

道路橋の維持補修計画への取り組み 一傾向と対策一

羽深 圭一¹・寺澤 浩章¹・鈴木 桂太¹・岩見 淳一郎¹・木津 佑輔¹

¹新潟国道事務所 管理第二課 (〒950-0912 新潟県新潟市中央区南笹口2丁目1番65号)

老朽化が進行する道路施設を効率的・効果的に維持管理するためにメンテナンスサイクル(点検→診断→措置→記録)を確実に進めていくことが必要である。平成26年度から始まった5年に1度の法定点検が平成30年度で1巡目を終え、この点検・診断結果の分析と直轄事務所が平成16年度から行ってきた定期点検結果・補修履歴を合わせて分析し、これまでの維持管理の課題を整理することで解決策をまとめ橋梁維持管理補修計画を策定したので報告する。

キーワード；橋梁定期点検，判定区分，健全性の診断，橋梁維持補修計画，メンテナンスサイクル

1.はじめに

「橋梁定期点検要領」(平成26年6月)に基づき、平成26年度から定期点検が5年に1回実施する法定点検となつてから平成30年度で1巡の点検が終了した。この間にメンテナンスサイクル(点検→診断→措置→記録)の明確化と仕組みの構築を行い、判定区分Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの橋梁に対して補修をしている。また、直轄事務所では平成16年度から5年毎の定期点検を行っており、法定点検と合わせて3回の点検・診断結果が蓄積されている。

新潟国道事務所(以下、新国という)では、橋梁の効率的・効果的な維持管理を行うことを目的に、蓄積された点検・診断結果により、損傷の特徴と要因を明確にするとともに、補修履歴と合わせて健全性の推移を分析した。これに基づき、これまでの維持管理の課題を整理した上で解決策を橋梁維持管理補修計画として策定した。

2.現状分析

(1) 分析の概要

平成26~30年度の橋梁定期点検・診断結果について健全度に着目して現状分析を行った。

また、損傷の発生状況について、部材毎、架橋箇所毎等での特徴を整理した。

(2) 健全度

北陸地方整備局(以下、整備局という)管内と新国管内の橋梁について、健全度別に図-1にまとめた。

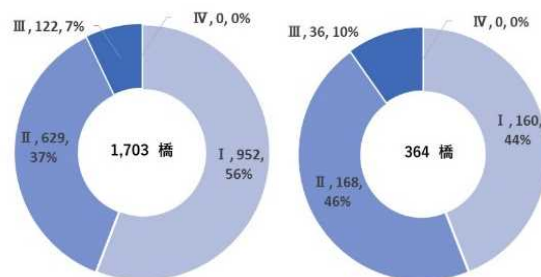


図-1 健全度(左：北陸地方整備局、右：新潟国道事務所)

新国が管理する橋梁の内、補修が必要とされる健全度Ⅱ及びⅢが56%と半数を越えている。

整備局全体と比較すると、Ⅱ及びⅢの占める割合が12ポイント高く、特にⅡが9ポイント高くなっている。新国管内における橋梁の損傷度が高いことを示しているが、全体的には整備局と健全度の傾向は類似している。

図-2は新国管内の橋梁について健全度別の橋梁形式を示した図である。

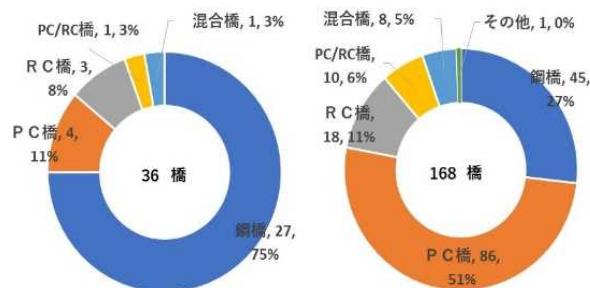


図-2 健全度別橋梁形式(左：Ⅲ判定、右：Ⅱ判定)

この図から、健全度Ⅲの36橋の内、鋼橋が27橋と全体の75%を占めていることがわかる。

また、健全度Ⅱの168橋については、PC橋が86橋、

(51%)と最も高く、次いで鋼橋が45橋(27%)と高い。

健全度Ⅱ，Ⅲ判定の橋梁204橋の内，鋼橋が72橋(35%)，PC橋が90橋(45%)と全体の約8割を占めている。

(3) 損傷部材

図-3は新国管内の橋梁の内，健全度Ⅲと判定された部材の内訳である。なお，部材の分類については，表-1のとおりである。

健全度Ⅲと判定された部材は主桁(53%)が最も多く，次いで支承(18%)，縦横桁(14%)，床版(10%)となっている。これは伸縮装置等からの漏水により，桁端部の損傷が進行することが原因と推定される。特に鋼橋では，桁端部に鋼部材が多いことと凍結防止剤の散布が行われることから主桁，縦横桁，支承の損傷が著しい傾向にある。

表-1 部材の分類

主桁	主桁，主桁ゲルバー
横縦桁	縦桁，横桁
床版	床版
PC定着部	PC定着部
橋台・橋脚	柱部，壁部，梁部，胸壁・堅壁・翼壁，フーチング，橋台・基礎その他
支承	支承本体，支承部その他，沓座モルタル，アンカーボルト
伸縮装置	伸縮装置
その他	アーチ(リブ，支柱，吊り材，補剛桁) ラーメン(主構(脚・桁)) 主構トラス(斜材・垂直材・上下弦材) 上部構造その他

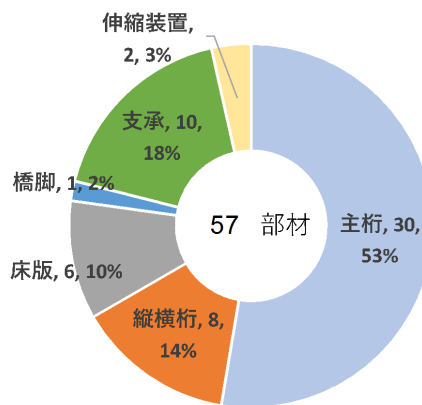


図-3 健全度Ⅲ部材の内訳

図-4は，健全度がⅡと判定された部材の内訳である。健全度Ⅱと判定された部材の割合は，主桁・縦横桁(31%)，橋台・橋脚(24%)，伸縮装置(22%)，床

版(13%)，支承(10%)となっており，健全度Ⅲと比較すると伸縮装置や橋台・橋脚の割合が高くなっている。これにより健全度Ⅱでは，主桁や橋台・橋脚とともに，複数の部材の損傷が同時に存在していることが多いことがわかる。

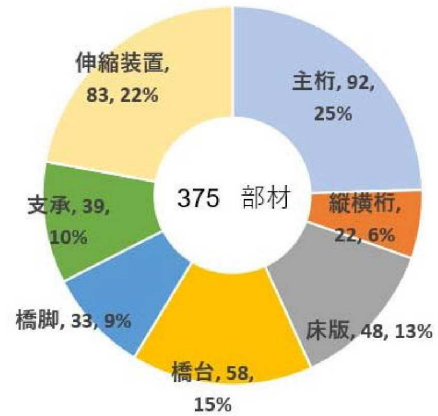


図-4 健全度Ⅱ部材の内訳

3.平成16～30年度で点検を3回実施した橋梁の分析

(1) 健全度

点検診断が3回目まで実施された橋梁の形式別内訳は鋼橋75橋，PC橋141橋，RC橋80，PC/RC橋17橋，混合橋2橋の計325橋である。

上記の橋梁について，健全度別にまとめ整備局と対比したのが図-5である。

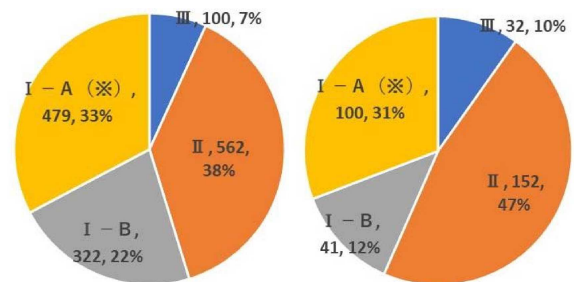


図-5 健全度(左:北陸地方整備局, 右:新潟国道事務所)

健全度Ⅱ，Ⅲ(57%)の割合は平成26～30年度の点検診断結果と同様の傾向がみられる。

健全度Ⅰの橋梁に関して，Ⅰ-A(補修の必要がなく健全性を維持)とⅠ-B(補修しながら健全性を維持)に注目する。Ⅰ-Aについてはどちらもほとんど同様な割合(整備局:33%，新国:31%)を示しているが，Ⅰ-Bについては10%の差(整備局:22%，新国:12%)が生じている。このため，健全度Ⅰの全体割合(整備局:55%，新国:43%)は新国管内の方が低く(-12%)なっ

いる。

ここで、新国管内における健全度Ⅰ-A（100橋）（図-6）とⅠ-B（41橋）（図-7）に分類される橋梁について分析を行った。

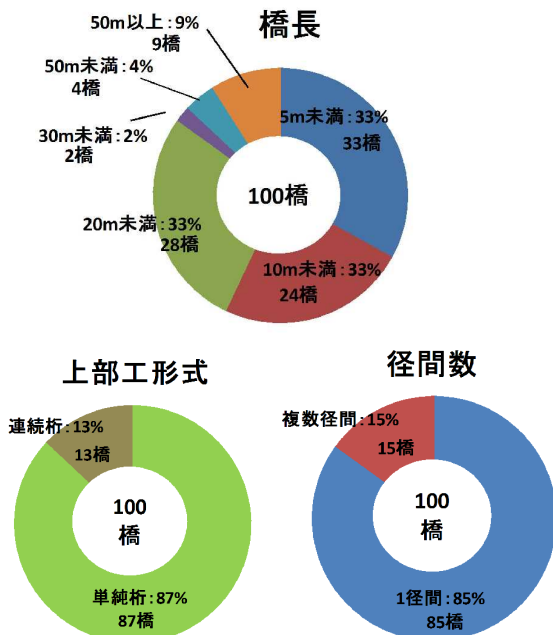


図-6 健全度Ⅰ-A

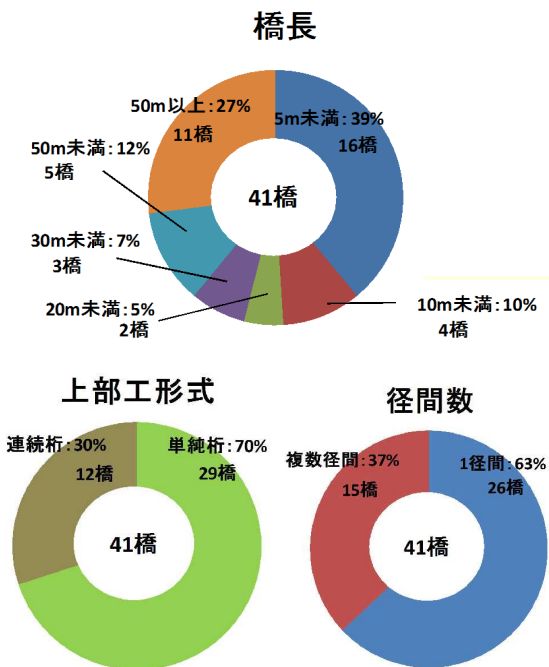


図-7 健全度Ⅰ-B

健全度Ⅰ-Aと判定される橋梁の特徴として、橋長が短く、単純桁で1径間の橋梁が大部分を占めているのに対し、健全度Ⅰ-Bと判定される橋梁は、橋長が長く、連続形式で複数径間の橋梁が多いことがわかった。

このことから、健全性の向上には上記のような特徴をもった橋梁に合わせた維持管理・補修設計を行わなければならない。

(2) 健全度Ⅲの橋梁

点検が3巡した橋梁の中には点検間に補修を行ったものもあるが、健全性の向上がみられず3巡目が終了した時点で健全度がⅢとなっている橋梁もある。健全性が向上しない原因を明らかにし対応策を検討するため、健全度Ⅲの橋梁について分析を行った。

(a) 健全度Ⅲ橋梁の抽出

まず、健全度Ⅲの橋梁36橋について補修の有無に着目して次のとおり分類し考察を行った。（図-8）

- ① 一度も補修がされないまま健全度Ⅲに至る橋梁
- ② 1回または2回補修しても健全性が向上せずⅢに至る橋梁
- ③ 1巡目の補修により2巡目の健全性が向上したが3巡目にⅢに至る橋梁
- ④ 点検が2巡までしか行われていないが健全度Ⅲの橋梁

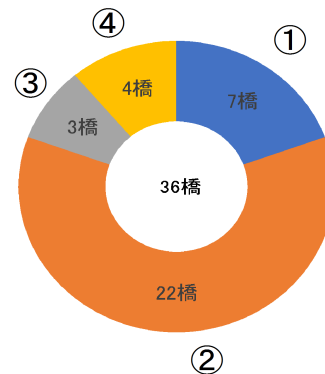


図-8 補修履歴から見た健全度Ⅲ

①の橋梁は1964年～1979年に架設され、55～40年経過した橋梁であり、健全度Ⅲの判定の要因は製作・施工不良等のケースもあるが、経過年数を考慮すると経年劣化が妥当な要因と考えられる。逆に言えば長い間健全性が保たれてきた橋と考えることもできる。

②の橋梁は1960年～1995年に架設されているが、1980年代以降の橋梁は4橋しかない。ほとんどの橋梁（19/22）は鋼橋であり、主桁、支承本体など鋼材に腐食・変形・欠損の損傷が見られるが、その要因は材料劣化や防水・排水工不良である。架け違い部における伸縮装置・床版からの漏水による腐食や経年劣化による防食機能の劣化

が進行して欠損に至る環境下の鋼橋が多いと考えられる。

また、国道7号、8号、116号といった交通量が他の路線に比べて多い箇所の橋梁については、架橋環境条件による補修工事の難易度が健全性の向上を阻害している可能性も考えられる。

③の橋梁についてはサンプル数が少なく傾向を把握することが困難であるため、個別に補修内容と損傷の関係を探る必要がある。

④の橋梁についてもサンプル数が少ないが、4橋中3橋が跨線橋であり補修履歴がないことと点検間隔が5年以上となっていることから鉄道協議の長期化等で適切なメンテナンスが行われていない可能性がある。

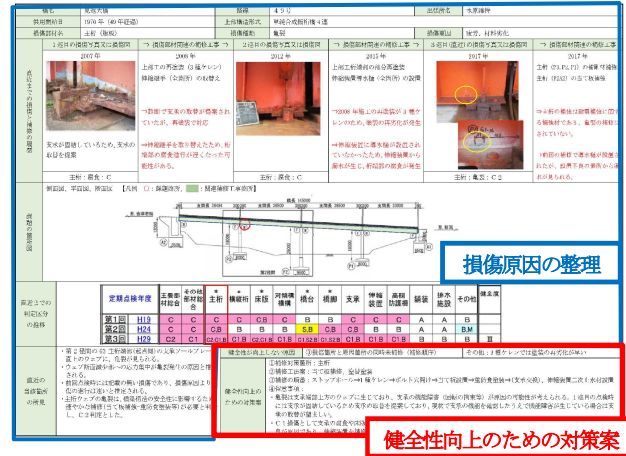


図-9 橋梁個別様式(イメージ)

(b) 損傷原因の整理

健全性が維持あるいは向上しない原因を探るため、健全度Ⅲの橋梁36橋に対して、以下の手順で個別に損傷原因を整理した。(図-9)

手順1) 3巡目の点検診断結果における下記①～③の損傷について、過去の点検調書より径間・部材単位毎に1,2巡目の損傷状況を整理。

- ① 主たる損傷 (主要部材で判定区分C2)
- ② ①の原因となっている損傷 (主要部材, 準主要部材の判定区分C2, C1)
- ③ 予防保全の観点から対策が必要な損傷 (判定区分C1)

手順2) 橋梁管理カルテより、手順1でピックアップした損傷に対する1~2, 2~3巡目の各期間における補修の有無, 補修内容を整理。

手順3) 手順1でピックアップした損傷に対する「直近までの対策区分判定の推移」, 「直近の当該箇所の所見」を整理し、手順1, 2の内容から健全性が向上しない原因を分類。

(c) 対策案の分類項目

個別に損傷原因を整理することで損傷に対してどのような対策をすれば健全性が向上するのかを明らかにするため、以下①～④の項目を損傷部材毎にまとめ、これまでの補修履歴や判定区分の推移, 補修履歴等とともに整理を行った。(図-9)

- ① 補修対策箇所
- ② 補修工法案
- ③ 補修の順番
- ④ 留意事項

(d) 健全性が向上しない主な原因

健全性が維持・向上しない橋梁が散見される中でこれまでの定期点検と補修履歴から各橋梁毎に橋梁個別様式(以下、個別様式という)にまとめ、原因を整理すると表-2のようにまとめられる。

表-2 健全性が維持・向上しない主な原因

健全性が向上しない原因	原因の詳述	事例
①損傷箇所への工法の選定が不十分	劣化因子の除去・遮断, 損傷の進行抑制等への対策が不十分で, 再劣化した。	・塗替塗装でケレン不足 (3種ケレン等) により, 腐食因子を除去しきれず再劣化した,
②複数の損傷の見落とし	補修で損傷デブリの除去後に (点検時に確認できなかった) 潜在的な損傷が顕在化した。	・塗替塗装時のプラストにより腐食の箇所で減肉や欠損が生じた。
③損傷箇所と原因箇所が同時に補修されていない (補修の優先順位が不適切)	損傷の部位・部材と損傷原因となった部材を同時に補修していなかった。	・桁端部の鋼材腐食や支承本体の腐食に対して補修がなされていたが, 損傷原因となった伸縮装置からの漏水に対する補修が行われていなかった。
④補修工事の長期化	多径間での損傷, 交差・交通事情等により工事が長期化 (点検から5年以上必要) した。	・多径間かつ鉄道交差箇所, 工事規模に伴う長期化や協議に時間を要したこと等により, 次の点検までに補修を完了することができなかった。

⑤損傷の原因が不明確なまま（詳細調査不足）補修	S1判定にもかかわらず詳細調査を行わず補修を実施した。	・床版ひびわれからの漏水原因の調査を行わずに床版下面からひびわれ注入を行ったが、漏水が止まらなかった。
⑥進行性のある損傷部と周辺部の保全がなされていない	予防保全対箇所（C）、状況に応じて補修が必要（B）付近の漏水、滞水・土砂堆積等を除去できず損傷が進行した。	・アーチ吊り材の格点部で腐食（B判定）と土砂堆積（M判定）が確認された。 ・土砂堆積の清掃が行われず、損傷を進行させた。 ・伸縮装置の補修が行われたが、工事での処理が不十分だったため、支承部周辺の保全が悪く、新たな損傷が発生した。 ・損傷が未対策のまま進行した。
⑦補修対策箇所の不具合（不良）		・伸縮装置の漏水に対して二次止水を設置したが、二次止水からの漏水あるいは排水管の脱落により、他部材の損傷が進行した。

これらの原因を集計した結果、その多くが「⑥進行性のある損傷部と周辺の保全がなされていない」となった。

定期点検から補修工事に至るまでの間に、環境の変化や時間経過によって損傷の範囲や判定区分（表-3）自体が変化している可能性があるため、設計者は個別様式等を活用し橋梁の周辺環境や補修履歴を確認した上で補修箇所や補修工法の決定を行うことが望ましい。

また、施工時には現地踏査や打音検査により損傷範囲を確認した後で最終的な補修範囲を決定することで、進行性のある損傷部と周辺の保全がなされる。

5.橋梁維持補修計画の策定

(1) 健全度Ⅲ橋梁の維持補修計画

これまでの分析等を踏まえ、健全度Ⅲの橋梁について、次回定期点検までに補修することを基本に以下を考慮して、概略年度別補修計画を策定した。また、補修計画には主たる損傷（主要部材で判定区分 C2）とその原因となっている損傷（主要部材、準主要部材の判定区分 C2、C1）の補修箇所と工法（案）・予防保全の観点から対策が必要な損傷（判定区分 C1）の補修箇所と工法（案）を橋梁毎に記載した。

- ① 令和2年度に既に補修が予定されている橋梁を優先する。
- ② 令和3年度は補修設計が完了している橋梁、令和3年度に定期点検が行われる橋梁の補修を行う。
- ③ 令和4年度以降は①②以外の橋梁の補修を行う。
- ④ 跨線橋及び補修規模が大きい橋については、工事期間が長期化することを想定し2~3年計画とする。

表-3 損傷の判定区分

判定区分	判定の内容
A	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。
B	状況に応じて補修を行う必要がある。
C1	予防保全の観点から速やかに補修等を行う必要がある。
C2	橋梁構造の安全性の観点から速やかに補修等を行う必要がある。
E1	橋梁構造の安全性の観点から緊急対応の必要がある。
E2	その他、緊急対応の必要がある。
M	維持工事に対応する必要がある。
S1	詳細調査の必要がある。
S2	追跡調査の必要がある。

(2) 竣工からの補修・補強履歴整理票様式

より整理		11	12	13	14	15	16	17	18	19	2020
09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	2020
平21	平22	平23	平24	平25	平26	平27	平28	平29	平30	平31	平32
3	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
舗装(オーバレイ全径間)	排水装置(排水管取替P8P9)	伸縮装置(取替A11A2P15P6)	橋脚(橋脚(断面修復、剥離防止A1、P10P12)ひびわれ注入)	床版(部分打換え2径下り・5径上り)	床版(部分打換え2径下り・5径上り)	床版(部分打換え3・5径、7径、9径)	床版(部分打換え7・10径)	床版(部分打換え7・10径)	床版(部分打換え7・10径)	主桁横桁補強、伸縮装置取替、水漏れ、塗装塗り替え、橋脚補修、支保補修、点検機設置	
有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有

舗装間隔5年 塗装間隔10年 舗装間隔5年

・補強が急激に増えている

図-10 補修・補強履歴整理票様式(案)

橋梁に係る各種点検や記録等の一元管理については「橋梁の維持管理の体系と橋梁管理カルテ作成(案)」(平成16年3月国土交通省 道路局 国道・防災課)に基づき、管内における橋梁概要、各種点検結果、補修・補強履歴等を橋梁管理カルテとして管理しているが、整備自体は設計とは別で行われているため、過去の補修設計や工事記録から確認した内容を直ちに設計へ反映させることができない課題があった。

そこで「補修・補強履歴整理票様式(案)」(図-10)を作成した。この表は各橋梁ごとに竣工図や橋梁カルテ、点検調査、現地踏査等の資料を元に、竣工から現在に至るまでの補修・補強の履歴を年表形式でまとめたものである。橋梁ごとの補修について、これまで行われた工種、繰り返されている工種、一度も行われていない工種(部材)が確認しやすく、橋梁が個々に抱えている課題を把握できるため、効率的な補修設計を行うことができると考えている。

(3) 橋梁補修計画の基本フロー(案)

健全性の維持・向上を目的とした対策を適切に行うため、予防保全・早期措置・緊急措置が必要な橋梁における補修設計の基本的な流れを図-11(以下、基本フローという)のとおり提案する。

損傷の進行を早めないためには、C2判定の損傷と原因となっている損傷や周辺環境の改善(草木の伐採、排水流末の用水路清掃等)を一貫して実施する必要がある。選定した工法についても補修後(数年以内)に損傷することや維持管理上不具合が生じないよう想定して設計に配慮することが必要である。

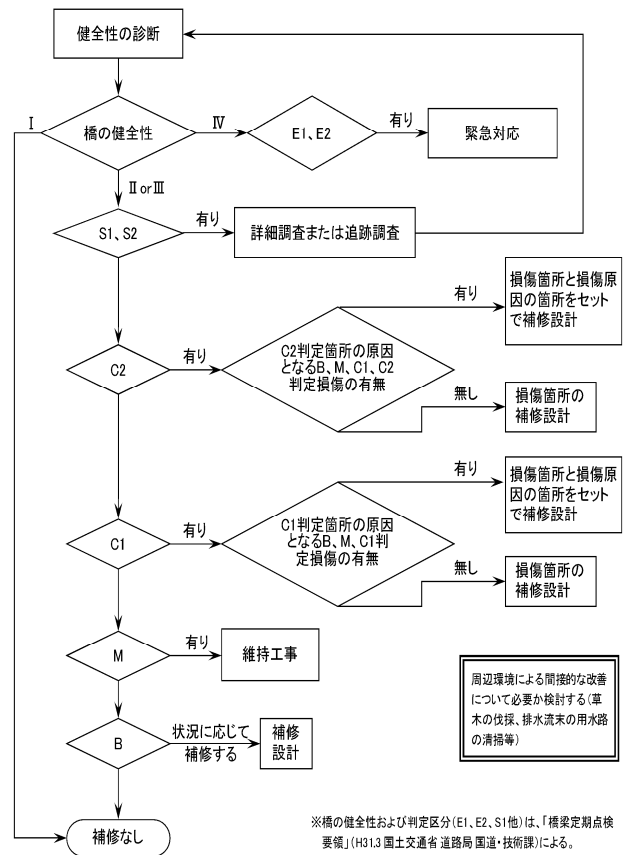


図-11 橋梁補修設計基本フロー(案)

6.今後の進め方について

新潟国道事務所では、今回の検討で明らかになった維持管理の課題と対策を踏まえて策定した維持補修管理計画により、効果的・効率的な橋梁の老朽化対策を推進していく。

また、今回は新潟国道事務所管内の定期点検結果から分析を行ったが、H26年度以前から定期点検を実施しデータの蓄積がある他の国道事務所をはじめ、H26年度から定期点検を実施している地方自治体でも、点検結果の蓄積により同様の分析を行うことが可能であり、本報文を参考に今後更なる効率的な維持管理に役立てて頂ければ幸いです。