている。

本研究においては、社会的価値を定量的に評価し、道路橋管理に反映するにあたっての問題点を抽出するため、いくつかのサンプル橋梁を選定し、実際に社会的価値の評価を試みた。評価にあたっては、社会的価値と関係の深い項目についてカルテに整理し、複数の橋梁間で維持管理の優先順位を決定するケーススタディーを実施した。表1－6－7 にカルテの例を示す。

このようなケーススタディーを実施することにより、複数の橋梁間での相対的な優先順位の検討には、定量的な社会的価値評価の適用可能性があると考えられるものの、維持管理投資の中で、社会的価値に対する投資が占めるべき量を絶対評価するためには、解決すべき課題が多いことがわかった。

一方で、実際に社会的価値を考慮した国内外の事例に関する調査も実施した。その結果、維持補修計画を策定する過程の中で、適切に社会的価値を考慮する機会が設けられなかったり、逆に、社会的価値の観点からの検討と、耐荷力、耐久性の観点からの検討間の連携が不十分で、社会的価値を考慮したことにより、耐荷力、耐久性といった道路橋の基本的な性能が損なわれた事例も数多く見られた。図1－6－5 ～図1－6－7 は、景観への配慮が維持管理上の問題を生じさせた例である。

上記に示した調査の結果、景観、歴史性といった社会的価値のように性能の定量的評価が難しい事項

については、現時点では、道路橋資産の管理行為の過程で、それらが適切に考慮されるように、行政システムの中で社会的価値評価を介在させる手法について検討することの重要を認識するに至った。今後は、道路橋の性能に基づいた評価による建設、管理のあり方が重要となってくるため、本研究で得られた知見は、こうした検討における社会的価値評価の基本的方向性を示すものとして役立つこととなる。

表１－６－７　社会的価値評価のカルテ例

評価項目(大)	評価項目(中)	評価指標	評価結果
交流機能の有無	交流空間の有無	ポケットパーク、遊歩道、橋詰広場、展望広場、バルコニー等の待ち合わせ場所の有無	×
		ベンチ等の休憩スペースの有無	×
		橋下の河川公園、海岸公園との一体的整備の有無	×
	交流機会の有無	花火大会、お祭り、川下り大会など地域のイベントの鑑賞場所としての利用の有無	×
		パレードなどの経路としての利用の有無	○
	地域間交流への貢献	観光パンフ、観光HPでの紹介の有無	○
		映画などロケ地としての利用の有無	×
		歌謡曲などで名称使用の有無	×
	…		
美しい景観演出への要素性	橋梁のデザイン性	土木学会「田中賞」の受賞の有無	○
		照明デザイン賞の受賞の有無	○
	…		

図１－６－５　配水管を隠した構造(左)と配水管周囲の腐食(右)

図１－６－６　支承を隠した構造(左)と支承周囲の腐食(右)

図１－６－７　連続性を確保するため桁端部を切り欠いた構造(左)と切り欠き部の疲労損傷(右)

１－７．おわりに

道路橋分野において、科学的なデータ、予測に基づく戦略的な資産管理に向けた本格的な取組みは、まだ、始まったばかりであり、本報告でも指摘しているように様々な課題が存在する。橋梁研究室では、中長期的なビジョンを議論、提案しながら、こうした課題に対して、関係する機関とともに、戦略的かつ計画的に取り組んでいく予定である。

参考文献

1) 玉越隆史、中洲啓太、石尾真理、武田達也：道路橋資産管理に関する施策動向と国総研の取り組み、土木技術資料、2004.11
2) 西川和廣：道路橋の寿命と維持管理、土木学会論文集、1994.10
3) 藤原稔、岩崎泰彦：橋梁の架替に関する調査結果（Ⅰ）、土研資料 2723 号、1989.1
4) 藤原稔：橋梁の架替に関する調査結果（Ⅱ）、土研資料 2864 号、1990.3
5) 西川和廣、村越潤、上仙靖。福地友博、中島浩之：橋梁の架替に関する調査結果（Ⅲ）：土研資料 3512 号、1997.10
6) 玉越隆史、中洲啓太、石尾真理、武田達也：道路橋の寿命推計に関する調査研究、国総研資料第 223 号、2004.12
7) 玉越隆史、中洲啓太：道路橋資産管理の現状と課題、土木技術資料、2005.1
8) 中谷昌一、玉越隆史、中洲啓太：道路橋資産の総合的管理システムについて、アニュアルレポート

2003

9) 玉越隆史、大橋章、中谷昌一:道路橋の定期点検に関する参考資料－橋梁損傷事例写真集－、国総研資料第 196 号、2004.12

10) 国土交通省国土技術政策総合研究所、東京工業大学、日本道路公団、(社)日本橋梁建設協会、(社)日本鉄鋼連盟、(社) 日本非破壊検査工業会:鋼道路橋溶接部の非破壊検査手法に関する共同研究(Ⅰ)、国総研資料第 31 号、2202.3

11) 久田真、渡辺博志:コンクリート用非破壊検査の原理と応用、土木技術資料、2004.9

12) 国土交通省道路局:平成 15 年度道路行政の業績計画書

2章　ダムの維持管理コスト

「ストック・メンテナンスの時代」といわれる21世紀にあって、ダムに関しても、高度経済成長期を通じて急速に整備が進められてきたストックを貴重な資産として有効に活用し、良質なものとして後世に引き継いでいくための技術が極めて重要なものとなっている。

国土交通省が平成 13 年7月に公表した『新しい時代のダム管理のあり方』においても、「管理ダム数の増加および供用期間の経過とともに確実なメンテナンス技術や基準の整備の必要性が高まっている」と指摘した上で、点検・検査体制や管理基準の一層の充実とともに、コスト管理面においても、計画的な維持管理投資を行うことにより、長期的なダムの維持管理コストの低減を図っていくことの重要性を強調している。

この命題に答えるには、ダムの維持管理コストを抑える各種の技術開発とともに、長期的な視点から各種施設の補修工事や設備更新の実施箇所やタイミングを適切に選定し、計画的で効率的な維持管理投資を実現していく、いわゆるライフサイクルマネジメントの考え方が不可欠となる。

そこで、ダムのライフサイクルマネジメントを考える上で必要となる基礎的情報として、ダムの維持管理コストの実態を明らかにするため、全国の直轄・公団管理ダムを対象とした調査を実施した。本稿ではその結果を紹介するとともに、これをもとにダムの維持管理コストの発生特性等に関する分析について併せて述べることとする。

2－1．ダムの維持管理投資の現状

全国調査の結果をみる前に、わが国の管理ダムの現状およびダムの維持管理投資の状況を眺めておきたい。なお、本稿で取り扱う「ダム」とは、『河川管理施設等構造令』に規定されるダムとし、堤高 15 m未満のものやいわゆる砂防ダムは含まない。

図 2-1-1 にわが国における現在の管理ダムの構成、図2-1-2 に戦後の管理ダム数の推移をそれぞれ示す。図 2-1-1によれば、国土交通省が所管する管理ダムは、ダム数では2割弱であるが有効貯水容量では5割を超え、大規模なダムが多いことがわかる。また、図2-1-2 によれば管理ダム数は年々増え続けていることがわかる。これまでに国内のダムの総数は 3,000 近くに達し、うち国土交通省が所管するダム（河川総合開発事業のダム）は約 500 ダム（20 年前の約 2 倍の水準）となっている。

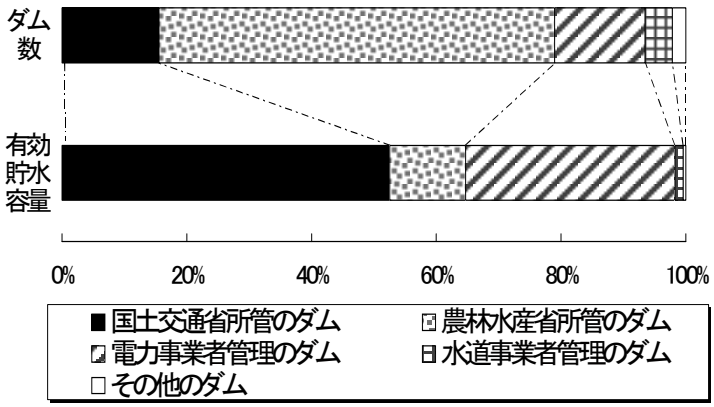


図 2-1-1　国内の管理ダムの状況 1)をもとに作成

では、このような管理ダム数の増

加に対して維持管理に対する投資額はどうなっているかを見るために、戦後の国土交通省所管のダム事業（河川総合開発事業）の投資額の推移を図 2-1-3 に示す。なお、同図における金額は物価変動の影響を考慮し、建設デフレータ（河川総合開発）を用いて平成 13 年度（2001 年度）価格に換算したものである（以下、本稿における過年度のデータ（金額）については全て同様の換算を行っている）。

図 2-1-3 より、新規のダム建設に対する投資額は 1980 年代末ごろをピークに減少傾向にあるのに対し、維持管理に対する投資額の割合は年々増え続けていることがわかる。また、全投資額に対する維持管理投資の割合は現在全体の 20%近くに達している。これは 10 年前の約 2 倍、20 年前の約 4 倍の水準である。

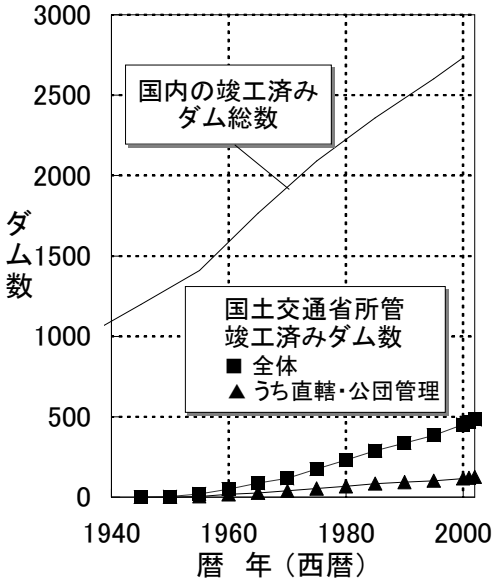


図 2-1-2　管理ダム数の推移 1) 2)をもとに作

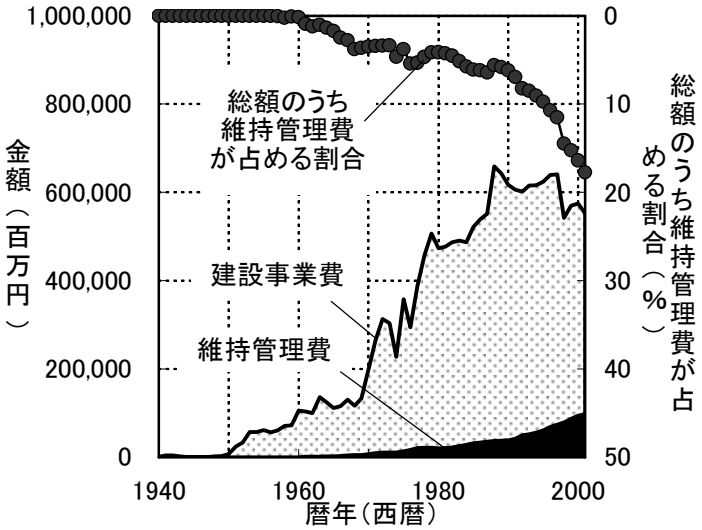


図 2-1-3　国土交通省所管ダム事業（河川総合開発事業）による年間投資額の推移 2)をもとに作成

2－2．ダムの維持管理費に関する調査

1）調査の概要

ダムの維持管理費に関する調査は、平成 13 年度末時点で管理中の国土交通省（北海道開発局および各地整備局）、内閣府（沖縄総合事務局）および水資源開発公団のダムを対象として実施し、計98ダムから回答を得た。調査対象ダムの母集団としての特性を見るために、供用年数、ダム規模（堤高）についての内訳をそれぞれ図 2-2-1 および図 2-2-2 に示す。なお、ダム形式別にみた内訳は、重力ダム59%、アーチダム16%、ロックフィルダム16%、その他9%であった。

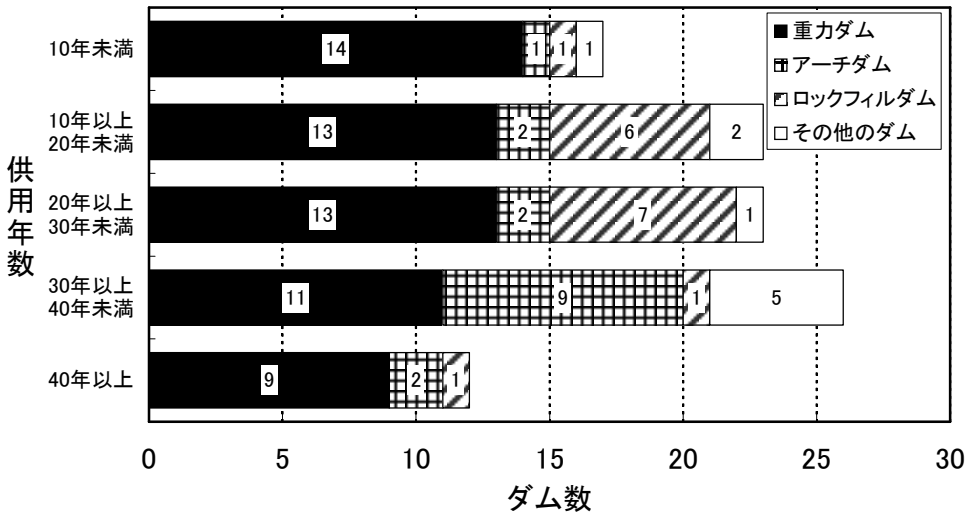


図 2-2-1 調査対象ダム内訳（供用年数別）

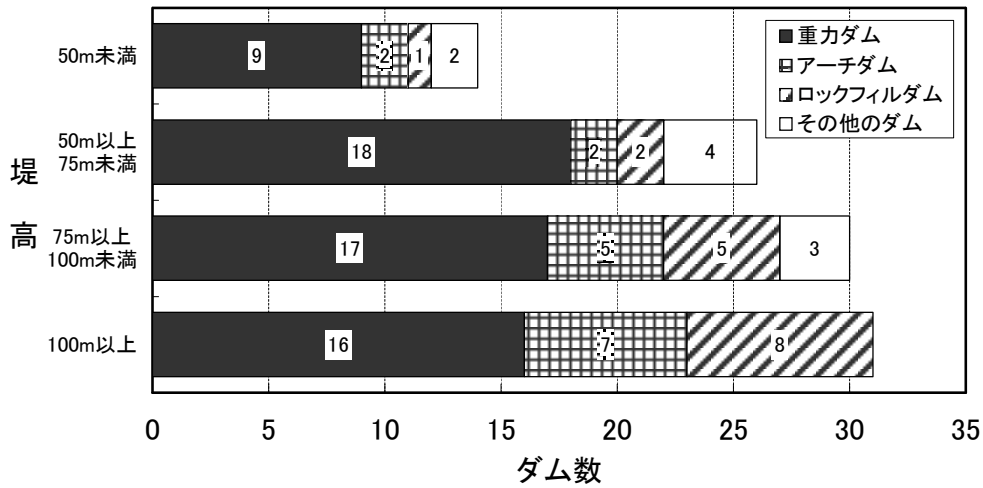


図 2-2-2 調査対象ダム内訳（堤高別）

また、調査項目は表 2-2-1 のとおりである。今回の調査では大きく分けて、①年間維持管理費の構成と②年間維持管理費の経年変化の2点について尋ねている。そのねらいは、①についてはコスト管理上、今後特に重点的に検討すべき費用を抽出することであり、②については発生コストの将来予測を行うための基礎データを得ることである。

なお、②の調査では、経年的な発生費用を一般管理費に相当する費用と維持補修費に相当する費用に区分して調べた。これは前者がおもにいわゆるランニングコストに相当する定常的費用にあたるのに対し、後者は補修工事や設備更新などの必要に応じて支出される一時的または周期的な費用を主体とするものであり、両者で発生傾向が異なると思われることから、コスト分析上区分して把握おく必要があると考えたためである。

表 2-2-1　調査項目

調査項目		回答の対象となる内容
①年間維持管理費の構成*	ダム全体に係る点検・調査等	定期点検、総合評価、堤体挙動解析等、ダム全体の状況把握のための調査等の費用
	ダム堤体関係	堤体上下流面、天端、監査廊等、ダム本体に係る費用
	堤体付属構造物・設備関係	減勢工、天端橋梁、照明、エレベータ、排水装置、水位計等に係る費用
	放流設備・取水設備関係	常用・非常用放流設備、取水設備、導水設備等に係る費用
	操作・制御設備関係	放流制御装置（ダムコン）、放流設備操作盤、放流警報装置、監視装置(CCTV,ITV)、電源装置等に係る費用
	安全管理用計測設備関係	堤体変位、漏水量、揚圧力等の各種堤体挙動計測装置、地震観測装置等に係る費用
	水文観測設備関係	雨量、水位等の気象・水文情報の観測・予測装置（情報端末を含む）に係る費用
	営繕その他管理用設備関係	管理所、宿舎、広報施設、船舶、車両、流木対策、管理用道路等に係る費用
	貯水池対策関係	流入土砂対策（堆砂測量を含む）、水質管理、法面保護、除草・伐採等に係る費用
	自然環境調査関係	「河川水辺の国勢調査」ほか各種自然環境調査に係る費用
	その他	管理補助業務委託等の人件費、電力費、燃料費等
②年間維持管理費の経年変化	年間維持管理費の経年変化	供用開始時からの年間維持管理費の経年変化 （一般管理費、維持補修費、災害復旧費等の別に調査）
	これまでの特に大きな発生費用	大規模な補修や設備更新、改修工事、災害復旧工事等、特に大きな費用発生の時期と内容等

*「①年間維持管理費の構成」については平成 13 年度実績を対象としている。

2）調査結果とその分析

(1)維持管理コストの大きさと構成

各ダムからの回答をもとに平成13年度の年間維持管理費の大きさとその構成（内訳）について、ダム形式および供用年数別に集計した結果を図 2-2-3 に示す。

図 2-3-3 より、①維持管理コストの大きさ ②維持管理コストの構成　についてそれぞれ以下のような特徴が読みとれる。

① 維持管理コストの大きさ

まず、調査対象ダム全体の平均として、1ダムあたり年間総額約 3.4 億円の維持管理コストがかかっていることがわかる。ダム規模や管理設備構成の違いがあるため、必ずしも単純な比較はできないものの、供用年数別にみた場合、比較的多くのデータが得られた供用年数 10 年未満のダム～供用年数 30 年以上 40 年未満のダムでは、供用年数が長いほど大きくなる傾向にある。比較的古いダム

では、管理開始後間もないダムではほとんど必要がない補修工事や設備更新のほか、ダム管理の高度化やニーズの変化に応じた機能向上のための改良工事が行われていることが原因として考えられる。

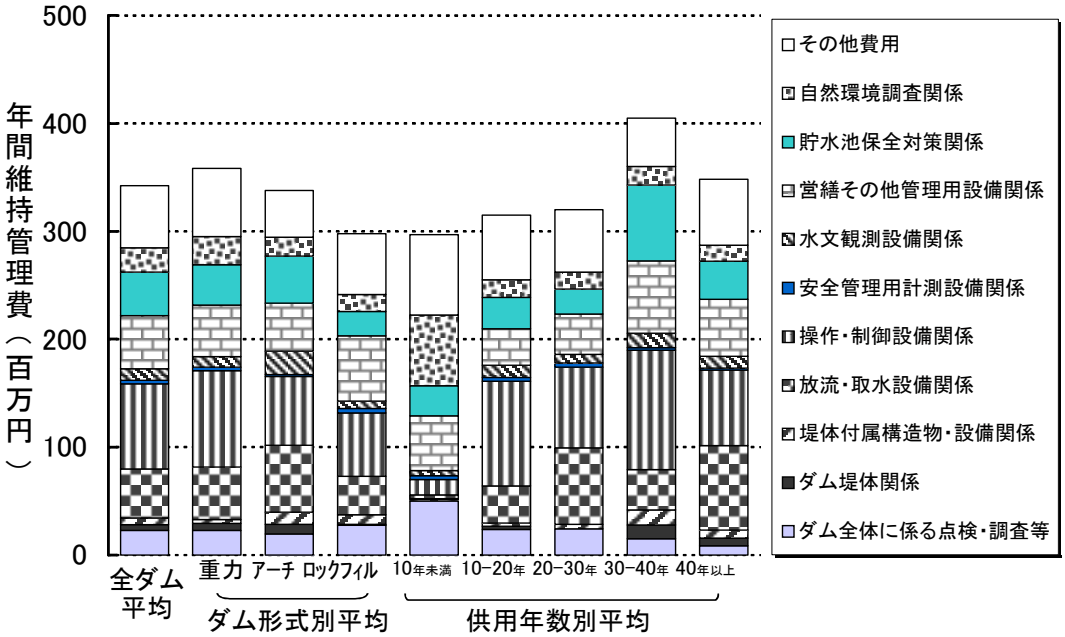


図 2-2-3 ダムの年間維持管理コストの大きさと構成（平成 13 年度実績）

②維持管理コストの構成

全般的に年間維持管理費用全体に占める割合が最も高いのは、「操作・制御設備関係」のコストである。大きな設備更新等がまだ行われていないとみられる供用年数 10 年未満のダムを除いて年間維持管理費用全体の 20%強を占めている。次いで大きな割合を占めるのが「放流設備・取水設備関係」、「営繕その他管理用諸設備関係」、および「貯水池対策関係」のコスト（それぞれ年間維持管理費用全体の 10～15％程度）である。また、「その他」に計上されてはいるが、人件費や電力費などもランニングコストとして重要なものである。一方、ダム本体（堤体）自体のメンテナンス費用は、付属構造物（放流設備は除く）を含めても全体に占める割合は比較的小さい。供用年数別では、10 年未満のダムでは「操作・制御設備」や「放流設備・取水設備等」に係る費用の割合は 10 年以上のダムに比べて明らかに小さい。逆にいえば、これらの設備の補修や更新が供用開始後 10 年を越えた頃から発生してくることを示している。

以上、維持管理コストの大きさや構成についておおよその特徴が明らかになったが、このうち特に年間維持管理費用全体に大きな割合を占めるなど、重点的な分析が必要と思われるものについては加えてやや詳しい分析を行ったのでその結果を次に述べる。

a. 「放流設備・取水設備関係」のコスト

図 2-2-3 に示したように、維持管理費全体のうち、放流設備・取水設備関係の費用は年間維持管理費総額の中でも大きな割合を占めるもののひとつであり、その全ダム平均額は年間 5,000 万円弱であった。これを供用年数別でみると、10 年未満のダムで 300 万円程度と小さいものの、10 年以上のダムで

は 3,000～8000 万円程度に上っている。

図 2-2-4 にこの放流設備・取水設備関係コストの支出目的別にみた発生額の内訳（補修、塗装、改良・増設の別）を示す。

複数目的での発生費用等その内訳を特定できないものも多いが、補修（修理や部品交換など）や塗装（塗り替え）といった設備の機能維持あるいは回復のためだけでなく、設備改良や増設のためにも一定の投資が行われていることがわかる。

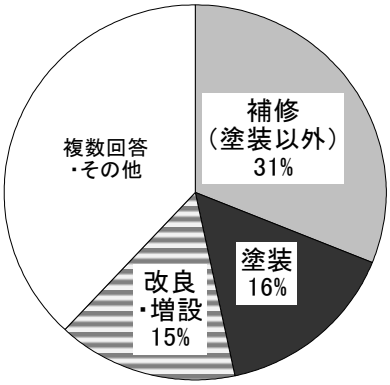


図 2-2-4「放流設備・取水設備関係」費用内訳

b.「操作・制御設備関係」のコスト

今回の調査で維持管理費全体に占める割合が最も大きかったのは「操作・制御設備関係」のコスト（放流制御装置（いわゆるダムコン）、操作盤、放流警報装置、監視装置、電源装置などに要した費用を計上）であり、全ダム平均額は年間約 8,000 万円であった。これを供用年数別にみると、10 年未満のダムで約 1,000 万円と小さいものの、10 年以上のダムでは 7,000 万円～1.1 億円程度に上っている。

その各設備・機器別の内訳を調べた結果を図 2-2-5 に示す。複数回答で機器別内訳が分離できないものを除くと、最も大きなものは「放流制御装置」（ダムコン）に係る費用で、調査ダム全体の「操作・制御設備」に係る費用の約1／3を占めている。これは管理ダムの年間維持管理費用全体額の1割弱に相当する。

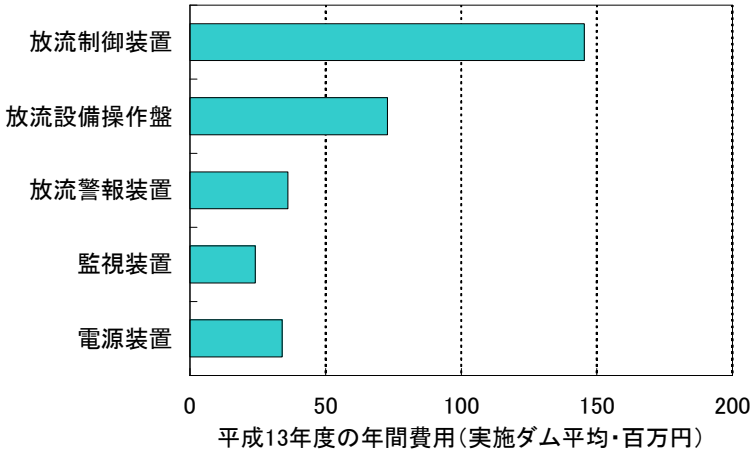


図 2-2-5「操作・制御設備関係」費用内訳

一方、「操作・制御設備」に要した費用をその支出目的（修理、更新（入替え）、新設・増設、改良等）別に調べた結果では、全体の約半分が更新、1／4が新設・増設のための費用であり、修理費用は数％程度であった。「操作・制御設備」の維持管理においては、機械設備のような従来品の修理や補修による長期供用ではなく、ダムコンの入替えに代表されるように更新や購入が主体となっていることがわかる。なお、例えばダムコンでは、経年化による補修部品の入手困難化等を契機として従来設備の更新が行われることが多いが、その際、従来設備より高い機能が付加されるケースが多いため、更新費用は機能向上のための投資分も含んだコストとなる。機械設備の修理や部品交換のように経年使用に伴う故障や機能低下分の回復を目的とした投資とはやや意味合いが異なる。

なお、平成 13 年度に「操作・制御設備」の設備更新を実施したダムを対象に設備・機器別にその更新費の平均費用を求めた。結果は図 2-2-6 のとおりで、ダムコン更新時の平均費用は 1.5 億円程度となっている。

c.「貯水池対策関係」の費用

ダム本体とは別に、ダムの管理上重要な要素となるのが貯水池対策関係のコストである。平成 13 年度の年間維持管理費におけるその内訳を図 2-2-7 に示す。同図によれば、堆砂対策、水質対策、法面保護に要するコストが大きいことがわかる。なお、ここで計上されている堆砂対策の費用は、平成 13 年度に構造物（貯砂ダム等）の工事を実施したダムが限られていたため、大部分が堆砂測量に伴うものである。

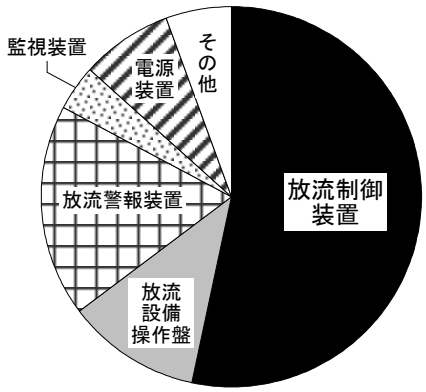


図 2-2-6「操作・制御設備」の更新費用

(2)維持管理費の経年変化

今回の調査では、各ダムの管理開始以降の毎年の維持管理費の推移についても調べた。事例としてある直轄管理ダムでの実績を図 2-2-8 に示す。横軸は供用年数、縦軸は各費目別維持管理の年間費用である。大規模な補修工事や近年整備が進んでいる光ケーブル設備等の設備増強、また定期的なダムコンの更新等が実施された年度については、一時的な維持補修費の増加により維持管理費全体額が押し上げられている。

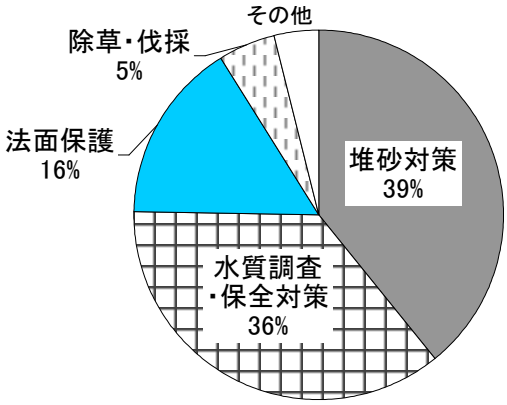


図 2-2-7「貯水池対策関係」費用内訳

なお、図 2-2-8 に示した事例を含む多数の調査ダムについてのデータを調べた結果、一般管理費は管理開始当初から一定の支出があり、その後少しずつ増加傾向にあるのに対し、維持補修費は管理開始当初は一般管理費に比べて小さいものの、以降増減を繰り返しながら長期的には明らかに増大する傾向がみられた。また、短期的な変動（年変動）にみると、一般管理費は年変動が小さいのに対して、維持補修費は必要に応じて支出される費用であることからも容易に推測されるように非常に年変動が大きいことがわかった。

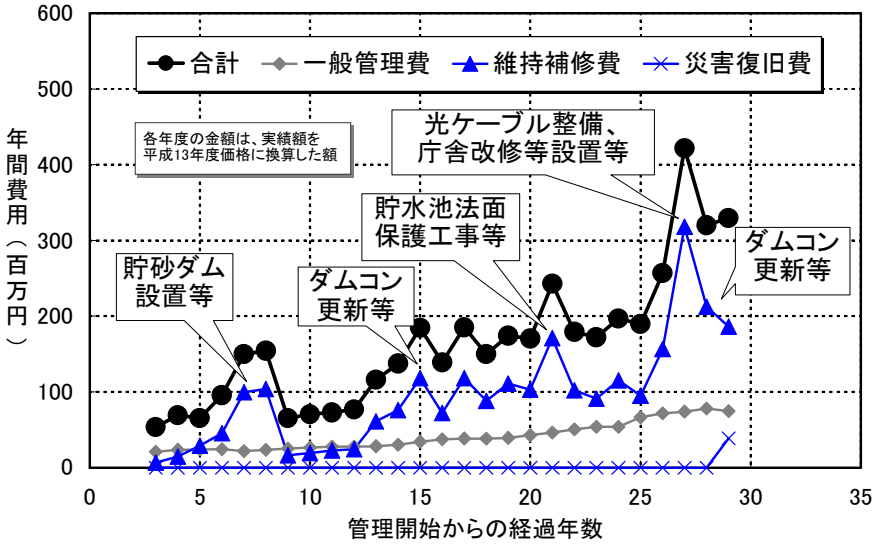


図 2-2-8 年間維持管理費の推移（あるダムの事例）

次に、調査対象ダム全体としての維持管理費の経年変化傾向をみるため、各ダムのデータを集計して一般管理費と維持補修費の別にそれぞれ示したものが図 2-2-9 および図 2-2-10 である。なお、これまでの分析から供用年数の違いにより維持管理コストの発生動向が異なると考えられるため、両図では、全調査対象ダムを供用年数別にグループ化した上で、供用開始時からの経過年数ごとに支出された費用を同一グループのダムについての平均値として求めた結果を示している。

まず、一般管理費について示した図 2-2-9 によれば、一般管理費が高くなっているダムは供用年数の短いダム（比較的最近建設されたダム）に多いことがわかる。これは、近年のダム管理の高度化に伴う各種管理設備の充実が一因と考えられる。また、年間一般管理費の大きさ（額）についてその経年変化をみると、管理開始からの年数に対して長期的にはどの供用年数のダムもほぼ一定の割合で増大傾向にあることがわかる。定常的コストに相当する一般管理費は、管理すべき施設や設備が不変であればほぼ一定額で推移するものと考えられるが、ここでの結果が増加傾向を示しているのは、初期につくられたダムを含め、その後の情勢に応じて少しずつ管理設備の増強やそれに伴う管理体制や点検整備の充実が図られてきたことを反映した結果とも考えられる。

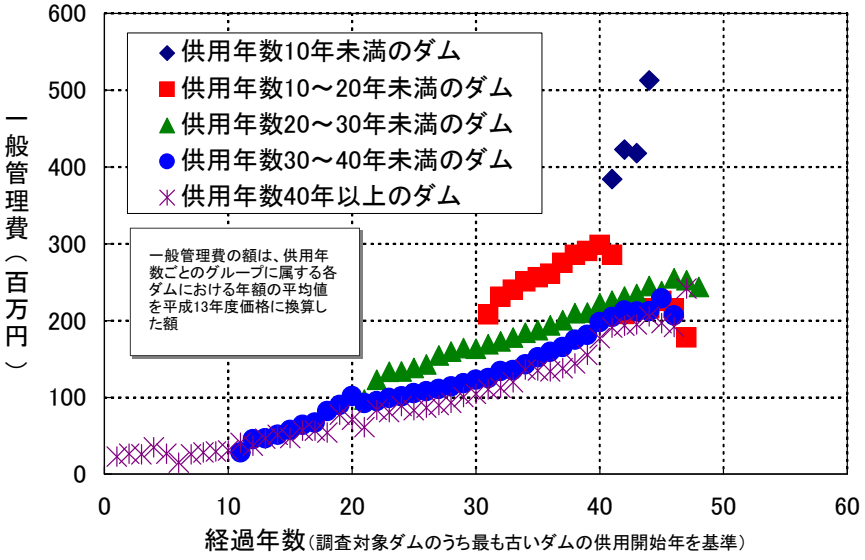


図 2-2-9　年間一般管理費の経年変化

一方、維持補修費について示した図 2-2-10 をみると、まず、供用年数の短いダム（10 年未満のダム）では、維持補修費が小さいことがわかる。また、長期的な変動としては全体的に増加傾向にあることが明らかである。これは、供用年数の増加に伴い補修工事など従前の施設機能を回復するために必要となる費用が次第に増加してきていることのほか、管理設備の増強や改良によるダムの機能向上を目的とした投資が行われていることも要因と考えられる。

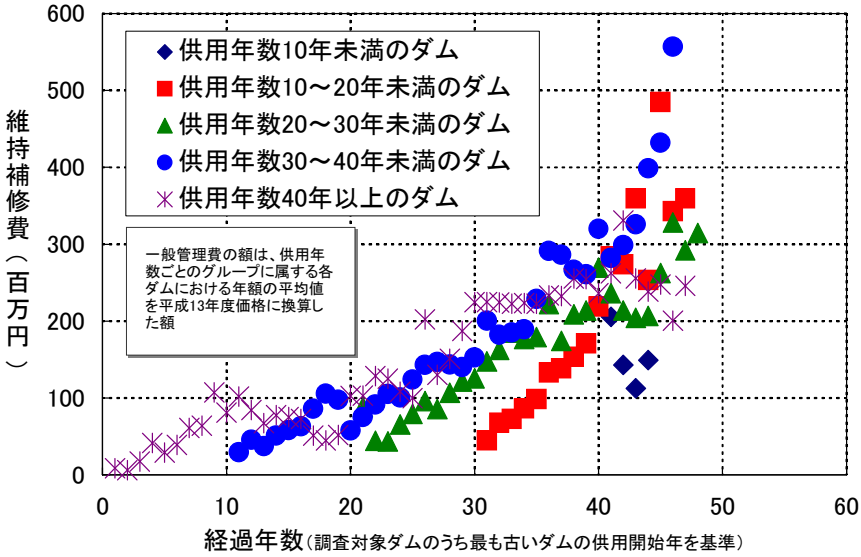


図 2-2-10　年間維持補修費の経年変化

2－3.　ダムのライフサイクルマネジメントに向けて

1）ダムの維持管理コストの発生特性

ここまで、全国調査結果をもとにダムの維持管理コストの実態について述べた。しかし、実際のダム管理に長期的な維持管理計画に基づくライフサイクルマネジメントの考え方を導入するには、将来の発生コストの予測・評価が欠かせない。この点に関し、現時点ではその具体的手法を示すには至らないものの、これまでの分析結果を踏まえれば、ダムの維持管理コストはその発生特性に応じ、表 2-3-1 に示すとおり、①定常的コスト、②周期的コスト、③随時的コストおよび④偶発的コストに分けて捉えることが合理的と考えられる。なお、そのイメージを図 2-3-1 に示す。

このような考え方をもとにしてその発生特性を踏まえた維持管理コストの発生予測モデルが構築できれば、ダムのライフサイクルコストの試算結果をもとにコスト面から定量的に長期的な維持管理計画を評価することができ、非常に有用な情報となろう。

表 2-3-1　発生特性に応じたダムの維持管理コストの分類

区分	発生特性	該当する費用の例	特徴等
① 定常的費用	毎年定常的に発生する費用	・人件費　・電力費　・燃料費 ・各種の定期的な点検、調査等の費用 ・その他の日常的な維持費用 など、おもに一般管理費に該当する費用	・基本的にはほぼ一定額と考えられる。 （ただし、やや増加傾向が見られるダムも多い。管理体制や設備の充実が一因と考えられる。） ・年変動は小さい。 ・将来の予測は比較的容易。

② 周期的費用	一定の期間ごとに発生する費用	維持補修費に該当する費用のうち ・ゲート塗装費用 ・ダムコン更新費用 など	・何年かにごとにほぼ定期的に発生。 （ただし、その発生周期や発生額は、施設・設備の劣化度合いなどにより影響を受ける。） ・次回の実施時期や費用が概ね予測可能。
③ 随時的費用	必要に応じて随時発生する費用	維持補修費に該当する費用のうち「周期的コスト」以外のもので、 ・堤体補修費 ・機械設備補修費 ・新たな管理設備の増設費用　など	・補修や更新が必要な損傷や機能低下の発生した場合に必要となる。 ・機能向上を目的とした費用も含まれる。 ・個々の施設、設備ごとの発生時期や費用の予測は容易ではないが、従前の検査結果や実績を踏まえた一般的傾向などからある程度は可能。 ・年変動が大きいが、巨視的にみると供用年数の増加とともに増大傾向にある。
④ 偶発的費用	事前に予測できない事象により発生する費用	災害復旧費用　など	・偶発的に発生するため発生時期、費用とも予測不可能。 ・計画上考慮するには確率的評価が必要

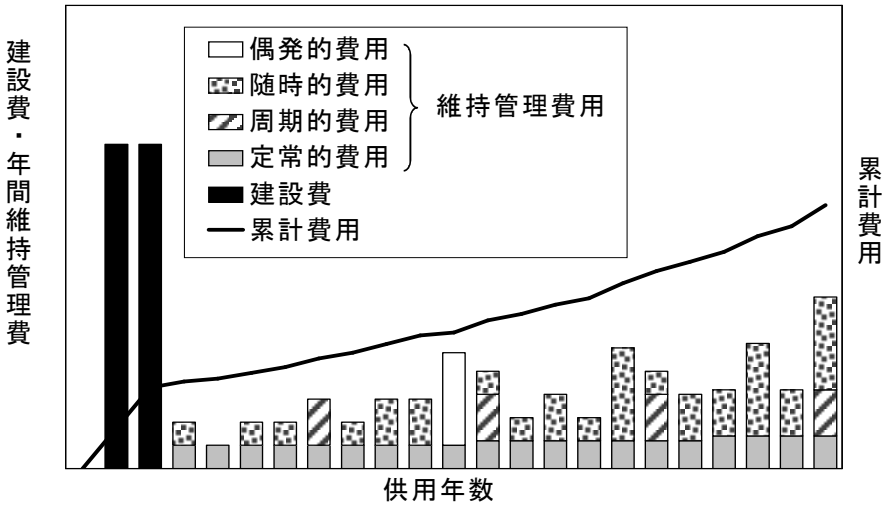


図 2-3-1　各種費用の発生特性を考慮し維持管理コストのモデル化の一例

2）これからのダムの維持管理

これまで、ダムの維持管理コストについて分析してきた。では、その特性を踏まえたダムのライフサイクルマネジメントとは、実際にはどのようなものであろうか。その具体の方法論は今後の検討課題であるが、現時点の知見から想定されるイメージとしてはおよそ以下のようなものではないだろうか。

① 現状把握のための検査

まず第一は、定期的、また必要に応じて当該ダムの各種施設・設備の状態を検査し、その結果により、損傷や劣化などによる機能低下の程度を様々な観点から評価することである。その際、他のダムとの比較や当該ダムにおける点検結果の経年的な動向から対策の優先度や緊急度を判断できるよう、基本的な検査は可能な限り共通の手法で行われること、またその結果は可能な限り共通の尺度で定量的に

評価されることが望ましい。なお、必要に応じて専門家の助言を求めることも重要であろう。具体的には、現在すでに実施されているダムの定期検査や総合評価などの活用が考えられる。

② 維持管理計画の立案

次の段階は、対策の優先度や適切な実施時期を明らかにすることである。①の評価結果に基づき、必要と思われる補修や設備更新等を含む維持管理計画の代替案を作成する。

③ 比較・分析

作成された維持管理計画の各代替案に基づき、長期的な発生コストを試算する。また、可能であれば当該計画に基づく対策を行った場合の効果についても予測する。そして、これらの結果をもとに、その時点で最適と思われる維持管理計画を選定する。なお、その際、さまざまに機能が異なる各種施設・設備間の関連づけをどうように考えるかが大きな問題となろう。

④ 対策の実施

以上の結果を踏まえ、予算その他の制約条件を勘案して適切な資源配分を行うことにより、各ダムにおいて適切な維持管理投資が実施されるものと期待される。なお、その後のダムの状態の検査結果やダム管理に対するニーズの変化や技術基準の改定、また技術開発の動向などが維持管理計画に絶えずフィードバックされるような仕組みとしておくことも重要であろう。

なお、このようなライフサイクルマネジメントの考え方に立った合理的な維持管理の仕組みについては、橋梁や道路舗装、また一般建築物等については既にかなりの検討が行われているほか、ダムについても内外において既に一定の取り組みが始まっている[3)]。

2－4. まとめ

以上、管理ダムの維持管理コストについての調査結果を示すとともに、おもにコスト面から今後のダムの維持管理のあり方について論じた。今一度要点を整理すれば以下の通りである。

① ダムの維持管理コストの大きさと構成

年間維持管理費用の大きさは、調査対象ダム（直轄・公団ダム）の平均で年間 3 億円強であり、概ね古いダムほど大きくなる傾向にある。また、全体費用のうち放流設備・取水設備関やダムコンをはじめとする操作・制御設備などの管理設備、および貯水池対策（堆砂対策、水質対策など）に係る費用が大きな比率を占める。堤体の補修そのものに対する負担は比較的小さい。

② ダムの維持管理コストの経年変化特性

一般管理費に相当する費用については、定常的なコストであると考えられ、その年変動、経年的変化とも小さいものの、長期的にはやや増大傾向が見られる。管理体制や設備の充実に伴う負担増が可能性として考えられる。

一方、維持補修費に相当する費用については、必要に応じて発生するコストであることを反映して年変動は大きい。そして、長期的には供用年数の増加に伴って増大する。経年化に伴うダムの機能維持に必要な補修費用の増大とともに、長期供用ダムの機能向上を目的とした投資もその要因と考えられる。

③ 発生特性によるダムの各種維持管理コストの分類

ダムの維持管理コストは、大きく定常的費用、周期的費用、随時的費用および偶発的費用に区分して捉えることができる。ライフサイクルコストの試算による将来発生コストの予測・評価には、このようなこのような発生特性の違いを考慮したモデル分析が有用と考えられる。

④ ダムの維持管理におけるライフサイクルマネジメントの必要性

「ストック・メンテナンスの時代」にあって、ダムの一層の長期供用を可能とするには、適時・適切な投資によりライフサイクルコストの低減を図っていく必要がある。そのためには、ダムの現状を的確に把握・評価した上で、その結果をもとに長期的な維持管理計画を立案し、適切な時期に適切な箇所に対し適切な手法で対策を講じていくための仕組みが必要である。

最後に、本稿で紹介した維持管理費の全国調査にあたり、データ提供並びに整理にご協力いただいた関係各位に紙面を借りて感謝申し上げます。

参考文献

1) 日本ダム協会:ダム年鑑(2002)
2) 国土開発調査会ほか:河川便覧(各年版)
3) 金銅将史、川崎秀明:ダムの維持管理コストとライフサイクルマネジメント:土木技術資料 Vol.45 No.6,pp.46-51(2003)

3章　空港施設保全マネジメント技術の高度化

空港土木施設には、航空機の運航を支える基本施設（滑走路・誘導路・エプロン）等、極めて重要な施設があり、その維持管理・保全業務の高度化、施設のサービスレベルの向上が求められている。基本施設などが一旦、損傷の発生等に見舞われた際には、人流・物流が停止する事態となり、社会的、経済的に大きな影響をもたらす。現在、空港土木施設の安全性・信頼性、定期性・定時性、経済性などの一層の向上による空港利用者（ユーザー）の満足度の最大化への取り組みが強く要請されている。このため、新たな維持管理・保全業務プロセスの構築およびその実行を確実・効率的に行うために不可欠な各種の技術や業務支援ツールを開発し、具体的な業務への活用を進めることで、高質な空港施設提供サービスを目指すこととしている。

３－１．空港土木施設管理に関する基準などの策定

これまでに形成された膨大な空港土木施設のストックは、今後、急速に劣化が進むものと予測される。これらのストックの健全性や信頼性を確保し、ライフサイクルコストなどを考慮した効果的・効率的な管理を行うことで施設の有効活用や長寿命化を図ることが重要となる。この実現のためには、新たな管理手法の導入や施設保全に有効なマネジメントの確立に向けた取り組みが必要となる。空港土木施設の管理にあたっては、その他社会・経済的な要請や動向および地域社会との共生にも十分配慮しつつ、業務を実施することが必要となる。具体的には、環境負荷の軽減、循環型社会の形成、高度情報化社会への移行などの様々な事項があり、施設管理者として対処が可能なものについては、積極的な取り組みが重要となる。

今後、ストックに対する管理技術は急速に発展するものと予想されており、空港土木施設の管理においても、これら新技術の導入を進めるとともに空港分野固有の管理技術課題に対する技術開発を強力に進めることが必要となる。

新たな維持管理・保全業務プロセスの構築にあたっては、関連する業務を確実・効率的に行うための基本的な業務要件を業務標準として示す必要があることから、まず、空港土木施設管理に関する基準などの策定を行うこととした。

１）基準などの体系

空港土木施設の維持管理・保全業務の現状および課題の把握のため、全国の空港事務所に対するアンケート調査および東京国際空港におけるヒアリング調査を行い、同業務プロセスの実態の把握および課題を抽出し、その対処方策の検討などを平成 13 年度に実施した。平成 14 年度には、その結果を踏まえ、空港土木施設管理に関する基準などの体系化の検討を行った。空港土木施設の管理技術は、技術的熟度、安全性との関連などから見て様々なレベルの内容より成り立っている。

そこで、管理の分野に係る空港土木施設管理基準等を規程および要領に分けて体系化することとした。

① 規程

管理を行うものが、まず決めなければならないことは、対象とする施設が必要な機能を確保するための具体的な点検、維持、修繕等業務の手法である。これらのうち、機能確保、安全性確保、経済性追求のために、管理業務実施者に相当の拘束力をもたせるべき内容あるいは決めるための基本的な考え方を規程として定めた。

② 要領

管理規程の解説として述べられるべきもののうち、現時点ではほぼ適切であると判断でき、管理業務実施者に遵守することを勧告すべき内容で量的にある程度まとまったものを、利用のしやすさを考え、要領として定めた。

空港土木施設管理に関する基準などの体系を図3－1－1に示す。

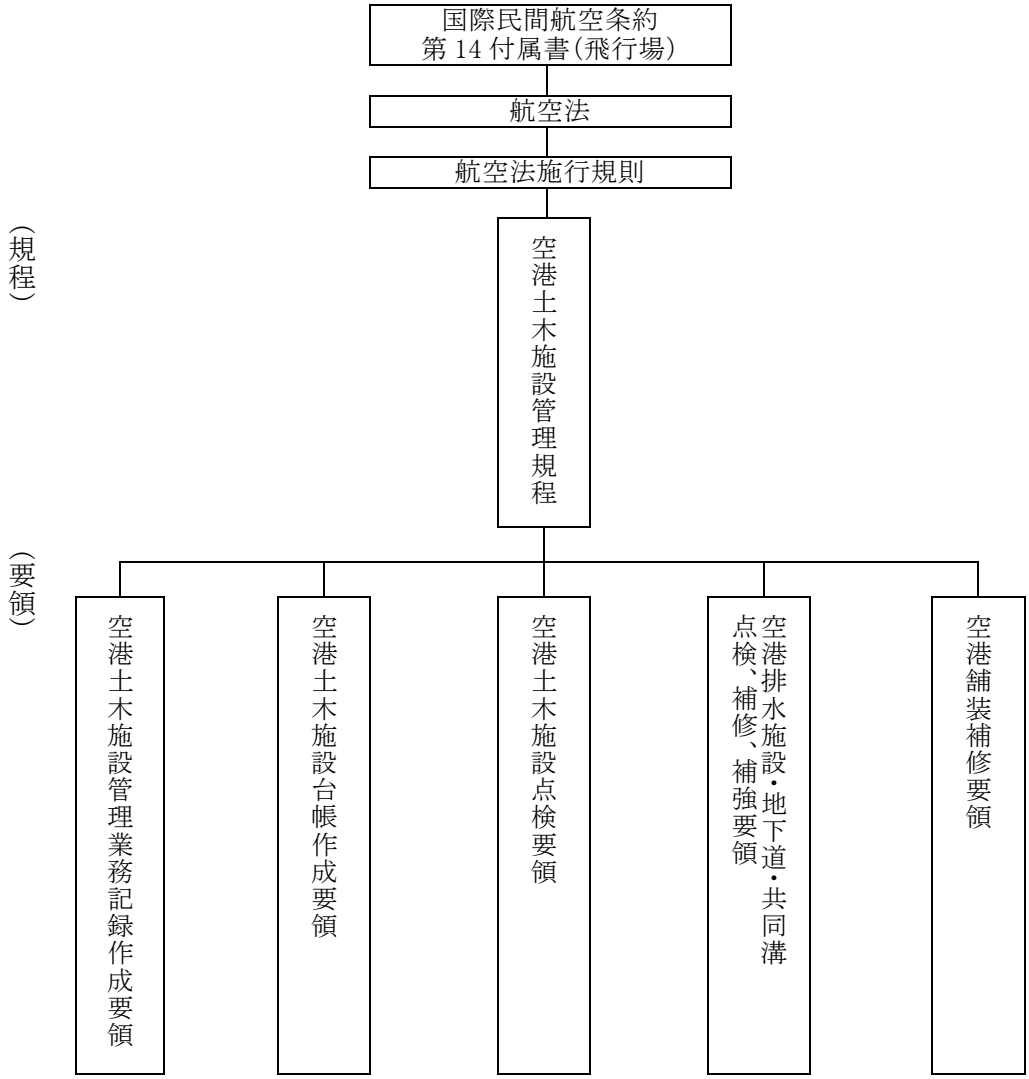


図3－1－1　空港土木施設管理に関する基準などの体系

2）空港土木施設管理規程

(1)適用

この規程は、空港土木施設がその機能を果たすために必要な事項を定めることにより、空港土木施設管理の的確な遂行に資することを目的とする。空港土木施設の管理は、航空法第 47 条（飛行場または航空保安施設の管理）、同法 55 条の 2（国土交通大臣の行う飛行場などの設置または管理）および航空法施行規則第 92 条（保安上の基準）に基づき、行わなければならない。空港土木施設管理の業務プロセスは、図3－1－2を標準とする。なお、適切な管理が可能な場合、当該空港での管理実績等を考慮し、業務プロセスの一部を変えてもよい。なお、合理的、経済的な管理を行うためには、本規程の内容を十分理解したうえで、空港土木施設の特性、現地条件等を十分検討し、管理を行うことが重要である。

これまでに形成された膨大な空港土木施設のストックは、今後、経年劣化の進行が予測される。これらのストックの健全性や信頼性を確保し、ライフサイクルコスト等を考慮した効果的・効率的な管理を行うことで施設の有効活用や長寿命化を図ることが重要となる。この実現のためには、新たな管理手法の導入や施設保全に有効なマネジメントの確立に向けた取り組みが必要となる。

この規程は、国土交通大臣が設置し、管理する第一種および第二種空港ならびに自衛隊および米軍の設置する飛行場で、公共用施設の指定等をされた飛行場のうち、国土交通大臣が管理する空港土木施設の管理に適用する。空港土木施設には、航空法施行規則第 79 条に規定されている以下に示す施設がある。

①滑走路
②着陸帯
③誘導路
④ショルダー
⑤飛行場標識施設

また、次に示す空港土木施設は、航空法施行規則第79条では規定されていないが、空港の機能を確保する上で不可欠な施設であり、管理の対象とする。

①滑走路端安全区域
②誘導路帯
③エプロン、エプロン標識施設、ランプ車輌通行帯等
④道路・駐車場
⑤排水施設、地下道、公益共同溝
⑥消防水利施設
⑦場周柵、ブラストフェンス、防音施設
⑧その他空港土木施設
⑨空港用地

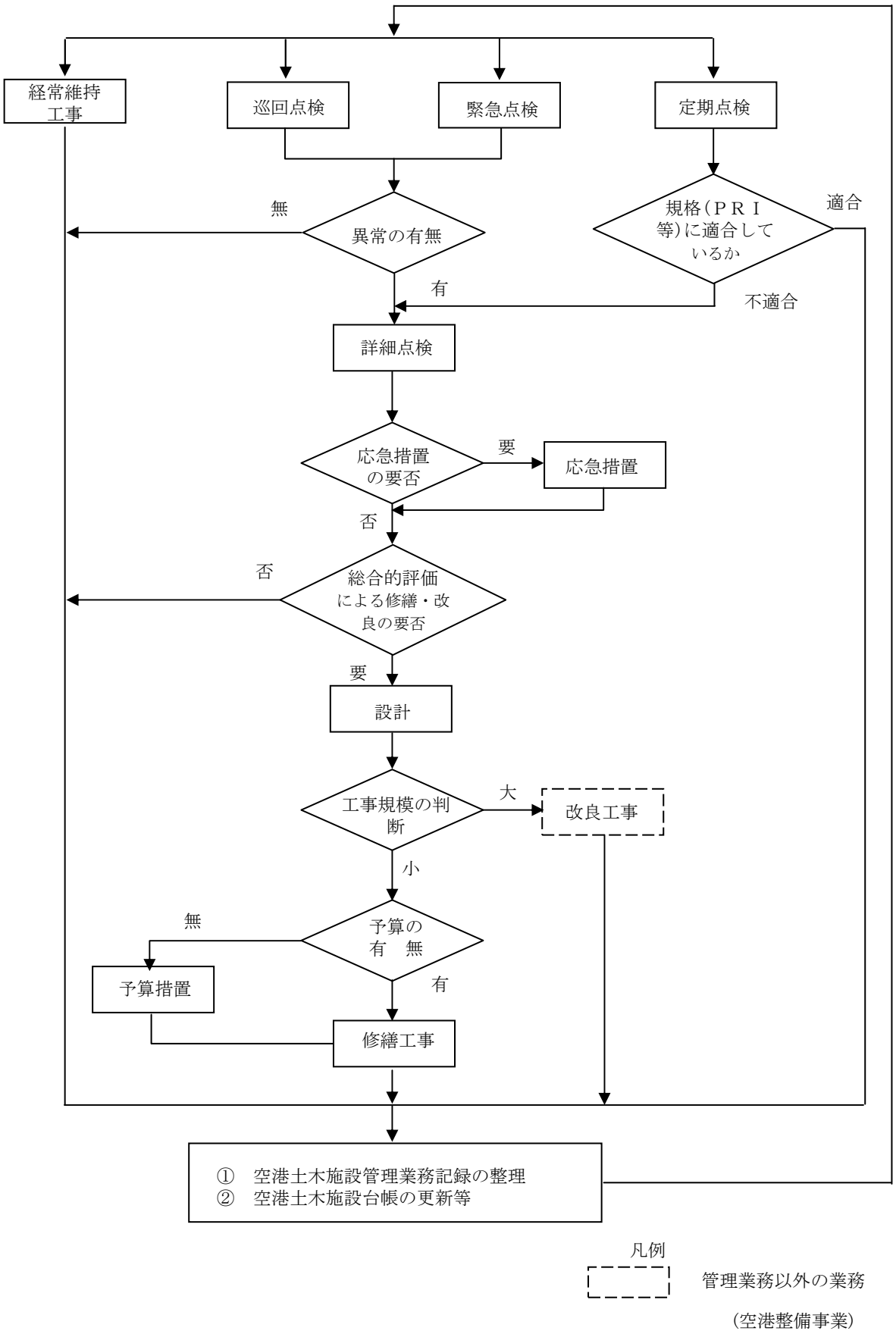


図3－1－2　空港土木施設管理の標準業務プロセス

(2)空港土木施設の管理

空港土木施設については、航空機の運航を直接支える滑走路などの基本施設など重要な施設を大量に保有しており、これら施設の健全性の維持には万全を期さなければならない。 このため、重要な施設の管理を従来の壊れてから直す「事後的な保全」から、壊れる前に手当する「予防的な保全」への移行に向けた有効な点検方法の確立への取り組みが重要となる。空港土木施設の点検は、必要とする機能を継続的に確保するため、各施設の特性や現地条件等に十分配慮し、適切かつ効果的に行わなければならない。また、点検結果は、空港土木施設の的確な管理を支援するための重要な情報となることから、十分な評価を行わなければならない。

空港土木施設の点検には以下のようなものがある。

① 巡回点検は、空港土木施設が正常に機能を果たしているか、主として目視により巡回して調べることをいう。特に舗装の巡回点検では、基本施設全域を対象とした点検を巡回点検（Ⅰ）、特定の区域を対象とした点検を巡回点検（Ⅱ）とし、さらに道路・駐車場を対象とした点検を巡回点検（Ⅲ）とした。

② 緊急点検は、地震、台風などの自然現象およびその他の理由による空港土木施設の被害状況、機能保有状況を巡回点検の方法に準じて点検することをいう。

③ 詳細点検は、巡回点検および緊急点検により異常箇所を発見した場合、その部分の詳細な調査を行うことをいう。

④ 定期点検は、空港土木施設の保全を図るために、定期的に調査測定を行うことをいう。

巡回点検および定期点検の点検項目と点検頻度は、表３－１－１および表３－１－２を標準とするが、当該空港の気象・海象・地象条件、航空機の運航状況、空港立地条件（軟弱地盤・高盛土など）、過去の点検実績等を総合的に検討し、点検項目および点検頻度を見直してよい。

空港舗装の巡回点検または緊急点検において異常が発見されたときには、必要に応じて舗装構造の健全性を調査しなければならない。調査には解体調査と非破壊調査があり、適切に選択のうえ、実施する。フォーリング・ウエイト・デフレクトメータ（FWD：Falling Weight Deflectometer）を用いた非破壊調査は、非常に有効な調査方法であり、空港舗装においても実用段階に達していることから、必要に応じて積極的な活用が望ましい。点検結果は、各種空港土木施設の管理業務を実施するにあたって、重要な施設情報となる。このため、点検によって得られたデータは総合的に評価を行い、管理業務に有効に活用しなければならない。

表3－1－1　巡回点検の点検項目と標準点検頻度

施設区分	点　検　項　目	標準点検頻度	備　考
滑　走　路	舗装の状況（全域）	3回／年	巡回点検（Ⅰ）
	舗装の状況（特定の区域注1）	9回／年	巡回点検（Ⅱ）
	標識の状況	3回／年	
	舗装表面の状況	3回／年	
着　陸　帯	表面の状況	2回／年	
	植生の状況	2回／年	
誘　導　路	舗装の状況（全域）	3回／年	巡回点検（Ⅰ）
	舗装の状況（特定の区域注1）	9回／年	巡回点検（Ⅱ）
	標識の状況	3回／年	
	舗装表面の状況	3回／年	
エ　プ　ロ　ン	舗装の状況（全域）	3回／年	巡回点検（Ⅰ）
	舗装の状況（特定の区域注1）	9回／年	巡回点検（Ⅱ）
	標識の状況	3回／年	
	舗装表面の状況	3回／年	
道路・駐車場	舗装の状況	3回／年	巡回点検（Ⅲ）
	標識の状況	3回／年	
	舗装表面の状況	3回／年	
空　港　用　地	のり面の状況	1回／年	
	排水施設の状況	1回／年	
	護岸の状況	1回／年	
重要な構造物注2	構造物の状況	1回／年	
その他構造物等注3	構造物の状況	1回／年	

注1）「特定の区域」とは、空港基本施設舗装全域のうち、航空機の離着陸・移動等に特に重要な区域およびその他舗装の劣化などの進行状況に特に注意を要する区域をいう。

注2）「重要な構造物」とは、航空機が逸脱した場合、構造物が破壊または損傷することにより、航空機が激しく損傷し、人命に危害が生じる恐れが大きい構造物、あるいは、空港の機能上の被害が甚大となるような構造物をいう。具体的には、橋梁、擁壁、各種カルバート、共同溝などのうち重要なものをいう。

注3）「その他構造物」とは、「重要な構造物」以外の構造物をいう。具体的には、場周柵、ブラストフェンス等である。

注4）経常維持工事で報告されるものは、上記点検項目からは除く。

表3－1－2　定期点検の点検項目と標準点検頻度

施設区分	点検項目	標準点検頻度
滑　走　路	縦断勾配 横断勾配 湿潤時の摩擦係数の測定	1回／3年 1回／3年 1回／年
	（コンクリート舗装の場合） ひび割れ 目地部破損 段差	 1回／3年 1回／3年 1回／3年
	（アスファルト舗装の場合） ひび割れ わだちぼれ測定 平たん性	 1回／3年 1回／3年 1回／3年
着　陸　帯	縦断勾配 横断勾配	1回／3年 1回／3年
誘　導　路	縦断勾配 横断勾配	1回／3年 1回／3年
	（コンクリート舗装の場合） ひび割れ 目地部破損 段差	 1回／3年 1回／3年 1回／3年
	（アスファルト舗装の場合） ひび割れ わだちぼれ測定 平たん性	 1回／3年 1回／3年 1回／3年
エ　プ　ロ　ン	（コンクリート舗装の場合） ひび割れ 目地部破損 平たん性	 1回／3年 1回／3年 1回／3年
	（アスファルト舗装の場合） ひび割れ わだちぼれ測定 平たん性	 1回／3年 1回／3年 1回／3年
重要な構造物 （橋梁、擁壁、各種カルバートなどのうち重要なもの）	打音 ひび割れ	1回／5年 1回／5年

(3)報告および応急措置

空港土木施設に異常が生じ、航空機の安全な運航を阻害するおそれがある場合には、ただちに、当該施設の継続供用の可否を判断し、関係機関への連絡などの適切な措置を講じなければならない。また、空港土木施設に異常が生じ、当該施設の継続供用ができない場合は、応急復旧工事などの措置をとらなければならない。

(4)空港土木施設台帳の整備

空港土木施設の管理者は、施設の現況を明らかにし、円滑な管理を支援するため、空港土木施設台帳を作成しなければならない。また、当該施設に変更のあった場合には、その都度更新しなければならない。 空港土木施設台帳に記載すべき事項は、空港土木施設の概要と空港土木施設の現況とする。

空港土木施設台帳に記載すべき項目は、空港の設置管理者が管理する土木施設であり、表3－1－3を標準とするが、管理上有効な情報を必要に応じて追加することが望ましい。

表3－1－3　空港土木施設台帳の記載項目

区　　分	項　　目
空港土木施設の概要	空港土木施設の整備沿革、整備状況、施設諸元等に関する事項
空港土木施設の現況	
一 般 平 面 図	空港位置図、空港平面図、形状寸法図、ターミナル地区詳細図、標識図、標識詳細図、植生等整備図、縦断図、測量成果一覧表
舗 装 構 造	舗装区分図、整備歴図、標準断面図、舗装構成図、設計条件等、舗装目地割り図、目地構造図、グルービング図、その他図面、数量表
排 水 施 設	配置図、流域図、構造図、設計条件、その他図面、数量表
場　周　柵	配置図、構造図、設計条件、その他図面、数量表
ブラストフェンス	配置図、構造図、設計条件、数量表
消 防 水 利 施 設	配置図、配管経路図、構造図、設計条件、数量表
護　　岸	配置図、構造図、設計条件、数量表
の　り　面	配置図、構造図、設計条件、数量表
橋　　梁	配置図、構造図、設計条件、数量表
その他の土木施設	配置図、構造図、設計条件、数量表

(5)空港土木施設管理業務記録の整理

空港土木施設の点検、調査、測量、設計、維持、修繕、試験、研究等を実施した場合には、その内容などを整理し、記録しなければならない。 また、地震・異常気象データ、空港土木施設の災害状況などの記録についても可能な限り整理、蓄積しなければならない。空港土木施設管理業務記録として整理すべき事項は、工事関係、除雪関係、点検関係、調査・研究関係およびその他必要事項とする。

3）空港土木施設点検要領

(1)目的

本要領は、空港土木施設管理規程に定める空港土木施設の点検方法について一般的な事項を定めることにより、効率的な点検の実施に資することを目的とする。本要領では、舗装、着陸帯、のり面、排水施設および構造物を対象に巡回点検、緊急点検、詳細点検および定期点検の各点検業務ごとにその方法等を定めている。ここでは、空港土木施設のうち、特に厳しい使用条件下にあり、その機能が損なわ

れると空港全体の運用に重大な支障を来たす滑走路などの舗装構造物に対する点検について、その概要を示す。なお、本要領で示す点検方法は標準的なものであり、すべての事項について必ずしも厳密に従うよう、規制するものではない。常に当該空港の舗装特性や運航条件などを考慮し、合理的な点検に努めなければならない。

(2)舗装の点検

(a)巡回点検

舗装の巡回点検においては、施設の重要度や異常の進行状況等により、表3－1－4に示す巡回点検を標準とする。

表3－1－4　巡回点検の区分とその内容

施設区分	巡回点検の区分 (標準点検頻度)	内　　容
滑走路 誘導路 エプロン	巡回点検(Ⅰ) (3回／年)	①空港基本施設舗装全域について、正常に機能を果たしているか調べる。 ②点検は主に徒歩による目視観察が望ましい。
	巡回点検(Ⅱ) (9回／年)	①特定の区域注)が正常に機能を果たしているか調べる。 ②車輌による目視観察を標準とするが、必要に応じて徒歩により目視観察を行うものとする。点検で確認する異常の種類は、アスファルト舗装ではひび割れ、コンクリート舗装ではひび割れと目地破損とする。
道路・ 駐車場	巡回点検(Ⅲ) (3回／年)	①道路・駐車場の舗装が正常に機能を果たしているか調べる。

注)　「特定の区域」とは、空港基本施設舗装全域のうち、航空機の離着陸・移動等に特に重要な区域およびその他舗装の劣化などの進行状況に特に注意を要する区域をいう。

なお、 巡回点検(Ⅰ)、(Ⅱ)の実施時期については、表3－1－5を参考にするとよい。

表3－1－5　実施時期

巡回点検の区分	実施時期
巡回点検(Ⅰ)	繁忙期の前(ゴールデンウィーク、夏季および年末年始)。
巡回点検(Ⅱ)	巡回点検(Ⅰ)の実施月を除き、概ね月1回。

また、舗装の点検項目として、表3－1－6に示す異常の形態がある。

表3－1－6　点検項目と異常の形態

点検項目	異常の種類	異常の形態		
		滑走路・誘導路・エプロン		道路・駐車場
		アスファルト舗装	コンクリート舗装	
舗装の状況	ひび割れ	ヘアクラック 線状ひび割れ 亀甲状ひび割れ 施工目地の開き リフレクションクラック	縦横断方向ひび割れ 隅角部ひび割れ	線状ひび割れ 亀甲状ひび割れ 施工目地の開き
	変形	わだちぼれ 縦断方向の凹凸 コルゲーション くぼみ タイヤ跡	縦断方向の凹凸	わだちぼれ くぼみ
	段差	構造物付近の段差	構造物付近の段差 コンクリート版間の段差	構造物付近の段差
	摩耗	ラベリング ポリッシング はがれ	ポリッシング はがれ(スケーリング)	
	崩壊	ポットホール はく離	穴あき	ポットホール
	グルービグの異常	グルービングの角欠け グルービングの目潰れ		
	目地破損		目地材破損 目地縁部欠損	
	座屈		ブローアップ クラッシング	
	表面の異常	ブリージング きず ブリスタリング	スラブの持ち上がり きず	噴泥
標識の状況	標識の異常	マーキングの不鮮明 めくれ	マーキングの不鮮明 めくれ	区画線の不鮮明 めくれ
舗装表面の状況	ゴム付着	ゴム付着	ゴム付着	
	油汚れ	油汚れ	油汚れ	油汚れ
	異物	異物	異物	異物

(b)緊急点検

点検は、被害の有無を確認するとともに、被害があった場合は、その原因、状況を十分に検討し、適切に行わなければならない。点検は、巡回点検の方法に準じ、速やかに点検を完了させなければならない。地震発生時の緊急点検は震度 4 以上とする。また、異常箇所の情報は、速やかに整理し、緊急時の対応のために定められた連絡体制に従い、適切に報告しなければならない。

(c)詳細点検

詳細点検には、舗装路面の調査、舗装構造の調査および継続的な目視調査が含まれる。点検の範囲は、異常の程度により舗装路面の調査のみとするか、舗装構造の調査までを対象とするかに分けられる。舗装路面および舗装構造の調査と評価は、「空港舗装補修要領(案)」に準じて行えばよい。 舗装構造の調査では、空港の運用に与える影響を少なくするため、非破壊調査が望ましい。また、近年、FWDによる非破壊調査の有効性等が空港舗装に対しても確認されており、今後一層の活用を進めていくこととする。なお、解体調査の有効性にも十分考慮し、FWD調査との組み合せも含め、適切な調査を行う。

(d)定期点検

点検にあたっては、空港舗装の供用性に関わる路面の性状等を適切に評価できる点検項目を選定し、実施しなければならない。アスファルト舗装の路面評価項目は、ひび割れ、わだち掘れ、平坦性の 3 項目、また、コンクリート舗装の路面評価項目は、ひび割れ、目地部の破損、段差の 3 項目とする。

アスファルト舗装の路面の評価は、ひび割れ、わだち掘れ、平坦性の3項目の調査結果を用い、次式により算出されるPRI(Pavement Rehabilitation Index)に基づき、表3－1－7に示す評価基準により行う。

PRI＝10－0.45CR－0.0511RD－0.655SV

ここに PRI:舗装補修指数

CR :ひび割れ率(%)

RD :わだちぼれ(mm)

SV :平 坦 性(mm)(縦断方向の凹凸の標準偏差)

表3－1－7 PRIの評価(アスファルト舗装)

舗 装 区 域	評 価		
	A	B	C
滑 走 路	8.0以上	3.8以上8.0未満	3.8未満
誘 導 路	6.9以上	3.0以上6.9未満	3.0未満
エ プ ロ ン	5.9以上	0以上5.9未満	0未満

(注) A:補修の必要はなし

B:近いうちの補修が望ましい

C:できるだけ早急に補修の必要がある

コンクリート舗装の路面の評価は、ひび割れ、目地部の破損、段差の3項目の調査結果を用い、次式により算出されるPRIに基づき、表3－1－8に示す評価基準により行う。

PRI＝10－0.29CR－0.296JC－0.535SV

ここに　PRI:舗装補修指数

CR　:ひび割れ度(cm/m^2)

JC　:目地部の破損率(%)

SV　:段差(最大値)(mm)

表3－1－8　PRIの評価(コンクリート舗装)

舗 装 区 域	評　　価		
	A	B	C
滑 走 路	7.0以上	3.7以上7.0未満	3.7未満
誘 導 路	6.4以上	2.3以上6.4未満	2.3未満
エ プ ロ ン	5.7以上	0以上5.7未満	0未満

(注)　A:補修の必要はなし

B:近いうちの補修が望ましい

C:できるだけ早急に補修の必要がある

なお、 補修の実施の要否は、他の調査も含め、総合的に判断する。

また、滑走路面の摩擦特性の測定は、必要に応じて定期的に自動湿潤機能を有する連続摩擦測定装置により実施しなければならない。すべり摩擦係数測定器は、SFT(サーブ・フリクション・テスター)を標準とする。測定結果の評価の目安としては、測定速度が 95km/h の時、すべり摩擦係数　0.44 以下の場合には、ゴム除去などの処置の検討が必要となる。

滑走路、誘導路の縦横断勾配は、水準測量を行って求める。また、測点間隔は表3－1－9を標準とする。

表3－1－9　縦横断測量の測点間隔

項目 / 施設	縦 断 測 量	横 断 測 量
滑 走 路	滑走路中心線に沿って 100mごとの点および勾配変化点	縦断 100mごとの測点において、滑走路中心線に直角方向の測線に沿って、滑走路を5mごとの点および変化点
誘 導 路	誘導路中心線に沿って 100mごとの点および取付誘導路交点	縦断 200mごとの測点において、誘導路中心線に直角方向の測線に沿って誘導路を5mごとの点および変化点

4) 空港土木施設管理に関する基準などの整備状況

「空港土木施設管理規程」、「空港土木施設点検要領」、「空港土木施設台帳作成要領」および「空港土木施設管理業務記録作成要領」については、これら基準などの案による試行およびその評価を踏まえ、一部見直しを経て、平成 15 年 12 月から適用されている。「空港舗装補修要領」については、案による試行中であり、現在、「空港排水施設・地下道・共同溝点検、補修、補強要領」(案)の策定作業を進めている。

３－２． 次世代空港施設維持管理戦略(仮称)(案)の策定

わが国の空港施設は、経済効率性などの観点から、例外的な空港を除く、ほとんどの空港においては、空港の管理・運用に最小限必要となる最小単位・規模で整備されている。このため、空港施設提供サービスは、施設の冗長性が極めて小さい中、行わざるを得ない状況下に置かれている。空港施設が一旦、損傷の発生や事故・災害等に見舞われた際には、人流・物流が停止する事態となり、社会的、経済的に大きな影響をもたらす。特に滑走路の閉鎖が行われた場合、その影響は著しい。

一方、広範な分野の社会・経済インフラにおいて、ストックの有効活用、活性化、効率化等が強く求められており、空港分野のインフラでも、その有効な取り組みが重要な課題となっている。現在、空港土木施設の維持管理・保全業務プロセスでは、定期的な点検等により、施設・構造物に不具合の発生が予想される場合、主として空港土木技術者の知見・経験に基づき、施設の改良や修繕・補修などの業務を実施している。しかしながら、今後、空港土木施設の調査・点検、補修・改修などの維持管理・保全業務の高質化を図るためには、空港施設の予防保全、ライフサイクルコストの最小化、長寿命化技術などの広範で高度な技術の導入が空港ストックの有効活用、活性化等に不可欠となる。

このため、空港土木施設の安全性・信頼性、定期性・定時性、経済性などの一層の向上による空港利用者(ユーザー)の満足度の最大化への取り組みとして、新たな維持管理・保全業務プロセスの構築を行うため、次世代型の空港施設維持管理・保全業務の確立に必要な戦略の策定を行う。また、その実行を確実・効率的に行うため、同戦略に基づき、各種資源を結集して、高質な空港施設提供サービスを強力に推進する。

1） 策定方針

(1) 戦略策定の背景

本戦略は、以下に示すような各種の要請を背景に策定が行われた。

① 空港利用者からの高水準の空港施設提供サービスの要請に対する、的確な対応の必要性の増大
（具体的には、安全性、定時性、定期性、高い費用対効果などの実現）

②空港と周辺地域社会との一層の共生推進の必要性の増大
（具体的には、環境改善、地域への貢献など）

③多様な社会・経済的な要請への積極的な対応の必要性の増大
（具体的には、事業・事務の効率化、コスト構造改革、透明性、説明責任、環境の保全、既存ストックの有効活用、リサイクルの推進など）

(2) 戦略策定の意義・必要性

安全で効率的な航空輸送の確保には、航空機の離着陸・移動および空港利用者のアクセスなど必要な空港施設の経済的・効率的で有効な維持管理・保全業務の実施が重要となる。空港施設は、多くの制約条件下での立地や過酷な使用条件などにより、常に、施設・構造物の破損、急速な構造部材の劣化や機能の低下などに直面しており、このため、高度な技術に基づく効果的な維持管理・保全業務の実

施が要請されている。また、近年、空港施設の維持管理・保全業務を取り巻く状況は大きく変化しており、空港利用者からの高水準の空港施設サービスの提供への要求、空港周辺地域社会との共生の必要性の増大、多様な経済・社会的な要請等が一段と高まっている。

一方、財政などの各種の制約条件の拡大を考えると、今後、従来の業務プロセスに基づく、維持管理・保全では、必要な業務品質の維持は困難となることが予測されることから、業務プロセスの抜本的な見直し、新技術の導入等による新たな業務プロセスの構築が必要となる。

新たに構築する業務プロセスでは、空港施設提供サービスの総合的な品質の向上を目指すことから、組織および職員に対して、取り組みへの明確な姿勢（理念）、あるべき姿に対する具体的な設定（目標）、目標を実現するための道筋（戦略）および具体的な施策（行動計画）の共有を行うとともに、投入される各種資源の効率的な配分などが重要となる。このため、空港施設維持管理・保全業務の高質化推進の要として、また、確実・効率的な実行を図ることを目的として、次世代空港施設維持管理戦略を策定することとした。

（3）戦略の性格

本戦略は、空港施設提供サービスの総合的な品質向上を目指すため、今後、空港施設の維持管理・保全業務の計画立案、実施関係機関などが一体となって取り組むべき施策などの展開の方向性および推進方策を示すものとする。

（4）戦略の構成および基本的な枠組み

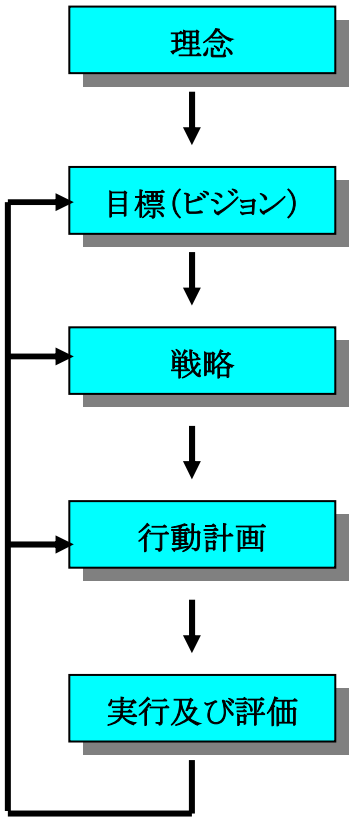


図３－２－１　世代空港施設維持管理戦略の構成等

2）次世代空港施設維持管理戦略(仮称)（案）の策定

平成 14 年度調査において抽出された空港施設の維持管理・保全業務の課題に対し、導入可能な様々な資源を計画的に投入し、空港施設提供サービスの向上を図るための新たな業務プロセスの構築や新技術の導入の拡大などの推進を戦略的に実行する方策の検討を踏まえ、戦略書では、①空港利用者からの高水準の空港施設提供サービスの要請に対する的確な対応の必要性の増大②空港と周辺地域社会との一層の共生の推進の必要性の増大③多様な社会・経済的な要請への積極的な対応への必要性の増大などの社会・経済的な要請に対し、的確な対処を目指し、策定を行った。新たに構築する業務プロセスでは、空港施設提供サービスの総合的な品質の向上を図るため、組織および職員に対して、取り組みへの明確な姿勢（理念）、あるべき姿に対する具体的な設定（目標）、目標を実現するための道筋（戦略）および具体的な施策（行動計画）およびその実行と評価について検討を行い、空港施設維持管理・保全業務の高質化推進の要として、また、確実・効率的な実行を図ることを目的として、平成 15 年度に次世代空港施設維持管理戦略(仮称)（案）を策定した。

3－3. 空港舗装点検等支援システムの開発

航空機の運航を支える基本施設（滑走路、誘導路、エプロン）等、極めて重要な施設があり、その保全業務の高質化、施設のサービスレベルの向上が求められている。特に、航空機の安全運航・事故防止の観点から、基本施設の健全性の確保には万全を期さねばならない。空港土木施設の維持管理・保全にあたっては、施設の重要度に基づく合理的な業務の実施が必要となる。（図3－3－1 参照）

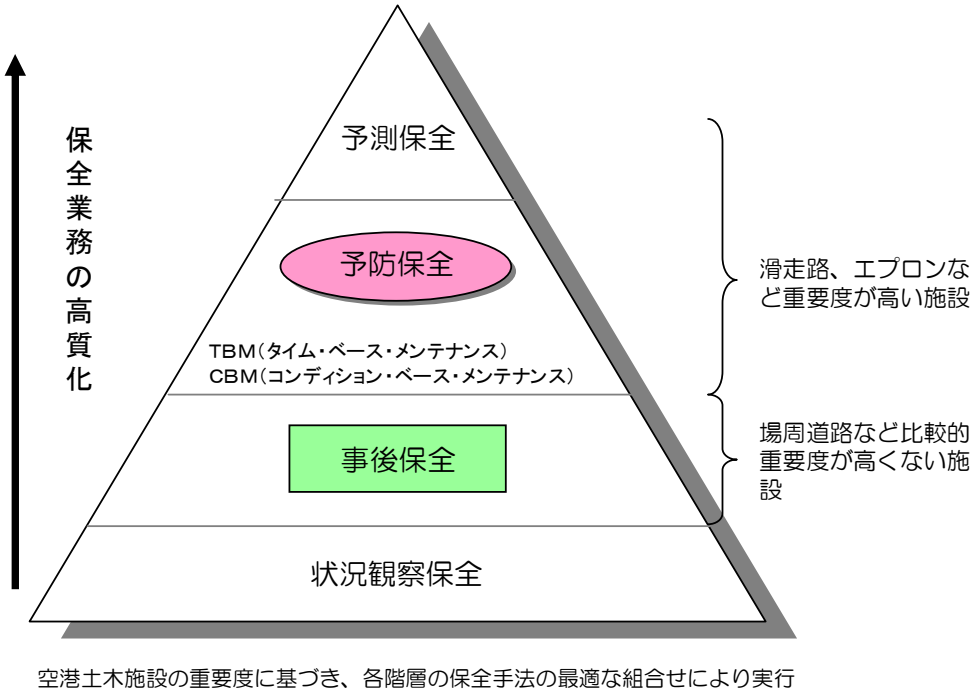


図3－3－1 空港施設の維持管理・保全業務の高質化

従来、「事後的な保全（事後保全）」として行われてきた空港土木施設の維持管理・保全業務について、空港施設が要求される性能の限界に至る前に補修等を行う「予防的な保全(予防保全)」を重視した業務プロセスの導入を図ることにより、空港施設の機能の確実な保持に基づく、航空機運航の安全性・定時性向上が求められている。

予防保全の導入においては調査・点検にかかる情報を点検データベースとして蓄積し、経常維持工事や修繕・改良工事にかかる情報を工事データベースとして蓄積することにより、新たに「評価」「診断」「劣化診断予測」を行う場合の情報源として整備することが有用である。これらは、空港施設 CALS システムの活用により実現を図ることとしている。

また、空港土木施設の維持管理・保全業務を行う熟練技術者（エキスパート）の減少や、技術的判断の高度化・多様化に対応するため、点検技術、評価技術、調査技術、予防保全技術、補強補修技術を体系化し、空港土木施設の維持管理・保全技術を早期に整備することが不可欠である。

一方、各空港における維持管理・保全業務の現状は、舗装の異常（破損・変形）に対して補修・修繕は、事後的な対処に留まっている。また、高度な舗装管理ノウハウを持った熟練技能者（エキスパート）の減少も、将来の不安材料となっている。

これらの現状課題を解決し、さらに舗装の点検および必要に応じた適切な処置である補修などの業務の高質化を図るためには、新たな業務プロセスの導入に基づく、舗装点検などの業務を支援する情報システムの開発が有効であることから、空港舗装点検等支援システムの開発を進めることとなった。

(1)空港舗装点検等支援システム

空港舗装の予防保全の効果的・効率的な業務の実施を支援するためのツールの1つとして、空港施設 CALS システムとの連携に基づく、空港舗装点検等支援システムの導入へ向けた取り組みを平成 15 年度に着手した。空港舗装点検等支援システムのイメージを図3－3－2に示す。

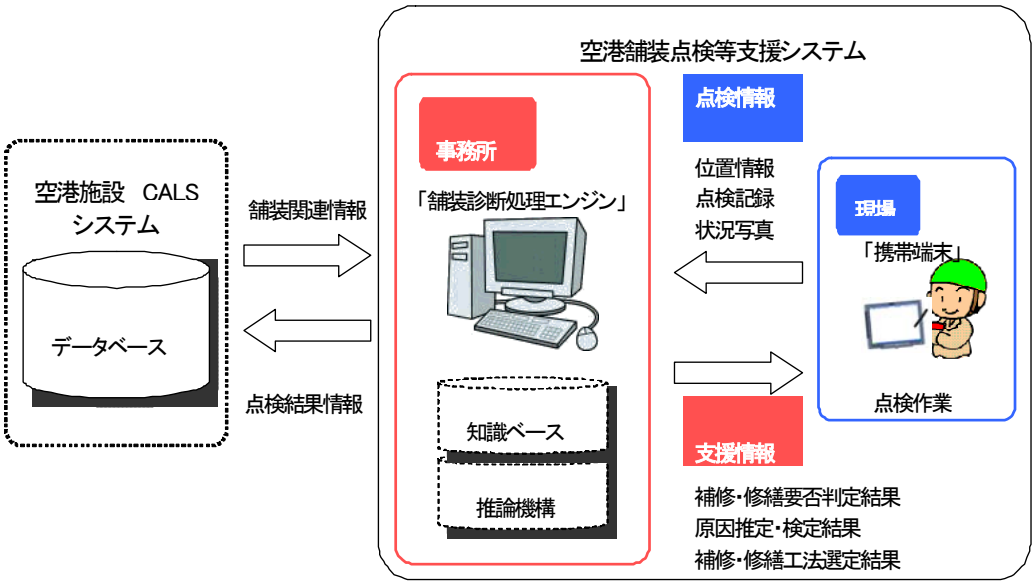


図3－3－2　空港舗装点検等支援システムのイメージ

(2)舗装診断処理エンジン

舗装診断処理エンジンは、図3－3－2に示す空港舗装点検等支援システムのうち、知識ベースと推論機構の部分であり、補修・修繕要否判定、原因推定・検定および補修・修繕工法選定にかかる業務支援を目的とする。表3－3－1に示す支援情報を提供することで、そのプロトタイプモデルの開発を行った。なお、推論機構（推論エンジン）と知識ベースを分離する「知識情報処理」での構築を基本とした。

表3－3－1　提供支援情報および内容

提供支援情報	提供支援内容
補修・修繕要否判定支援	舗装の補修・修繕要否を以下の 3 段階の判定区分で判断し、利用者に提供する。 （判定区分） Ⅰ：必要に応じて経過観察を行う Ⅱ：詳細点検を実施して、必要に応じて応急措置を行う Ⅲ：応急措置を施した後に、必要に応じて修繕等を行う
原因推定・検定支援	舗装の異常原因を異常の形態および特徴より推定し、妥当性を検定し、利用者に提供する。
補修・修繕工法選定支援	適切な補修・修繕工法を選定し、利用者に提供する。

平成 16 年度は、診断処理で使用する知識ベースを検証するため、図3－3－3に示すプロトタイプエンジンの開発を行った。

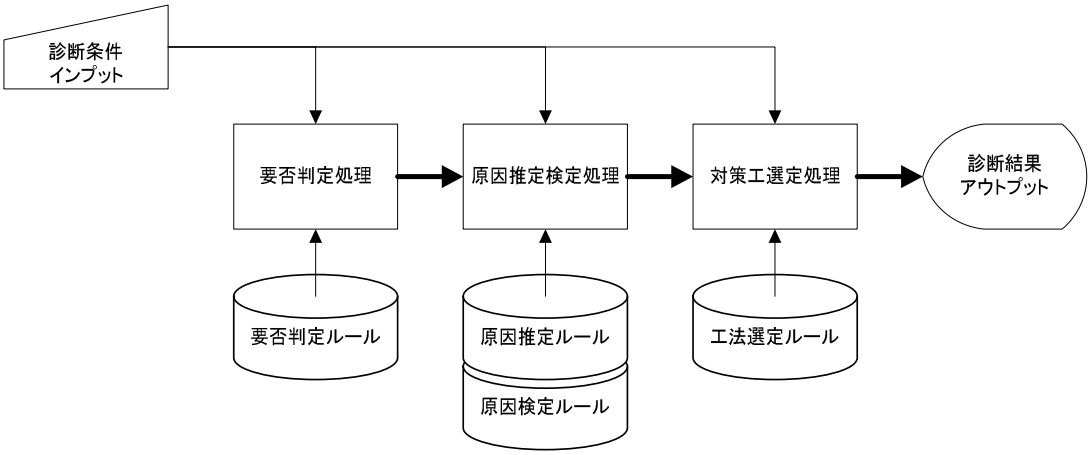


図3－3－3　舗装診断処理プロトタイプエンジンのイメージ

(a) 知識ベース

知識ベースは、専門家（エキスパート）の知識を定められた知識表現によって記述したものを格納したものである。知識表現は、複数の条件とその条件の組み合わせによって決まる行動の関係を簡単な表形式を用いて整理する方法である「ディシジョンテーブル型」、または、ある情報を知ることにより、他のどんな情報を得る（あるいはどんな行動をとる）ことができるのかという観点から記述したもので、　基本的な

形式をIf 前提 Then 結論（または行動）とする「プロダクションルール型」とした。

① 補修・修繕要否判定にかかるルールは、ルール追加がなく、論理的な重複がなく場合分けできるため、ディシジョンテーブル型とした。

② 原因推定・検定にかかるルールは、ルール追加があり、前条部／後条部の重複が多く完全な場合分けができないため、プロダクションルール型とした。

③ 補修・修繕工法選定にかかるルールは、ルール追加がなく、論理的な重複がなく場合分けできるため、ディシジョンテーブル型とした。

業務支援情報と知識表現の方法を表3－3－2に示す。

表3－3－2　業務支援情報と知識表現の方法

	補修・修繕要否の判定	異常原因の推定・検定	補修・修繕工法の選定
知識表現	デシジョンテーブル	プロダクションルール	デシジョンテーブル

(b)推論機構（推論エンジン）

推論機構は、外部からの情報を解釈し、それに対応する知識を知識ベースから取り出し、問題解決を行うものである。

① 補修・修繕要否判定は、ルールをディシジョンテーブル型で整理するため、場合分けによって結果を得る。

② 原因推定および検定は、プロダクションルール型で整理する。現場の観察される特徴に合致するルールや空港施設 CALS システムのデータ情報から合致するルールを得点化し、原因推定・検定を行う確信度係数の考え方に基づく、プロダクションルールの絞りこみによる推論を採用した。これは、合致したルール数を得点化する手法であり、汎用プログラムソフトによる開発が可能である。

③ 補修・修繕工法選定は、ルールをディシジョンテーブル型で整理するため、場合分けによって結果を得る。

(3)今後の取り組み

知識ベースの拡充等による舗装診断処理エンジンの向上、空港舗装点検等支援システムの構成する「現在位置把握機能」、「点検記録登録・閲覧機能」および「現場－事務所間のデータ通信機能」の開発、空港施設 CALS システムとの連接を進め、平成 18 年度以降、空港現場での実証実験・評価を経て、全国空港への同システムの導入を順次進めることとしている。

結　まとめ

結－1. 本編での検討成果の概要

本編では、国土交通省を中心とした社会資本ストック（土木構造物）の維持管理に関して、次の問題認識を前提とした。①階層的な管理体制により維持管理がなされているが、適切なマネジメントサイクルが必ずしも成立していない。②維持補修の投資と効果の関係を十分に説明できないことから、投資的経費と比較して維持的経費が十分に確保されない。③施設の状態を的確に把握・評価できず、ライフサイクルコストに基づく計画的な維持管理(予防保全) の取組が遅れている。これに対して、①階層的管理体制の下での、各階層の役割分担と相互の連絡調整の内容の適切な設定、②維持補修予算と施設の将来にわたる状態との関係についての、説得力のある説明、③施設の状態の的確な把握と、現在・将来の維持補修必要量の計測・予測、が必要であると考えて研究に取り組んだ。

「施設群」を対象とした維持補修マネジメントにおいては、①施設の個々の状態を把握でき、補修工事中の代替路の設定などを含んだ維持補修計画の立案が可能な、現場に近い群管理（ミクロマネジメント）と、②その上層に位置し、ミクロマネジメント単位から集約した情報に基づいて、全体の事業費調整や取組方針の設定、ミクロマネジメント単位への予算配分等に関わる群管理（マクロマネジメント）、の2層に分けて考えることができ、全体で適切なマネジメントサイクルが成立することが、土木構造物群の将来にわたる維持管理にとって重要となる。各種点検要領の策定と実施により、定期的な点検が一般化し、個々の構造物の状態が把握され、その経年的な変化に関するデータも近年になり蓄積しつつある。そこで、北海道開発局管内の1地域における道路橋の点検データを用いて、マネジメントサイクルを検討・提案し、必要な情報や予算配分、平準化、優先順位付けなどのプロセスにおける課題を抽出し解決法を検討した。このような、階層的管理体制を組み入れた検討により、現在、各分野で構築が進められている土木構造物のマネジメントシステムを、技術開発効果の検証や重点投資対象の選定といった広範囲な政策の検討にまで活用できることがわかった。

ミクロマネジメントの取組の検証の中では、個々の橋梁の部材毎に一定の維持補修シナリオを前提にライフサイクルにおける維持・更新費用を積み上げ、さらにそれをミクロマネジメント単位で集計し、各シナリオの有利性を比較する方法などを示した。

この場合、予防保全の考え方を導入した危機管理シナリオが長期的には有利となるが、当初に膨大な予算を要するので全面的に導入することは困難である。そこで、予算に制約があり初期投資を先送りして平準化を図ることが必要な場合に、対症療法的補修と予防保全的補修の各工事への投資配分はどのように調整すれば良いか、さらに検討した。その結果、ミクロマネジメントの抱えるストックの状況により比率は異なりますが、予防保全的補修工事への投資を一定割合で組み込んだ方が維持更新費の低減に効果があることがわかった。

マクロマネジメントにおける取組としては、ミクロマネジメント単位からの情報に基づいて施設全体の必要予算及び健全性を把握し、財政部局との折衝により全体予算を確保することと、予算が決定した後に各ミクロマネジメント単位へ予算配分を行い、補修優先順位の考え方及び方針を指示することがある。特に予算配分においては、ミクロマネジメント単位より集約した情報に基づいて、各単位間の均衡を保ちつつ全体の健全性の維持または向上を図るよう、適正に配分する必要がある。

そこで、マクロマネジメント単位から各ミクロマネジメント単位への予算配分について、一定期間固定した場合とメリハリをつけた場合とでどのような差を生じるかを、検証した。その結果、予算平準化についてはマクロマネジメント単位で考え、ミクロマネジメント単位に対しては全体予算の範囲内で、時期毎のメリハリをつけて予算配分を行った方が全体として効率的・効果的であることが窺われた。さらに、マネジメント開始当初に劣化度の大きい構造物への改修をどう進めるかが、総事業費抑制や財政平準化に向けてキーポイントになるということも浮かび上がった。

また、社会資本の特性を踏まえつつ、その管理に会計的視点を取り込むことにより適切なストック評価を行い、目的に応じて加工・分析（財務会計や管理会計の作成）をすることによりアカウンタビリティの向上と投資戦略などの説明性を向上させるため、インフラ会計手法の検討も行った。

インフラ資産の評価方法について、物理評価や簿価評価、市場価値評価などの得失を検討し、それらのデータを加工しての利活用方法について検討した。検討により、インフラ資産の管理に用いる評価については、物価の影響を避け、異なった年代に建設されたものを同じ基準で検討する必要があることから再調達価額で評価し、それらの減耗については繰延維持補修会計により資産状態を表現することが合理的であると考えられるなどの結果を得た。

また、これらの検討と連携しつつ、道路橋、ダム、空港施設のマネジメント手法の検討を行った。

道路橋を対象とした検討においては、国内外の道路管理の実状、及び道路橋における損傷メカニズム、現状の点検技術の評価等を踏まえ、道路資産管理システム案の構築を行った。また、道路橋に求められる社会的価値評価項目を抽出・体系化し、その定量的評価手法を提案した。その上で、道路橋の維持補修の優先順位の設定シミュレーション等により、社会的価値を考慮した橋梁マネジメントを実施する上での課題を明らかにした。

既設ダムの有効活用に関する調査においては、維持管理費に関する分析を行い、管理費全体に占める割合が特に高いのは操作・制御設備、放流設備、貯水池対策に要する費用であること、経年化に伴って実質的な維持管理費は増大することなど、これまで定性的にいわれてきた一般的傾向を、調査結果に基づいた統計データにより定量的に示すことができた。

空港施設保全のマネジメント技術の高度化に関する研究においては、空港土木施設の維持管理・保全業務について、その高質化を推進するための「空港土木施設管理規程（案）」及び「空港土木施設点検要領（案）」、その確実・効率的な実行を図ることを目的とした「(仮称)次世代空港施設維持管理戦略（案）」、空港舗装の効率的・合理的保全業務の実施の支援を目的とした「空港舗装保全マニュアル（案）」、空港舗装点検等支援モジュール、等の開発を行った。

結－2．今後の検討課題

本編での検討成果が関係者に広く共有されることが、土木構造物のストックマネジメントが効率的・効果的に進められ、国民生活・国家経済の発展と向上につながるものと考えられる。これをさらに推し進めるためには、ここで検討した手法の発展と普及やハードやソフトの技術改革とともに、実施のための予算の確保や、実施を担う人材の確保等の取組が不可欠であり、以下にそれらをまとめることとする。

①マネジメント予算の強化

国や地方公共団体など、ストックマネジメントを担う行政団体は、現在、厳しい財政状況下にあり、予算の確保に当たっては、事務の合理化やコスト削減を強いられている。ストックマネジメントによって必要な事業の事業評価を適切に実施し、目標設定に基づく予算化と最適サービスの提供の観点からの予算化の利点を組み合わせ、それらから得られた科学的なデータを用いて当該事務・事業の必要性を定量的に判断する材料を添付し、資金調達するべきである。

②人材の育成

わが国では、社会資本が戦後急速に整備されてきたため、十分に整備が行き届かなかった箇所を改善することを含めて、「つくる時代」から「マネジメントする時代」への転換を人材面でも進めなければならない。ハード技術の面から、さまざまな種類の構造物や施設の物理的な劣化状態、損傷状態を把握した上で、このまま放置しても構わないのか、今すぐに修繕や補強などの対策を行わなければならないのか、対策を行うことによって状態をどれくらい改善できるのかを判断する技術者の他、社会資本のストックマネジメントの重要性を自治体の経営的側面から十分理解し、それを仕組みとして構築、浸透させていくマネジメントを担う人材が必要である。経験豊かな技術者がマネジメントに携わるとともに、今後のマネジメントを担う若手の人材を経年的に育成していくことが必要である。

③データの整備

戦略的ストックマネジメントの実施にあたっては、点検データの整備・蓄積や、部材毎の劣化予測、維持・補修技術の効果、現在・将来の資産価値の算定と予測などにわたるデータの整備が必要となる。ケーススタディとして対象とした先行分野では、ある程度の取り組みが行われつつあるが、社会資本全般を見渡したときには、未だ緒に就いたばかりである。ただ、十分なデータの蓄積を徒に時間をかけて待つよりも、まずは不十分な状態でも取り組みを初めて、PDCAサイクルに従ってデータの蓄積と併せてマネジメントシステムを向上させていくことが肝要である。

インフラ会計の観点から現状のデータ整備を考えても、現行の公会計制度における認識対象は財務資源でありインフラ資産は対象となっていない。また現行のインフラ資産管理では道路台帳や河川現況台帳など個別に管理されているが、構造形式や数量などは示されているものの、事業費の実績や評価額など整備に要した投資額などの費用に関する情報がほとんど含まれていない。これらの結果として、現状ではインフラ資産形成や管理に要した費用と投資の結果としての現状のインフラ資産の関連づけが薄く、また将来世代への負債の情報が不明となっている。

戦略的ストックマネジメントを実施するにあたり、国民や財務当局に投資とその結果についての理解を求めるためには、データ整備において、点検データ等の整備・蓄積と併せてそれに要した費用データも必要であると考える。