

## 橋梁の維持管理計画について

中央コンサルタンツ(株) 正会員 ○左古 英三, 渡邊 淳  
正会員 加藤 裕孝, 正会員 名知 幹弘

### 1. 目的

平成 25 年の道路法改正等を受けて、平成 26 年より道路施設の法定点検が実施されており、特に国土交通省の管理する橋梁では、部材別状況等の詳細なデータが蓄積されている。我が国では、その点検結果にもとづき修繕等を進めているが、予算制約等の問題から、早期の措置が必要な橋梁への対応が中心で、本格的な予防保全型管理を実施するには至っていない。そこで、限られた予算制約の下で、予防保全型の維持管理に移行できるように、点検で蓄積されたデータを活用し、投資シミュレーション等を行った上で、効果的なコスト削減に向けたシナリオを検討するプロセスを構築した。本稿は、橋梁のメンテナンスサイクルの合理化に向けた取り組みの一助となるように、橋梁の維持管理計画に関する検討プロセスを紹介するものである。

### 2. 検討プロセス

- 1) 損傷傾向分析：効果的な補修工法の検討に向け、点検データを集計して劣化傾向を分析する。
- 2) 劣化予測：対象橋梁について、橋種別、海岸からの距離、部材別等に分類し、点検結果の統計的な分析により、架設年度から点検年までの劣化速度を分析する。
- 3) 優先順位の設定：対象橋梁の優先すべき補修対象について、劣化速度や使用環境等から設定する。
- 4) 補修工法の設定：前段階の検討結果を踏まえ、劣化機構別、劣化段階別に、長寿命化に資する補修工法を検討する。
- 5) 投資シミュレーション：今後の数十年にわたる必要修繕費を算出し、最適シナリオを検討する。

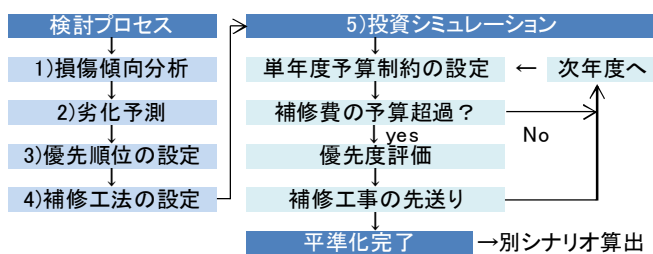


図-1 検討プロセスのフロー

### 3. 損傷傾向分析

橋梁に発生する損傷の種類は、主桁や床版等の部材ごとに異なるとともに、使用環境によっても異なる。例えば、大型車交通量が 10,000 台/日以上以上の重交通路線では、疲労損傷が多い傾向にあるため、疲労損傷が顕著に発生している地区を抽出することが必要である。また、沿岸部や積雪寒冷地などでは、塩害・凍害による損傷が生じる。

損傷が生じやすい箇所を分析することも重要である。橋梁では、伸縮装置からの漏水により、桁端部に剥離・鉄筋露出や鋼材腐食が集中していることがわかる(図-2)。特に、鋼橋では早期措置段階と診断された橋梁が多い傾向にあることから、効果的な対策立案に向けては、鋼橋の補修対策の検討が重要となる(図-3)。

さらに、年代別の分析を行ったところ、要補修と診断された疲労損傷(亀裂、床版ひび割れ)を有する橋梁のほとんどが、疲労基準の改定前(1980年以前)に架設されていた。疲労基準の改定前では床版厚の基準が薄く、剛性が小さいため、疲労損傷が生じやすいと考えられる。

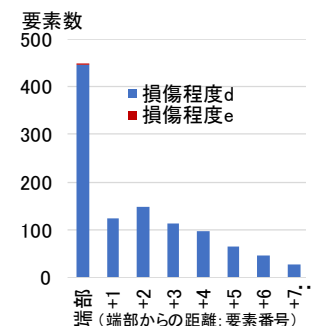


図-2 主桁の腐食発生箇所

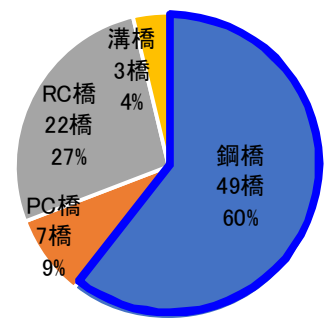


図-3 早期措置段階の橋梁数

(データ元は全国道路施設点検データベースを使用)

### 4. 劣化予測と優先順位の設定

橋梁に生じた損傷について各ステージに進展するまでの劣化速度を予測する。劣化予測の代表的な手法として、a) 寿命予測、b) 理論式、c) 点検結果の統計分析、d) 遷移確率、が挙げられる<sup>1)</sup>。劣化予測の精度からすると、各橋梁の中性化試験等から導かれる「b) 理論式」が好まれるが、現時点で全橋の調

査データが揃っておらず、使用環境によっても差異が生じるため、採用しないものとした。よって本検討プロセスでは、管轄地区の実態に最も近い結果が得られる「c)点検結果の統計分析」を採用した。

劣化予測モデルは、各部材の点検結果を点数化し、図-4に示すような二次曲線で設定する。なお、各劣化過程には幅があることから、点検結果を概ねそれらの中間値としてプロットした(表-1)。図-4に示す事例では、「ア)鋼橋-主桁-腐食」の劣化速度が最も速いことが伺えるため、鋼橋の腐食について優先的に対処すべき指標の一つと判断できる。

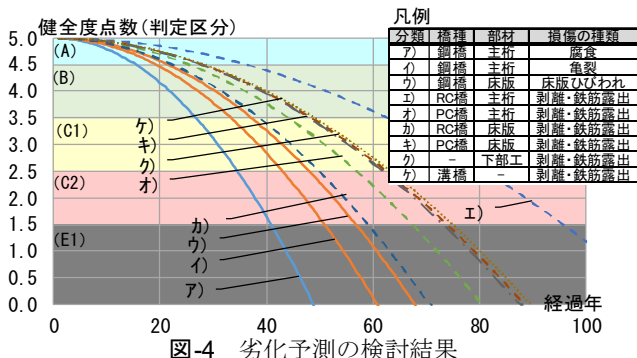


表-1 判定区分及び健全性と劣化過程の相関表

判定区分	健全性	劣化過程	点数化
A: 補修を行う必要がない	I: 健全	潜伏期	5.0~4.5 (点検値5)
B: 状況に応じて補修が必要	I: 健全	進展期	4.5~3.5 (点検値4)
C1: 予防保全の観点から要補修	II: 予防保全段階	加速期前期	3.5~2.5 (点検値3)
C2: 構造安全性の観点から要補修	III: 早期措置段階	加速期後期	2.5~1.5 (点検値2)
E1: 構造安全性の観点から要緊急対応	IV: 緊急措置段階	劣化期	1.5~0.0 (点検値1)

### 5. 補修工法の設定

前述の分析結果から、中長期的な視点でコスト削減に資する補修工法を設定する。

鋼橋の腐食を例にすると、伸縮装置からの漏水により桁端部の腐食が進展している傾向にあるため、塗替時に伸縮装置の非排水化も講じる。これにより、C2判定に至るまでの劣化速度が改善され、従来の塗膜寿命まで健全性を維持できる見込みである。

### 6. 投資シミュレーション

橋梁の効率的なメンテナンスサイクルの構築に向け、いかにして予防保全型管理に移行するかが課題となる。そこで、老朽化の進展をコントロールするために、管理水準や対策時期、対策内容などの維持管理シナリオを設定し、今後必要となる維持管理費の投資シミュレーションを検討する。

まず、「パターン1」として、従来の事後保全型管理で現在の予算水準を投資した場合のシミュレーションを行う(図-5)。ここで将来的に緊急措置段階の供用制限が生じているため、将来の予算水準を上げる必要がある。「パターン2」が事後保全型管理で予算水準を上げたシナリオである。ただし、これでは効率的な維持管理とはいええないため、予防保全型管理の手法を導入し、少ない投資額で橋梁の健全性を維持する投資シミュレーションを行う。

最後に、「パターン3」は予防保全型管理で、鋼橋の腐食に対し桁端部塗替と伸縮装置の非排水化を講じた場合の結果である。最初の約10年間ではパターン1,2よりも投資額が増加するが、それ以降は少ない投資額で健全性を維持でき、橋梁のライフサイクルコストの削減効果が見込める。

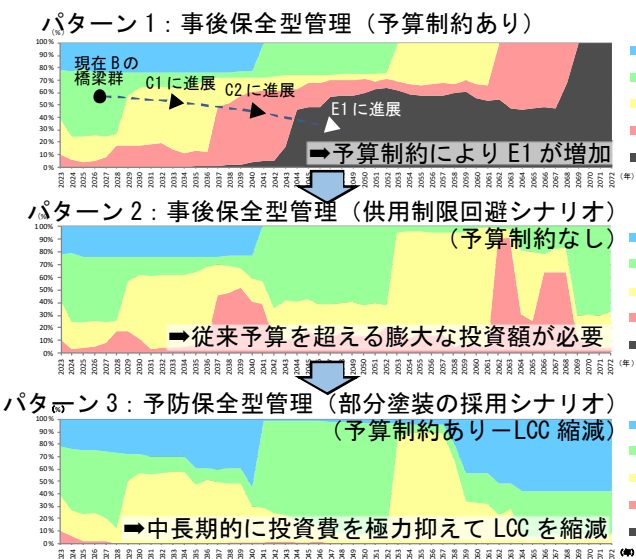


図-5 維持管理シナリオ毎の健全性の推移

### 7. おわりに

本検討プロセスでは、蓄積された点検データをもとに、本格的な予防保全型管理に移行するための方針を検討した。しかしながら、多種多様な条件下での劣化傾向を精緻に分析するには、未だデータが不十分であり、不確実性を含む。よって、PDCAサイクルにより今後も継続して取り組むことで、再劣化等の状況を含め、各橋の実態に合った予測評価に基づく計画的な維持管理のあり方を検討していきたい。

### 《参考文献》

1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所: 橋梁マネジメントシステム 2009年3月