

社会資本長寿命化計画  
橋梁ガイドライン  
(改定版)

平成 28 年 3 月

静岡県交通基盤部 道路局 道路整備課





## まえがき

静岡県橋梁ガイドラインは、平成15年度に策定された行動方針（土木施設長寿命化行動方針（案）・静岡県土木部）に準拠し、橋梁を対象として平成16年度に策定している。

ここでは、アセットマネジメント（資産管理）の考え方を橋梁に生かすことで、限られた予算条件の下で施設の特徴に合わせた最適な維持管理計画を立案し、事業実施につなげていくための具体的な評価・実施手法を取りまとめている。

その後、平成19年度に1巡目の点検が完了したため、そのデータを基に「静岡県橋梁長寿命化計画策定検討委員会」にて劣化予測手法や耐用年数等の審議が行われ改訂を行っている。

今回、新たに得られた2巡目以降の点検データや知見、補修履歴を基に、平成24年度に見直された行動方針（社会資本長寿命化行動方針・静岡県交通基盤部）や笹子トンネル事故以降の道路法及び関係法令の改正を踏まえ、「静岡県橋梁長寿命化計画改定委員会」にて、点検方法と健全性の診断方法、劣化予測手法や維持管理計画の策定手順等の審議が行われ、その成果をとりまとめている。

主な改定点は以下のとおりである。

- ① 最新の知見、蓄積された点検結果や補修履歴を基に劣化曲線を見直した。
- ② すべての橋梁について目標管理水準を同一とし、予防保全管理を行うこととした。
- ③ 「橋梁点検マニュアル」との整合を図った。
- ④ 中長期管理計画の定義と具体的な策定手順を明確化した。
- ⑤ 事業実施計画の定義と具体的な策定手順を明確化した。

本書の位置付けを図-1に、これまでの橋梁の長寿命化への取組を表-1に示す。

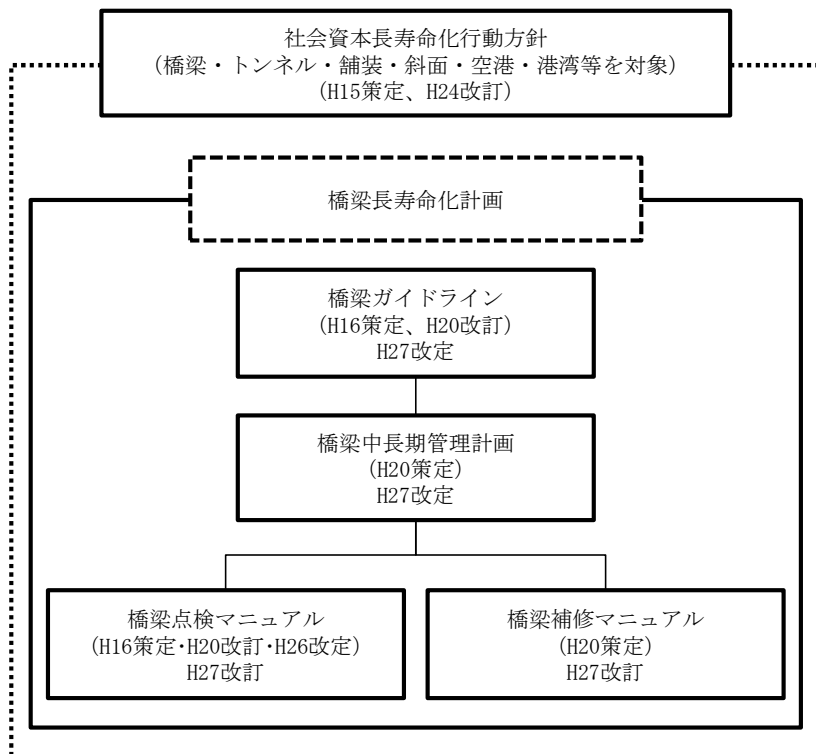


図-1 行動方針と橋梁長寿命化計画の位置づけ

【社会資本長寿命化行動方針】

交通基盤部の保有する施設について、維持管理・運営全体としてのマネジメント体系や、その実現に向けたスケジュール等を示したもの

【橋梁ガイドライン】

アセットマネジメントの考え方を取り入れ、限られた予算条件のもとで最適な維持管理計画を立案し、事業実施につなげていくための具体的な評価・実施手法を取りまとめたもの

【橋梁中長期管理計画】

将来予測の結果を基に、中長期的な観点で維持管理に関わる投資計画を立案したものであり、点検・修繕・架替の具体的な時期や内容を立案したものとして事業実施計画がある。

表-1 橋梁の長寿命化への取組

| 年 度      | 取組内容  |
|----------|---|
| 平成 16 年度 | 「橋梁ガイドライン（案）」策定                                 |
|          | 「橋梁点検マニュアル（案）」策定                                |
| 平成 17 年度 | 「橋梁ガイドライン」公表                                    |
|          | 「橋梁点検マニュアル」公表                                   |
|          | 橋梁点検（1巡目）着手                                     |
| 平成 19 年度 | 橋梁点検（1巡目）完了                                     |
|          | 「橋梁長寿命化修繕計画（案）」策定                               |
| 平成 20 年度 | 「橋梁ガイドライン改訂版」策定                                 |
|          | 「静岡県橋梁中長期管理計画」策定                                |
|          | 「橋梁点検マニュアル改訂版」策定                                |
|          | 「橋梁補修マニュアル」策定                                   |
| 平成 21 年度 | 「橋梁ガイドライン改訂版」公表                                 |
|          | 「静岡県橋梁中長期管理計画」公表                                |
|          | 「橋梁点検マニュアル改訂版」公表                                |
|          | 「橋梁補修マニュアル」公表                                   |
| 平成 22 年度 | 「静岡県橋梁中長期管理計画」に基づく事業実施<br>（「道路施設長寿命化緊急対策事業」を創設） |
|          | 橋梁点検（2巡目）着手                                     |
| 平成 25 年度 | 橋梁点検（2巡目）完了                                     |
| 平成 26 年度 | 「静岡県橋梁点検マニュアル改定版」策定・公表                          |
|          | 橋梁点検（3巡目・法定点検）着手                                |
| 平成 27 年度 | 「橋梁ガイドライン改定版」策定・公表                              |
|          | 「橋梁中長期管理計画改定版」策定・公表                             |
|          | 「橋梁点検マニュアル改訂版」策定・公表                             |
| 平成 28 年度 | 「道路施設長寿命化緊急対策事業」完了予定                            |

## 用語の使い方・概念，用語の定義

### ◆用語の使い方

本ガイドラインにおいては，次のような概念で用語を使っている。

#### (1) 指標と水準

指標(何のために，何に対して)と水準(どの程度のレベルを達成するか)によって目標が構成されるものとする。

例えば，「橋梁における維持管理目標は，健全度を管理指標として健全度60以上を目標管理水準とする」という使い方をする。

#### (2) ○○性，○○度，○○等級・区分

人の主観による定性的な評価を○○性，定量的な評価を○○度と呼ぶこととしている。例えば，健全性を点数化したものが健全度である。

等級とは，評価を何段階かに区分したもので，定性的な評価を区分したものを○○等級・区分，定量的な評価を区分したものを○○度等級・区分と呼ぶこととしている。(例；損傷等級，健全度区分，重要度区分 etc)

#### (3) 損傷，欠陥，変状

損傷とは，部材の機能を損なう原因となる現象の総称とする。

これに対し，形が変化した状態を変状と呼ぶ。(必ずしも損傷とは限らない。)

また，部材に必要な性能が初期状態から欠けているものを欠陥と呼ぶ。

#### (4) 劣化と性能低下

劣化とは，材料の特性が時間とともに損なわれていく現象をいう。

性能低下とは，繰り返し荷重による疲労，車両の衝突による損傷など劣化以外の要因も含めて，部材の性能が時間とともに損なわれていく現象をいう。

#### (5) 補修と補強

基本的に，部材に発生している損傷を除去あるいは進行を抑制し，耐久性能を改善することを目的とした維持管理対策を補修と呼ぶ。

一方，部材が有する耐荷重性能の向上を目的とした維持管理対策を補強と呼ぶ。

#### (6) 更新

橋梁における更新とは，現在の橋梁を撤去し，新たに架け替えることをいう。

部材の取替は補修の一種としている。

## ◆用語の定義

### (1) 耐用年数(寿命)

耐用年数(寿命)は、大きく物理的、機能的、経済的耐用年数の3つの概念に分けられる。

- ・物理的耐用年数⇒構造材料の性能低下により、一定の規準を満足できなくなるまでの期間。  
一般には、結果として耐用年数が尽きたとして認識されるもので、建設当初から規定されるものではない。
- ・機能的耐用年数⇒建設当初とは異なる機能が社会的に要請され、構造物が新しく要請される機能を満足出来なくなるまでの期間。  
あるいは、環境の変化や新しいプロジェクトの出現により当初の構造物が引き続き使用できなくなる場合の寿命。
- ・経済的耐用年数⇒維持・管理のコストから考えて、新規構造物と比較すると経済的に見合わなくなるまでの期間。

### (2) 維持補修シナリオ

維持管理計画を立案する上で設定する基本方針。

目標管理水準に応じて、事後保全型や予防保全型などの概念がある。

#### 1) 事後保全型

その都度、損傷が顕著な部分に適切な対策(補修)を施す維持管理の方針のこと。

#### 2) 予防保全型

損傷が軽微な段階で対策を繰り返し、長寿命化・ライフサイクルコスト最小化を図る維持管理の方針のこと。概念的には、損傷が生ずる前に対処する維持管理の方針であるが、実際には、事後保全型と補修を実施する水準が異なるだけである。

### (3) 維持管理区分

「社会資本長寿命化行動方針(平成25年3月)」において以下のように定義されている。

#### 【 予防保全管理(予測計画型) 】

- ・ライフサイクルコスト最小化を目指した適切なサイクルでの機能延命化対策を行う。
- ・構造物個別の劣化予測のうえ、対象工種特性に応じた目標管理水準を設ける。
- ・目標管理水準を下回る前に補修・更新を行う。
- ・定期点検や詳細点検、評価を定期的に行い、必要に応じてモニタリングを行う。

#### 【 予防保全管理(状態監視型) 】

- ・ライフサイクルコスト最小化を目指した適切なサイクルでの機能延命化対策を行う。
- ・工種全体の劣化状況分布を把握のうえ、対象工種特性に応じた目標管理水準を設ける。
- ・目標管理水準を下回る前に補修・更新を行う。
- ・定期点検や評価を定期的に行い、必要に応じてモニタリングを行う。

#### 【 事後保全管理 】

- ・計画的サイクルでの機能延命化は行わない。
- ・限界管理水準を下回る状況まで構造物を利用し続け、必要時に交換・更新を行う。
- ・日常点検(巡回パトロール)により、目視観察程度を行う。

本ガイドラインにおける維持管理区分と維持補修シナリオの関係は以下のとおり。

表-3 維持管理区分と補修シナリオ

| 維持管理区分            | 維持補修シナリオ | 維持補修シナリオの内容   | 目標管理水準                |
|-------------------|----------|---|-----------------------|
| 予防保全管理<br>(予測計画型) | 予防保全型    | ・ 損傷が軽微なうちに損傷の進行を防止するために、予防的に対策を実施                  | 健全度 I ( $HI_1$ ) = 60 |
|                   | 事後保全型    | ・ 損傷が進行し顕在化した後に、損傷状況に対応した比較的大規模な対策を実施               | 健全度 I ( $HI_1$ ) = 40 |
| 事後保全管理            | 維持型      | ・ 定期的な点検、及び部分的に軽微な補修を継続し、損傷が深刻化した時点で、部材の取替えまたは更新を実施 | 健全度 I ( $HI_1$ ) = 20 |

維持補修シナリオと健全度 I ( $HI_1$ ) による目標管理水準の関係を図-2 に示す。

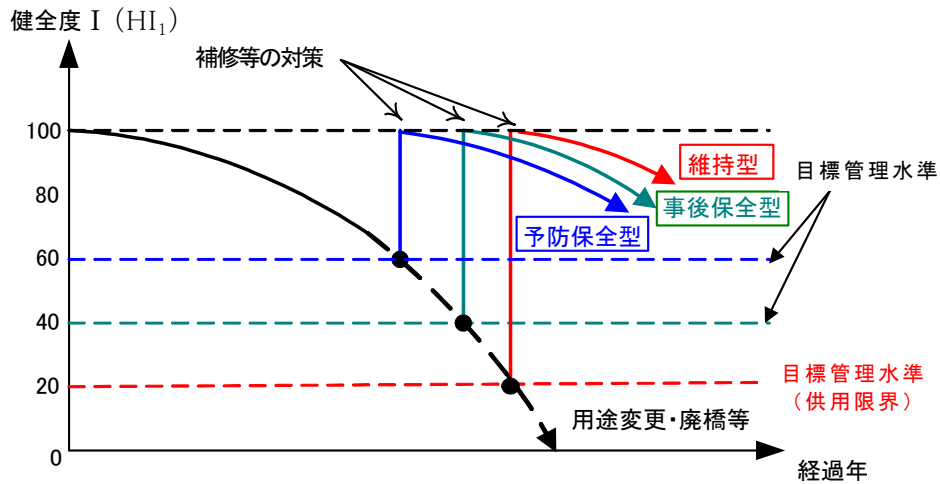


図-2 維持補修シナリオと管理水準の関係

健全度 I ( $HI_1$ ) が表す一般的な部材の状態の目安は以下のとおり。

表-4 健全度 I ( $HI_1$ ) が表す一般的な部材の状態の目安

| 健全度 I                   | 部材の状態   |
|-------------------------|---|
| $80 \leq HI_1 \leq 100$ | ・ ほぼ新橋状態で問題はない。<br>・ 損傷は認められるが、継続的な点検を実施すれば問題はない。 |
| $60 \leq HI_1 < 80$     | ・ 現状の供用に問題はないが、軽微な補修あるいは継続的な点検が必要。                |
| $40 \leq HI_1 < 60$     | ・ 当面の供用に問題はないが、補修を実施。                             |
| $20 \leq HI_1 < 40$     | ・ 現状の供用が望ましくない状態であり、至急補修を実施。                      |
| $0 \leq HI_1 < 20$      | ・ 現状の供用が望ましくない状態であり、大規模な補修・更新が必要。                 |





～ 目次 ～

|                  | page |
|------------------|------|
| 1 橋梁マネジメントの体系    | 1    |
| 2 維持管理目標         | 2    |
| 2.1 維持管理指標       | 2    |
| 2.2 目標管理水準       | 3    |
| 3 状態の把握, 評価      | 4    |
| 3.1 調査・点検手法      | 4    |
| 3.2 状態の評価手法      | 7    |
| 3.3 健全性の診断       | 10   |
| 3.4 将来状態の予測手法    | 11   |
| 4 中長期管理計画の立案     | 15   |
| 4.1 耐用年数の設定手法    | 15   |
| 4.2 対策工法の選定手法    | 16   |
| 4.3 経済性評価手法      | 17   |
| 4.4 対策優先度        | 19   |
| 4.5 中長期管理計画の立案手法 | 22   |
| 4.6 架替更新費の取扱い    | 27   |
| 5 事業実施計画         | 28   |
| 6 モニタリング・事後評価    | 30   |
| 6.1 モニタリング手法     | 30   |
| 6.2 事後評価手法       | 31   |
| 7 長寿命化への取組       | 32   |
| 8.1 日常的な取組       | 32   |
| 8.2 新技術          | 33   |



# 1 橋梁マネジメントの体系

橋梁のマネジメントは下図に示すフローに従う。

なお、計画としては、中長期的な観点で維持管理に関わる 50 年間の投資計画を立案する中長期管理計画と、中長期管理計画と最新の点検結果に基づき、10 年間の点検・補修・架替の具体的な時期や内容を決定する事業実施計画の2つを作成する。

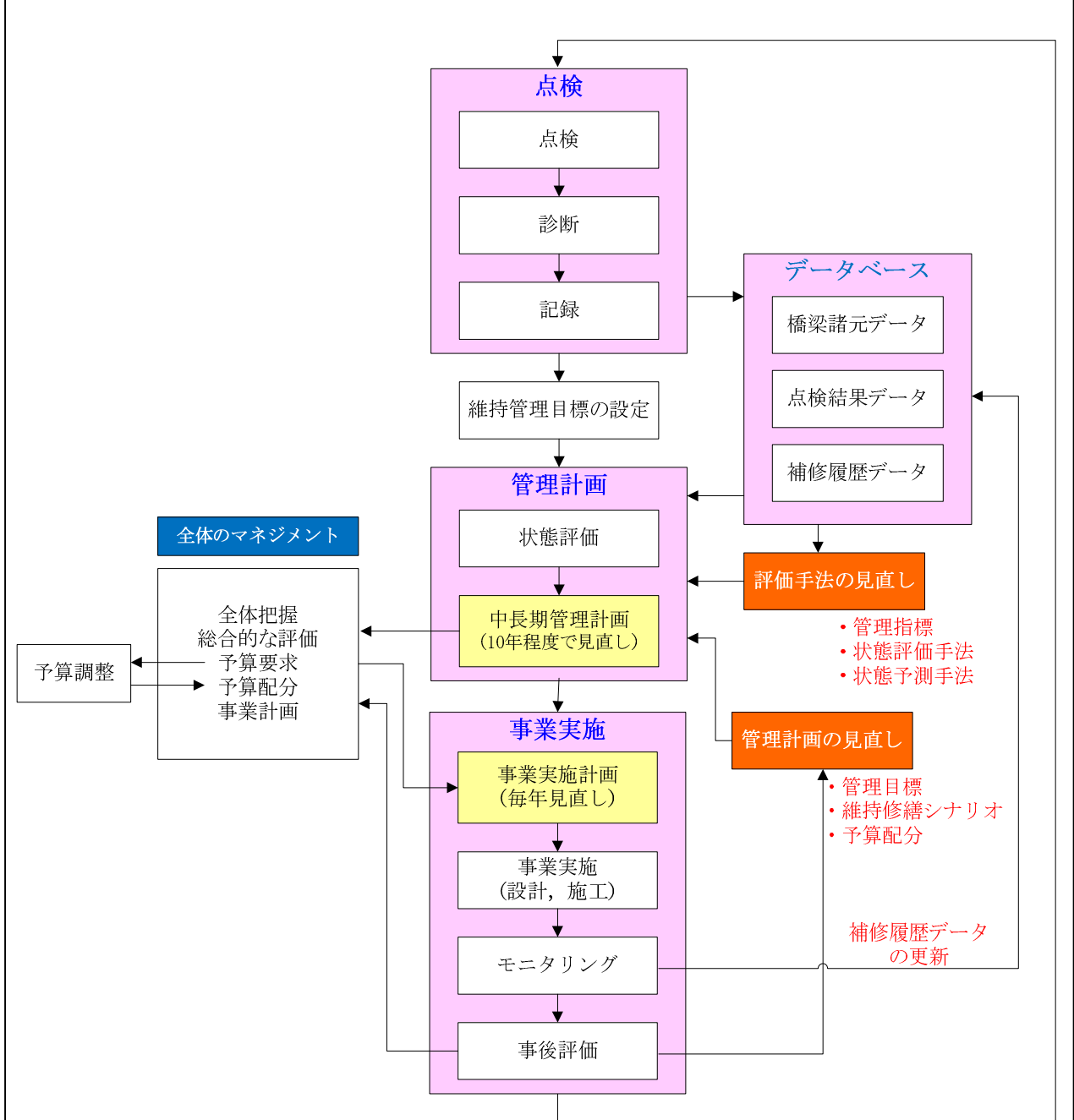


図 1.1 橋梁マネジメントの流れ

## 2 維持管理目標

### 2.1 維持管理指標

「健全性」という観点から種々の損傷の影響を部材ごとに集計した評価値を健全度と呼称し、この健全度を維持管理の指標として設定する。

なお、評価値は、部材単位で算出することを基本とするが、必要に応じ工種、径間、橋梁単位でも算出できるようにする。

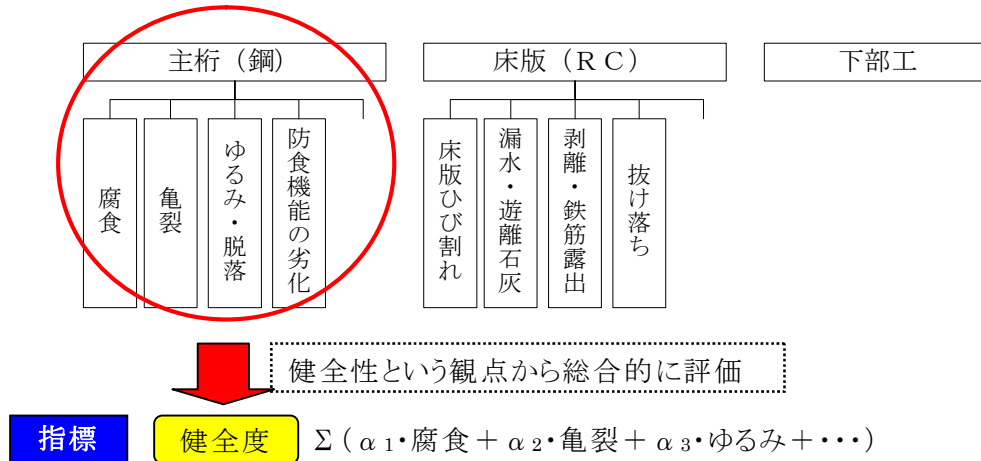


図 2.1 維持管理指標

## 2.2 目標管理水準

目標管理水準は、維持管理指標となる健全度に対して設定することとし、橋梁固有の特徴や社会的位置付けなどを考慮して定める。

道路ネットワークの機能確保の観点から、橋梁の特性に応じたグルーピングをしている。

橋梁ガイドライン(平成 21 年 8 月)では、初期投資を抑制するため、グループごとに異なる維持補修シナリオ・目標管理水準を設定していたが、平成 22 年度からの緊急対策等により管理橋梁全体の健全性の底上げが図られたことから、すべての橋梁について同一の目標管理水準を設定した予防保全型の維持補修シナリオへ移行する。

表 2.1 橋梁のグルーピングと維持管理区分

| グループ | 橋梁の特徴  |              | 維持管理区分<br>【予防保全管理<br>(予測計画型)】 |                                 |
|------|--|--------------|-------------------------------|---------------------------------|
|      |  |              | 維持補修<br>シナリオ                  | 目標管理<br>水準                      |
| A    | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 重交通路線への影響が大きい橋梁<sup>1)</sup><br/>(跨道橋・跨線橋等)</li> <li>➢ 緊急輸送路<sup>2)</sup>を構成する橋梁</li> <li>➢ 橋長 100m 以上の長大橋</li> <li>➢ 落橋時に孤立集落が発生する橋梁</li> <li>➢ 環境条件の厳しい橋梁(塩害橋梁等)</li> </ul> | 橋長<br>15m 以上 | 予防保全型                         | 健全度 I<br>(HI <sub>1</sub> ) =60 |
| A'   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 重交通路線への影響が大きい橋梁<sup>1)</sup><br/>(跨道橋・跨線橋等)</li> <li>➢ 緊急輸送路<sup>2)</sup>を構成する橋梁</li> <li>➢ 落橋時に孤立集落が発生する橋梁</li> <li>➢ 環境条件の厳しい橋梁(塩害橋梁等)</li> </ul>                           | 橋長<br>15m 未満 |                               |                                 |
| B    | A, A' 以外の橋梁  | 橋長<br>15m 以上 |                               |                                 |
| C    | A, A' 以外の橋梁  | 橋長<br>15m 未満 |                               |                                 |
| D    | ボックスカルバート  | —            |                               |                                 |

1) 東海道新幹線,東海道本線, JR 御殿場線, JR 身延線, 伊豆急行, 伊豆箱根鉄道, 大井川鉄道, 天竜浜名湖鉄道, 東名高速道路, 新東名高速道路, 国道1号, 国道 139 号, 西富士道路を跨ぐ橋梁

2)「静岡県地域防災計画(地震対策の巻)H26.6」地震-40 緊急輸送路の整備 より

第1次緊急輸送路:高規格幹線道路、一般国道等広域的な重要路線及びアクセス道路で輸送の骨格をなす道路

第2次緊急輸送路:第1次緊急輸送路と重要な指定拠点とを結ぶ道路

第3次緊急輸送路:第1次又は第2次緊急輸送路と指定拠点とを連絡する道路及びその他の道路

### 3 状態の把握，評価

#### 3.1 調査・点検手法

##### 3.1.1 点検の体系

橋梁に対する点検は，一般に下記に示す通常点検（道路パトロール），定期点検，異常時点検等に分類できるが，マネジメントに必要な情報は定期点検によって得ることを基本とする。

###### (1) 点検の種類

長寿命化の観点から，日常的な点検（通常点検：道路パトロール）が重要であることはいうまでもないが，橋梁マネジメントの流れの中で必要な情報を得るための手段としては，定期点検を利用することとした。

定期点検とは，橋梁の保全を図るために定期的実施するものであり，基本として近接目視，必要に応じて触診や打音等の非破壊検査等を併用して行う点検をいう。

定期点検は，定期点検（A）と定期点検（B）の2種類とする。

- ① 定期点検（A）：損傷の評価，アセットマネジメントの観点での健全性評価，リスクマネジメントの観点での健全性評価を行う点検をいう。
- ② 定期点検（B）：損傷の記録，アセットマネジメントの観点での健全性評価，リスクマネジメントの観点での健全性評価を行う点検をいう。

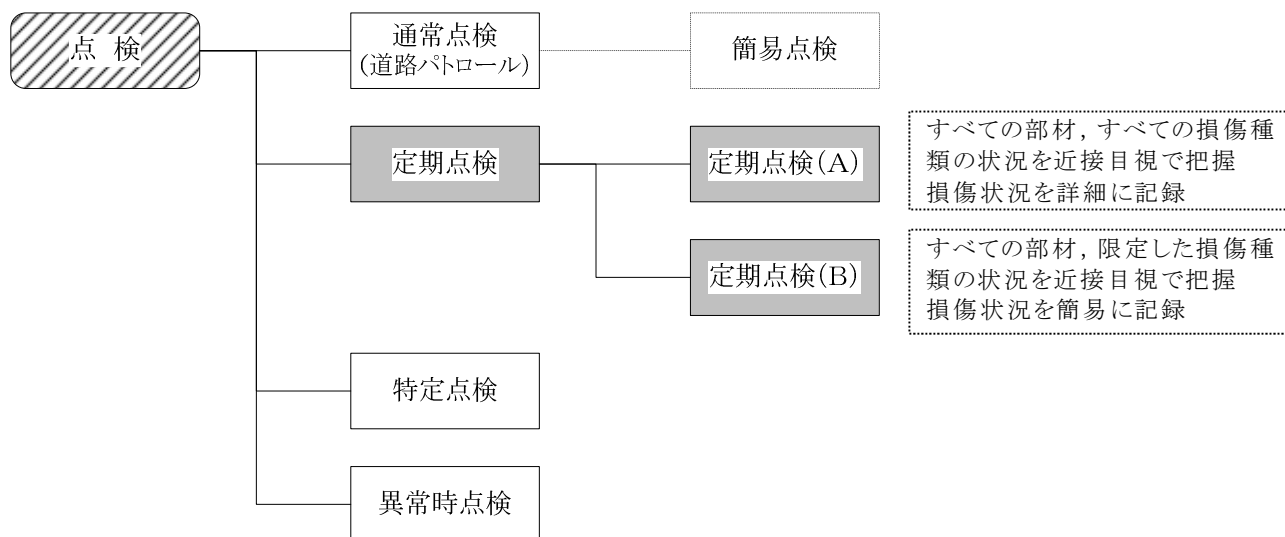


図 3.1 点検の種類・体系

点検の種類適用は、橋梁のグループに応じて表 3.1 のとおりとする。

表 3.1 定期点検の種類適用

| グループ | 橋梁の特徴   |              | 定期点検の種類     |
|------|---|--------------|-------------|
| A    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 重交通路線への影響が大きい橋梁<sup>1)</sup><br/>(跨道橋・跨線橋等)</li> <li>▶ 緊急輸送路<sup>2)</sup>を構成する橋梁</li> <li>▶ 橋長 100m 以上の長大橋</li> <li>▶ 落橋時に孤立集落が発生する橋梁</li> <li>▶ 環境条件の厳しい橋梁 (塩害橋梁等)</li> </ul> | 橋長<br>15m 以上 | 定期点検<br>(A) |
| A'   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 重交通路線への影響が大きい橋梁<sup>1)</sup><br/>(跨道橋・跨線橋等)</li> <li>▶ 緊急輸送路<sup>2)</sup>を構成する橋梁</li> <li>▶ 落橋時に孤立集落が発生する橋梁</li> <li>▶ 環境条件の厳しい橋梁 (塩害橋梁等)</li> </ul>                           | 橋長<br>15m 未満 |             |
| B    | A, A' 以外の橋梁   | 橋長<br>15m 以上 |             |
| C    | A, A' 以外の橋梁   | 橋長<br>15m 未満 | 定期点検<br>(B) |
| D    | ボックスカルバート   | —            |             |

- 1) 東海道新幹線,東海道本線, JR 御殿場線, JR 身延線, 伊豆急行, 伊豆箱根鉄道, 大井川鉄道, 天竜浜名湖鉄道, 東名高速道路, 新東名高速道路, 国道1号, 国道 139 号, 西富士道路を跨ぐ橋梁
- 2)「静岡県地域防災計画(地震対策の巻)H26.6」 地震-40 緊急輸送路の整備 より
- 第1次緊急輸送路: 高規格幹線道路、一般国道等広域的な重要路線及びアクセス道路で輸送の骨格をなす道路
- 第2次緊急輸送路: 第1次緊急輸送路と重要な指定拠点とを結ぶ道路
- 第3次緊急輸送路: 第1次又は第2次緊急輸送路と指定拠点とを連絡する道路及びその他の道路

(2)点検の頻度

定期点検は、5 年に 1 回の頻度で全橋に対して行うことを基本とする。

### 3.1.2 点検の内容

点検の内容については、別途に示す「橋梁点検マニュアル」に準拠する。

#### (1) 評価の区分

損傷種類ごとに、損傷の進行状況のみを評価し(損傷の種類や部材の重みは評価要因としない)、A～Eの5段階の等級に区分する。

進行状況が5段階で評価しにくい損傷種類においては、有無(A, E)の2段階や(A, C, E)の3段階に区分する。

表 3.2 損傷評価

| 損傷等級 | 概念     | 一般的な状況      |
|------|--------|-------------|
| A    | [良好]   | 損傷が特に認められない |
| B    | [ほぼ良好] | 損傷が小さい      |
| C    | [軽度]   | 損傷がある       |
| D    | [顕著]   | 損傷が大きい      |
| E    | [深刻]   | 損傷が非常に大きい   |

基本的な考え方は、国土交通省の『橋梁定期点検要領』[H26, 6]における「損傷程度の評価」(a～e)と同等であるが、記録方法などが異なることから国土交通省とは別名称、別表記とした。

#### (2) 評価・記録の単位

損傷の評価は、アセットマネジメントとリスクマネジメントの2つの観点から健全性を評価するために使用される。

このため、損傷の評価には、「局所的な損傷と全体的な損傷の区別ができること」、「橋梁全体として損傷の進行状況が把握できること」が求められる。

そこで、簡易な表記・記録によって、局所的な損傷と全体的な損傷の区別を実現することを目指すとともに、評価・記録は部材単位で行うこととし、部材全体にひろがりのある損傷種類に対しては、損傷等級ごとの発生比率を〔損傷要素数／総要素数〕を目安として記録することとした。

例えば、全体的には「ほぼ良好」であるが、局所的に「顕著」な損傷がある場合には〔B等級：90%，D等級：10%〕と記録する。

(詳細は、「橋梁点検マニュアル」を参照)



### 3.2 状態の評価手法

状態の評価は、部材ごとに算出される健全度を用いる。健全度は、複数の損傷を対象に「損傷の進み具合」と「損傷種類の重大性」、「部材の重要性」を総合し、定量的な評価値として求めるもので、それぞれの評価項目に対する重みを総合的に合算して求める。

#### (1) 状態の評価の視点

状態の評価には次の2つの観点がある。

##### ①アセットマネジメントの観点での健全度（健全度Ⅰ）

橋梁の状態を資産価値、補修規模の側面から示す指標として設定するもので、損傷の部材全体への広がりを考慮して評価する。

すなわち、初期コストが100の橋梁において損傷が発生し、元の状態に復元するために10の修復コストを必要とするならば、その橋梁の資産価値は90に低下したものとして考える。

##### ②リスクマネジメントの観点での健全度（健全度Ⅱ）

橋梁に生じた損傷に対して必要な措置の水準（事態が逼迫している程度：危険性）を表すものであり、部材全体への広がりは考慮せず、部材における損傷の最悪値によって決定される。

#### (2) 状態の評価

部材の健全度評価は、複数の種類の損傷を対象として「損傷の進み具合」の評価値と「損傷種類の重大性」の評価項目に対する重みを総合的に合算して求めるものである。

全く損傷がなく、健全な状態を《健全度=100》とし、損傷等級から算出される損傷評価点の合算値を100から減じたものを対象となる部材の健全度とする。

ただし、健全度には、部材全体に対する損傷の広がりを考慮して算出する健全度Ⅰと、損傷の広がりを考慮せずに算出する健全度Ⅱの2種類があり、目的に応じて使い分ける。

#### (3) 健全度の算出方法

##### 1) 損傷等級と損傷点

点検で得られた損傷等級を基に「損傷種類の重大性」を評価した重み係数を考慮し損傷評価点(DG ; Damage Grade)を算出する。

表 3.3 損傷評等級と損傷評価点

| 損傷等級 | 概念     | 一般的な状況      | 損傷評価点 |
|------|--------|-------------|-------|
| A    | 〔良好〕   | 損傷が特に認められない | 0     |
| B    | 〔ほぼ良好〕 | 損傷が小さい      | 25    |
| C    | 〔軽度〕   | 損傷がある       | 50    |
| D    | 〔顕著〕   | 損傷が大きい      | 75    |
| E    | 〔深刻〕   | 損傷が非常に大きい   | 100   |

表 3.4 重み係数の例（鋼部材）

| 損傷の種類      | 補正係数 | 損傷等級および損傷評価点 |         |         |         |          |
|------------|------|--------------|---------|---------|---------|----------|
|            |      | A<br>0       | B<br>25 | C<br>50 | D<br>75 | E<br>100 |
| 01 腐食      | 0.60 | ◎            | ◎       | ◎       | ◎       | ◎        |
| 02 亀裂      | 1.00 | ◎            | —       | ◎       | —       | ◎        |
| 03 ゆるみ・脱落  | 0.20 | ◎            | —       | ◎       | —       | ◎        |
| 04 破断      | 1.00 | ◎            | —       | —       | —       | ◎        |
| 05 防食機能の劣化 | 0.20 | ◎            | —       | ◎       | —       | ◎        |
| 13 遊間の異常   | 0.20 | ◎            | —       | ◎       | —       | ◎        |
| 21 異常な音・振動 | 0.20 | ◎            | —       | —       | —       | ◎        |
| 22 異常なたわみ  | 0.20 | ◎            | —       | —       | —       | ◎        |
| 23 変形・欠損   | 0.00 | ◎            | —       | ◎       | —       | ◎        |

注 1) 表中の◎には該当する等級の広がり具合を比率（%）で表す  
 注 2) 表中の—は評価区分がないものを示す

2) 健全度の算出

全く損傷がなく健全な状態を 100 とし、100 から損傷評価点を減点したものを部材の健全度 (HI ; Health Index) とする。

$$\text{健全度 (HI)} = 100 - \Sigma \text{損傷評価点 (DG)}$$

部材別の損傷評価点及び部材・工種の重要性を評価した重み係数（補正係数）を基に、統合法により橋梁／径間／工種／部材の健全度を段階ごとに算出する。

表 3.5 損傷評価点の統合イメージ

| 部位  |                    | 径間別評価 | 工種別評価 |       | 部材別評価 |     |    |
|-----|--------------------|-------|-------|-------|-------|-----|----|
|     |                    | 評価点   | 補正係数  | 評価点   | 補正係数  | 評価点 |    |
| 上部工 | 床版                 | 61.02 | 1.00  | 52.00 | 0.80  | ×   | 50 |
|     | 主構                 |       |       |       | 1.00  | ×   | 10 |
|     | 床版・主構以外<br>(主要な部材) |       |       |       | 0.20  | ×   | 10 |
| 下部工 | 躯体                 |       | 0.60  | 6.70  | 0.67  | ×   | 10 |
|     | 基礎                 |       |       |       | 1.00  | ×   | 0  |
| 支承部 | 本体                 |       | 0.40  | 12.50 | 1.00  | ×   | 10 |
|     | 沓座                 | 0.25  |       |       | ×     | 10  |    |

なお、径間が複数ある場合は、径間ごとに算出された健全度の平均値を対象橋梁の健全度とする。

健全度算出の詳細については、『橋梁点検マニュアル：付録-3 健全度算出基準』を参照。

【部材の健全度算出例】

① 健全度 I

主桁全体に塗装劣化が発生し、損傷等級 E が 100%

加えて、下図のように主桁に腐食が発生し、損傷等級 B が 90%、損傷等級 D が 10%の場合

|         |   |   |   |   |         |
|---------|---|---|---|---|---------|
| 主桁 (G1) | B | B | B | B | 横桁, 対傾構 |
| 主桁 (G2) | B | B | B | B |         |
| 主桁 (G3) | D | B | B | B |         |

$$\begin{aligned} \text{損傷評価点 [DG]} &= 0.20 \times (100 \times 1.0) \\ &+ 0.60 \times (25 \times 0.9 + 75 \times 0.1) = 38 \end{aligned}$$

| 損傷の種類      | 補正係数 | 損傷等級および損傷評価点 |    |    |    |     |
|------------|------|--------------|----|----|----|-----|
|            |      | A            | B  | C  | D  | E   |
|            |      | 0            | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 01 腐食      | 0.60 | ◎            | ◎  | ◎  | ◎  | ◎   |
| 02 亀裂      | 1.00 | ◎            | —  | ◎  | —  | ◎   |
| 03 ゆるみ・脱落  | 0.20 | ◎            | —  | ◎  | —  | ◎   |
| 04 破断      | 1.00 | ◎            | —  | —  | —  | ◎   |
| 05 防食機能の劣化 | 0.20 | ◎            | —  | ◎  | —  | ◎   |
| 13 遊間の異常   | 0.20 | ◎            | —  | ◎  | —  | ◎   |
| 21 異常な音・振動 | 0.20 | ◎            | —  | —  | —  | ◎   |
| 22 異常なたわみ  | 0.20 | ◎            | —  | —  | —  | ◎   |
| 23 変形・欠損   | 0.00 | ◎            | —  | ◎  | —  | ◎   |

$$\text{部材の健全度 [HI]} = 100 - 38 = 62$$

② 健全度 II

主桁に損傷等級 E の塗装劣化が発生し、加えて、損傷等級 D の腐食が発生している場合

$$\begin{aligned} \text{損傷評価点 [DG]} &= 0.20 \times (100) \\ &+ 0.60 \times (75) = 65 \end{aligned}$$

$$\text{部材の健全度 [HI]} = 100 - 65 = 35$$

### 3.3 健全性の診断

部材単位の健全性の診断は、健全度Ⅱを目安にして表 3.6 の判定区分により行う。

表 3.6 判定区分

| 区分  |        | 状態  |
|-----|--------|---|
| I   | 健全     | 構造物の機能に支障が生じていない状態                          |
| II  | 予防保全段階 | 構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態  |
| III | 早期措置段階 | 構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態            |
| IV  | 緊急措置段階 | 構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態 |

健全性の判定区分の目安となる健全度Ⅱは、表 3.7 のとおり。

ただし、健全度Ⅱの値は、判定区分を決める場合のばらつきを抑制するために設定した目安であり、健全度Ⅱの値のみによって判定区分が決定されるわけではない点に注意が必要である。

表 3.7 判定区分の目安

| 区分  |        | 健全度Ⅱ (HI <sub>2</sub> ) |
|-----|--------|-------------------------|
| I   | 健全     | 70 ~ 100                |
| II  | 予防保全段階 | 20 ~ 80                 |
| III | 早期措置段階 | 0 ~ 40                  |
| IV  | 緊急措置段階 | —                       |

### 3.4 将来状態の予測手法

#### 3.4.1 予測モデル

予測モデルは、部材の性能が低下(劣化)する過程を経過年との関係でモデル化する方法とし、点検結果を統計的に処理すること(回帰分析手法)で上に凸の二次曲線として設定することを基本とする。

ここで設定する曲線は、耐荷力などの物理的な劣化進行を表すものではなく、点検結果に基づき補修の内容を予測するための曲線である。例えば、鋼部材の劣化は塗膜の劣化を示しているものであり、耐荷力の低下を示しているものではない点に注意が必要である。

#### (1)モデル化の方法

劣化予測手法には表 3.6 に示すように様々な手法がある。(『社会資本長寿命化行動方針』より引用)

表 3.6 劣化予測手法

|              |  | 概要  | 長所  |
|--------------|--|---|---|
| 回帰分析手法       |  | 蓄積された経年的なデータを活用し、現在までの劣化状態の推移より、将来の劣化状態を予測する方法。               | 経年的に蓄積されたデータを活用するため、対象とする各資産の将来の状態を予測することが可能である。              |
|              |  | 適用  | 短所  |
|              |  | 経年的に劣化する材料等に適用できる。また十分な量のデータを必要とする。                           | データ数が少ないと予測した状態と実劣化状態のバラツキが避けられない。                            |
| 理論的手法        |  | 概要  | 長所  |
|              |  | 適用  | 短所  |
|              |  | 理論的に劣化要因の進行メカニズムが解明され、材料・構造・荷重・環境条件により、理論式に基づいて将来的な状態を予測する方法。 | メカニズムが解明されている劣化については、経年的なデータの有無に関わらず、与条件により将来的な劣化予測が可能である。    |
|              |  | ・コンクリートの中性化や<br>塩害によるひびわれ<br>・鋼材腐食<br>・鋼材の疲労による亀裂<br>など       | 現時点では、メカニズムが確認されていないものも多く、また劣化の要因が複合した場合の対応が困難である。            |
| 確率論的手法(遷移確率) |  | 概要  | 長所  |
|              |  | 適用  | 短所  |
|              |  | マルコフ過程に代表されるように、確率論的に将来の劣化状態を予測する方法。                          | 中長期的な計画の立案など、精緻な精度を必要としない予測を行う場合には適用性が高い。                     |
|              |  | 突発的な損傷や、資産群のマネジメントにおける予算確保・配分への適用などがある。                       | 精緻な精度を求められる場合は適用が困難である。また、劣化要因を特定しないため、想定した対策法が現実と剥離する可能性がある。 |

静岡県においては、2巡目の点検を完了し、十分なデータの蓄積ができたことから、劣化予測手法として点検結果を統計的に処理（回帰分析）して劣化曲線を設定する『回帰分析手法』によることとした。

なお、対象とするデータは目視点検の結果であることから『理論的手法』の適用は難しく、また、個別橋梁の補修時期を確定的に予測する事業実施計画を作成するため『確率論的手法』の適用も難しい。

(2)劣化曲線の設定

点検結果から算出された健全度 I は、図 3.2 に示すように 100 付近に偏る傾向が強い。これは、補修履歴のある橋梁が数多く含まれていることなどに起因していると考えられる。

このため、劣化曲線の設定においては、同一架設年代において健全度が低い集団が補修されないままに今日に至っているものと考え、その集団の代表値として 25 パーセンタイル値を採用し、その値を回帰分析することにより、表 3.7 に示す 11 の劣化曲線を設定した。

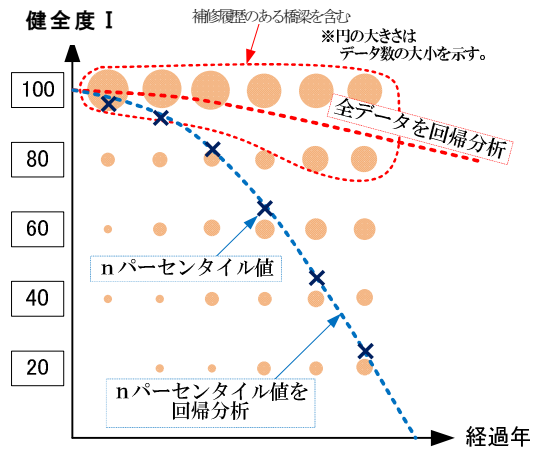


図 3.2 健全度の分布と劣化曲線の設定

表 3.7 設定する劣化曲線

| 部位                    | 材料等 | 区分                    | 劣化曲線<br>設定値           |
|-----------------------|-----|-----------------------|-----------------------|
| 上部工                   | 鋼   | 塗装                    | $Y = 100 - 0.0988X^2$ |
|                       | RC橋 | 塩害の影響あり(海岸から200m以下)   | $Y = 100 - 0.0180X^2$ |
|                       |     | 塩害の影響なし(海岸から200mを超える) | $Y = 100 - 0.0100X^2$ |
|                       | PC橋 | 塩害の影響あり(海岸から200m以下)   | $Y = 100 - 0.0117X^2$ |
| 塩害の影響なし(海岸から200mを超える) |     | $Y = 100 - 0.0035X^2$ |                       |
| コンクリート床版              | RC橋 | —                     | $Y = 100 - 0.0057X^2$ |
|                       | PC橋 | —                     | $Y = 100 - 0.0025X^2$ |
|                       | 鋼橋  | —                     | $Y = 100 - 0.0046X^2$ |
| 下部工(躯体)               | RC  | 塩害の影響あり(海岸から200m以下)   | $Y = 100 - 0.0137X^2$ |
|                       |     | 塩害の影響なし(海岸から200mを超える) | $Y = 100 - 0.0028X^2$ |
|                       | 鋼   | 塗装                    | $Y = 100 - 0.0988X^2$ |

劣化曲線を設定する上で、分析の対象とした点検結果には、補修時期や補修内容に関する情報が不足しているため、補修の有無に関わらず同等に扱っている。

また、凍結防止剤の影響など近年問題となり始めている損傷に対して有効な分析に必要な情報も不足している。

今後は、新たな知見に対して柔軟な情報収集・蓄積に努め、劣化曲線の精度を向上させていく必要がある。

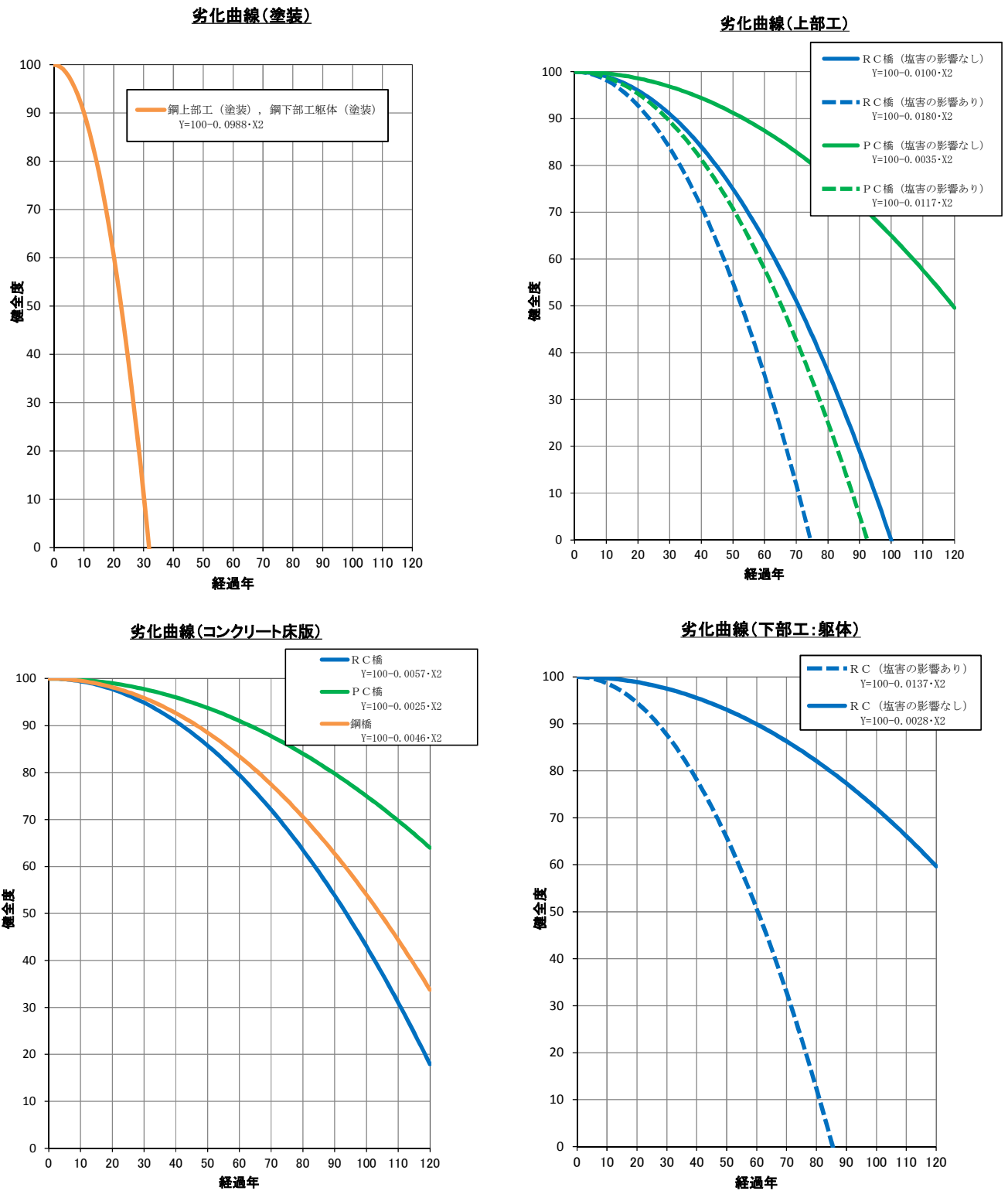


図 3.3 各部材の劣化曲線

劣化曲線は工種によってその性格が異なるため、その扱いには注意が必要である。

鋼橋における劣化曲線は主に塗膜の劣化を表しているため、健全度の低下が耐力の低下に直接結びつかない。一方、コンクリート部材においては、健全度の低下が耐力の低下に直接的に影響する。

### 3.4.2 評価開始年の健全度

評価開始年度(現状)の健全度は、至近の点検結果を優先し劣化曲線を修正することで算出する。

点検結果がない場合は、架設からの経過年を代入して状態の予測モデルで求めた健全度を評価開始年度(現状)の健全度とする。

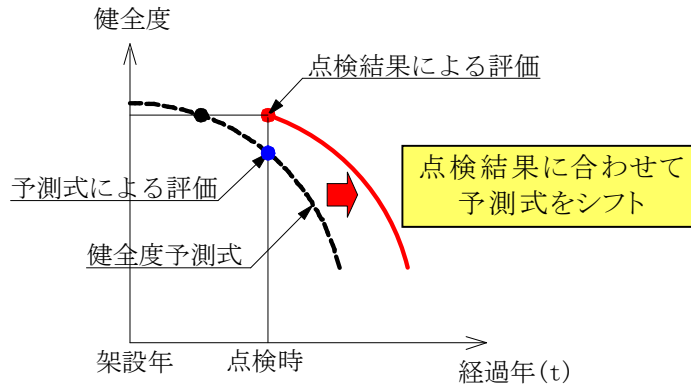


図 3.4 点検結果への合わせ方

### 3.4.3 補修後の予測

対象とする損傷や劣化に対する補修が既になされている場合は、補修による健全度の回復率を100%とし、補修後の劣化の進み具合(劣化進行速度)は補修前と同じと考える。なお、補強が行われた場合も同様とする。

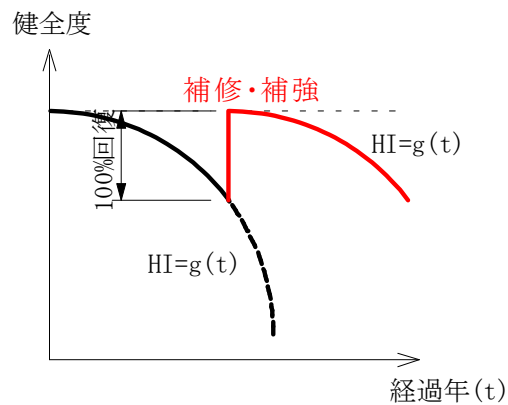


図 3.5 補修・補強後の予測



## 4 中長期管理計画の立案

### 4.1 耐用年数

適切な補修を実施した橋梁の耐用年数は 120 年とする。

適切な補修を実施した橋梁の耐用年数は、富士川橋の補修履歴等の検討に基づき 120 年に設定することとした。

富士川橋においては、大正 13 年(1924 年)に架設され、架設後 90 年以上が経過したが、現時点でもその機能を十分に保っている。これは、床版打替、主桁の塗装塗替など、適時・適切な補修が実施されてきたことが効果的だったと言える。

架設後 60 年目に大規模な修繕を実施しているが、適時・適切な補修が実施されるとすれば、少なくとも次の大規模な補修を実施する架設後 120 年まではその機能を十分に保てると考えられる。

このため、図 4.1 に示すような「富士川橋の一生」に基づいて、橋梁の耐用年数を 120 年に設定した。

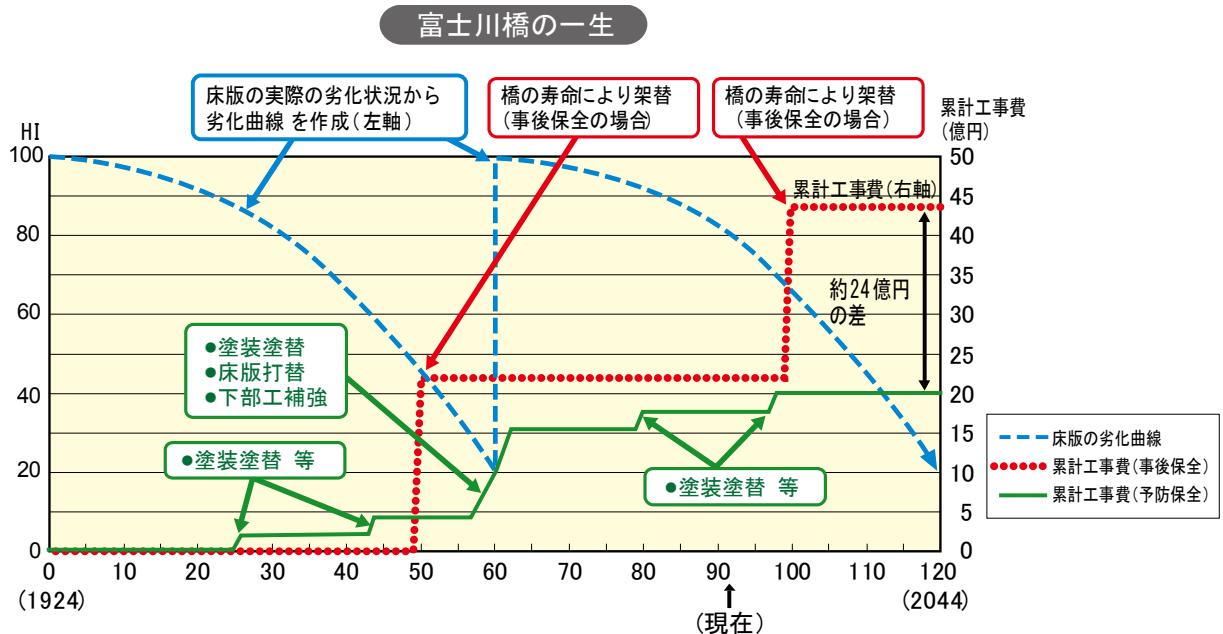


図 4.1 富士川橋の一生

## 4.2 対策工法選定手法

対策工法については, 健全度 I ( $HI_1$ ) に応じた標準的な補修・補強工法を段階的に設定する。

表 4.1 健全度 I ( $HI_1$ ) が表す一般的な状態と標準的な補修工法 (RC床版の例)

| 健全度 I                   | 一般的な状態    | 標準的補修工法           |
|-------------------------|-----------|-------------------|
| $80 \leq HI_1 \leq 100$ | 新橋状態      | —                 |
| $60 \leq HI_1 < 80$     | 継続的な監視が必要 | ひびわれ注入工法          |
| $40 \leq HI_1 < 60$     | 補修が必要     | ひびわれ注入 + 炭素繊維接着工法 |
| $20 \leq HI_1 < 40$     | 至急補修が必要   | ひびわれ注入 + 鋼板接着工法   |
| $0 \leq HI_1 < 20$      | 限界管理水準    | 打替工法              |

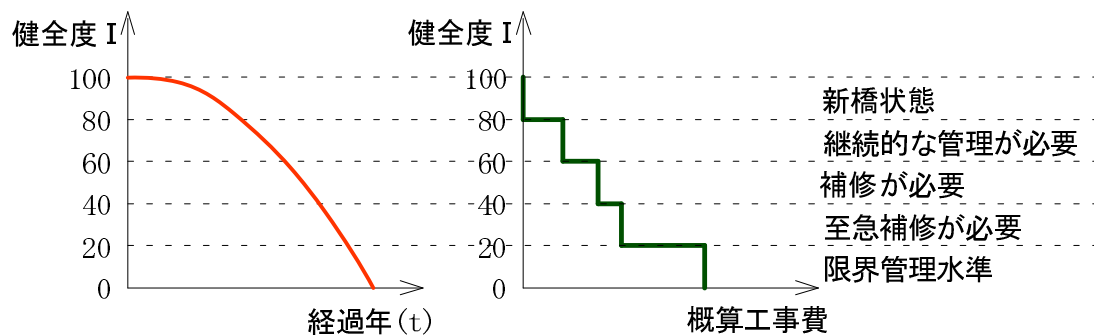


図 4.2 概算工事費設定のイメージ

### 4.3 経済性評価手法

予算制約がない場合の最適投資パターンは、ライフサイクルコストが最小となる補修シナリオを基に算出する。(経済性評価の初期値とする)

#### (1) ライフサイクルコストが最小となる補修シナリオ

本来、予算制約がない場合の最適投資パターンは、個別橋梁・個別部材に対してライフサイクルコストが最小となる補修シナリオを基にして算出されることが望ましい。しかしながら、橋梁ごとに劣化曲線を設定していない現状では、個別橋梁・個別部材を対象としたライフサイクルコスト分析は困難である。

また、個別橋梁を対象としたライフサイクルコストの最小化を考えるとすると、橋梁ごとに最適管理水準が異なる結果となり、計算が極めて煩雑で計算過程を追跡することが困難となることから、予算の平準化などを計画する上で大きな障害となる懸念がある。

このため、すべての橋梁・部材について同一の目標管理水準を設定することとし、評価期間 50 年間に生じる補修費の合計が最小となる目標管理水準を『ライフサイクルコストが最小となる補修シナリオ』として設定することとした。

## (2) 評価期間

経済性評価は、将来の補修、更新計画の違いによる各案のコスト差を評価するため、十分に長い評価期間を設定する必要がある。これより、評価期間は、対象としている施設の耐用年数より長く、その期間に補修、更新(架け替え)が含まれるように設定することが望ましい。

静岡県の場合、既に架橋から30～50年経過している橋梁が全体の半数以上を占めており、この橋梁が今後20～30年の間に一斉に老朽化を迎え更新の検討を行う対象となることが予想されることから評価期間を50年と設定した。

## (3) 社会的割引率

社会的割引率は、将来発生するコストを現在価値に割り戻して評価するためのものであり、ライフサイクルコストを算出する際に用いられている。

$$C = I + \sum_{k=1}^n \left[ \frac{k\text{年目のコスト}}{(1+i)^k} \right]$$

ここで、C:ライフサイクルコスト

n:分析期間

i:社会的割引率

新規事業の場合、社会的割引率を4%として費用便益を算出する手法が国交省の指針で定められているが、既設構造物の維持管理計画を対象とした場合の扱いが明確化されていない。また、評価期間が長期間となった場合、将来の事業が過小評価され実務者の直感と矛盾する評価結果となる。

以上より、経済性評価においては、社会的割引率を考慮しない。

## (4) 外部費用(社会的コスト)

同一路線内の管理が主となる国交省や各高速道路株式会社では、走行時間損失、走行経費損失、事故損失等を経済性評価に考慮している。

しかし、対象路線が多数ある静岡県の場合、路線の条件(交通量、規制の難易度等)が異なることや、損失額が巨額となり実際に発生する工事費用が補修工法を選定するための判断材料とならなくなる恐れがある。

これより、最適補修工法を選定するための経済性評価では、これらの外部費用は考慮せず、中長期計画における補修・補強対策の優先度を評価する時に反映させる。

#### 4.4 対策優先度

対策の優先度評価は、構造物の健全度を指標とすることを基本とし、かつ路線の特徴や立地条件、利用者・周辺住民に対する影響度等を評価した重要度(重要性, 危険性, 耐久性, 効率性)を考慮した総合的な評価により行なう。

$$\text{ここに 優先度} = \alpha \times (100 - \text{健全度}) + \beta \times \text{重要度}$$

ただし,  $\alpha + \beta = 1.0$

資産評価の手法が確立されていない現状では、各機関共に構造物の健全度を指標とすることを基本としている。(悪いものから補修する)

これより、予算に制約がある場合の優先順位付けは、構造物の健全度を指標とすることを基本とし、かつ路線の特徴や立地条件、利用者・周辺住民に対する影響度等を評価した重要度(重要性, 危険性, 耐久性, 効率性)を考慮した総合的な評価を行ない、対策の優先順位付けを行う。

なお、健全度と重要度を合成する時の重み係数 ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) は、健全度を重視することを基本とし、重み係数を  $\alpha = 0.7$ ,  $\beta = 0.3$  と設定する。

また、重要度は、重要度を評価する各項目の重みの合計値 ( $\sum W_i$ ) として算出する。(重要度; 100 点満点,  $W_i$ ; 各項目の重み)

以上により算定した優先度の数値の高い順に補修・補強を実施することとする。

##### (1) 重要度の重み係数

重要度を評価する各項目の重みは、道路管理者や学識経験者へのアンケート調査を実施し、階層化意思決定法(AHP法)により設定している。

重要度評価を行う上で重要な重み係数については、AHP法を採用することで客観性をもたせた。

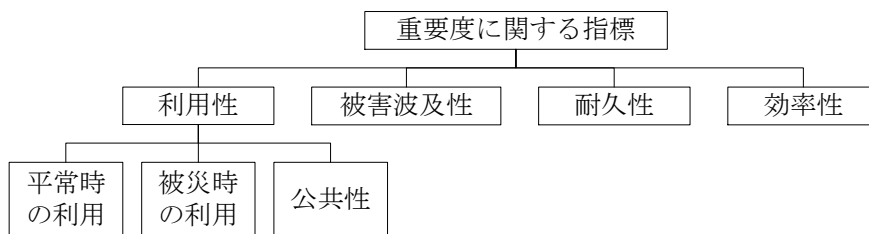


図 4.3 体系化された重要度の指標

表 4.2 重要度評価項目及び重み

| 評価項目            |                       |                    | 評価の視点                             |
|-----------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|
| 第1階層            | 第2階層                  | 第3階層               |                                   |
| 利用性<br>(0.35)   | 平常時の<br>利用性<br>(0.45) | 交通量(0.60)          | 交通量の大きい道路の保全                      |
|                 |                       | 交通状況(0.40)         | 大型車交通量の大きい道路の保全                   |
|                 |                       |                    | バス路線の保全                           |
|                 | 被災時の<br>利用性<br>(0.45) | 沿道状況(0.20)         | D1D 地区等被災規模が大きいと予測される場所への<br>交通確保 |
|                 |                       | 防災上の路線区分<br>(0.60) | 緊急輸送路の機能確保                        |
|                 |                       |                    | 隣接県との交通機能確保                       |
|                 | 公共性<br>(0.10)         | 代替性(0.20)          | 代替路が無い交通路や、あっても時間が掛かる場合<br>を優先    |
|                 |                       | 良好な景観性(0.40)       | 良好な景観の保全                          |
|                 | 歴史的価値(0.60)           | 歴史のある橋梁の保全         |                                   |
| 被害波及性<br>(0.50) | 交差物件<br>(0.70)        |                    | 橋下の鉄道への被害波及性<br>橋下の道路への被害波及性      |
|                 | 添架物件(0.30)            |                    | 添架物件への被害波及性                       |
| 耐久性<br>(0.10)   | 適用示方書<br>(0.40)       |                    | 設計基準による特徴的な弱点                     |
|                 | 上部工形式<br>(0.20)       |                    | 上部形式や材料ごとの特徴的な弱点                  |
|                 | 下部工形式<br>(0.40)       |                    | 下部形式や材料ごとの特徴的な弱点                  |
| 効率性<br>(0.05)   | 補修難易度<br>(0.60)       |                    | 施工に伴う用地の制約や、施工の特殊性                |
|                 | コスト(0.40)             |                    | 補修・補強に要する費用、再構築費用                 |

※上表の( )内数値は重み係数を示す

(2) 重要度を評価する各項目の評点

「表 4.2 重要度評価項目及び重み」に示す重要度を評価する各項目については、区分に応じた評点を下表に示す一覧表のとおり設定する。

表 4.3 重要度を評価する各項目の評点

| 第1階層  |      | 第2階層        |      | 第3階層            |      | 評点の設定 |                         |       |                 |     |
|-------|------|-------------|------|-----------------|------|-------|-------------------------|-------|-----------------|-----|
| 評価項目  | 重み   | 評価項目        | 重み   | 評価項目            | 重み   | 評価項目  | 区分                      | 評点    |                 |     |
| 利用性   | 0.35 | 平常時の<br>利用性 | 0.45 | 交通量             | 0.60 | 交通量   | 30,000台以上/日             | 100   |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | 20,000台以上/日、30,000台以上/日 | 80    |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | 10,000台以上/日、20,000台未満/日 | 60    |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | 5,000台以上/日、10,000台未満/日  | 40    |                 |     |
|       |      |             |      | 5,000台未満/日      | 20   | 交通状況  | 0.40                    | 交通状況  | 2,000台以上/日、バス路線 | 100 |
|       |      |             |      | 2,000台以上/日、一般路線 | 75   |       |                         |       |                 |     |
|       |      |             |      | 2,000台未満/日、バス路線 | 50   |       |                         |       |                 |     |
|       |      |             |      | 2,000台未満/日、一般路線 | 25   |       |                         |       |                 |     |
|       |      | 被災時の<br>利用性 | 0.45 | 沿道状況            | 0.20 | 沿道状況  | 0.60                    | 沿道状況  | D I D 地区        | 100 |
|       |      |             |      |                 |      |       |                         |       | D I D 地区以外      | 0   |
|       |      |             |      |                 |      |       |                         |       | 第1次確保路線         | 100 |
|       |      |             |      |                 |      |       |                         |       | 第2次確保路線         | 75  |
|       |      |             |      | 第3次確保路線         | 50   | 代替性   | 0.20                    | 代替性   | その他             | 0   |
|       |      |             |      | 迂回路無            | 100  |       |                         |       |                 |     |
|       |      |             |      | 迂回路有            | 0    |       |                         |       |                 |     |
|       |      |             |      | 景観上の重要度が高い      | 100  |       |                         |       |                 |     |
| 公共性   | 0.10 | 良好な景観性      | 0.40 | 良好な景観性          | 0.60 | 歴史的価値 | 景観上の重要度は高くない            | 0     |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | 歴史的価値が高い                | 100   |                 |     |
|       |      | 歴史的価値       | 0.60 | 歴史的価値           | 0.60 | 歴史的価値 | 0.60                    | 歴史的価値 | 歴史的価値は高くない      | 0   |
|       |      |             |      |                 |      |       |                         |       | 歴史的価値は高くない      | 0   |
| 被害波及性 | 0.50 | 交差物件        | 0.70 | 交差物件            | 0.70 | 交差物件  | 鉄道                      | 100   |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | 道路                      | 50    |                 |     |
|       |      | 添架物件        | 0.30 | 添架物件            | 0.30 | 添架物件  | 0.30                    | 添架物件  | その他             | 0   |
|       |      |             |      |                 |      |       |                         |       | 有               | 100 |
| 耐久性   | 0.10 | 適用示方書       | 0.40 | 適用示方書           | 0.40 | 適用示方書 | 無                       | 0     |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | ~昭和14年道示                | 100   |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | 昭和31年道示~昭和47年道示         | 50    |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | 昭和55年道示~                | 0     |                 |     |
|       |      | 上部工形式       | 0.20 | 上部工形式           | 0.20 | 上部工形式 | 0.20                    | 上部工形式 | ゲルバー形式          | 100 |
|       |      |             |      |                 |      |       |                         |       | 2径間以上の単純桁形式     | 50  |
|       |      |             |      |                 |      |       |                         |       | その他             | 0   |
|       |      |             |      |                 |      |       |                         |       | パイルベント形式        | 100 |
| 下部工形式 | 0.40 | 下部工形式       | 0.40 | 下部工形式           | 0.40 | 下部工形式 | 柱式、壁式                   | 50    |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | その他                     | 0     |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | 鉄道                      | 100   |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | 道路                      | 75    |                 |     |
| 効率性   | 0.05 | 補修難易度       | 0.60 | 補修難易度           | 0.60 | 補修難易度 | 河川                      | 50    |                 |     |
|       |      |             |      |                 |      |       | その他                     | 0     |                 |     |
|       |      | コスト         | 0.40 | コスト             | 0.40 | コスト   | 0.40                    | コスト   | 仮設備費が高価         | 100 |
|       |      |             |      |                 |      |       |                         |       | 仮設備費が安価         | 0   |

#### 4.5 中長期管理計画の立案手法

中長期管理計画は、将来予測の結果を基に、維持管理に関わる 50 年間の投資計画を立案するものである。

##### (1) 維持管理経費の分類

橋梁中長期管理計画（平成 21 年 8 月）では、支承のように劣化曲線を設定することが困難な部材があることや、予測できなかった局所的な損傷の修繕費を考慮できていないことなど、いくつかの問題を含んでいるものの、維持管理経費に関する種々のデータ蓄積が少なかったことから、主要な部材について劣化曲線を仮定し、劣化予測に基づいて算出された健全度を使って修繕費を算出してきた。

しかしながら、近年の長寿命化への取組の中で補修の実績も増え、種々の実績データが蓄積できたことから、これらのデータを活かして精度よく維持管理経費を推定するために、今回の中長期管理計画の見直しに際しては、表 4.4 に示す分類を考え、精度の向上を図ることとした。

表 4.4 維持管理経費の分類

| 分類     | 内容   | 対象                         |
|--------|--|----------------------------|
| 点検費    | 5 年ごとに実施する定期点検に関わる経費   | すべての部材                     |
| 修繕費(1) | 劣化を予測し、補修する経費  | 主構（主桁、横桁）<br>床版<br>下部工（躯体） |
| 修繕費(2) | 耐用年数や実績などの経験則を基にして、ある程度の周期を守りながら補修する経費   | 支承<br>伸縮装置<br>舗装           |
| 修繕費(3) | 健全度 I が目標管理水準を下回っていないものの、橋梁点検の健全性の診断がⅢ、Ⅳの評価となった損傷を補修する経費<br>突発的な損傷を補修する経費<br>発生の予測が難しい損傷を補修する経費（高欄等） | すべての部材                     |

##### (2) 点検費

これまでの点検費の実績を基に算定する。



(3) 修繕費（1）

劣化予測を基にして健全度 I を推定し，健全度 I に応じた補修方法と修繕費を算定する。

修繕費は，補修単価に損傷面積を乗じて算出しているわけではなく，損傷の拡がりを考慮した健全度 I に応じた橋面積当りの補修単価に橋面積を乗じて算出している。

したがって，橋面積当りの補修単価は，健全度 I に応じて変化することとなるため，補修対策の変化点における単価を直線補間して設定する。

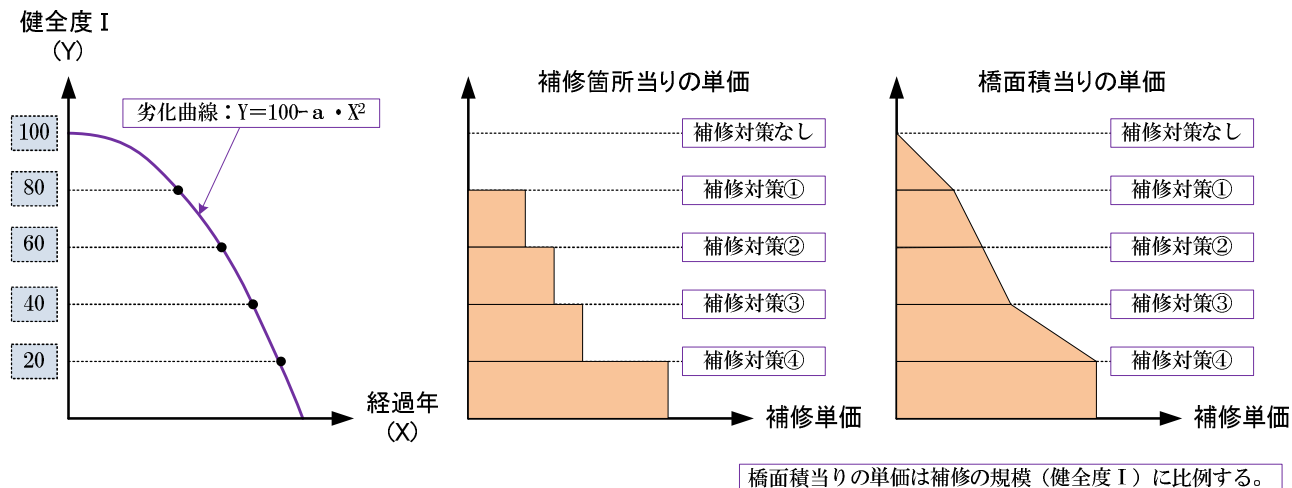


図 4.4 健全度 I と補修単価

(4) 修繕費（2）

部材の交換周期を部材ごとに設定して，修繕費を算出する。

① 支承

支承の耐用年数は表 4.5 のように設定する。

表 4.5 支承の交換周期

| 部材   |          | 架設年                       | 交換周期  |
|------|----------|---------------------------|-------|
| 鋼製支承 |          | —                         | 30 年  |
| ゴム支承 | パッド型     | 1995 年（兵庫県南部地震）以前に架設された橋梁 | 100 年 |
|      | タイプ A, B | 1995 年（兵庫県南部地震）以降に架設された橋梁 | 150 年 |

鋼製支承はゴム支承（タイプ A, B）に交換するものとする。

※ 国総研資料第 523 号『道路橋の計画的管理に関する調査研究』より引用

② 伸縮装置

伸縮装置の耐用年数は、表 4.6 のように設定する。

表 4.6 伸縮装置の交換周期

| 部材      | 交換周期 |
|---------|------|
| ゴム製伸縮装置 | 30 年 |
| 鋼製伸縮装置  | 30 年 |

※ 国総研資料第 523 号『道路橋の計画的管理に関する調査研究』より引用

③ 舗装

舗装の耐用年数は、設計期間の 20 年に設定する。

(5) 修繕費 (3)

これまでの修繕費の実績を基に算定する。

(6) 中長期管理計画の立案手法

以下の手順に従って中長期管理計画を策定する。

- ① 劣化曲線を基にして、補修の周期（目標管理水準への到達年： $X_0 = \sqrt{((100 - Y_0) / a)}$ ）を計算する。
- ② 劣化曲線を基にして、点検によって得られた健全度に相当する経過年： $X_i = \sqrt{((100 - Y_i) / a)}$ ）を計算する。
- ③ 補修の時期は  $(X_0 - X_i)$  年後、 $(2 \cdot X_0 - X_i)$  年後、 $(3 \cdot X_0 - X_i)$  年後・・・となる。
- ④ 健全度が目標管理水準に達する時の補修費を算出する。

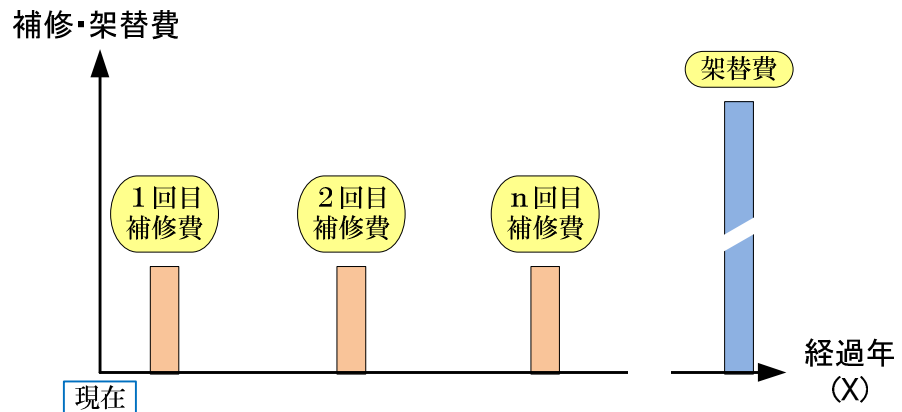
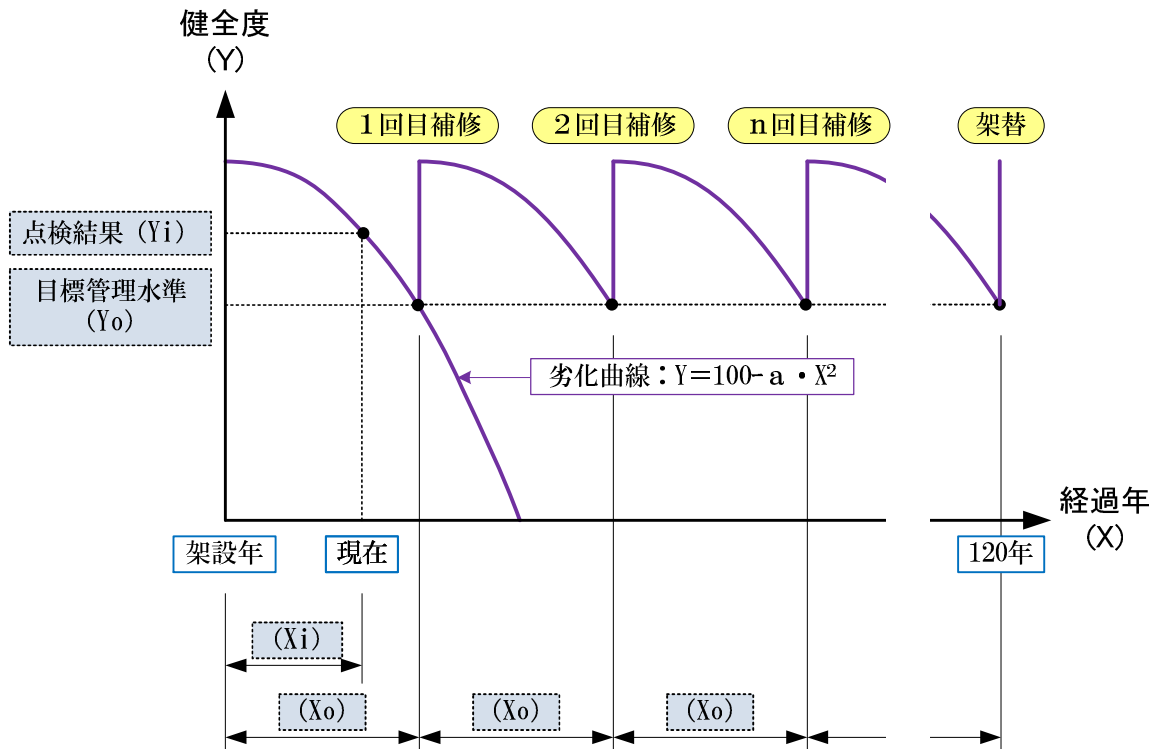


図 4.4 評価期間内に生じる補修費の算出手法

- ⑤ すべての橋梁における補修費を合算したものを予算制約がない場合の修繕計画とする。
- ⑥ 対策優先度の順に修繕費を加算し、予算制約に達した段階で次年度に先送りする。予算制約に達しない場合には、次年度に予定する補修を前倒しする。  
(対策優先度は健全度と重要度によって決定される。)
- ⑦ 先送りが5年を超過する場合には予算を見直して再計算する。
- ⑧ 修繕費とは別に架替費を算出し、平準化した額を合算する。

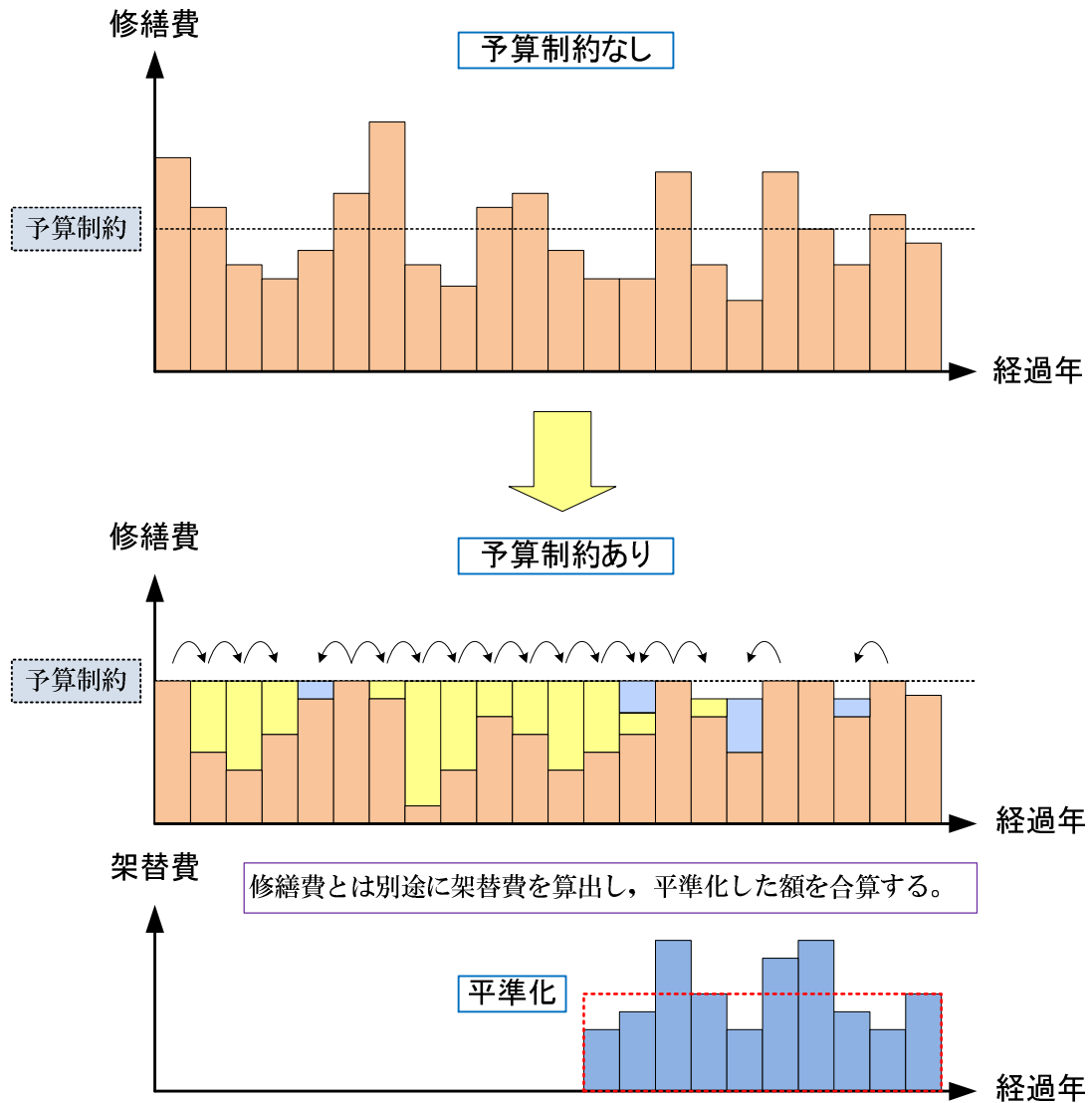


図 4.5 中長期管理計画立案手法（予算の平準化）

## 4.6 架替更新費の取扱い

予算計画上は、維持管理経費と架替更新費を区分して考えるものとする。

アセットマネジメントの考え方を橋梁に生かすことのねらいは、限られた予算条件の下で最適な維持管理計画を立案することと、架替更新費の平準化である。

この両者は、同じもののようであるが、性格が異なる。

橋梁本体の耐用年数とは、物理的・工学的な耐用限界というより、機能的・社会経済的な要因で決定されている耐用限界という意味合いが強いが、補修は物理的・工学的な性能低下(劣化)現象によって決定される。

また、維持管理経費の場合は、前倒しと後送りのどちらのシナリオも考えられるが、架替更新費の場合は後送りのシナリオしか選択できない。(耐用年数より前に架け替えることはあり得ない。)

このため、予算計画(投資計画)を考える上では、維持管理経費と架替更新費を区分することとした。

### (1) 維持管理経費

架替を行わないと仮定し、最小の補修・補強を継続することにより管理水準を維持する工学的永久構造物を目指す場合の維持管理経費を算出する。

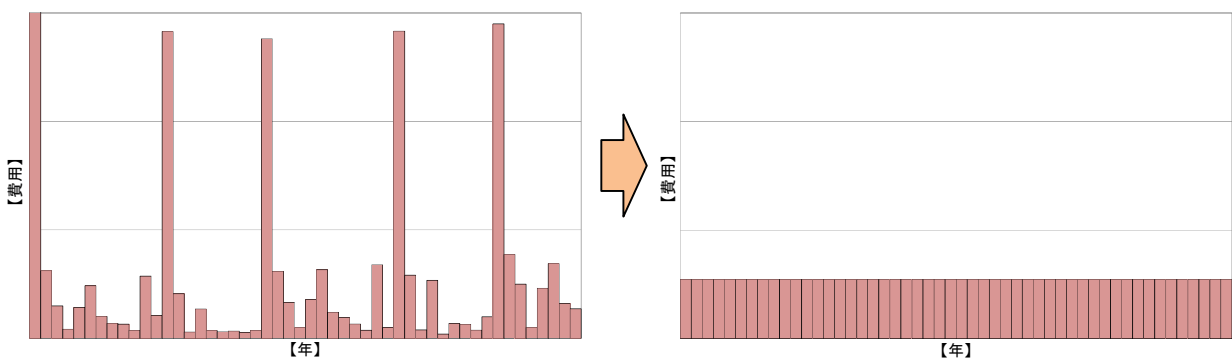


図 4.6 維持管理経費の平準化

### (2) 架替更新費

橋梁の寿命(静岡県では適切な維持管理を実施した場合に120年と設定)を基にして架替更新費を算出する。

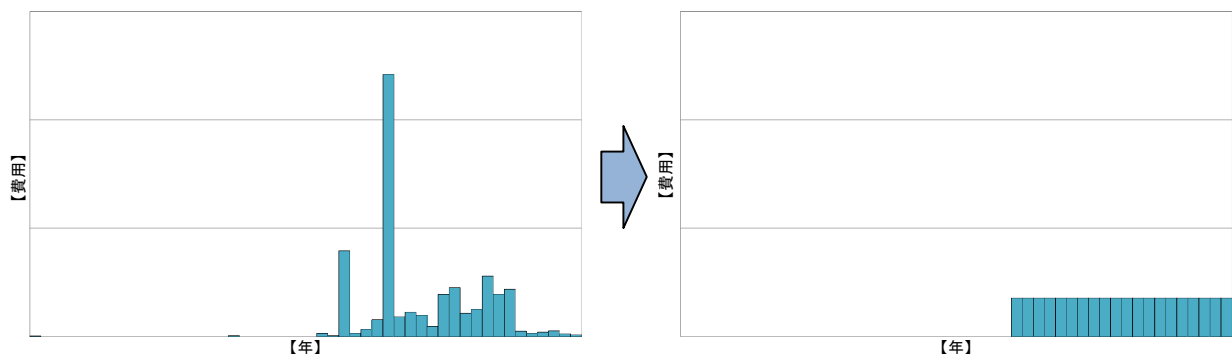


図 4.7 架替更新費の平準化

## 5 事業実施計画

事業実施計画は、中長期管理計画と最新の点検結果に基づき、10年間の点検・補修・架替の具体的な時期や内容を決定するものである。

### (1) 対象橋梁

以下の考え方で10年間の事業実施橋梁を決定する。

- ① 中長期管理計画から、直近10年分の橋梁を抽出する。
- ② 最新の点検結果から、健全性の診断の区分がⅢまたはⅣであり、中長期管理計画の直近10年分に含まれていない橋梁を抽出する。

### (2) 事業実施の順序

以下の考え方で事業実施の優先順位を決定する。

- 【第1優先グループ】：健全性の診断：Ⅳ（緊急措置段階）  
 〈直ちに措置；措置後は再度健全性の診断を行う〉
- ↓
- 【第2優先グループ】：健全性の診断：Ⅲ（早期措置段階）  
 優先度式によりグループ内で対策順位を決める。
- ↓
- 【第3優先グループ】：健全性の診断：Ⅱ（予防保全段階）  
 かつ、健全度Ⅰ（ $HI_1$ ）が目標管理水準に達する見込みのもの  
 優先度式によりグループ内で対策順位を決める。

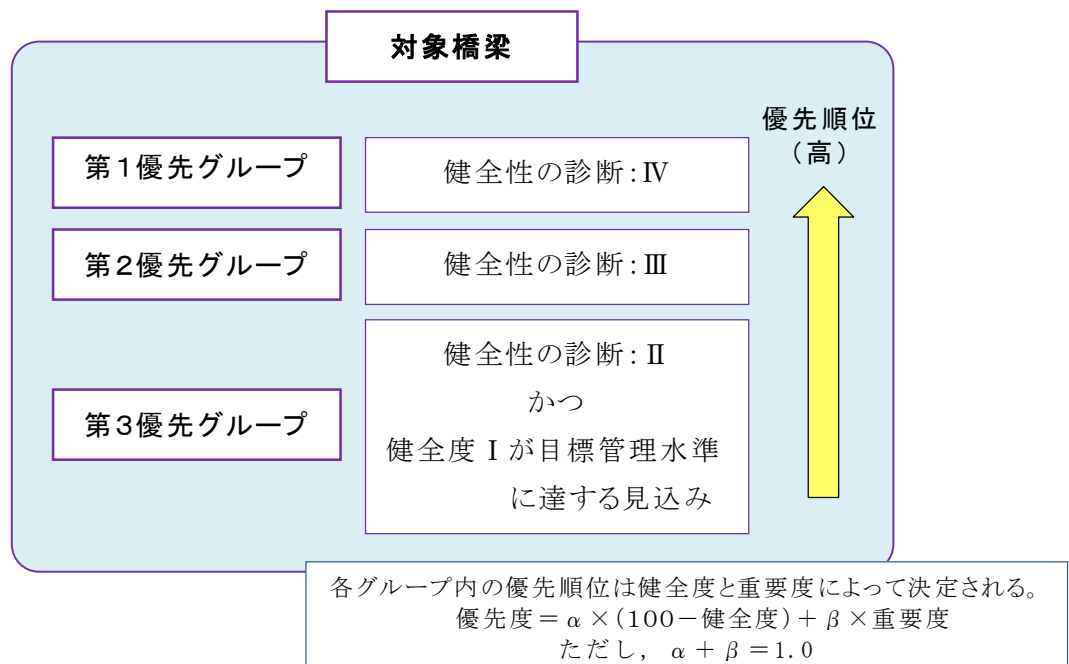


図 5.1 対策順序のイメージ

(3) 補修工事集約の考え方

以下のような点を考慮しながら、コスト削減を念頭において補修工事を集約する。

- 足場の兼用によるコスト削減の可能性
- 同一橋梁内の他径間において5年以内に補修が予定される場合
- 同一橋梁内で5年以内に他工種の補修が予定される場合

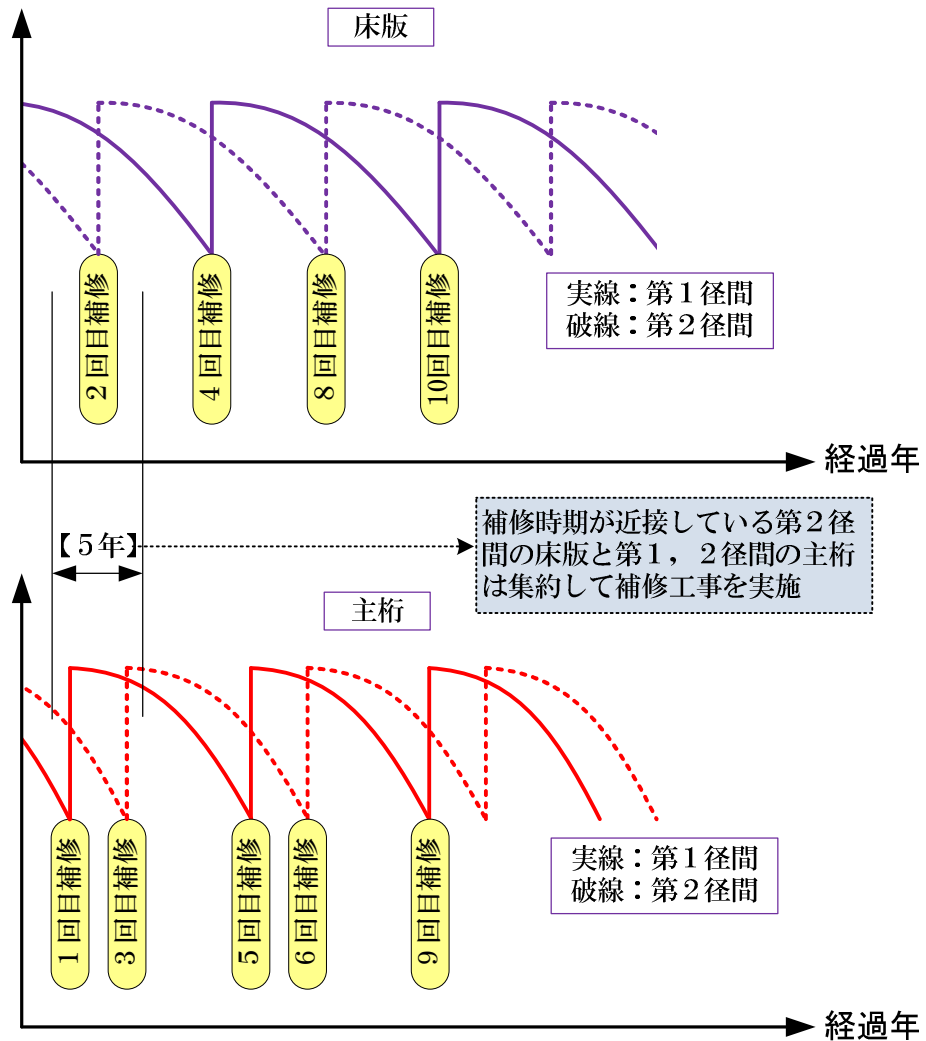


図 5.2 補修工事集約のイメージ

(4) 計画見直しの周期

事業実施計画は、最新の橋梁点検結果及び補修工事实施状況を常に反映することが重要である。このため、事業実施計画は毎年見直すことを基本とする。

## 6 モニタリング・事後評価

### 6.1 モニタリング手法

定期的に点検結果及び補修履歴をデータベースに反映させることで、管理橋梁の状態（損傷状況）を常に把握する。

#### 補修台帳作成システム【履歴の入力イメージ】

The screenshot shows a software interface for entering repair history. It includes fields for bridge code (401380020-01), bridge name (白妙橋), and road name (139号). The repair history section contains fields for repair date (2006年03月25日), repair type (001:補修), repair material (010:床版), repair quantity, cost (100000千円), contractor (〇〇〇〇建設), and contract number. There are also fields for painting history, including painting date, section number, and area. A callout bubble points to the repair history section with the text: "補修・補強の履歴や塗装の履歴を登録する。" (Register repair/reinforcement history and painting history).

#### 補修台帳作成システム【補修箇所の入力イメージ】

The screenshot shows the input interface for repair locations. It includes fields for repair date (2006年03月25日), bridge code (401380020-01), bridge name (白妙橋), road name (139号), section number (1), and sub-section number (A01). The main area is a table for recording damage types. A callout bubble points to the table with the text: "補修対象となった損傷をチェックする。チェックされた損傷は「損傷なし」として点検データに反映される。" (Check the damage that became the repair target. Checked damage is reflected in the inspection data as "no damage"). A red box highlights the table with the text: "仮定の点検結果" (Assumed inspection results).

| 工種  | 部材      | 材料 | 損傷種類   |
|-----|---------|----|--|
| 上部工 | 床版      | 鋼  | 腐食<br>亀裂<br>ゆるみ・脱落<br>破断<br>防食機能の劣化<br>その他<br>異常な音・振動<br>剥離・鉄筋露出<br>漏水・過剰石灰<br>根げ落ち<br>コンクリート部材の損傷<br><input checked="" type="checkbox"/> 床版(ひびわれ)<br>うき<br>その他<br>定常部の異常<br>変色・劣化 |
|     | コナート    |    | 剥離・鉄筋露出<br>その他<br>変色・劣化<br>実形・欠損<br>ひびわれ   |
|     | 主橋      | 鋼  | 腐食<br>亀裂<br>ゆるみ・脱落<br>破断<br>防食機能の劣化<br>その他<br>異常な音・振動<br>剥離・鉄筋露出<br>その他<br>変色・劣化<br>実形・欠損<br>ひびわれ<br>剥離・鉄筋露出   |
|     | コナート    |    | 剥離・鉄筋露出<br>その他<br>変色・劣化<br>実形・欠損<br>ひびわれ   |
|     | 邊音施設    | 鋼  | 腐食<br>亀裂<br>ゆるみ・脱落<br>破断<br>防食機能の劣化<br>その他<br>異常な音・振動<br>剥離・鉄筋露出<br>その他<br>変色・劣化<br>実形・欠損<br>ひびわれ  |
|     | 照明・標識施設 | 鋼  | 腐食<br>亀裂<br>ゆるみ・脱落<br>破断<br>防食機能の劣化<br>その他<br>異常な音・振動<br>剥離・鉄筋露出<br>その他<br>変色・劣化<br>実形・欠損<br>ひびわれ  |

図 6.1 モニタリングのイメージ



## 6.2 事後評価手法

定期的に健全度分布の推移を路線別や部材別に算出し、その変化によって実施効果を検証する。

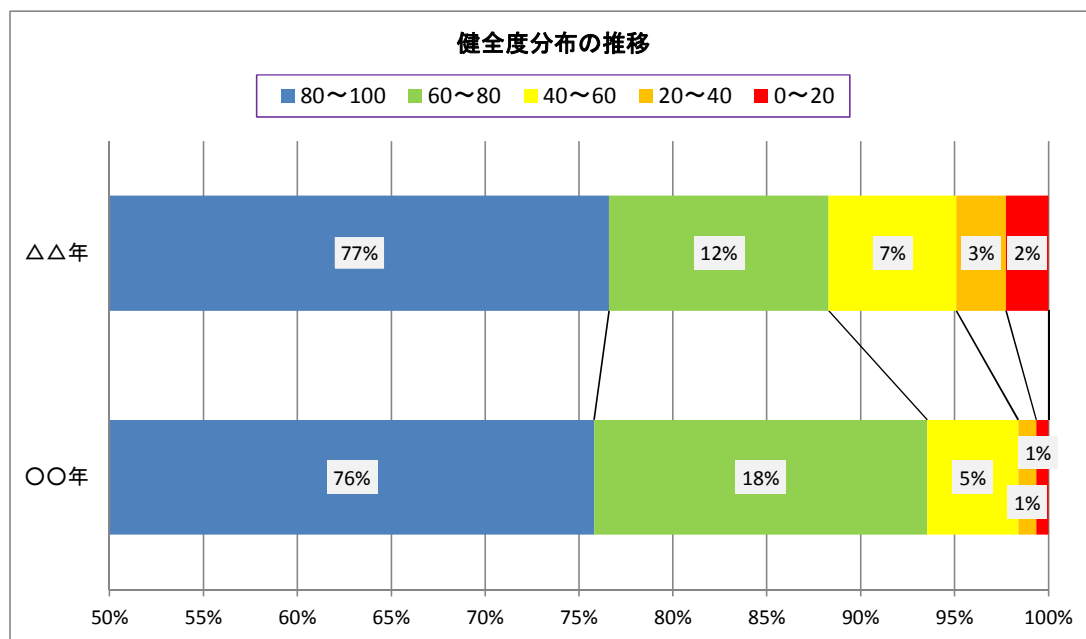


図 6.2 事後評価イメージ

## 7 長寿命化への取組

### 7.1 日常的な取組

日常の軽微な措置が橋の長寿命化に大きな影響を及ぼす。  
通常点検等で発見された不具合点のうち、比較的容易に対応が可能なものは、日常の維持作業で措置するものとする。

アセットマネジメントの目的とするところは、計画的な維持管理であるが、橋の長寿命化という観点から考えた場合、日常的な配慮や対応が極めて大きな効果をもたらすものも数多く存在する。

例えば、これに相当するものとして、水に対する配慮・対応がある。

橋梁においては、水が原因となって多くの損傷が生じているが、特に近年では凍結防止剤撒布量の増加に伴い、その傾向が顕著となっている。

このため、漏水や滞水の防止が、橋の長寿命化に大きな効果をもたらす。

具体的には、道路小規模修繕業務委託の一環として「橋守」を位置づけ、日常的に排水柵の土砂詰まりの除去、沓座・地覆の土砂溜まりの除去を実施することとしている。



図 7.1 維持作業で措置すべき損傷

また、橋台背面に生じやすい段差は、大きな衝撃力を発生させる要因となるため、早期に舗装で不陸を調整するなどの対応が長寿命化につながる。

## 7.2 新技術

橋梁のさらなる長寿命化や維持管理コストの縮減へ向けては、今後の技術開発に期待するところ  
が大きい。

様々な技術開発によって、より効率的・効果的な補修・補強技術が確立された場合には、本ガイ  
ドラインに適時組み込むこととする。

本ガイドラインは、作成した時点での最新の研究成果や知見を反映させたものではあるが、昨今  
の技術開発の速度を考えると新技術の取込を常に意識していないと、その内容が陳腐化する可能  
性がある。このため、本ガイドラインでは、確立された最新技術を適時取り込むこととした。

なお、新技術によってガイドラインに見直しが生じる場合として、以下のものが考えられる。

(1) 評価・予測手法に関する新たな知見

より精度の高い状態評価の手法や将来予測の手法などが確立された場合

(2) 点検・調査及び補修・補強に関する新たな技術開発

点検・調査に関する技術開発により、より効率的、効果的な点検手法が確立された場合や、補  
修・補強技術の開発により損傷の重要度や耐久性能が変わった場合

---

#### 橋梁ガイドラインの改訂履歴

1. 平成 17 年 3 月 橋梁ガイドライン（案）
  2. 平成 18 年 3 月 橋梁ガイドライン [公表]
  3. 平成 21 年 3 月 橋梁ガイドライン改訂版 [公表]
  4. 平成 28 年 3 月 橋梁ガイドライン改定版 [公表]
-