

橋梁定期点検データに基づく劣化傾向分析を踏まえた計画策定プロセス

田中史也¹

¹岐阜国道事務所 管理第二課（〒500-8262岐阜市茜部本郷1丁目36番地の1）

岐阜国道事務所では、平成26年より実施している近接目視による定期点検の結果に基づき、順次、補修等を行っているが、予算制約等の問題から、本格的な予防保全型管理の実施には至っていない状況である。このため、1巡目の点検で蓄積されたデータに基づく劣化傾向の分析や投資シミュレーションを行った上で、補修の効果的なコスト削減に向けたシナリオを検討し、今後の橋梁の長寿命化計画の策定を行った。本稿では、2巡目のメンテナンスサイクルの措置(補修)の効率化に向けた取組の一助となるように、計画策定プロセスを紹介する。

キーワード：維持管理計画、予防保全型管理、劣化傾向分析、投資シミュレーション

1. はじめに

岐阜国道事務所では、平成25年の道路法改正等を受けて、平成26年より近接目視による点検が実施されており、それまでに実施されてきた点検データを含め、膨大な橋梁の劣化状況等のデータが蓄積されている。また、これまで定期点検結果に基づき、早期の対策が必要な対策区分Cの損傷を中心に補修を実施してきたが、老朽化の進展に追いつかず、損傷数は増加傾向にある。

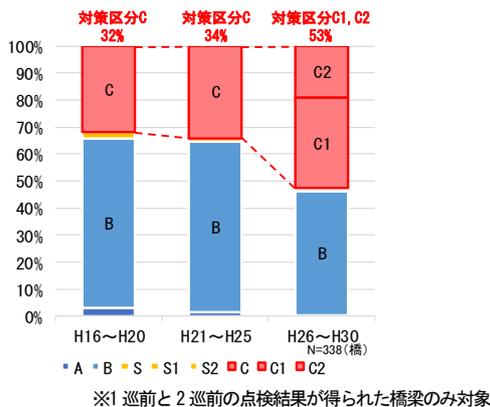


図-1 対策区分の推移

また、管理する橋梁は、橋梁形式に関わらず、1960年頃から1975年頃にかけて集中的に整備されてきたため、架設後50年以上経過した橋梁数の割合は、10年後には現

在の37%から59%と約1.5倍に増加する見込みであり、引き続き補修が必要な橋梁数が増加傾向にあると想定される。

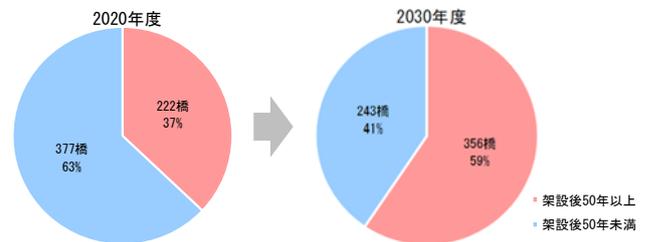


図-2 架設後50年以上の橋梁数

そこで、今後、公共の安全性を確保し、かつ持続可能なメンテナンスサイクルを構築するために、限られた予算制約の下、予防保全型の維持管理に移行できるように、管内の橋梁について、損傷状況や発生要因等の傾向を把握するための分析や投資シミュレーションにより最適な維持管理シナリオの比較・検討を行い、橋梁の長寿命化計画の策定を行った。

2. 岐阜国道事務所の特徴と維持管理上の課題

岐阜国道事務所が位置する岐阜県は、7県に挟まれた内陸部に位置しており、岐阜国道事務所は、その広大な県域面積(全国7位)の中に、東西南北に多くの路線(6路線、中部地整2位(管理延長))を管理している。



図-3 岐阜国道事務所の管理路線

国道158号（油坂峠道路）をはじめとした北部の路線は、標高500m以上の積雪寒冷地に位置していることから、凍結防止剤の影響を受ける厳しい管理環境となっている。また、国道21号をはじめとした南部の路線は、中心市街地間を結ぶ物流ネットワークを形成しており、大型車交通（10,000台/日以上）の影響を大きく受ける厳しい使用環境となっていることに加え、大型車交通量が10,000台/日を超える同様の路線（国道23号、国道1号静岡BP）と比較して、架設後の経過年数が最も長い。そのため、老朽化による材料劣化と疲労の蓄積が他の路線の橋梁と比べて進行していると考えられる。

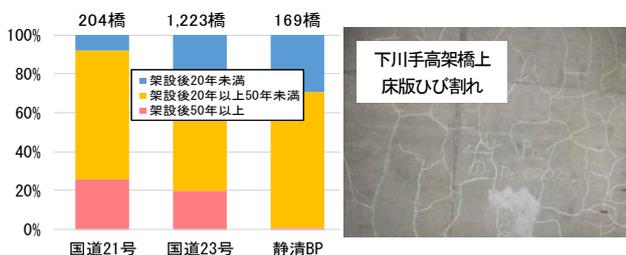


図-4 経過年数の割合の他路線との比較 写真-1 国道21号の橋梁の損傷状況（床版ひび割れ）

さらに、架設後50年以上経過した橋梁数の割合が37%（中部地整3位）であり、老朽化が進んでいることなどから、それぞれの損傷状況等に応じた選択と集中による効果的な措置（補修）が必要となっている。

3. 岐阜国道事務所における橋梁の劣化傾向

(1) 管理橋梁の特徴

岐阜国道事務所は、1巡目の定期点検結果において、約4割の橋梁について修繕が必要な状況と診断されている。また、岐阜国道事務所が管理する橋梁の内、鋼橋は橋面積換算で50%、判定区分Ⅲの形式別の割合でも65%を占めていることから、効果的な計画立案に向けては、鋼橋を中心に補修対策の検討を行った。

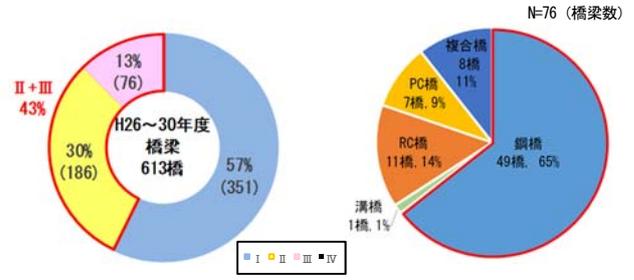


図-5 橋梁数の割合

(2) 損傷傾向の分析と補修対策の方向性

鋼橋の損傷の内訳は、防食機能の劣化、腐食、亀裂、床版ひび割れが大半であった。

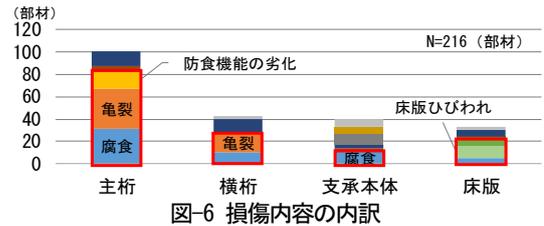


図-6 損傷内容の内訳

a) 防食機能の劣化、腐食

防食機能の劣化、腐食については分析の結果、伸縮装置の止水性の低下などが原因で、再劣化を含めて桁端部での損傷の発生が著しく多いことが確認された。

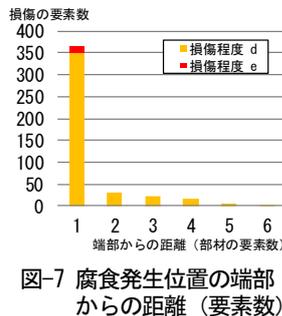


図-7 腐食発生位置の端部からの距離（要素数）



写真-2 伸縮装置の損傷状況

また、岐阜国道事務所では塗装の経年劣化による損傷以外で、耐候性鋼材を用いた国道158号油坂峠道路の橋梁に顕著な腐食が発生していた。凍結防止剤の影響等により、異常なさびが形成されている部位があり、架設後の経過年数が25年程度と短いにも関わらず、耐荷力に影響を与える減肉が確認されるなど、約8割の橋梁が判定区分Ⅲであり、中部地整管内の水準を大幅に上回っている。



向小駄良高架橋(1) 耐候性鋼材の腐食



向小駄良高架橋(2) 耐候性鋼材の腐食

写真-3 国道158号(油坂峠)の橋梁の損傷状況

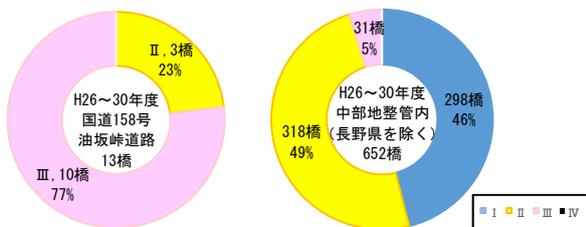


図-8 判定区分の割合の比較（1990年以降に架設された鋼橋）

補修対策については、効率的な補修と補修費用の縮減の観点から、塗替範囲は腐食が進展している桁端部のみ補修する。伸縮装置取替等の水回り対策についても計画的に行い、再劣化の防止と予防保全による効率的な補修を推進する。

b) 亀裂と床版ひび割れ

亀裂と床版ひび割れについては、1980年までに架設されている橋梁や大型車交通量が多い橋梁で、発生率が高くなっており、大型車交通量が10,000台/日を超え、架設後の経過年数が長い国道21号に多く発生している。これは、疲労の蓄積が原因と考えられるとともに、最小床版厚の基準改定前（1980年以前）に架設された橋梁は、床版厚が薄く剛性が低いことも原因と考えられる。補修対策について、亀裂は当て板補修を実施するとともに、別の箇所での再発に備え、FEM解析等に基づく構造改善や溶接部の耐久性向上策（予防保全策）を検討する。また床版ひび割れは、床版防水等の水回り対策についても計画的に行うなど、再劣化の防止と予防保全による補修で打替えが必要な状態に発展することを未然に防止する。

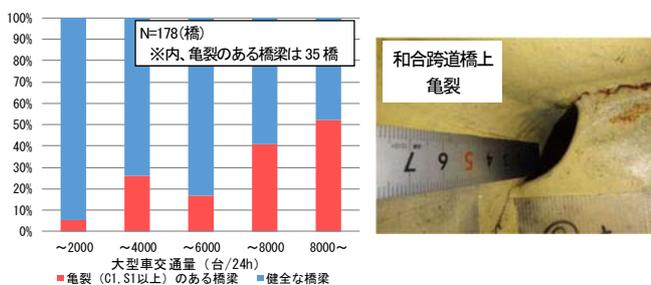


図-9 亀裂及び床版ひび割れのある橋梁数の割合（交通量別）

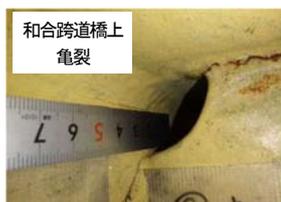


写真-4 国道21号の橋梁の損傷状況（亀裂）

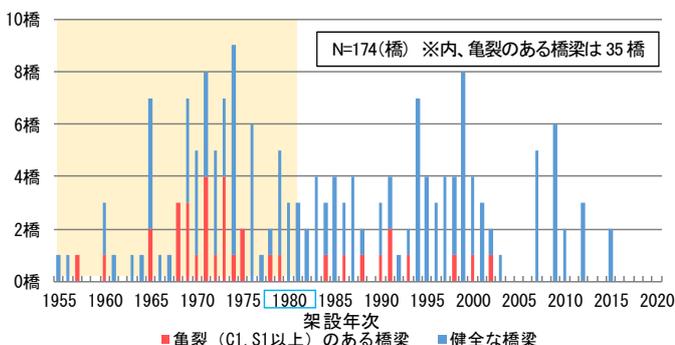


図-10 亀裂のある橋梁と健全な橋梁の比較（架設年別）

4. 維持管理シナリオの検討

(1) 投資シミュレーションによる比較

今後、財政制約を考慮した上で、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、対策内容などを設定し、投資シミュレーションを行うことで、最適な維持管理シナリオの比較・検討を行った。

a) パターン①：事後保全型（従来の予算水準の場合）

従来の判定区分Ⅲの橋梁のみの補修を管内全体で平均予算額8億円/年で行うと仮定した場合は、供用制限が必要となる判定区分Ⅳの橋梁が次々に増加していく結果となった。

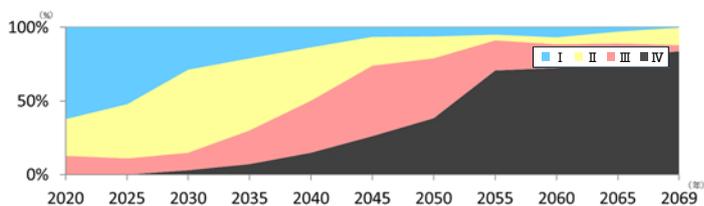


図-11 判定区分の推移（パターン①）

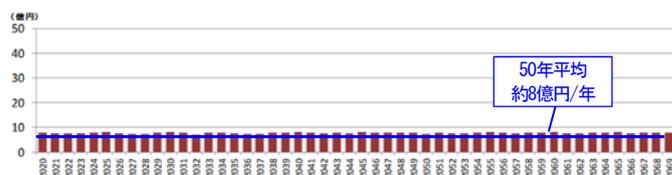


図-12 補修費用の推移（パターン①）

b) パターン②：事後保全型（供用制限回避シナリオ）

従来の事後保全型で供用制限が発生しないようにするために要する費用は、当面5年間で11億円/年で、その後増加し、50年間の総額で1,018億円必要となり、現状の予算水準と大きく乖離する結果となった。

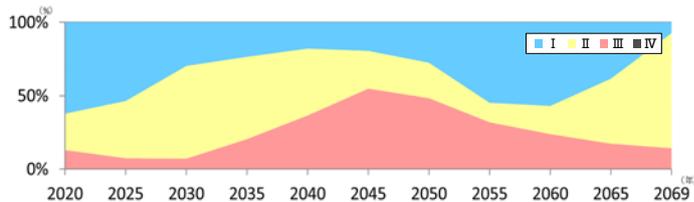


図-13 判定区分の推移（パターン②）

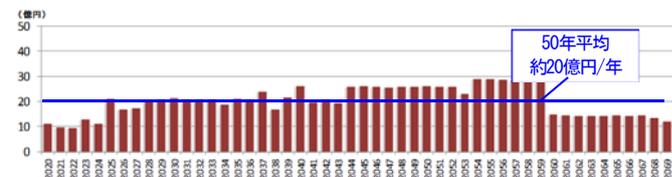


図-14 補修費用の推移（パターン②）

c) パターン③：予防保全型

トータルコストの縮減を図るために、予防保全型で、判定区分Ⅱの段階で補修を行うとした場合は747億円（14.9億円/年）となり、事後保全型パターン②の場合

と比較して、26.6%の縮減が見込まれる結果となった。しかし、これでは未だ現在の予算フレームとの差が大きいことから、更なるコスト縮減を図るための維持管理シナリオの検討が必要となった。そこで、予防保全型で、維持補修費に占める割合が最も高い鋼橋の塗装塗替について、劣化傾向の分析結果に基づき、当面は損傷の顕著な桁端部のみの部分塗替と原因除去としての伸縮装置の取替を行い、その後、全体の塗装劣化が生じたタイミングで全面塗替を行うシナリオを設定し、投資シミュレーションを行った。この場合、一時的に判定区分Ⅲの橋梁が発生するものの、維持補修に係る費用は、当初の15年間で15億円/年で、その後は現在と同等の8億円/年となり、総額で491億円に縮減できる結果となった。

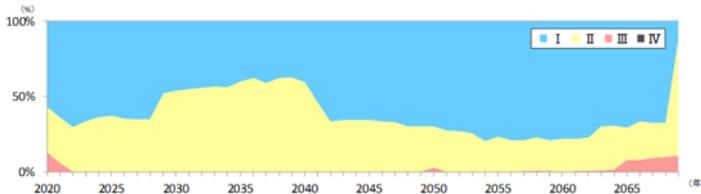


図-15 判定区分の推移 (パターン③)

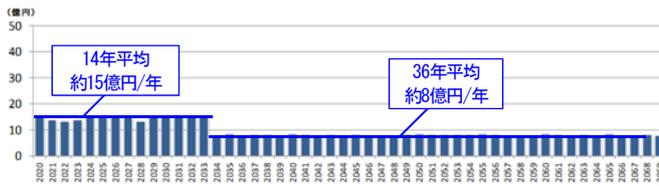


図-16 補修費用の推移 (パターン③)

(2) 今後の維持管理の方向性

維持補修に係る費用について、従来の事後保全型 (パターン②) から予防保全型 (パターン③) へ維持管理シナリオを転換することで、当初の15年間は、事後保全型より約4億円/年、多くの費用がかかるが、その後は事後保全型より約14億円/年、費用を抑えることができ、50年間で527億円 (11億円/年) の縮減が図られる結果となった。

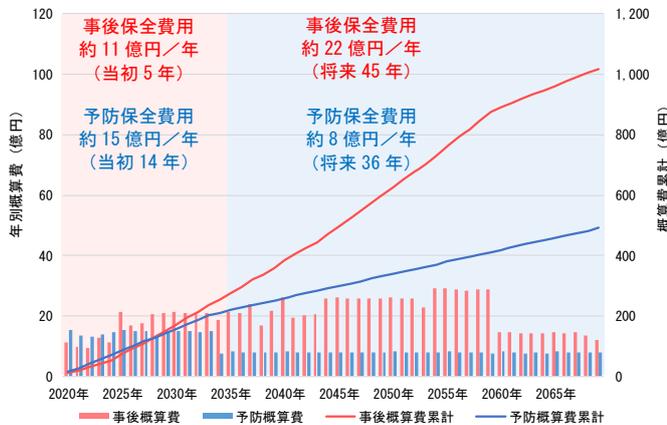


図-17 事後保全型と予防保全型のLCCの比較

5. 劣化予測等に基づく対策優先度の検討

維持管理計画の立案にあたっては、投資シミュレーションの結果を踏まえて、まず、判定区分Ⅲの橋梁の補修を速やかに行い、その後は、予防保全の効果が高く、点検結果に基づく劣化予測においての進行が速いと想定された判定区分Ⅱの補修に移行する方針とした。図-18に示すとおり、劣化予測で優先性の高いものは、①油坂峠道路の耐候性鋼材の橋梁の腐食対策、②鋼橋の床版ひび割れ対策、③鋼橋の亀裂対策、④その他鋼橋の腐食対策やコンクリート橋の補修の順となった。ただし、今後の定期点検で判定区分Ⅲの橋梁が発生した場合には、計画の優先順位の見直しを行うものとした。

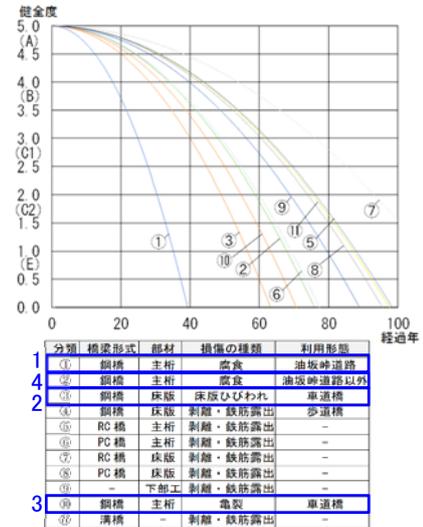


図-18 劣化予測式の検討結果

6. おわり

本計画では、これまでに蓄積されたデータをもとに、本格的な予防保全対策に移行するための投資シミュレーションによる検討を行った。その結果、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、不確実性を含む計画であることから、補修効果PDCAサイクルにより今後も継続して取組むことで、再劣化等の状況を含めて、1橋ごとの橋梁条件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

- Robinson, S.K.: Coherent motions in the turbulent boundary layer. *Ann. Rev. Fluid Mech.*, Vol.23, pp.601-639, 1991.
- 国土技術政策総合研究所: 道路橋の計画的管理に関する調査研究—橋梁マネジメントシステム (BMS) —2009.3
- 土木研究所資料: 橋梁マネジメントシステムの開発に関する調査研究報告書, —1999.3