

# 橋梁補修・補強マニュアル (案)

令和7年5月

 長崎県土木部 道路維持課

## 改定履歴

- 2015/3/31 「平成 26 年度 国土交通省 土木工事標準積算基準書」の改定に伴い、橋梁補修工事歩掛に掲載していた以下の歩掛を削除  
①ひびわれ補修工（クラック注入工）  
②断面修復工  
③コンクリート保護塗装工
- 2020/3/18 「平成 31 年 2 月 道路橋定期点検要領」および「平成 31 年 3 月 橋梁定期点検要領」の改定に伴い、補修・補強マニュアル（案）の改訂を行った。改定内容は以下のとおり  
・ 調査項目の見直し  
・ 工法選択時に「道路維持課と協議する」という注意書きを追加  
・ 以下の損傷について補修項目選定フローの見直し  
 防食機能の劣化，支承本体の損傷，舗装の損傷，  
 伸縮装置の損傷，高欄・防護柵の損傷  
・ 工法の追加および工法についての説明追加  
 統一事項にひびわれ充填材の選定方針追加  
・ マクロセル腐食についての説明追加  
・ 塗膜調査（成分分析試験，塗膜剥離材試験）の追加  
・ 塗装仕様の変更  
・ 耐震補強方針を最新方針に変更  
・ 補修工法事例の追加  
・ 不整合な文書の統一
- 2025/5/1 「令和 6 年 3 月 道路橋定期点検要領」および「令和 6 年 7 月 橋梁定期点検要領」の改定に伴い、補修・補強マニュアル（案）の改定を行った。改定内容は以下のとおり  
・ 近接目視についてその他の方法を追加  
・ NETIS 等の新技術・新工法を含む比較検討による工法選定を標準化  
・ 塩害及びアル骨調査の採取試験体数量等を変更  
・ 表面保護材を被覆工法，含浸工法から経済性，適用性を比較のうえ選定に変更  
・ 橋面防水工をシート系，塗膜系から経済性，適用性を比較のうえ選定に変更  
・ 橋梁塗装工を現行鋼道路橋防食便覧と整合  
・ 塗膜除去工法に乾式工法の記載を追加  
・ 損傷要因の除去に関する記載を追加  
・ 新技術等の閲覧場所（参考）を記載  
・ 部分塗装の適用条件等を追加  
・ 不整合な文書の統一

# 目 次

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 第1章 総則 .....                      | 1  |
| § 1. マニュアルの目的と適用.....             | 2  |
| 1-1. マニュアルの目的 .....               | 2  |
| 1-2. マニュアルの適用 .....               | 3  |
| § 2. 用語の定義 .....                  | 4  |
| § 3. 補修補強業務の参考とする基準.....          | 6  |
| 第2章 調査設計 .....                    | 7  |
| § 1. 補修・補強工法選定のための調査設計手法.....     | 8  |
| 1-1. 調査設計の基本方針 .....              | 8  |
| (1) 調査設計の位置付け .....               | 8  |
| (2) 橋梁調査における統一事項.....             | 9  |
| 1-2. コンクリート構造物における調査設計手法.....     | 11 |
| (1) コンクリート構造物における調査項目選定フロー.....   | 11 |
| (2) コンクリート構造物における補修設計項目選定フロー..... | 13 |
| 1-3. 鋼構造物における調査設計手法.....          | 14 |
| (1) 鋼構造物における調査項目選定フロー.....        | 14 |
| (2) 鋼構造物における補修設計項目選定フロー.....      | 16 |
| 1-4. 基礎工における設計手法 .....            | 16 |
| 1-5. 支承および付属物における設計手法.....        | 17 |
| § 2. 調査設計における留意事項.....            | 18 |
| (1) 調査点検手法 .....                  | 18 |
| (2) 点検Bの実施 .....                  | 19 |
| (3) 損傷要因の除去 .....                 | 20 |
| (4) 新技術等の活用 .....                 | 20 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第3章 橋梁補修 .....              | 21 |
| § 1. 補修工法選定の基本方針.....       | 22 |
| (1) 橋梁補修工事における統一事項.....     | 22 |
| § 2. 橋梁部位別の補修工法の選定.....     | 24 |
| 2-1. コンクリート構造物の補修 .....     | 24 |
| (1) 概要 .....                | 24 |
| (2) コンクリート部材の補修工法選定フロー..... | 28 |
| 2-2. 鋼構造物の補修 .....          | 30 |
| (1) 概要 .....                | 30 |
| (2) 補修塗装工要領 .....           | 35 |
| (3) 部分塗装の適用について .....       | 43 |
| (4) 鋼部材の補修工法選定フロー.....      | 50 |
| 2-3. 基礎工の補修 .....           | 51 |
| (1) 概要 .....                | 51 |
| 2-4. 支承部の補修 .....           | 52 |
| (1) 概要 .....                | 52 |
| (2) 支承の補修工法選定フロー.....       | 52 |
| 2-5. 伸縮装置部の補修 .....         | 53 |
| (1) 概要 .....                | 53 |
| (2) 伸縮装置の補修工法選定フロー.....     | 54 |
| 2-6. その他付属物の補修 .....        | 55 |
| (1) 概要 .....                | 55 |
| (2) 舗装の補修工法選定フロー.....       | 55 |
| (3) 高欄・防護柵の補修工法選定フロー.....   | 56 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 第4章 橋梁補強 .....                     | 57  |
| § 1. 耐震補強方針 .....                  | 58  |
| 1-1. 確保すべき耐震性能 .....               | 58  |
| 1-2. 耐震補強の方針 .....                 | 59  |
| 1-3. 落橋防止システム .....                | 59  |
| 1-4. 橋脚の耐震補強 .....                 | 60  |
| § 2. 耐荷力補強方針 .....                 | 61  |
| 2-1. 耐荷力の照査方法 .....                | 61  |
| 2-2. 優先度の判定基準 .....                | 62  |
| 2-3. 維持管理計画への反映 .....              | 63  |
| <br>                               |     |
| 第5章 本マニュアルの活用事例 .....              | 64  |
| § 1. コンクリート橋（塩害・ASR損傷）事例.....      | 66  |
| § 2. 鋼橋（腐食損傷）事例 .....              | 79  |
| § 3. 補修工法紹介 ※長崎県の橋梁補修工事履歴より抜粋..... | 91  |
| 3-1. 断面修復工 .....                   | 91  |
| 3-2. ひびわれ補修工 .....                 | 93  |
| 3-3. 表面保護工 .....                   | 96  |
| 3-4. 塗装塗替工 .....                   | 99  |
| 3-5. 伸縮装置取替工 .....                 | 103 |
| 3-6. 橋面防水工・舗装打換工 .....             | 105 |
| 3-7. 防護柵補修工 .....                  | 107 |
| 3-8. ボルト取替工 .....                  | 108 |
| 3-9. 支承補修工 .....                   | 109 |
| 3-10. 当て板補強工 .....                 | 110 |

# 第1章 総則

## § 1. マニュアルの目的と適用

### 1-1. マニュアルの目的

本マニュアル（案）は、長崎県土木部が管理する道路橋（側道橋を含む）、横断歩道橋の補修・補強に当たり、一般的な考え方を述べたものであり、長崎県土木部が実施する補修・補強に携わる技術者が業務を円滑に遂行するための手引書として使用することを目的として作成したものである。したがって、具体的な設計にあたっては、本来意図するところを的確に把握し、現地の状況等を勘案の上、合理的な補修・補強設計を実施し、対象とする橋梁の長寿命化を図らなければならない。

長崎県が管理する橋梁は約 2,100 橋あり、今後既設橋梁の高齢化が急速に進む状況にある。既設橋梁の長寿命化計画を実施するに当たり、補修・補強工事費の増大は必至であり、財政状況が厳しくなるなかで、いかに経済的かつ効率的に維持修繕を実施していくかが課題となる。

橋梁補修・補強マニュアル（案）は、高度化する維持修繕に関して長崎県の標準となる指針を示すことによって、維持修繕を計画・実施する上での効率化を図り、損傷要因別の適切な工法・材料の選定を行い、長崎の地域性を考慮した対策方法を定めること等を目的として策定するものである。

日々の維持管理業務に「長寿命化」および「機能維持」という考えを取り込み、効率的で持続可能な運用を実現する上で適用されるものであるとともに、ホームページ上に一般公開することで委託成果の標準化や施工品質の確保を図るものである。

なお、本マニュアル（案）では補修設計及び補修工事における、一般的な技術について記載しているが、補修工法検討等においては積極的に NETIS 等の新技術の活用を検討することとする。

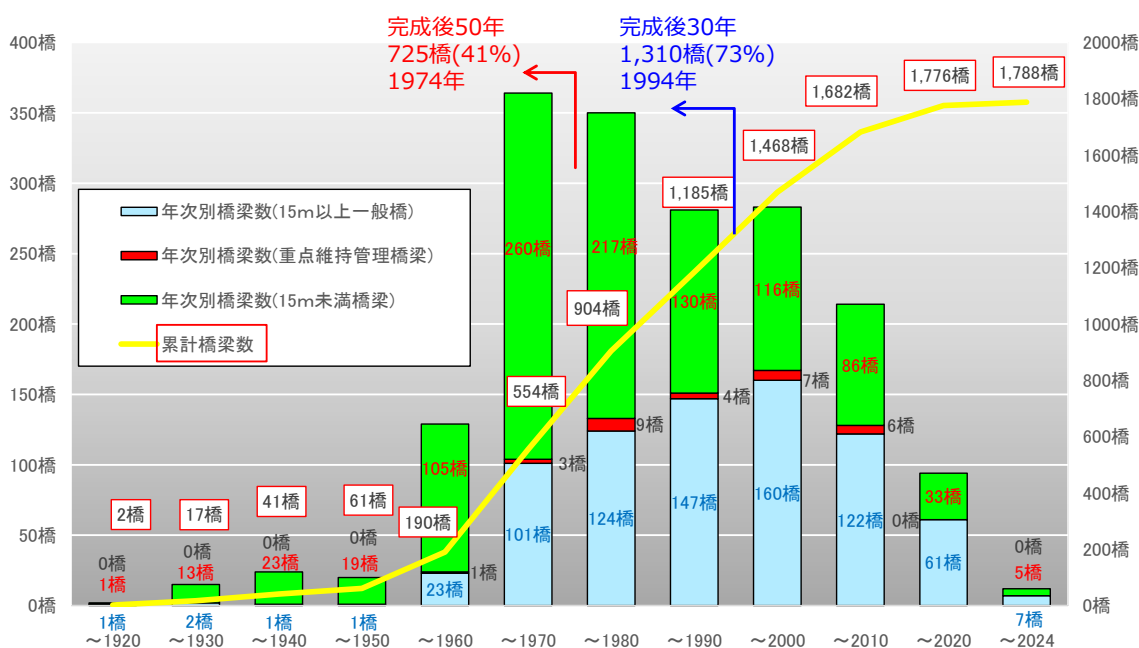


図-1.1.1 架設年次別橋梁数グラフ（2024年6月30日現在）

## 1-2. マニュアルの適用

本マニュアル（案）は、長崎県の維持管理を担当する職員を対象とし、日々の維持管理業務に「延命化」および「機能維持」という考えを取り込み、効率的で持続可能な運用を実現する上で適用されるものであるとともに、ホームページ上にて一般公開することで委託成果の標準化や施工品質の確保に寄与すると考えている。

また、本マニュアル（案）は、今後試行を通じて順次改善を図っていくものである。

## § 2. 用語の定義

本マニュアル（案）では、以下のとおり用語を定義する

- (1) 橋梁長寿命化：計画的な維持管理を実施することにより、既設橋梁の健全性を持続させることにより、供用期間の長期化を図ること。
- (2) 維持管理：橋梁について、円滑な道路機能の維持，耐久性・耐荷性の確保，第三者被害の未然防止を目的として，点検，調査，診断，補修・補強，記録を行う一連の行為。
- (3) 点検：既設橋梁の現状を把握する行為の総称。長崎県は，通常点検と定期点検（点検A，点検B）および異常時点検を対象とする。
- (4) 通常点検：道路を常時良好な状態に保つために，道路全般の状態や利用状況などについて機能的な面からの健全度を把握するための点検で，重大な損傷の早期発見を図るために，道路の日常巡回（パトロール）の際に，橋梁に着目した目視点検をいう。
- (5) 定期点検：近接目視にて橋梁の状態を把握するために定期的に実施する点検。橋梁の代表的な部材に発生した損傷を概略的に把握することを目的として実施する概略レベル（点検A）と，橋梁の全ての部材に発生した損傷を詳細に把握することを目的として実施する詳細レベル（点検B）によって構成する。
- (6) 異常時点検：地震，台風，豪雨などにより災害が発生した場合もしくはその恐れがあると想定される場合に，主に供用性の安全に問題がないかを確認するために行う点検をいう。
- (7) 遠望目視：橋梁点検に際して，近接目視が出来ない（又は困難な）部位について，目視が可能となる場所より，橋梁の状態を確認すること。
- (8) 近接目視：橋梁の各部位を近接して確認すること。なお，部位に近接するためには，梯子，脚立，点検車，ボート，工事用足場等の手段を利用し，触れる程度の距離まで接近して目視すること。また，自ら近接目視によるときと同等の診断ができると判断したその他の方法（点検支援技術等）も含まれる。
- (9) 第三者被害：コンクリート片やボルトが損傷により落下し，その直下の交差道路，公園および鉄道を利用する人や車（列車）に危害を加えること。

- (10) 緊急措置：点検等で発見された損傷が、交通の安全性あるいは第三者に被害を及ぼす危険がある場合に、即時に行う緊急的な交通規制等。
- (11) 応急対策：点検で道路機能に影響を与えるような損傷，あるいは第三者に被害を及ぼすような損傷が発見された場合で，調査の実施期間中や恒久的な補修等の対策が実施されるまでに時間を要する場合に，道路機能，橋梁の耐久性・耐荷性などに影響を及ぼさないように応急的に行う対策。
- (12) 補修：建設当初の健全性に回復させることを目的とした対策。
- (13) 補強：部材，構造物の耐荷力や耐久性の向上を目的とした対策。
- (14) 損傷：構造物または部材が損なわれ傷つく事象であり，構造物または部材の機能低下の総称。
- (15) 劣化：材料の特性が時間とともに損なわれていく現象。
- (16) 変状：形が変化した状態のこと。必ずしも損傷とは限らない。
- (17) 疲労亀裂：鋼橋における損傷で，疲労が原因で部材の溶接による連結部付近や断面急変部などの応力集中部から発生する，われおよびその状態。
- (18) 損傷等級：橋梁点検において確認された損傷の程度（進行状況）を評価するための指標。長崎県の点検Bにおいては下表に示す5つの損傷等級に区分することを基本的としている。詳細は「橋梁点検マニュアル（案）」を参照のこと。

表-1.2.1 損傷等級区分

| 区分 | 概念     | 一般的状況       |
|----|--------|-------------|
| 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   |

### § 3. 補修補強業務の参考とする基準

補修補強業務の実施に際しては、本マニュアルによる他、下記の橋梁点検関連基準、及び関連書籍、文献を参考とするものとする。なお、下記基準等に改定があり、適用に疑義があれば、道路維持課に適用の可否を確認すること。

- ・道路橋定期点検要領（令和 6 年 3 月） 国土交通省道路局
- ・橋梁定期点検要領（令和 6 年 7 月） 国土交通省道路局国道技術課
- ・道路橋示方書・同解説（平成 29 年 11 月） 日本道路協会
- ・コンクリート標準示方書（維持管理編）（令和 5 年 4 月） 土木学会
- ・コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針 2022 日本コンクリート工学会
- ・橋梁コンクリート部材の補修設計・施工の手引き（平成 30 年 12 月）  
コンクリート構造物維持管理技術研究会
- ・実務者向け 補修業務 Q&A ブック（令和 4 年 3 月） 九州橋梁・構造工学研究会
- ・鋼道路橋防食便覧（平成 26 年 3 月） 日本道路協会
- ・既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)（平成 5 年 6 月） 建設省

## 第2章 調査設計

## § 1. 補修・補強工法選定のための調査設計手法

### 1-1. 調査設計の基本方針

#### (1) 調査設計の位置付け

橋梁の維持管理においては、各々の橋梁の特性を十分勘案して、適切な方法、時期および管理体制のもとで、長期的な視野に立ち、系統的かつ計画的に点検・調査・設計・補修対策を行う必要がある。橋梁維持管理における調査設計の位置づけと主な業務内容を下のフローに示す。

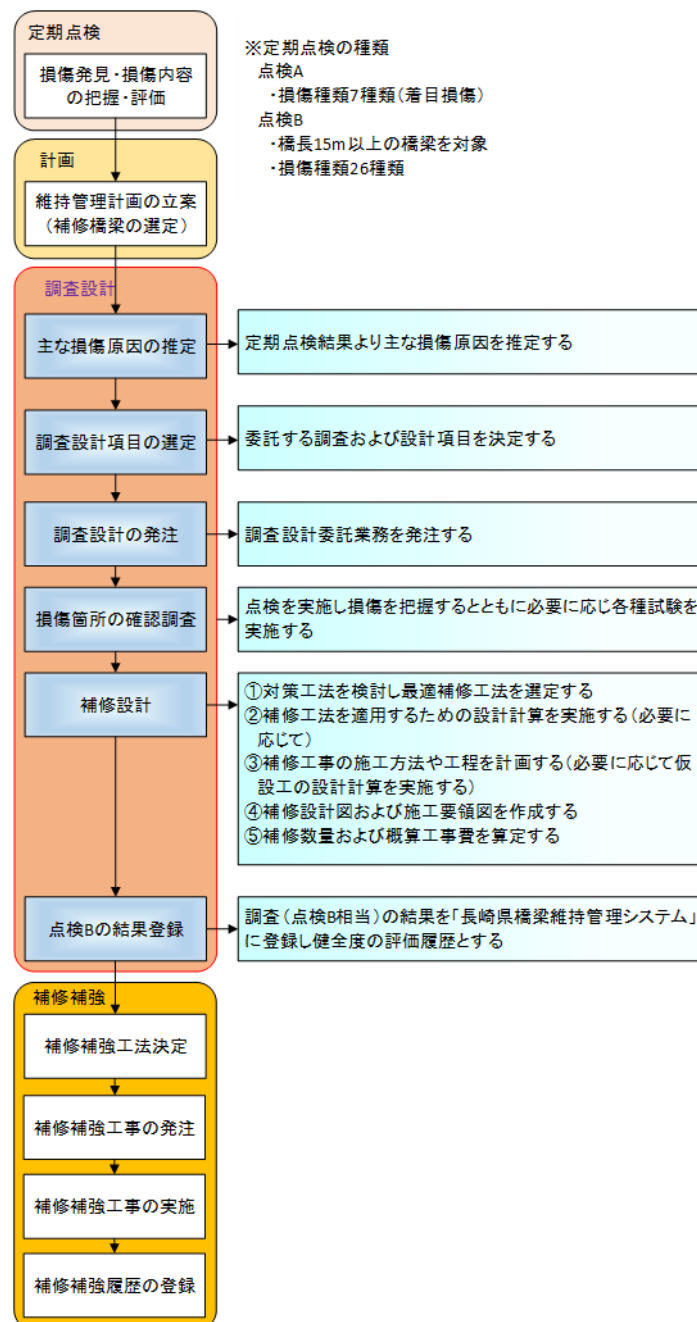


図-2.1.1 調査設計業務フロー

## (2) 橋梁調査における統一事項

補修対象橋梁の損傷箇所の確認調査にあたっては、統一事項を順守する。

橋梁調査における統一事項を下表に示す。なお、下記に示す調査（試験）以外の調査を実施する場合は本課と協議の上で決定する。

表-2.1.1 橋梁調査統一事項一覧表

| 調査項目                                | 統一事項  |
|-------------------------------------|---|
| コンクリートの圧縮強度に関する調査<br><br>[必要に応じて実施] | <ul style="list-style-type: none"> <li>・調査項目は以下を原則とする<br/>リバウンドハンマーによる簡易強度試験（非破壊試験）を基本とする。</li> <li>ただし、簡易強度試験の結果、広範囲に渡りコンクリートの強度不足が確認され、補強を必要とする可能性が高い場合は、コアを採取した上で一軸圧縮強度試験により圧縮強度を確認する。</li> </ul>  |
| コンクリートの中性化に関する調査<br><br>[必要に応じて実施]  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・調査項目は以下を原則とする<br/>中性化を確認するためだけの試験は基本的に行わないものとし、別の調査においてコア採取した場合にのみ実施する。</li> <li>ただし、その他の試験によりコアを採取する場合は、フェノールフタレイン法により中性化深さを測定する。</li> </ul>   |
| コンクリートの塩化物量に関する調査<br><br>[必要に応じて実施] | <ul style="list-style-type: none"> <li>・海岸までの距離が200m程度以内の橋梁で、塩害が疑わしい場合、代表箇所（1連の上部工当たり1箇所、橋台1箇所、橋脚2～3基当たり1箇所）について、以下の調査を行うことを基本とする。</li> <li>コア採取による塩化物イオン量試験（電位差滴定法）</li> <li>ただし、現場条件により、コアを採取することが困難な場合はドリル削孔により試料を採取する。</li> <li>また、コア採取は構造物の破壊を伴うため、ドリル粉による方法や新技術を含む非破壊検査等の採用についても検討すること。</li> <li>なお、鋼材位置での塩化物イオンが発生限界に達しているが鋼材は腐食していない場合や、鋼材位置の塩化物イオンは発生限界に達していないものの、橋梁の将来の供用期間中に発生限界に達する可能性がある場合は、予防保全の観点から補修の検討を行う。</li> <li>塩化物イオン量の将来予測はプログラム（独立行政法人土木研究所から提供されている一般的な表計算ソフト「コンクリート中の塩化物イオン濃度分布簡易分析シート」等）を利用して良い。</li> <li>「コンクリート中の塩物総量規制（昭和61年）」以前に架設された橋梁では内在塩分による劣化の可能性もあることも考慮すること。</li> </ul> |

| 調査項目   | 統一事項  |
|--|---|
| <p>コンクリートのアルカリ骨材反応に関する調査</p> <p>[必要に応じて実施]</p>       | <p>・目視によりアルカリ骨材反応が疑わしい場合、代表箇所（1橋当たり上部工2箇所、下部工2箇所）について、次の調査を行うことを基本とする。（アルカリ骨材反応の可能性の有無は「アルカリ骨材反応抑制対策について（平成元年）」以前に架設されていることを目安とする。）</p> <p>走査型電子顕微鏡観察（SEM）</p> <p>エネルギー分散型X線検出（EDS）分析</p> <p>なお、既存資料によりアルカリ骨材反応による損傷であると確認できる場合※1は、調査は行わないものとする。</p> <p>また、基本的に促進膨張量試験（アルカリ溶液浸漬等）は行わないこととするが、現地のひびわれ状況を確認した結果、アルカリ骨材反応が収束している可能性が高く、促進膨張量試験により収束を確認することで補修工法が変わるものについてはこの限りでは無い。</p>  |
| <p>既設塗膜の有害物質含有、塗膜剥離材の有効性に関する調査</p> <p>[必要に応じて実施]</p> | <p>・既設塗膜に有害物質が含有されている、またはその可能性が疑われる場合、対象橋梁の塗膜構成毎（1構成毎）について、次の調査を行うことを基本とする。</p> <p>塗膜成分分析試験</p> <p>①含有量試験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛含有量試験：JIS K 5674 附属書A</li> <li>・クロム含有量試験：JIS K 5674 附属書B</li> <li>・PCB含有量試験：低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法（環境省）</li> </ul> <p>②溶出試験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛溶出試験：JIS K 0102.54.4</li> <li>・クロム溶出試験：環境庁告示13号 別表第1</li> <li>・PCB溶出試験：環境庁告示第59号 付表4<br/>低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法（環境省）</li> </ul> <p>塗膜剥離材試験（土木研究所資料 土木鋼構造物用塗膜剥離剤ガイドライン（案））</p> |

※1：既存の調査によりアルカリ骨材反応による損傷を有する橋梁の確認は、「別冊 補修・補強マニュアル（案）参考資料 1-4 アルカリ骨材反応による損傷橋梁」を参照とする。

## 1-2. コンクリート構造物における調査設計手法

コンクリート構造物において橋梁点検により記録される損傷の種類に応じた調査方法および補修設計項目の選定フローを以降に示す。

### (1) コンクリート構造物における調査項目選定フロー

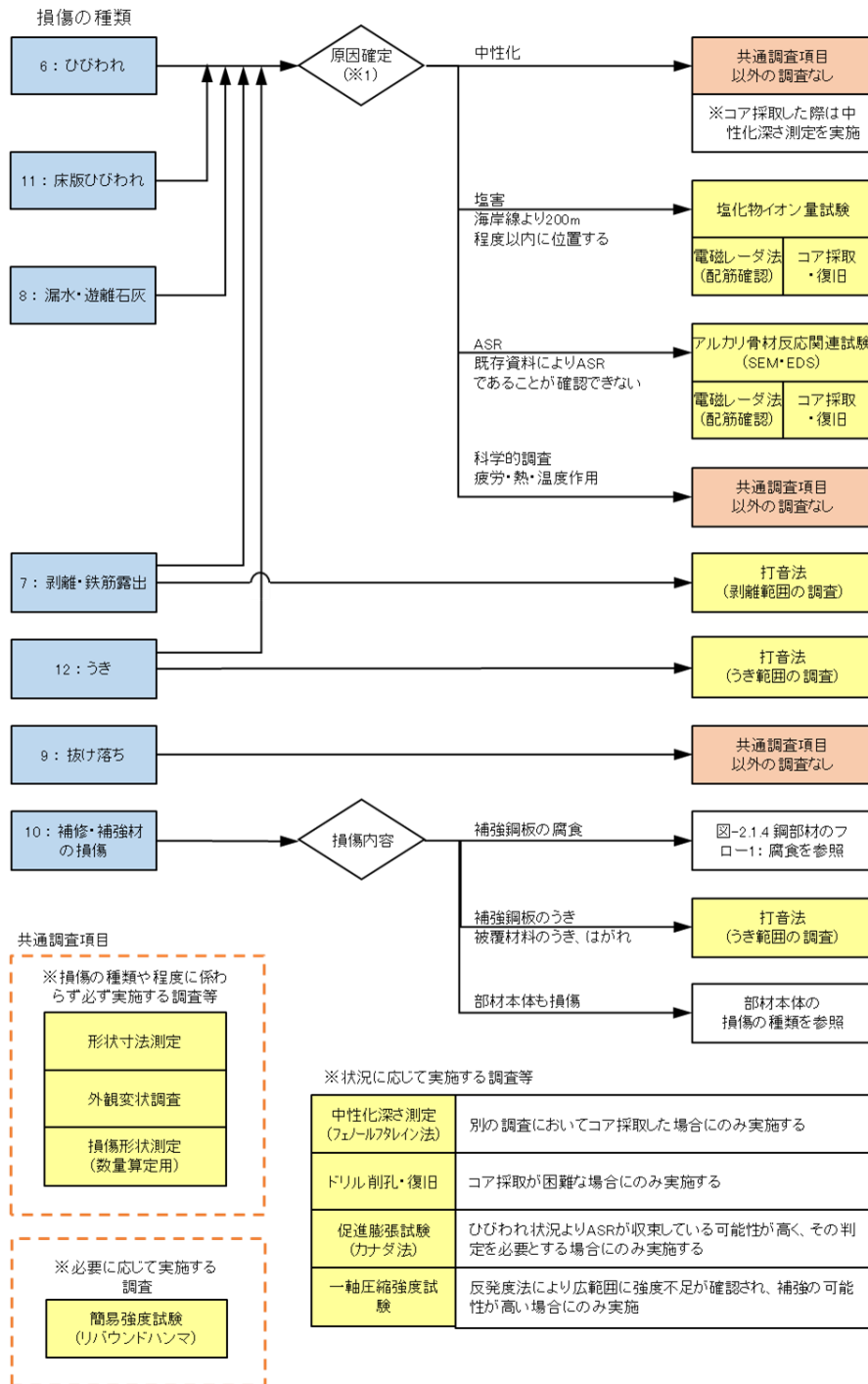


図-2.1.2 コンクリート部材の調査項目選定フロー

表-2.1.2 コンクリート部材の損傷原因推定表

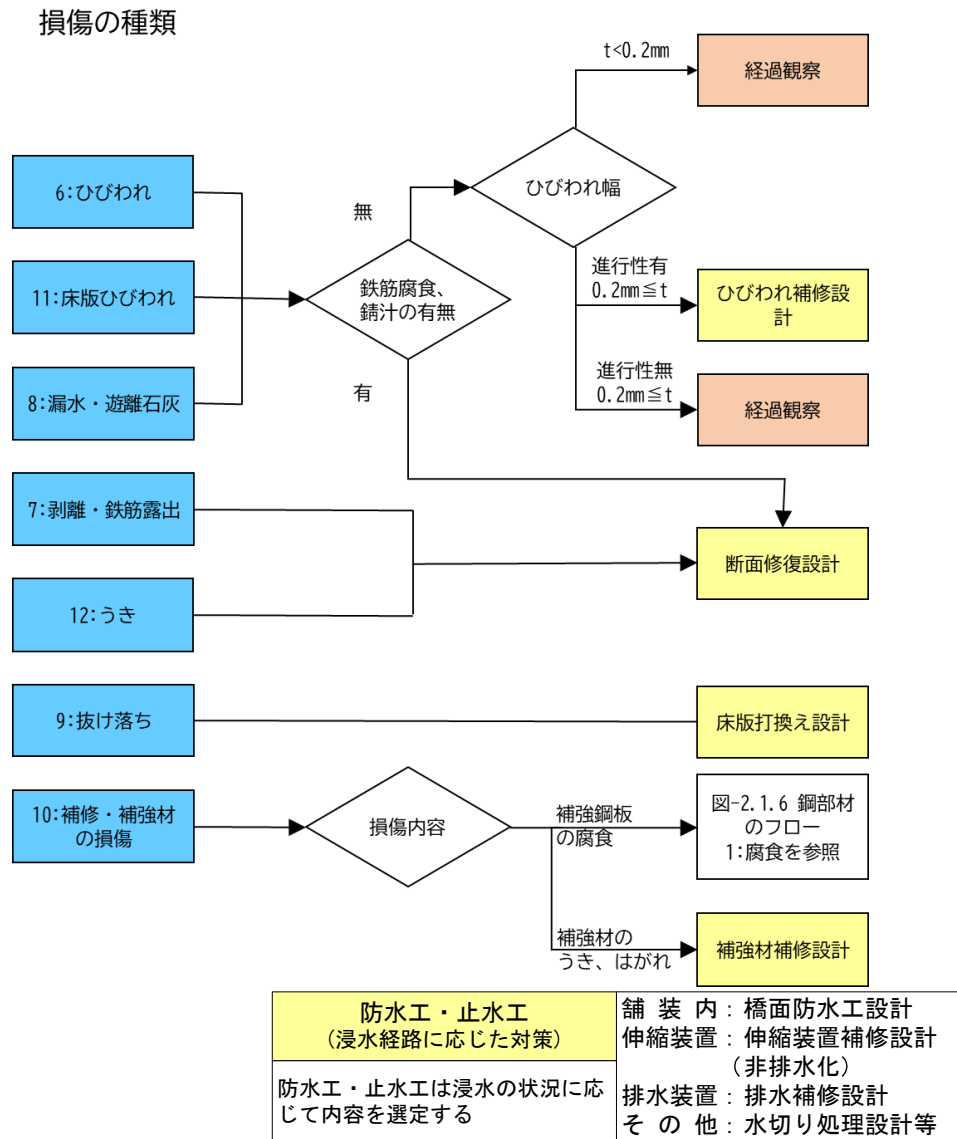
(※1) 損傷状況による原因推定の目安

|    |                   | 損傷劣化要因 |    |       |       |    |    |        |       |        |
|----|-------------------|--------|----|-------|-------|----|----|--------|-------|--------|
|    |                   | 中性化    | 塩害 | A S R | 化学的腐食 | 疲労 |    | 熱・温度作用 | かぶり不足 | 防・止水不良 |
|    |                   |        |    |       |       | 床版 | けた |        |       |        |
| ひび | 鋼材と平行にかぶり部分に発生    | ◎      | ◎  | ◎     |       |    |    |        | ◎     | ○      |
|    | 亀甲状               |        |    | ◎     |       |    |    |        |       |        |
|    | 微細ひびわれ            |        |    |       |       |    |    | ◎      |       |        |
|    | 格子状・網目状           |        |    |       |       | ◎  |    | ◎      |       |        |
|    | 曲げひびわれ<br>せん断ひびわれ |        |    |       |       | ◎  | ◎  |        |       |        |
|    | ほぼ等間隔の貫通したひびわれ    |        |    |       |       |    |    | ◎      |       |        |
|    | うき、剥離             | ◎      | ◎  | ○     | ◎     |    |    |        | ◎     | ○      |
|    | 鉄筋露出              | ◎      | ◎  | ○     | ○     |    |    |        | ◎     | ○      |
|    | 錆汁                | ◎      | ◎  | ○     | ◎     |    |    |        |       | ○      |
|    | 遊離石灰              | ○      | ○  | ○     |       | ◎  |    |        |       | ◎      |

◎：密接な関連がある

○：関連がある

(2) コンクリート構造物における補修設計項目選定フロー



※塩害やASRによる損傷であることが明確である場合は、以下のフローによる

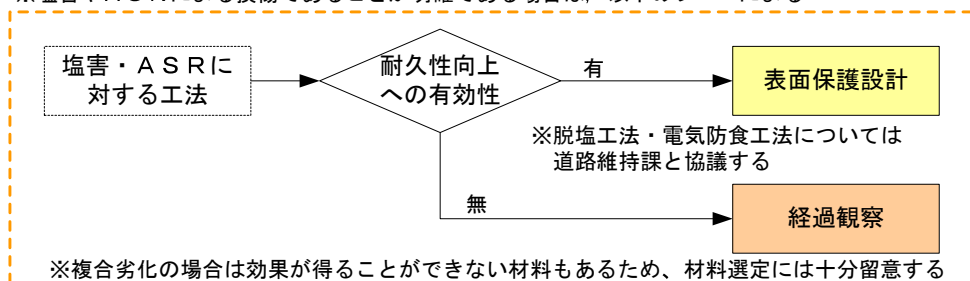


図-2.1.3 コンクリート部材の補修設計項目の選定フロー

### 1-3. 鋼構造物における調査設計手法

鋼構造物において橋梁点検により記録される損傷の種類に応じた調査方法および補修設計項目の選定フローを以降に示す。

#### (1) 鋼構造物における調査項目選定フロー

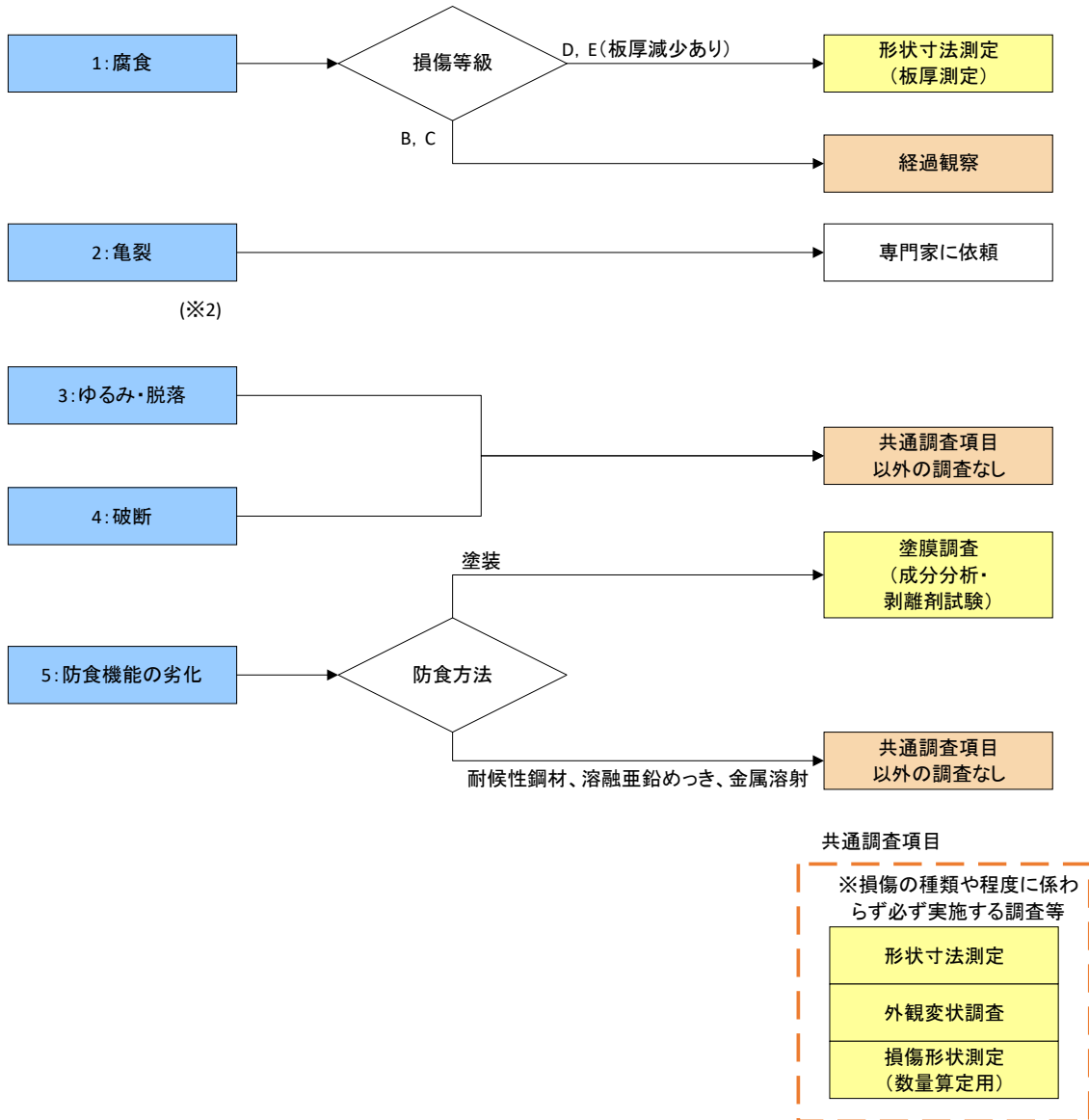


図-2.1.4 鋼部材の調査項目選定フロー

(※2) 亀裂の発生しやすい箇所

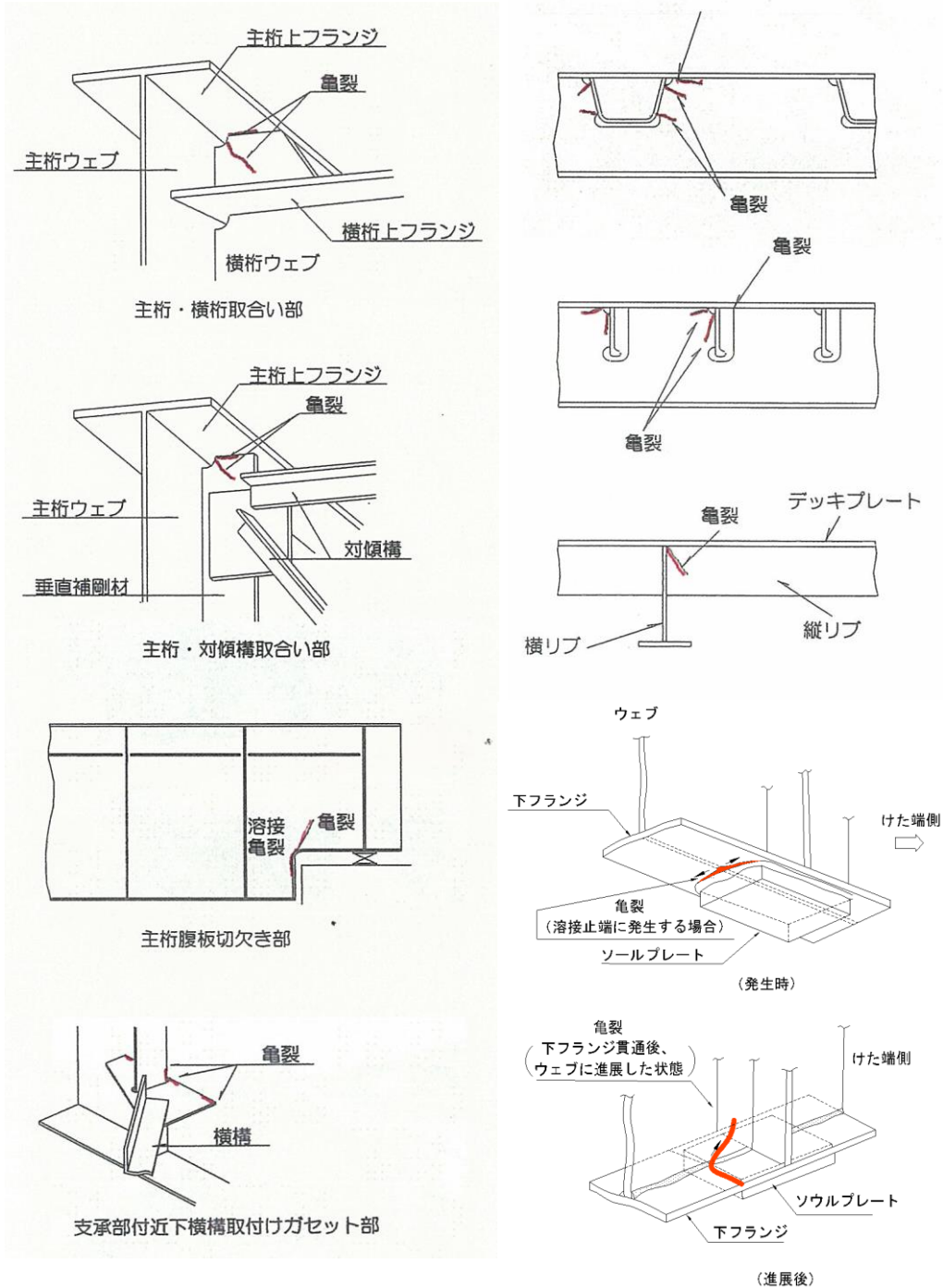


図-2.1.5 亀裂発生箇所概要図

## (2) 鋼構造物における補修設計項目選定フロー

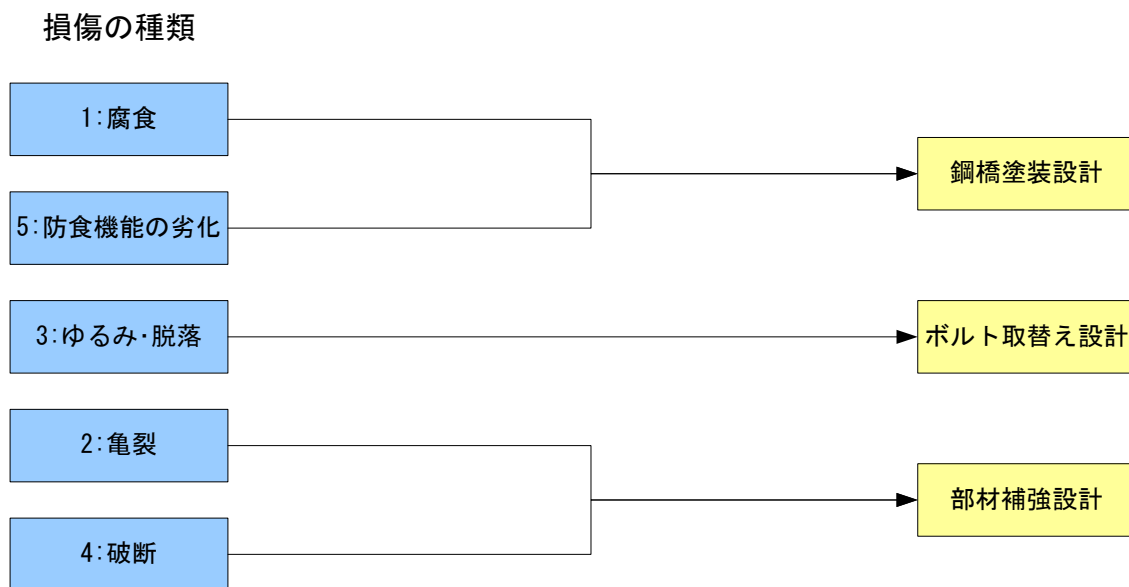


図-2.1.6 鋼部材の補修設計項目選定フロー

### 1-4. 基礎工における設計手法

基礎工において橋梁点検により記録される損傷の種類に応じた補修設計項目の選定フローを以降に示す。

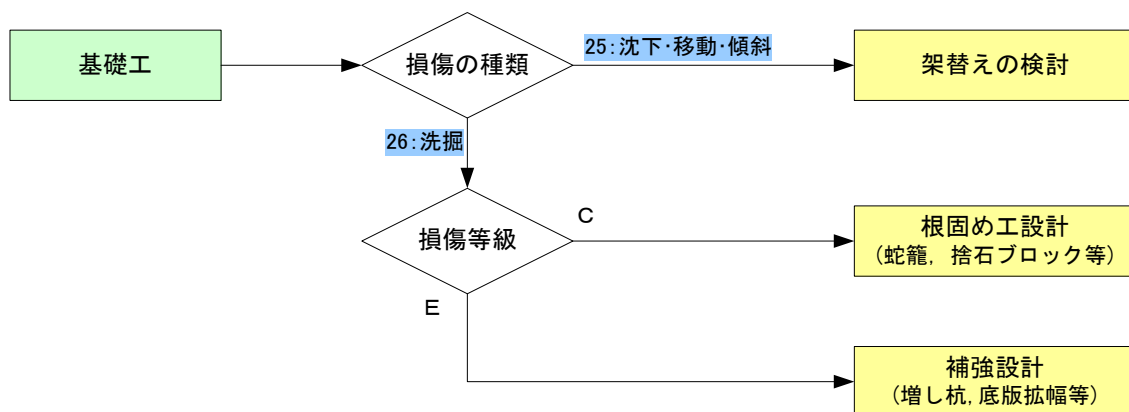


図 2.1.7 基礎工の補修設計項目選定フロー

## 1-5. 支承および付属物における設計手法

支承および付属物において橋梁点検により記録される損傷の種類に応じた補修設計項目の選定フローを以降に示す。

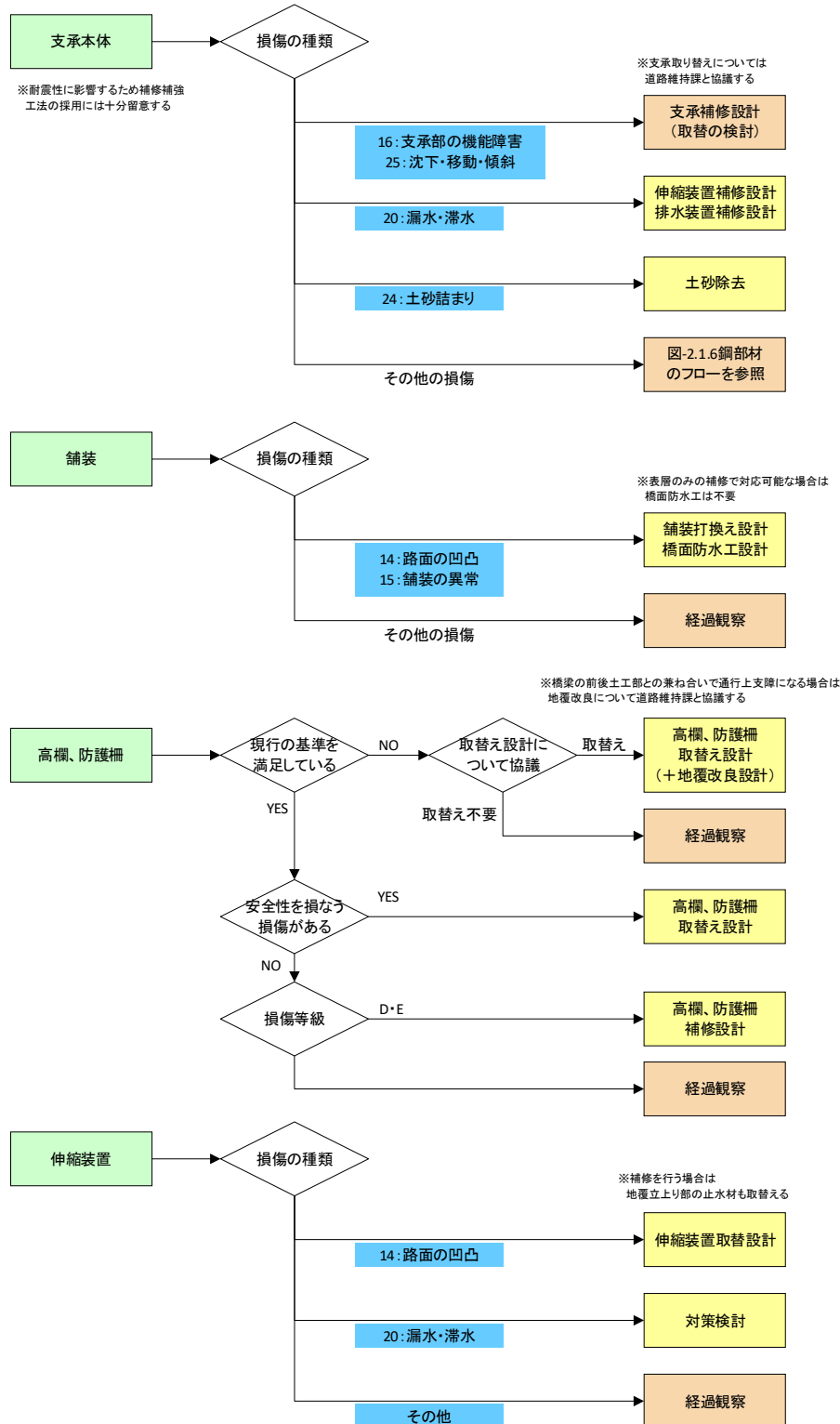


図-2.1.8 付属物の補修設計項目選定フロー

## § 2. 調査設計における留意事項

### (1) 調査点検手法

調査点検を実施する際の手法は桁下状況より下表を参考とする。

なお、点検車については周辺交通状況（交差点の有無）や縦横断勾配、交通規制の可否も判断基準とする。

また、近接目視による時と同等の診断が出来ると判断した場合には、本課と協議の上でその他の方法（新技術等）を適用しても良い。

表-2.2.1 調査点検手法の目安

| 桁下高   | 桁下状況        | 点検方法 |
|-------|-------------|------|
| 2m 以下 | 地面          | 地上   |
|       | 水面 水深 1m 以下 |      |
|       | 水面 水深 1m 超  | 船舶   |
| 2m～5m | 地面          | 梯子   |
|       | 水面 水深 1m 以下 |      |
|       | 水面 水深 1m 超  | 点検車  |
| 5m 以上 | 桁下侵入不可能     |      |
| 5m 以上 | 桁下侵入可能（一般部） | リフト車 |
|       | 桁下侵入可能（跨線部） | 軌陸車  |

※軌陸車の使用については鉄道業者と協議のうえで決定する。

## (2) 点検Bの実施

調査の際には、「橋梁点検マニュアル(案)」に従い、点検B(近接目視)を実施する。点検時には過年度結果を必ず持参し、損傷写真は同じ場所、アングルから撮影することを基本とする。

また、点検結果は、「長崎県橋梁維持管理システム」を利用し記録する。

点検結果のデータは、橋梁台帳も含めて「長崎県橋梁維持管理システム」を利用して道路維持課サーバーに登録されるものとする。システムや利用するデータについては、「操作マニュアル」を参照とする。

以下に、点検時の作業の流れを示す。

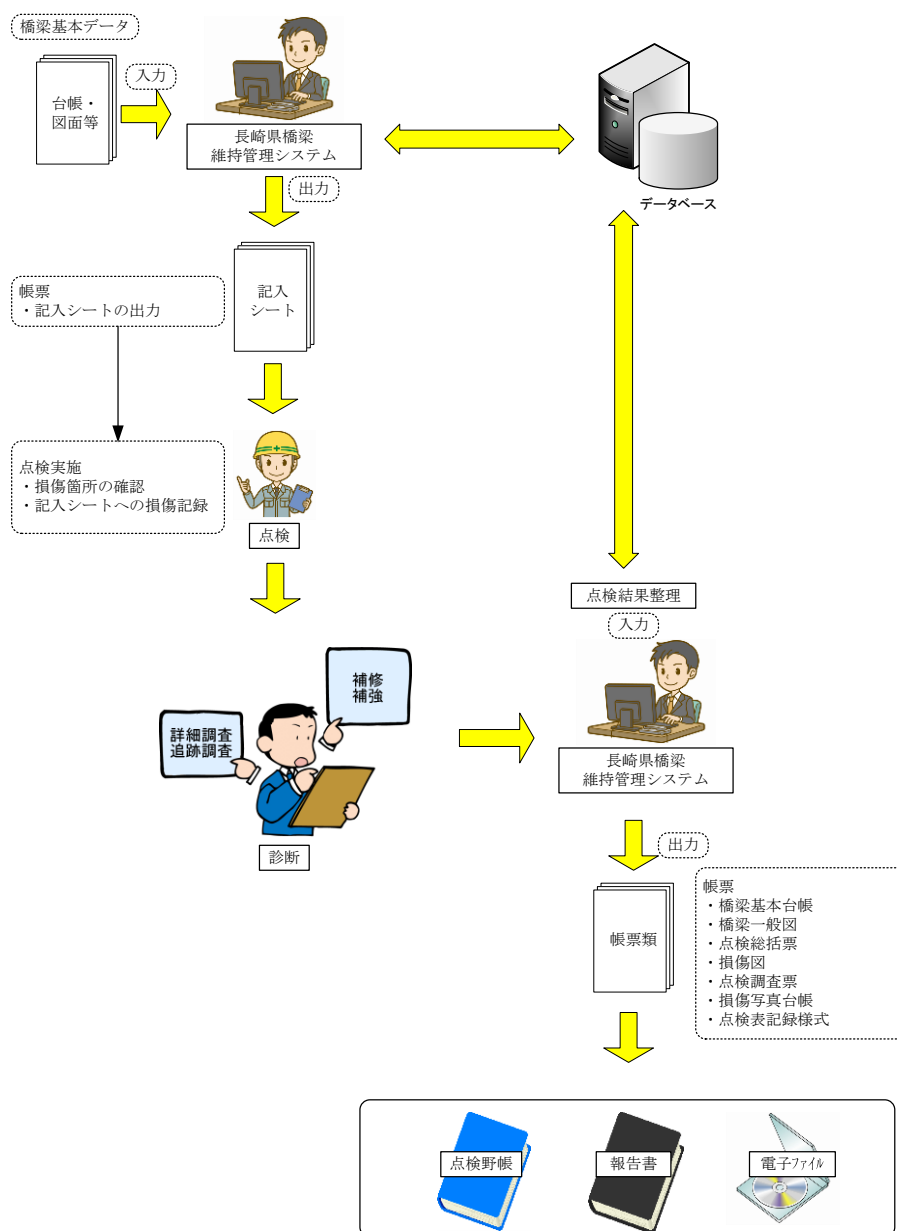


図-2.2.1 点検Bの流れ

### (3) 損傷要因の除去

損傷の補修にあたっては、損傷箇所のみでなく損傷の要因となる箇所についても同時に対策を行うこと。

例) 損傷：支承部の腐食 損傷要因：伸縮装置からの漏水



補修内容：伸縮装置部の補修（取替や止水対策）

支承部の補修（取替や塗装塗替え）

### (4) 新技術等の活用

補修工法の選定においては、新技術新工法を含む比較検討のうえ選定することを基本とする。

- ・新技術情報提供システム（NETIS）

<https://www.netis.mlit.go.jp/NETIS>

- ・点検支援技術性能カタログ

<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/>

## 第3章 橋梁補修

## § 1. 補修工法選定の基本方針

### (1) 橋梁補修工事における統一事項

橋梁の補修工事にあたっては、統一事項を順守する。

橋梁補修工事における統一事項を下表に示す。

表-3.1.1 橋梁補修工事統一事項一覧表

| 補修項目                 | 統一事項  | 掲載頁 |
|----------------------|---|-----|
| 塩害による損傷に対する補修        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・補修項目は以下を原則とする<br/>断面修復工、ひびわれ補修工</li> <li>※表面保護工は耐久性向上に有効と考えられる場合に道路維持課と協議する。</li> <li>※原則として、脱塩工法、電気防食工法は道路維持課と協議する。</li> </ul>   | 24  |
| アルカリ骨材反応による損傷に対する補修  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・補修項目は以下を原則とする<br/>断面修復工、ひびわれ補修工、表面保護工</li> <li>ただし、ひび割れ幅が0.2mm未満の場合は対策工を施さず、経過を観察する。</li> </ul>   | 24  |
| ひびわれ注入材の選定（コンクリート部材） | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ注入材の選定は以下を基本とする</li> <li>▶ひびわれの進行が止まったと判断できる場合→エポキシ1種</li> <li>▶ひびわれの進行が止まったと思われる、また、上部工のようにたわみに追従する必要がある場合→エポキシ2種</li> <li>▶ひびわれが進行している場合→エポキシ3種</li> </ul>  | 25  |
| ひびわれ充填材の選定（コンクリート部材） | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ充填材の選定は以下を基本とする</li> <li>▶ひびわれの進行が止まったと判断できる場合<br/>→ポリマーセメント系</li> <li>▶ひびわれの進行が止まった保証が得られない場合<br/>→シーラント系<br/>可とう性エポキシ樹脂 [ひびわれ補修・補強指針]</li> <li>▶ひびわれが進行している場合<br/>→シーラント系[ひびわれ補修・補強指針]</li> </ul> | 25  |
| 断面修復材の選定（コンクリート部材）   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・断面修復材には乾燥収縮が小さく、既設コンクリートの付着性が良く、幅広く使用されているポリマーセメントモルタルを使用することを基本とする。</li> </ul>   | 25  |

| 補修項目                   | 統一事項   | 掲載頁 |
|------------------------|--|-----|
| 表面保護材の選定<br>(コンクリート部材) | <ul style="list-style-type: none"> <li>表面保護材は表面被覆系、表面含浸系を適用性、経済性により比較検討し決定する。</li> </ul>   | 26  |
| 鋼橋上部工の塗替え              | <ul style="list-style-type: none"> <li>一般部の塗装仕様は以下を原則とする<br/>腐食大：1種ケレン+Rc-I 塗装系<br/>腐食小：3種ケレン+Rc-III 塗装系</li> <li>添接部の塗装仕様は以下を原則とする。<br/>ボルト・ナット及びエッジ部の下塗りに超厚膜型エポキシ樹脂塗料を使用する。また、添接板目板部は下塗りを1層(60<math>\mu</math>m)増し塗りする。</li> <li>塗替え方式は、景観上好ましくない場合、LCCが有利となる場合、または、塗膜調査の結果PCBの含有が確認された場合において全面塗り替えを行う。</li> <li>塗装工事の際、主部材の下フランジなどの部材角(エッジ部)が面取り加工されていない場合は、規定塗膜厚を確保するため可能な限り面取り加工(R=2mm以上)を行う。</li> <li>海岸部等にある橋梁で、下フランジ部等の発錆が顕著にある場合は、下塗りの増し塗りを行うことを基本とする。</li> </ul> | 30  |
| 伸縮装置の取替え               | <ul style="list-style-type: none"> <li>伸縮装置に損傷がある場合は、伸縮装置の取り替えを実施する。(伸縮装置の取り替えについては損傷程度を見極め、部分的な補修で対応できないかを判断する)</li> </ul>  | 54  |
| 橋面防水工の設置               | <ul style="list-style-type: none"> <li>橋面防水工が未施工の場合は、橋面防水工を実施することを基本とする。なお、舗装を打ち換える場合には必ず実施する。</li> <li>橋面防水工はシート系防水、塗膜系防水から適用性、経済性を比較検討し決定する。</li> <li>同一工事内で伸縮装置の取替を行う場合、伸縮装置の取替後に橋面防水工を行い、防水層の立上りを確保すること。</li> </ul> <p>※コンクリート舗装等で橋面防水工の設置が困難な場合は本課と協議の上で設置の要否を決定する。</p>   | 55  |
| 防護柵の取替え                | <ul style="list-style-type: none"> <li>補修対象橋梁の防護柵が基準(強度、高さ)を満足しない場合は、取替えについて本課と協議する。</li> <li>地覆の拡幅は基本的に行わないものとする。ただし、防護柵を取り換える際、橋梁の前後土工部との兼ね合いで通行上支障になる場合は地覆の拡幅について本課と協議する。</li> </ul>  | 55  |

## § 2. 橋梁部位別の補修工法の選定

### 2-1. コンクリート構造物の補修

#### (1) 概要

①コンクリート構造物の補修工法は、以下の工法がある。

- ・ ひびわれ補修工：表面処理工法， ひびわれ注入（充填）工法
- ・ 断面修復工：左官工法、吹付け工法、充填工法
- ・ 部分打ち換え工法
- ・ 表面保護工：塗料や含浸材による表面保護工（外部劣化因子の遮断を目的），  
剥落防止を目的とした表面保護工
- ・ 鉄筋防錆工：防錆処理工法
- ・ 電気防食工 ※道路維持課と協議する
- ・ 脱塩工（電気化学的脱塩工法） ※道路維持課と協議する
- ・ 再アルカリ工（電気化学的再アルカリ工） ※道路維持課と協議する
- ・ 防水工・止水工

②塩害による損傷に対する補修工法は以下を原則とする。

- ・ 断面修復工
- ・ ひびわれ補修工（さび汁が出ておらず比較的軽微な場合）

表面保護工は、耐久性向上に有効と考えられる場合に道路維持課と協議する。

③アルカリ骨材反応による損傷に対する補修工法は以下を原則とする。

- ・ 断面修復工
- ・ ひびわれ補修工
- ・ 表面保護工

ただし、ひび割れ幅が0.2mm未満の場合は対策工を施さず、経過を観察する。

④コンクリート構造物に対するひびわれ注入材の選定は以下を基本とする。

▶ひびわれの進行が止まったと判断できる場合→エポキシ1種

特例：水中に達する縦クラック等，シールができず液が流出する場合→エポキシ2種

▶ひびわれの進行が止まったと思われる，また，上部工のようにたわみに追随する必要がある場合→エポキシ2種

特例：構造物のおかれた状況から，奥部の微細なひびわれにも対応したい場合→エポキシ3種

▶ひびわれが進行している場合→エポキシ3種

各材料のイメージを下表に示す

| 種別     | 施工時                   | 硬化後      |
|--------|-----------------------|----------|
| エポキシ1種 | サラサラ（細かいところまで入っていく）   | 硬い（延びない） |
| エポキシ2種 | ドロドロ（細かいところまで入っていかない） | 柔い（延びる）  |
| エポキシ3種 | サラサラ（細かいところまで入っていく）   | 柔い（延びる）  |

⑤コンクリート構造物に対するひびわれ充填材の選定は以下を基本とする。

▶ひびわれの進行が止まったと判断できる場合 →ポリマーセメント系

▶ひびわれの進行が止まった保証が得られない場合→シーラント系

→可とう性エポキシ樹脂

▶ひびわれが進行している場合

→シーラント系

⑥コンクリート構造物に対する断面修復材には乾燥収縮が小さく，既設コンクリートの付着性が良く，幅広く使用されているポリマーセメントモルタルを使用することを基本とする。断面修復材の材料規格を以下に示す。

一軸圧縮強度：設計基準強度以上

その他の基準はNEXCOの仕様を満たすものとする。（詳細は，参考資料2-5補修材料仕様の項を参照とする）

⑦コンクリート構造物に対する表面保護材の選定は以下を基本とする。

- ▶表面保護材は表面被覆系，表面含浸系を適用性、経済性により比較検討し決定する。
- ▶表面含浸工法の材料は，構造物の劣化機構や劣化過程を特定し，要求性能を明確にしたうえで選定する。

| 表面含浸工法       |                  | 表面含浸工 |          |           |
|--------------|------------------|-------|----------|-----------|
|              |                  | シラン系  | けい酸塩系    |           |
| 要求性能に関する項目   |                  |       | けい酸リチウム系 | けい酸ナトリウム系 |
| 劣化に対する抵抗性    | 中性化              | △     | △        | ○         |
|              | 塩害               | ○     | —        | ○         |
|              | 凍害               | ○     | —        | ○         |
|              | 化学的侵食            | —     | —        | —         |
|              | アルカリ骨材反応         | ○     | ○        | △         |
|              | 乾湿繰返し            | ○     | —        | —         |
|              | 摩耗(キャビテーション抑制など) | —     | △        | △         |
|              | 疲労によるひび割れ        | —     | —        | —         |
| 水密性          | 防水対策             | ○     | —        | ○         |
| 美観・景観        | 落書き防止            | △     | —        | —         |
|              | 排ガス付着防止          | △     | —        | △         |
|              | 防藻・防かび           | △     | —        | △         |
|              | 意匠性向上            | —     | —        | —         |
|              | 外観維持             | ○     | ○        | ○         |
| 第三者影響度に関する性能 | はく落抵抗性           | —     | △        | △         |
| 機能性          | ぜい弱部の強度回復(固化)    | —     | ○        | △         |

○:適用の対象、△:適用する場合に検討が必要(他の工種、工法との併用など)、—:適用の対象外

出典:「実務者向け 補修業務 Q&A ブック (一般社団法人 九州橋梁・構造工学研究会)」

⑧コンクリート構造物の補修工法は，損傷の原因を十分把握し，損傷の規模，範囲に応じて，工法の組み合わせ，補修の効果，施工性，経済性等を検討して選定する。

⑨剥離鉄筋露出の補修は，適切な施工を行わないと経年とともに内部の鉄筋が腐食・膨張し，対策効果が低下することがある。よって，特に鉄筋の防錆処理を確実に行うことが重要である。

- 1) 損傷原因に適合しない補修工法を選定した場合，補修した部分が比較的短期間に再度損傷する事例が見られる事がある。したがって，補修工法の選定に際しては，損傷原因を十分把握し，損傷に適合した工法を選定する事が重要である。
- 2) 損傷原因が構造物の耐力不足や構造物詳細の不備による場合には，補修に先立って構造物を補強しなければ，補修しても損傷がすぐに再発生することがある。補強工法については，構造詳細，発生応力などを考慮の上，別途検討しなくてはならない。
- 3) 補修を行う範囲は，すぐ再補修を実施する事のないように，損傷の程度に応じて決定する。

4) 鉄筋の防錆処理の施工には十分注意しなくてはならない。以下に施工上の留意点について示す。

- ・ 塩害等の厳しい腐食環境の場合には、補修後のマクロセル腐食の対策として浸透性の高い防錆剤（亜硝酸系など）、塩分吸収剤などを使用するのがよい。

※マクロセル腐食：塩害環境下の鉄筋コンクリート構造物において、断面修復後に補修部と未補修部で塩化物イオン濃度に差が生じることにより、局所的に鉄筋に腐食が生じる現象。

マクロセル腐食を含め、塩害対策として①劣化因子の遮断，②劣化因子の除去，③鉄筋腐食の抑制が挙げられる。

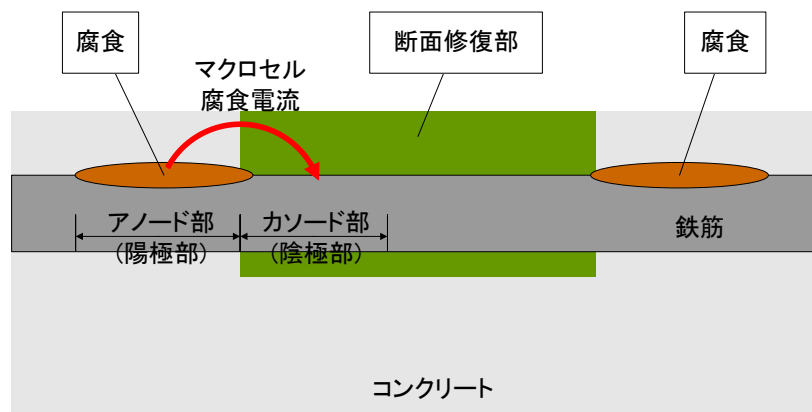


図-3.2.1 マクロセル腐食概要図

- ・ コンクリート表面が健全でも、内部の鉄筋が腐食していることがある。鉄筋の発錆部分は完全にはつりだしてケレンし、確実に防錆処理を施す。
  - ・ かぶりの浅い箇所に「施工上必要で、構造上不必要な鉄筋」が発見された場合には、該当する鉄筋を除去して修復するのがよい。
- 5) コンクリートの損傷原因が複合化した場合には、どの損傷原因にも適合できる工法を選定する必要がある。また、異なる損傷が近接している場合には、いずれの損傷にも対応できる補修を実施する。

(2) コンクリート部材の補修工法選定フロー

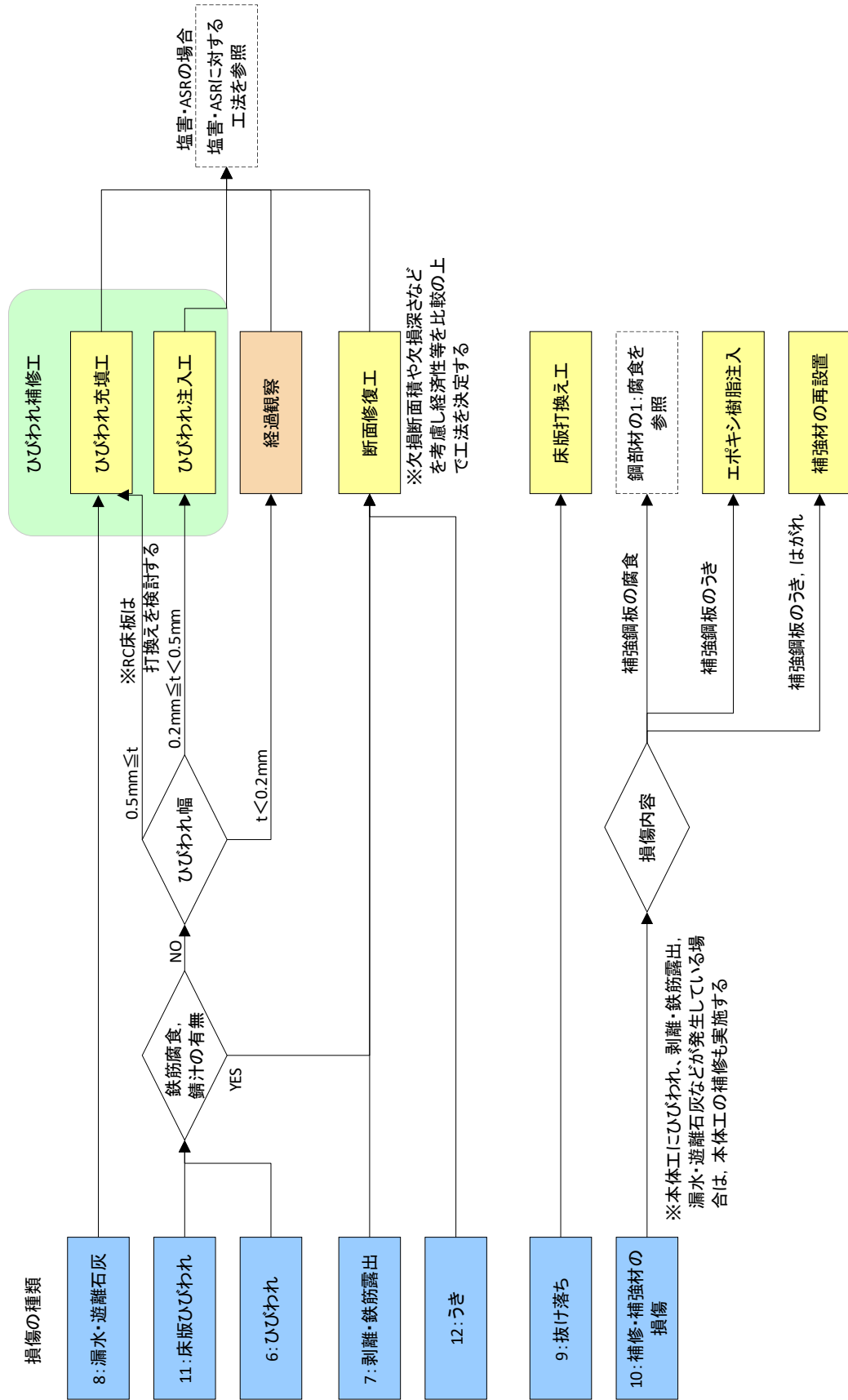


図-3.2.2 コンクリート部材の補修工法選定フロー (1)

※塩害やASRによる損傷であることが明確である場合は、以下のフローによる

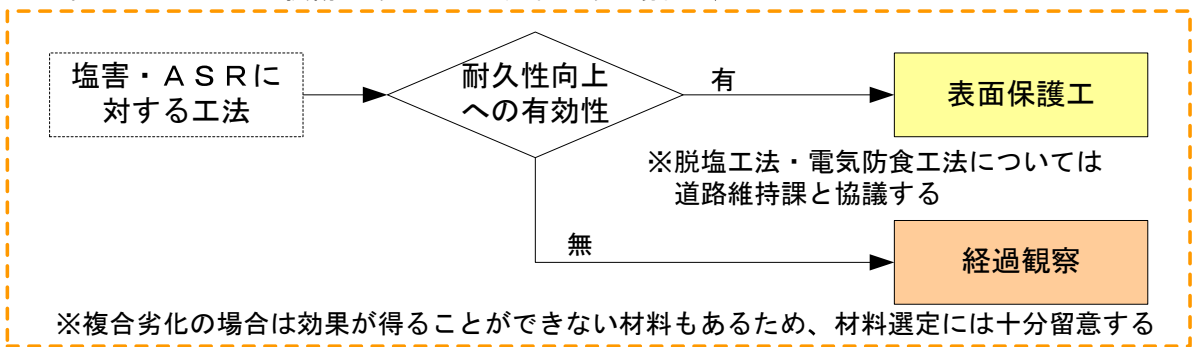


図-3.2.3 コンクリート部材の補修工法選定フロー (2)

## 2-2. 鋼構造物の補修

### (1) 概要

①鋼構造物の補修工法は、以下の工法がある。

- ・ストップホール工
- ・当て板補修工
- ・形状改良工
- ・溶接補修工
- ・部材取替え工：高力ボルトの交換工，部材の全体交換工，部材の一部交換工
- ・加熱矯正工
- ・補修塗装工
- ・防水工
- ・止水工

②鋼構造物の補修工法は，鋼構造物の損傷の原因を十分把握し，補修の効果，施工性，経済性等を検討して選定する。

③補修塗装工における塗装仕様は以下を原則とする。

- ・一般部

腐食程度が大きい場合(腐食損傷等級 D, E): Rc-I 塗装系

腐食程度が小さい場合(腐食損傷等級 B, C): Rc-III 塗装系

- ・1種ケレンについては，腐食程度が大きい箇所を局部的に行うのではなく，部材ごと面ごとに対して行うことを基本とする。(例：添接部，下フランジ下面部)  
ただし、作業の制約条件等によりブラスト法による1種ケレンが採用できない、又は、塗膜が厚く作業効率が著しく劣る場合等においては、機械工具や塗膜剥離剤・その他新技術等の併用を検討し、1種ケレンと同様の素地調整が可能な方法とすること。
- ・3種ケレンについては，当初設計においては3種ケレンAで計上する。ただし，施工の結果，下表の3種ケレンBに該当すると判断された場合は変更で対応する

| 種別     | さびの状態        | 発錆面積 (%) | 素地調整内容                          |
|--------|--------------|----------|---------------------------------|
| 3種ケレンA | 点錆がかなり点在している | 15~30    | 活膜は残すが，それ以外の不良部(さび・われ・ふくれ)は除去する |
| 3種ケレンB | 点錆が少し点在している  | 15以下     | 同上                              |

(出典：鋼道路橋防食便覧 H26年3月表-II.7.12)

・添接部

ボルト・ナット及びエッジ部の下塗りに超厚膜型エポキシ樹脂塗料（1000 $\mu$ m）（HBS K 5621-1990 同等品）を使用する。また、添接板目板部は下塗りを1層（60 $\mu$ m）増し塗りする。

- ④塗装工事（部分塗装も含む）を行う場合は、ケレンを十分に行い汚れや錆を確実に落とすことが重要である。
- ⑤塗装工事の際、主部材の下フランジなどの部材角（エッジ部）が面取り加工されていない場合は、規定塗膜厚を確保のために可能な限り面取り加工（R=2mm以上）を実施する。また、海岸部等にある橋梁で、下フランジ部等の発錆が顕著である場合は、下塗りの増し塗りを行うことを基本とする。（最大120 $\mu$ mの増し塗り）
- ⑥塗装工事等で足場工を設置する場合は、その時になるべくその他の補修工事を併せて行うことが望ましい。
- ⑦1種ケレンを行う橋梁の足場については、周辺環境を考慮し、完全板張り防護を基本とする。

⑧有害塗膜の産廃処理の取り扱いについて

・既存塗膜試験

既設塗膜に有害物質（PCB、鉛、六価クロム等）を含むものにおいて、PCBの含有量、鉛、六価クロム等の溶出量が判定基準値を超えるものについては特別管理型産業廃棄物となる。有害物質を含有する、またはその可能性が疑われる場合、作業員の安全対策、塗膜の飛散対策、塗膜廃棄物の処分方法等を考慮する必要があることから、補修設計時に下記検定方法による塗膜成分分析試験（含有試験、溶出試験）、塗膜剥離材試験を実施し、判断する。

1種ケレン後の塗膜くずの有害物質が基準値を下回る場合は、汚泥として処分することを基本とする。

（低濃度 PCB 含有廃棄物に関する測定方法（令和元年環境省告示））

（産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法（昭和48年環境庁告示第13号））

対象：カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、PCB、セレン、有機リン 計8品目

（参考）特別管理産業廃棄物処理業者問合せ先：一般社団法人長崎県産業資源循環協会（095-832-8620）

・ブラスト材の処分量について

当初設計時、ブラスト処分量の数量は、40kg/m<sup>2</sup>（鋼道路橋塗装・防食便覧Ⅱ-134）×面積とし、変更設計時にマニフェスト数量で精算する。

なお、類似橋梁において、過去の処分量の実績がある場合は、当初設計時の数量を実績数量に基づき算出してもよい。

⑨腐食ボルト・ナットを取替え

ボルト・ナットの腐食が著しい場合は、ボルト・ナットを取替えるものとする。

⑩塗膜剥離材試験について

塗膜除去工法には乾式工法（乾式ブラストおよび動力工具・手工具によるもの）および湿式工法（湿式ブラストおよび塗膜剥離剤によるもの）がある。鉛を含有する塗膜の除去にあたっては、鉛中毒予防規則第40条第1号により、含鉛塗料のかき落とし業務は「著しく困難な場合を除き、湿式によること。」と規定されていることから、湿式（塗膜剥離剤）で除去する事例が多い。一方、同条文中の「著しく困難な場合」とは、昭和42年3月31日付け基発第442号「鉛中毒予防規則の施行について」に示すとおり「サンドブラスト工法を用いる場合又は塗布面が鉄製であり、湿らせることにより錆の発生がある場合等をいうこと。」の他、剥離剤を吹き付けること等により労働者が高濃度に剥離剤にばく露するおそれがある場合も含むものとされている。したがって、ブラストのために板張り防護とシート張り防護で密閉される足場内においては、必ずしも湿式により旧塗膜を除去する必要はない。

以上から、有害物質を含有する塗膜の除去を行う場合は適用性、経済性から乾式・湿式の塗膜除去方法を比較検討のうえで、塗膜除去方法を決定する。

湿式の塗膜除去を行う場合、既存塗膜と剥離材の相性、下塗りの鉛含有の有無により、塗膜が剥離しない可能性がある。補修工事開始後に剥離材が有効でないことが判明した場合、塗膜除去・素地調整を変更する必要があるため、作業内容変更が決まるまでの工事期間、変更後の内容によっては工事費が大きく増加することが考えられる。したがって、湿式を採用する場合は塗膜成分分析試験の塗膜採取と合わせて塗膜剥離材の試験を行う。

塗膜剥離材は大きく酸性・中性・アルカリ性の3種類に分類される。分類毎のpHの高低により塗膜への有効性が異なってくるため、3種類とも試験を行う。

乾式による方法を採用する場合には、ブラストを行う作業当事者だけではなく、鉛やクロムを含む塗膜かすが足場外に搬出されるまですべての足場内作業員が送気マスクや防じん機能付き防毒マスク等の適切な呼吸保護具、保護手袋等の保護具を着用する必要がある。

湿式ブラスト工法は、使用する水の飛散・漏洩などに対する対策や排水処理などが必要となり、全国的にも事例が少ないことから本マニュアルでは除外している。

- 1) 損傷原因に適合しない補修工法を選定した場合、補修した部分が比較的短期間に再度損傷する事例が見られる事がある。したがって、補修工法を選定に際しては、損傷原因を十分把握し、損傷に適合した工法を選定する事が重要である。
- 2) 損傷原因が構造物の耐力不足や構造物詳細の不備による場合には、補修に先立って構造物を補強しなければ、補修しても損傷がすぐに再発生することがある。補強工法については、構造詳細、発生応力などを考慮の上、別途検討しなくてはならない。
- 3) 重要部材に亀裂が発生し進行した場合には、最悪落橋となる恐れも考えられるので注意する必要がある。
- 4) 塗装仕様、素地調整方法は新技術の開発も行われているため、基本となる仕様と同等の性能を満たすことを確認の上で、NETIS等の新技術・材料を使用しても良い。

### 素地調整程度 1 種の例



全面が錆に覆われるとともに、鋼素地面にかなりの孔食が認められる



拡大鏡なしで、表面には目に見えるさび、塗膜、異物、目に見える油、グリースおよび泥土がない。

### 素地調整程度 2 種の例



主として動力工具を用いて、さびや旧塗膜を除去した程度。



主として手工工具を用いて、さびや旧塗膜を除去した程度。

### 素地調整程度 3 種の例



手工工具を主として劣化塗膜やさびを除去した程度。



動力工具と手工工具を主として劣化塗膜やさびを除去した程度。



塗膜は表層を清浄にし、劣化塗膜や点錆を除去した程度。

### 素地調整程度 4 種の例

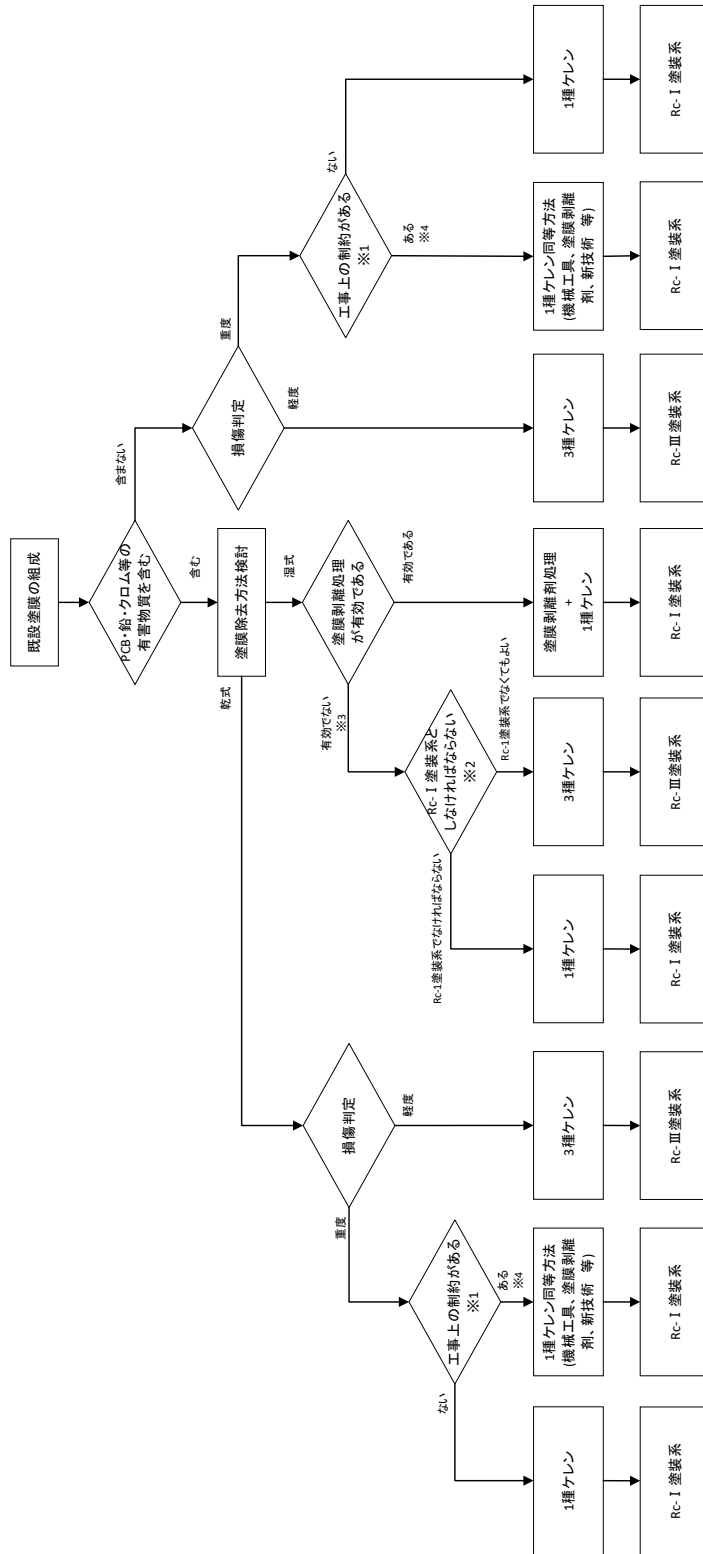


全面にワイヤブラシがけを施して清掃した程度。

鋼道路橋防食便覧より抜粋

図-3.2.4 素地調整程度の例

(2) 補修塗装工要領  
1) 塗装仕様選定フロー



※1 工事上の制約とは、東京の部の施工の場合や第三者によってプラスタの使用が特にされない場合などを意味する。  
 ※2 塗膜剥離剤の結晶、PCa含有量が0.5mg/kg以上の場合は、PCa塵染物となり処分制限が定められているため、プラスタ処理が必要となる。プラスタ処理後の塗装仕様が鋼道防食防食にrc-I塗装系とされている。  
 ※3 塗膜剥離剤試験において有効性が確認できない場合、以下の理由から塗膜剥離剤は使用しない。  
 ・既存塗膜の剥離材では除去しきれずに残った場合、塗膜剥離剤が徐々に塗膜に浸透し、残った塗膜が脱落する可能性がある。  
 ・膨潤する可能性がある塗膜の上に塗装を繰り返した場合は、塗装が早期劣化する恐れがある。  
 ※4 鋼道防食防食に記録されるように2種ケレンは効果が悪く大面積の施行には不向きであることから、1種ケレンによる塗替え塗装は行わないのがよい。  
 そのため、新技術(鋼道防食防食塗装工法等)を定めた合理的な方法を検討し、本表と協議のうえで使用を決定する。

図-3.2.4 塗装仕様選定フロー

## 2) 一般部塗装仕様

### (a) 腐食程度が重度な場合および素地調整 1 種が可能な場合

| 工程   | 塗料名                  | 塗装方法 | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔     |
|------|----------------------|------|----------------------------|--------------|----------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗        | スプレー | 140                        | 25           | 1日～10日   |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗       | スプレー | 170                        | 30           |          |
| 下塗   | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(2層) | スプレー | 240×2                      | 60×2         | 1日～10日※2 |
| 下塗   | 有機ジンクリッチペイント         | スプレー | 600                        | 75 ※1        |          |
| 素地調整 | 1種ケレン(ISO Sa2 1/2)   |      |                            |              | 4時間以内    |

※1

有機ジンクリッチペイントについて、施工条件等により、1回での施工が極めて困難な場合は、監督職員と協議の上、1種ケレン当日と日を変えた2回の分割塗装で75μmを確保してもよい。この場合、分割塗装の塗装間隔は、1～10日とする。

※2

有機ジンクリッチペイントから次層までの塗装間隔について、施工条件等により10日以内に塗装することが極めて困難な場合は、監督職員と協議の上、錆びや付着塩分の確認を行った上で、最大塗装間隔を1ヶ月としてもよい。

### (b) 腐食程度が軽微な場合および施工環境により素地調整 1 種が困難な場合

| 工程   | 塗料名                       | 塗装方法    | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔   |
|------|---------------------------|---------|----------------------------|--------------|--------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗             | はけ、ローラー | 120                        | 25           | 1日～10日 |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗            | はけ、ローラー | 140                        | 30           |        |
| 下塗   | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(2層)      | はけ、ローラー | 200×2                      | 60×2         | 1日～10日 |
| 下塗   | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(鋼板露出部のみ) | はけ、ローラー | (200)                      | (60)         |        |
| 素地調整 | 3種ケレン                     |         |                            |              | 4時間以内  |

図-3.2.6 補修塗装工要領 (一般部)

### 3) 添接部塗装仕様

#### (a) 腐食程度が重度な場合(ボルト・ナット頭部及び添接板のエッジ周辺)

| 工程   | 塗料名                | 塗装方法       | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔   |
|------|--------------------|------------|----------------------------|--------------|--------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗      | はけ, ローラー   | 120                        | 25           | 1日～10日 |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗     | はけ, ローラー   | 140                        | 30           |        |
| 下塗   | 超厚膜型エポキシ樹脂塗料下塗     | はけ, キャップ注入 | 2500                       | 1000         | 1日～10日 |
| 下塗   | 有機ジンクリッチペイント       | はけ, ローラー   | 600                        | 75           | 1日～10日 |
| 素地調整 | 1種ケレン(ISO Sa2 1/2) |            |                            |              |        |

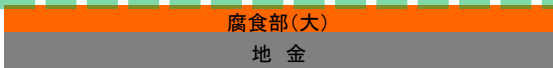
| 工程   | 塗料名                | 塗装方法         | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔   |
|------|--------------------|--------------|----------------------------|--------------|--------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗      | スプレー         | 140                        | 25           | 1日～10日 |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗     | スプレー         | 170                        | 30           |        |
| 下塗   | 超厚膜型エポキシ樹脂塗料下塗     | スプレー, キャップ注入 | 2500                       | 1000         | 1日～10日 |
| 下塗   | 有機ジンクリッチペイント       | スプレー         | 600                        | 75           | 1日～10日 |
| 素地調整 | 1種ケレン(ISO Sa2 1/2) |              |                            |              |        |

※塗装方法はスプレーを基本とし、狭隘部等でスプレー塗装が十分に行えない場合ははけ、ローラーによる塗装を行う。

※アーチ橋等で飛散防止対策に多大な費用が発生する場合は適用性、経済性、施工性を比較検討しはけ、ローラーによる塗装を採用しても良い。

(b)腐食程度が重度な場合(添接板目板部 (TCB の丸頭を含む) )

| 工程   | 塗料名                  | 塗装方法     | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔   |
|------|----------------------|----------|----------------------------|--------------|--------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗        | はけ, ローラー | 120                        | 25           | 1日～10日 |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗       | はけ, ローラー | 140                        | 30           |        |
| 下塗   | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(3層) | はけ, ローラー | 200×3                      | 60×3         | 1日～10日 |
| 下塗   | 有機ジンクリッチペイント         | はけ, ローラー | 600                        | 75           | 1日～10日 |
| 素地調整 | 1種ケレン(ISO Sa2 1/2)   |          |                            |              | 4時間以内  |



※Rc-I の塗装系より下塗りを1層(60μm)多くしている。

| 工程   | 塗料名                  | 塗装方法 | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔   |
|------|----------------------|------|----------------------------|--------------|--------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗        | スプレー | 140                        | 25           | 1日～10日 |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗       | スプレー | 170                        | 30           |        |
| 下塗   | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(3層) | スプレー | 240×3                      | 60×3         | 1日～10日 |
| 下塗   | 有機ジンクリッチペイント         | スプレー | 600                        | 75           | 1日～10日 |
| 素地調整 | 1種ケレン(ISO Sa2 1/2)   |      |                            |              | 4時間以内  |



※Rc-I の塗装系より下塗りを1層(60μm)多くしている。

※塗装方法はスプレーを基本とし、狭隘部等でスプレー塗装が十分に行えない場合ははけ、ローラーによる塗装を行う。

※アーチ橋等で飛散防止対策に多大な費用が発生する場合は適用性、経済性、施工性を比較検討しはけ、ローラーによる塗装を採用しても良い。

図-3.2.7 補修塗装工要領(添接部：腐食程度が重度な場合)

(c) 腐食程度が軽微な場合(ボルト・ナット頭部及び添接板のエッジ周辺)

| 工程   | 塗料名                                 | 塗装方法       | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔   |
|------|-------------------------------------|------------|----------------------------|--------------|--------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗                       | はけ, ローラー   | 120                        | 25           | 1日～10日 |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗                      | はけ, ローラー   | 140                        | 30           |        |
| 下塗   | 超厚膜型エポキシ樹脂塗料下塗                      | はけ, キャップ注入 | 2500                       | 1000         | 1日～10日 |
| 下塗   | 強溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗                    | はけ, ローラー   | 200                        | 60           | 1日～10日 |
| 下塗   | 強溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(鋼板露出部のみ)           | はけ, ローラー   | (200)                      | (60)         | 4時間以内  |
| 素地調整 | 3種ケレン <sup>※1</sup><br>腐食部(小)<br>地金 |            |                            |              |        |

※1: 旧塗膜が塩化ゴム系、フタル酸系塗料の場合は素地調整に1種ケレンを採用することを基本とする

(d) 腐食程度が軽微な場合(添接板目板部 (TCBの丸頭を含む))

| 工程   | 塗料名                                 | 塗装方法     | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔   |
|------|-------------------------------------|----------|----------------------------|--------------|--------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗                       | はけ, ローラー | 120                        | 25           | 1日～10日 |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗                      | はけ, ローラー | 140                        | 30           |        |
| 下塗   | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(2層)                | はけ, ローラー | 200×2                      | 60×2         | 1日～10日 |
| 下塗   | 強溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗                    | はけ, ローラー | 200                        | 60           | 1日～10日 |
| 下塗   | 強溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(鋼板露出部のみ)           | はけ, ローラー | (200)                      | (60)         | 4時間以内  |
| 素地調整 | 3種ケレン <sup>※1</sup><br>腐食部(小)<br>地金 |          |                            |              |        |

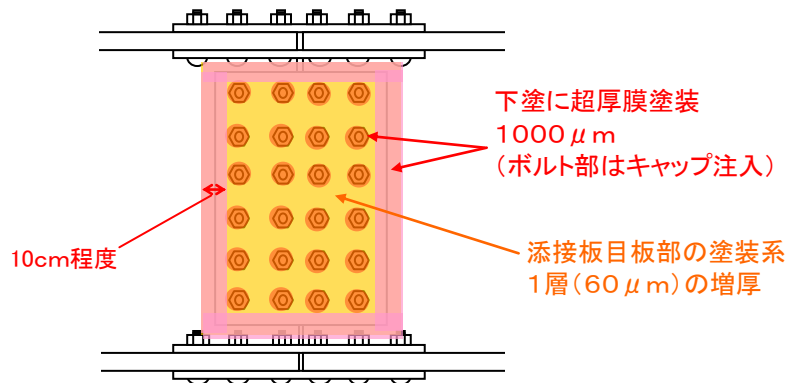
※Rc-Ⅲの塗装系より下塗りを1層(60μm)多くしている。

※1: 旧塗膜が塩化ゴム系、フタル酸系塗料の場合は素地調整に1種ケレンを採用することを基本とする

図-3.2.8 補修塗装工要領(添接部: 腐食程度が軽微な場合)

#### 4) 添接部塗装範囲

添接部塗装仕様による補修塗装の範囲を以下に示す。



<凡例> **ピンク** : 3)のボルト・ナット頭部及び添接板のエッジ周辺の塗装系

**橙** : 3)の添接板目板部 (TCBの丸頭を含む) の塗装系

図-3.2.9 添接部補修塗装範囲

#### 5) 鋼桁下フランジ部の塗装仕様 (発錆が顕著である場合)

海岸部等にある橋梁で、下フランジ部等の発錆が顕著である場合は、次のような塗装を行うことを基本とする。

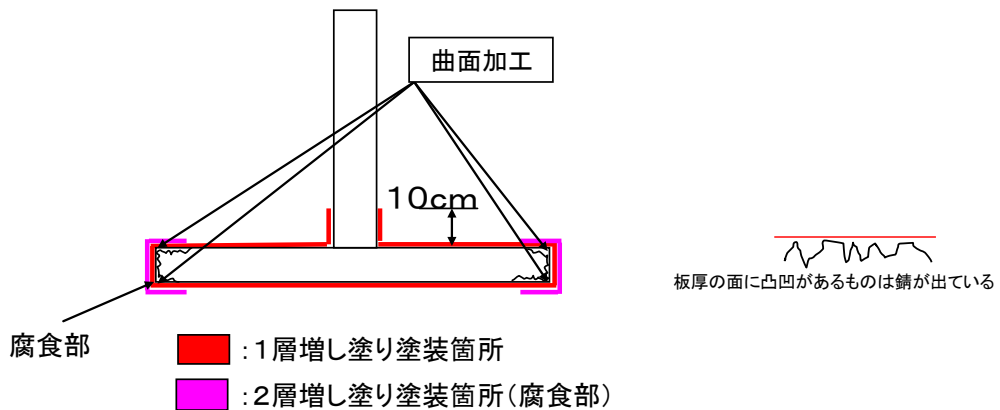


図-3.2.10 下フランジ部塗装概念図

(a) 1層増し塗り塗装箇所

| 工程   | 塗料名                  | 塗装方法 | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔   |
|------|----------------------|------|----------------------------|--------------|--------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗        | スプレー | 140                        | 25           | 1日～10日 |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗       | スプレー | 170                        | 30           |        |
| 下塗   | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(3層) | スプレー | 240×3                      | 60×3         | 1日～10日 |
| 下塗   | 有機ジンクリッチペイント         | スプレー | 600                        | 75           | 1日～10日 |
| 素地調整 | 1種ケレン(ISO Sa2 1/2)   |      |                            |              | 4時間以内  |



(b) 2層増し塗り塗装箇所 (腐食部)

| 工程   | 塗料名                  | 塗装方法 | 使用量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 標準膜厚<br>(μm) | 塗装間隔   |
|------|----------------------|------|----------------------------|--------------|--------|
| 上塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗        | スプレー | 140                        | 25           | 1日～10日 |
| 中塗   | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗       | スプレー | 170                        | 30           |        |
| 下塗   | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(4層) | スプレー | 240×4                      | 60×4         | 1日～10日 |
| 下塗   | 有機ジンクリッチペイント         | スプレー | 600                        | 75           | 1日～10日 |
| 素地調整 | 1種ケレン(ISO Sa2 1/2)   |      |                            |              | 4時間以内  |



図-3.2.11 補修塗装工要領 (下フランジ部)

6) 塗替え方式

塗替え方式は、景観上好ましくない場合、LCCが有利となる場合、または、塗膜調査の結果PCBの含有が確認された場合において全面塗り替えを行う。

7) 腐食ボルト・ナットの取替えについて

腐食ボルト・ナットの取替えについて、下記のいずれかに該当する場合は、取替えることを基本とする。

①目視により、図-3.2.12の腐食度が4もしくは5相当と判断された場合。

②錆び落とし後、ナットの対辺が32mm以下（トルクレンチにて空回りする）の場合。











| ランク      | 損傷概要図   | 代表写真  | 健全度評価   | 判定 |
|----------|---|---|---|----|
| 腐食度<br>1 |    |    | 塗膜は健全で腐食も見られず、軸力値も低下していないと考えられるため、健全であると評価される。            | 健全 |
| 腐食度<br>2 |    |    | 塗膜はほぼ健全で腐食もほとんど進行しておらず、軸力値の低下も非常に小さいと考えられるため、健全であると評価される。 | 健全 |
| 腐食度<br>3 |    |    | 塗膜剥離部にナット表面の軽微な腐食が見られるが、軸力値の低下も小さいと考えられるため、健全であると評価される。   | 健全 |
| 腐食度<br>4 |  |  | ナット表面が腐食し少量の減肉も見られ、若干の軸力値の低下も考えられるため、注意が必要である。            | 注意 |
| 腐食度<br>5 |  |  | ナット表面が激しく腐食・膨張し多量の減肉も見られ、著しい軸力値の低下も考えられるため、補修対策が必要である。    | 補修 |

図-3.2.11 腐食ボルト・ナットの健全度評価

### (3) 部分塗装の適用について

#### ①部分塗装の適用判定

- 1) 適用判定に用いる橋梁の損傷は腐食損傷とし、防食機能の劣化は用いない。
- 2) トラス橋、アーチ橋等の特殊橋梁及び小規模の橋梁は、全面塗装を基本とする。
- 3) 地域腐食環境または、地形腐食環境が厳しい橋梁は、全面塗装を基本とする。
- 4) 橋梁定期点検の結果に基づき、以下により部分塗装の適用可否を判定する。
  - ・ 損傷の程度
  - ・ 前回塗替えからの経過年数

- A. 部分塗装の適用判定に用いる橋梁の損傷は腐食のみとし、防食機能の劣化は用いない。なお、景観性（美観性）に配慮が必要な橋梁は、道路維持課と協議のうえ塗替え方法を決定する。また、含有試験の結果、現塗膜がPCB汚染物に該当することが判明した場合は、橋梁の腐食に関わらず全面塗装とする。
- B. アーチ橋やトラス橋等の特殊橋梁は、損傷が補剛桁と斜材や吊材との格点部に集中して生じやすく、これらの部位を補修する場合、橋梁全体に足場を設置し補修することとなり、部分塗装のコストメリットが得られにくいことから、部分塗装の対象外とする。
- C. 地域腐食環境及び地形腐食環境により部分塗装の適用可否を判定する。

地域腐食環境とは、その地域に海から飛来する塩分による、鋼材の腐食に及ぼす影響の程度を表す指標である。道路橋示方書において耐候性鋼橋梁を無塗装で適用できる範囲を定めた図-3.2.13を参考に、耐候性鋼材を無塗装で適用できる地域を穏やかな腐食環境、適用できない地域を厳しい腐食環境であると評価することとし、本県は海岸から2kmを以内の地域を腐食環境が厳しいと評価し、腐食の有無に係わらず全面塗装と判定する。

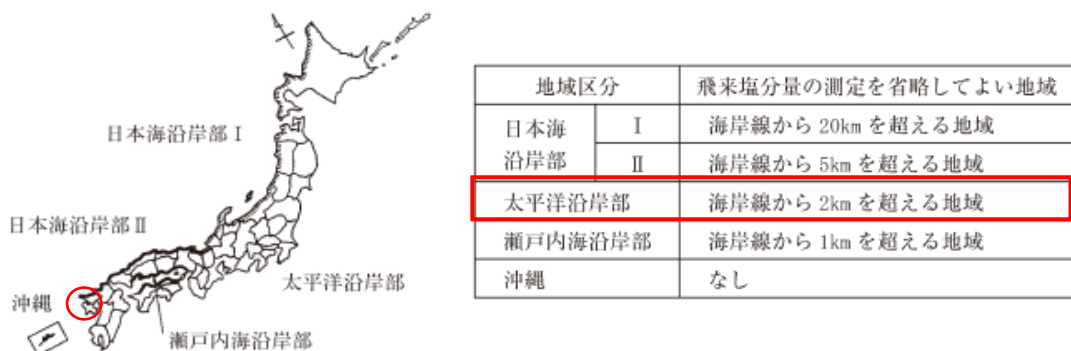


図-3.2.13 地域腐食環境の判定指標※

※道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編(平成29年11月)7.1の図-解7.1.1

本図表は、飛来塩分量の測定を省略して耐候性鋼橋梁を無塗装で適用できる地域を定めたものである。

また、地形腐食環境とは、対象とする橋梁（径間）の周辺地形に起因する腐食環境を表す指標である。ここでは、防食便覧における耐候性鋼橋梁を無塗装で適用する場合の適用可能環境を参考に、以下の各項に該当する場合は腐食環境が厳しいと評価し、腐食の有無に係わらず全面塗装と判定する。

- ・ 河川や湖沼に架かる橋で、桁下が水面から近い（平常時の水位との離隔が2m程度以下）場合。
- ・ 湿潤な地山が近接（2m程度以下）し桁下や桁側面が湿潤状態にある場合や、植生が繁茂し構造物に直接干渉するような場合。
- ・ 凍結防止剤を散布する地域の橋梁において、腐食進行に影響する場合。並列橋などで、車両の通行により巻き上げられた凍結防止剤が直接降りかかるような場合が考えられる。

D. 橋梁定期点検の結果に基づき、以下により、損傷の程度や腐食の進行を確認し部分塗装の適用可否を判定する。

- ・ 損傷の程度

損傷の程度の判定は、定期点検で得られた主桁における腐食損傷程度の評価区分を用いることとし、点検における桁端部の要素（以下、「端部要素」という。）を除く中間部の要素（以下、「中間部要素」という。）の腐食D、Eの割合が50%以上の場合、全面塗装とする。

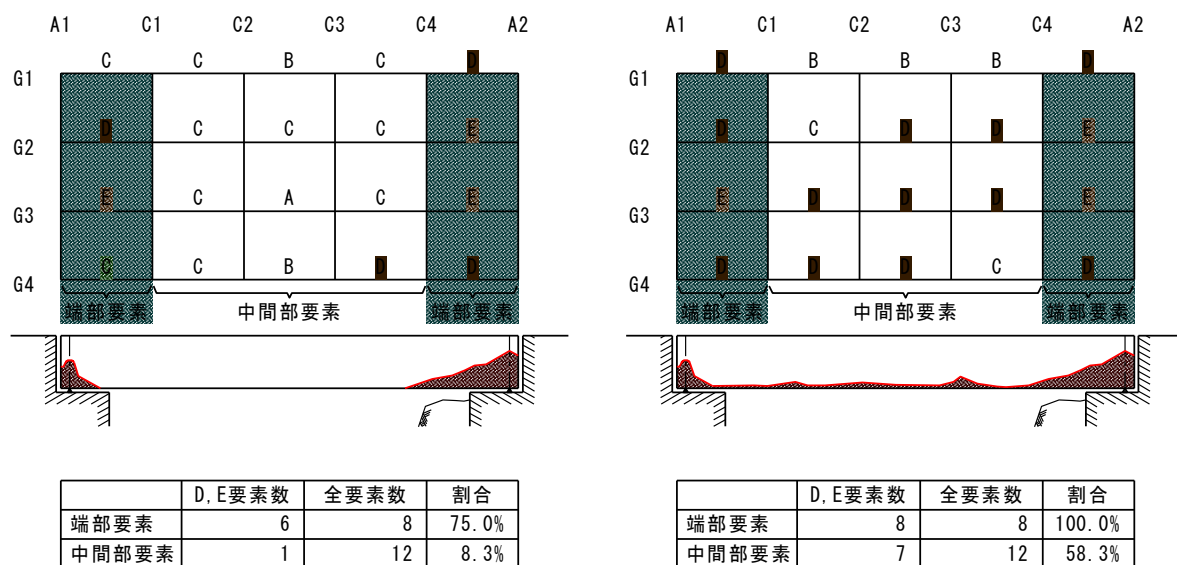


図-3.2.14 損傷程度の判定例

・ 前回塗替えからの経過年数

現時点では腐食が中間部要素全体に広がっていない状況であっても、例えば全面塗装を行ってから早期に腐食D、Eが再発生している場合は、当該橋梁が置かれた腐食環境が影響したものと考えられる。したがって、前回塗替えから5年未満で、主桁の中間部要素に腐食D、Eが認められた場合には、腐食環境が厳しい橋梁と判断し、全面塗装とする。

なお、この場合は損傷の要因（排水管からの漏水が補修されていないなど）に特に留意し、塗替えの判定とともに損傷要因の排除を検討する必要がある。

これらの判定要素を整理し、部分塗装の適用性判定フローとして図-3.2.15に示す。

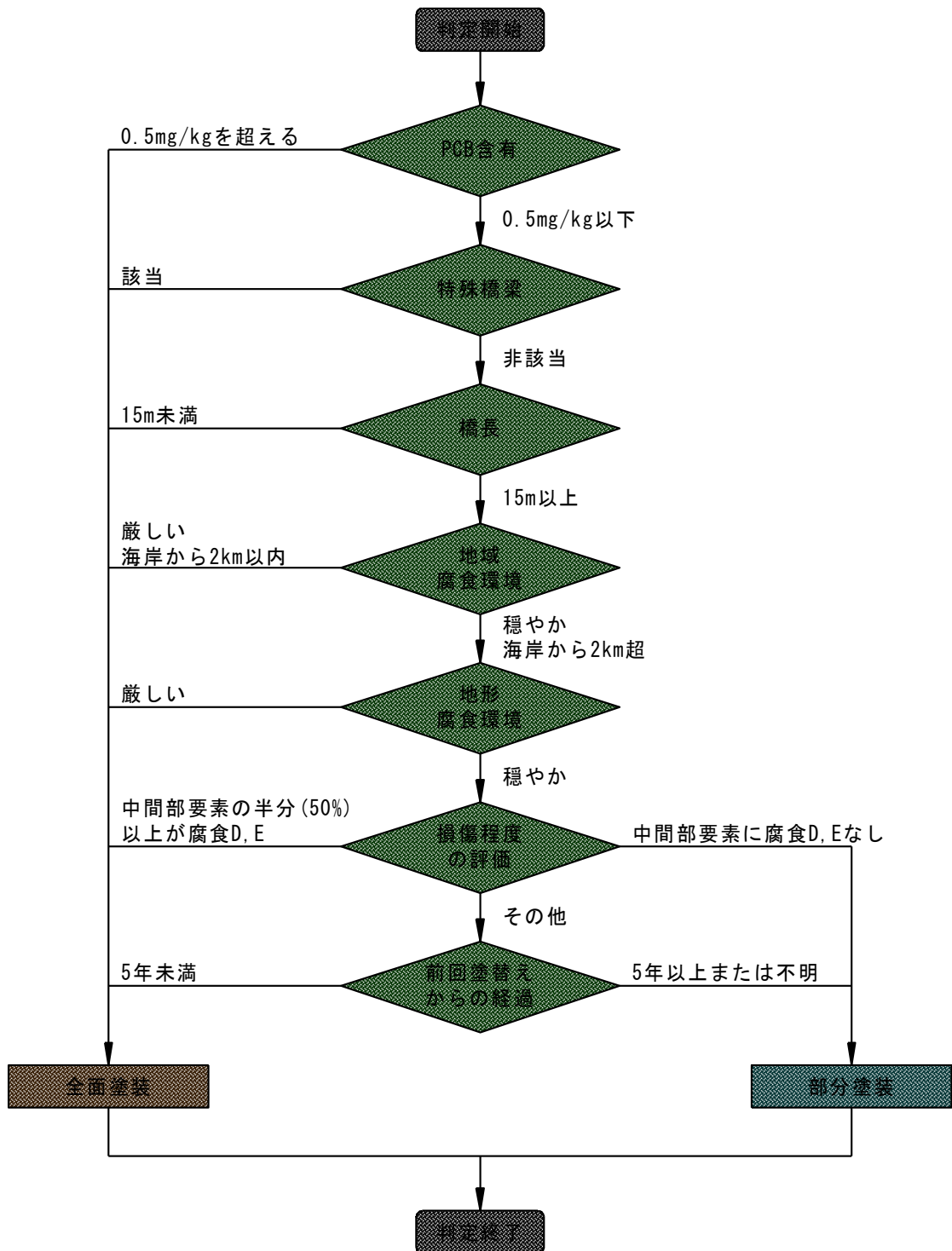


図-3.2.15 部分塗装の適用性判定フロー

## ②部分塗装における塗替え塗装仕様

部分塗装を適用する際の塗装仕様は、本マニュアルの第3章2-2に示す一般部塗装仕様及び添接部塗装仕様のとおりとする。

## ③部分塗装における塗装範囲

- 1) 部分塗装の塗装範囲決定にあたり、桁端部と中間部の2つの部位に区分する。
- 2) 部分塗装の塗装範囲は桁端部を基本とし、実際の損傷範囲に応じて適切に定めることとする。
- 3) 新旧塗膜の塗り重ね部は、塗膜の付着性に配慮して、良質な品質が確保されるよう適切に定めるものとする。
- 4) 塗替えが不要と判断された中間部でも、鋼材表面に著しい膨張が生じている場合や、板厚減少等が発生している場合は、局部補修塗装を行う。

A. 部分塗装の範囲決定にあたり、桁端部と中間部の2つの部位に区分する。桁端部と中間部の範囲は図-3.2.16とし、桁端部と中間部を以下のa)からd)の要領で区別する。

- a. 桁端部の塗替え範囲は、地山等が近接していない限り、図-3.2.16(a)を参考に、桁端から橋台前面の範囲を桁端部として定義する。橋台前面までを桁端としたのは、漏水等の跳ね返りにより当該範囲の桁は中間部に比べ腐食しやすい環境にあるためである。
- b. 図-3.2.16(b)に示すように、桁端に地山等が近接している範囲がある場合は、その範囲を桁端部とする。
- c. 橋脚上の掛け違い部(図-3.2.16(c))は橋台部と同様に桁端部とする。
- d. 上記以外の範囲を中間部として扱う。なお連続桁の中間支点(図-3.2.16(d))は、伸縮装置からの漏水がないことから中間部として扱うこととする

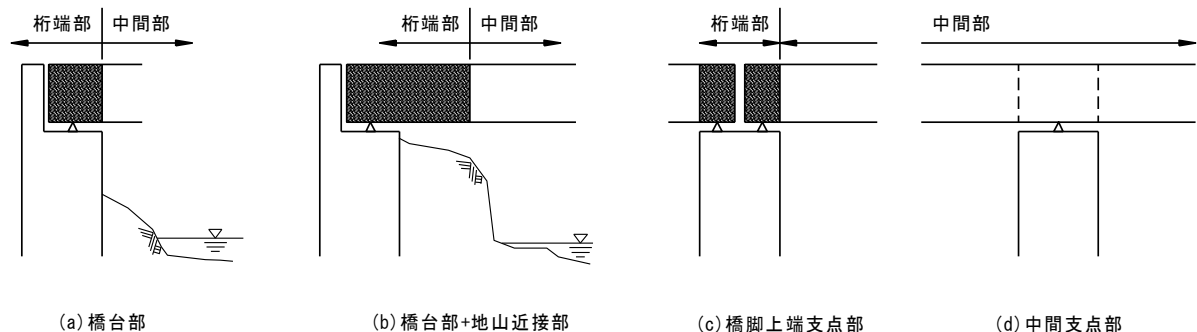


図-3.2.16 桁端部と中間部の区分(橋脚上の区分)

B. 部分塗装を行う場合、桁端部と中間部の区分を基本として、実際に生じている損傷の範囲や程度によってその範囲を適宜定めることとする。桁端部からの漏水等を起因とする場合、その影響範囲が桁端部として定義した範囲を超えて広がる可能性がある。この場合、部分塗装の範囲は腐食損傷を受けた範囲まで広げる必要がある。また、上記によって定めた塗装範囲が垂直補剛材や横桁、ガセットプレート、継手等と重複する場合は、施工性の観点から塗装範囲を干渉物から200mm程度延長することが望ましい。具体的な範囲例を図-3.2.17に示す。なお、塗替え範囲は主桁毎に個別に定めるのではなく、今後の維持管理性に配慮して、過度に不経済となる場合を除き橋台毎に範囲を定めるとよい。

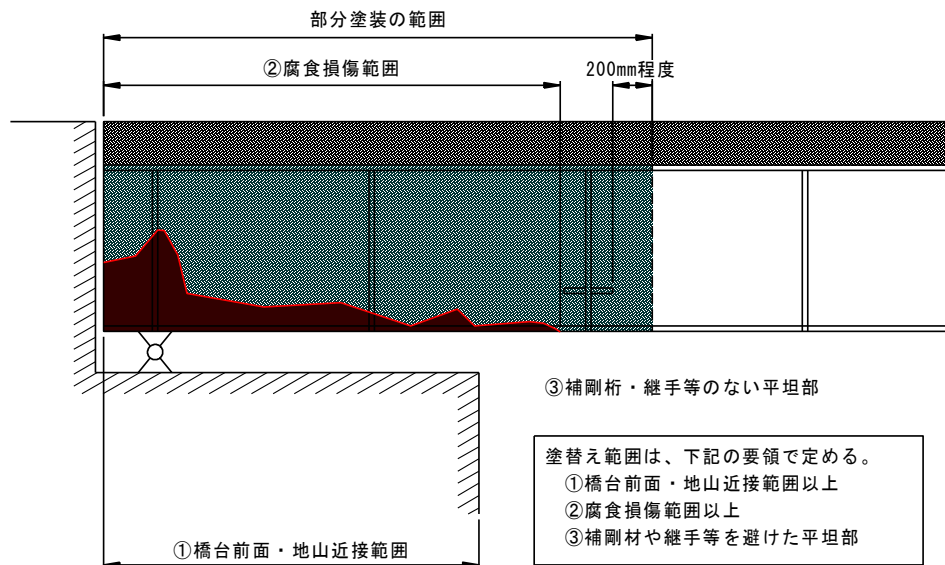


図-3.2.17 塗替え範囲の設定イメージ

C. 部分塗装では、新塗膜と旧塗膜との境界部に塗り重ね部を設け、鋼材面が露出して弱点が生じないように配慮すること。図-3.2.18に処理の例を示す。

新塗膜旧塗膜の塗り重ね部の範囲は、過度に広げる必要はなく50mm程度設けることとする。またジンクリッチペイントと旧塗膜との重ね幅は10mm程度を設けることとする。本マニュアルでは、塗り重ね部の旧塗膜が概ね良好な状態である場合を想定しており、この場合、塗膜表面に付着した汚れ等が除去できれば十分であることから、処理は素地調整程度4種とした。

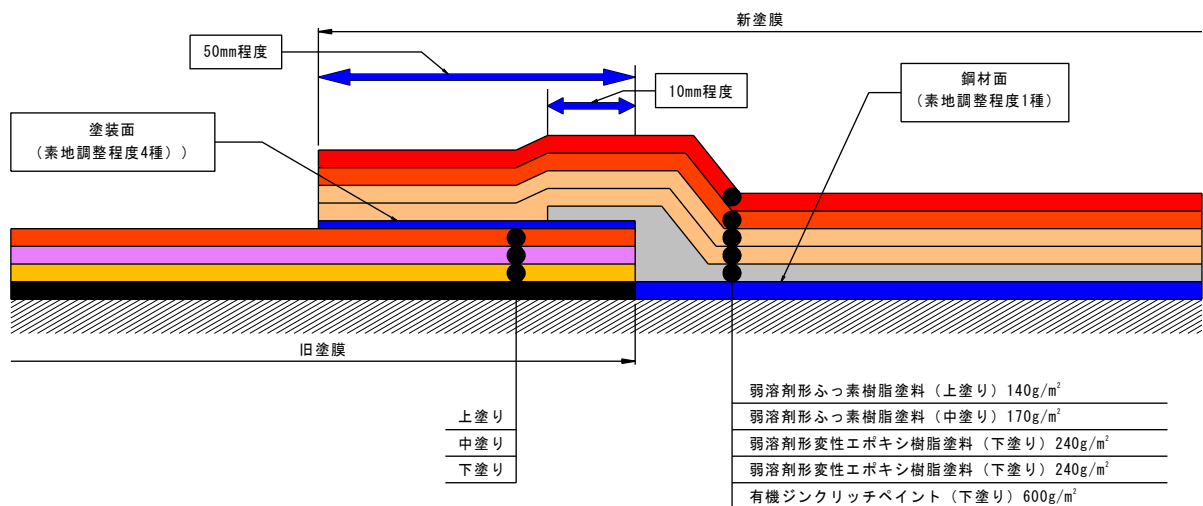
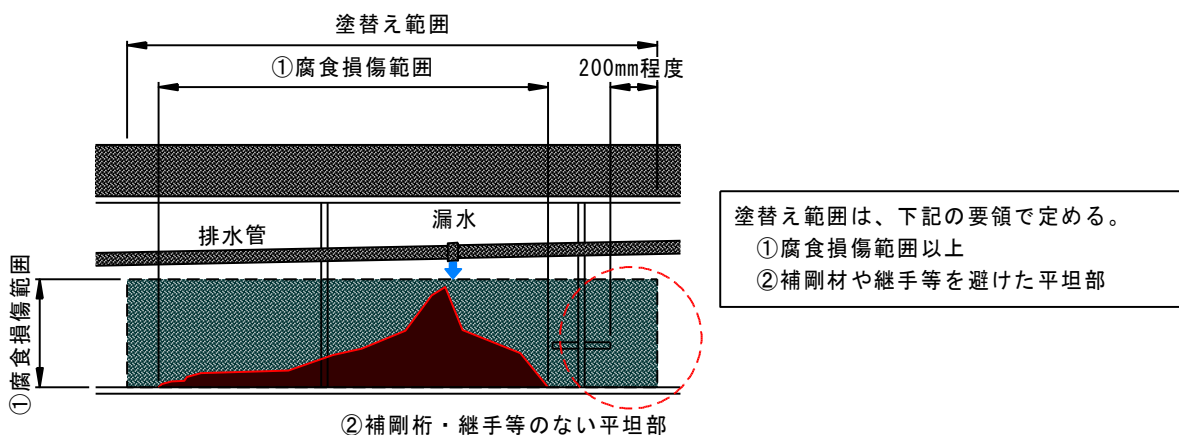


図-3.2.18 新旧塗膜の塗り重ね部の処理

D. 塗替えが不要と判断された中間部でも、鋼材表面に著しい膨張が生じている、又は板厚減少等が発生している部位が存在する場合（腐食D、E）は局部補修塗装を行う。なお、図-3.2.19のように損傷の要因が明確で、かつ要因の排除が可能な場合は、併せて要因の排除を行うこと。

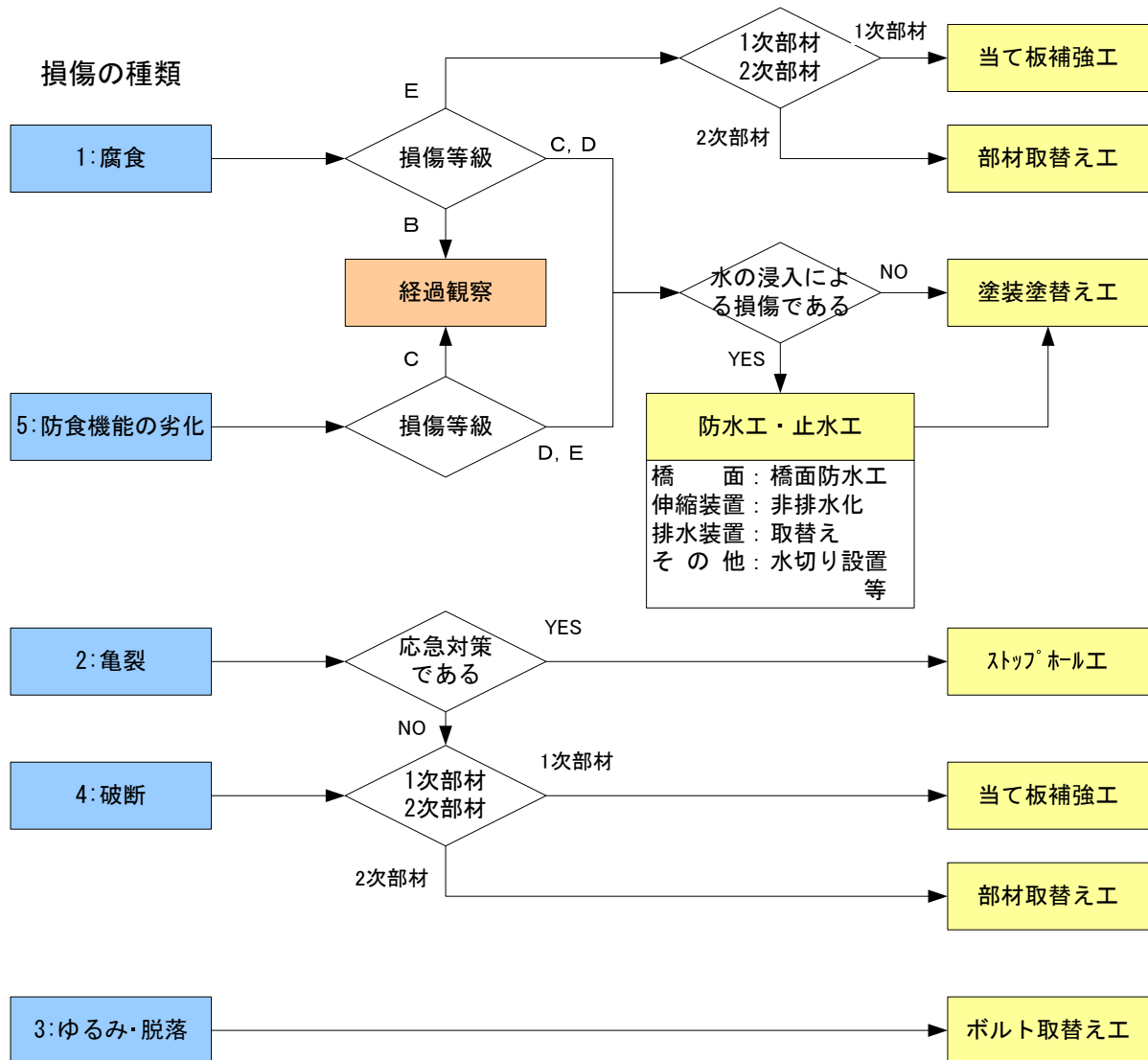
- a. 排水管や床版からの漏水に起因して部分的に腐食損傷が生じている場合は、損傷が生じた部分について局部補修塗装を行う。局部補修塗装の範囲は、腐食損傷が生じている範囲を基本として、垂直補剛材や横桁、ガセットプレート、継手等と重複する場合は、施工性の観点から塗装範囲を干渉物から200mm程度延長することが望ましい。
- b. 現場継手部に顕著な腐食が集中している場合は、該当する継手部全体に局部補修塗装を行う。添接部の塗装範囲及び塗装仕様については、図-3.2.7および図-3.2.9を参照のこと。



排水管等からの漏水に起因した部分的腐食損傷

図-3.2.19 局部補修塗装の補修範囲イメージ

(4) 鋼部材の補修工法選定フロー



※構造的に要因が有る場合は補強工法等の採用についても留意する

図-3.2.20 鋼部材の補修工法選定フロー

## 2-3. 基礎工の補修

### (1) 概要

①基礎工の補修工法は、以下の工法がある。

- ・根固め工
- ・補強工法（増し杭，底版拡幅）
- ・架替え

②基礎工の補修工法は、損傷の原因を十分把握し、損傷の効果，施工性，経済性等を検討して選定する。

1)基礎工の主な損傷には次のようなものが挙げられる。

- ・沈下・移動・傾斜
- ・洗掘

2)パイルベント基礎工における地上部の損傷については、パイルベントの材質に応じてコンクリート部材または鋼部材の補修工法の項を参照する。

3)下部工の沈下，移動，傾斜が見受けられる場合は，橋梁架替えを考慮した十分な検討のうえ，対策工法を選定する。

4) 洗掘による根入れの減少は橋梁全体の安定性に大きく影響するため，洗掘が著しい場合は，補強工法を念頭に置いて対策工法を選定する。

### (2) 基礎工の補修工法選定フロー

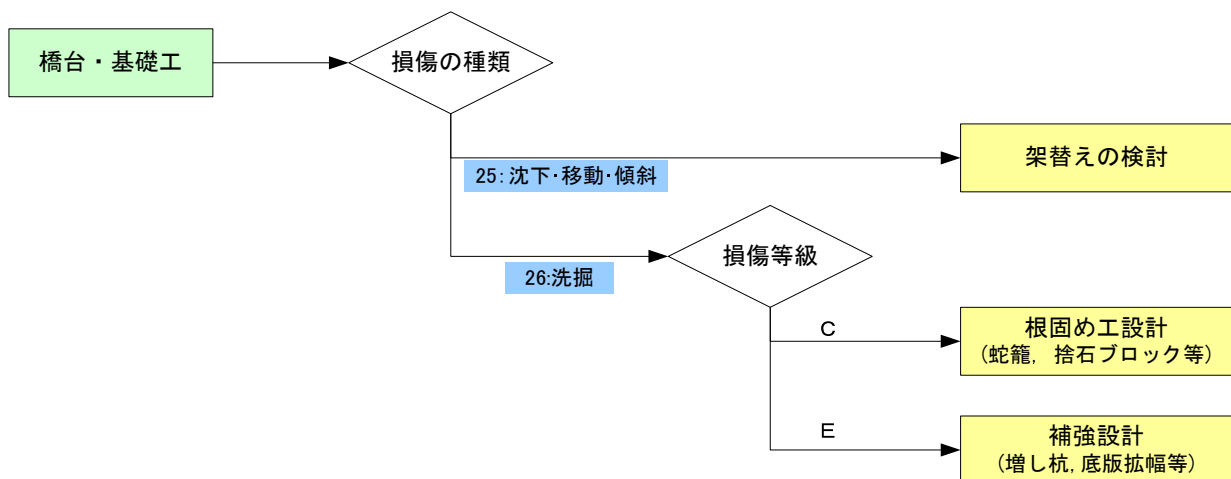


図-3.2.21 基礎工の補修工法選定フロー

## 2-4. 支承部の補修

### (1) 概要

① 支承の補修工法は、以下の工法がある。

- ・ 部分補修工
- ・ 全体取替え工：同形式に交換・他形式に交換
- ・ モルタル打ち換え工
- ・ 防錆工：補修塗装工・亜鉛溶射工

② 支承の補修工法は、損傷の原因を十分把握し、損傷の効果、施工性、経済性等を検討して選定する。

1) 支承の主な損傷には次のようなものが挙げられる。

- ・ 腐食 ・ 塗装劣化 ・ 亀裂 ・ 部品のゆるみ、脱落
- ・ 破断（アンカーボルト、移動制限装置）
- ・ 沓座モルタルのひびわれ ・ 異常音 ・ 移動

2) 損傷原因に適合しない補修工法を選定した場合、補修した部分が比較的短期間に再度損傷する事例が見られる事がある。したがって、補修工法を選定に際しては、損傷原因を十分把握し、損傷に適合した工法を選定する事が重要である。

3) 下部工の側方移動、沈下や伸縮装置の漏水が支承の移動や腐食などの損傷の原因となる場合もある。このような場合には、支承の補修と併せてこれらの部位・部材の補修・補強を行う必要がある。

4) 支承を交換する場合にはジャッキアップ作業が必要となるため、主桁・横桁の補強や橋台・橋脚の沓座の拡幅補強など、十分な検討が必要となる。

### (2) 支承の補修工法選定フロー

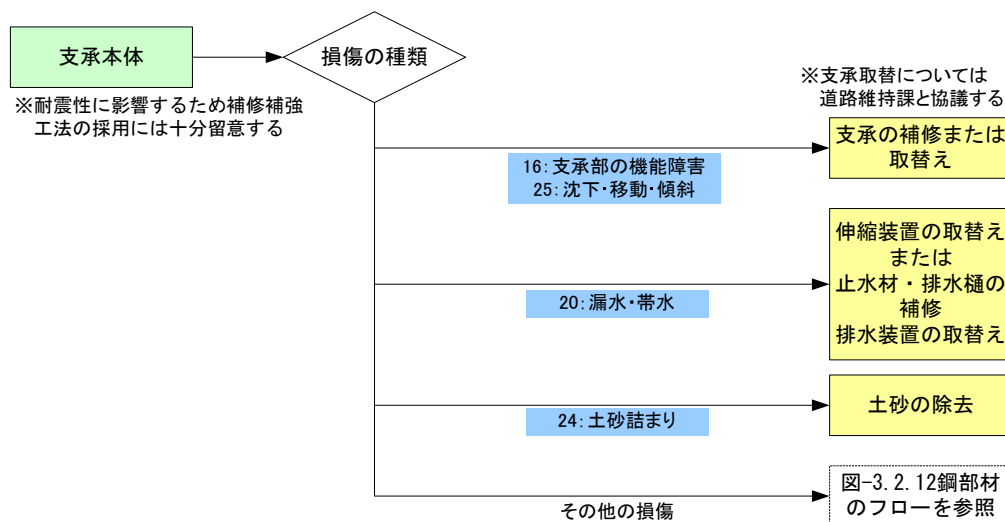


図-3.2.22 支承の補修工法選定フロー

## 2-5. 伸縮装置部の補修

### (1) 概要

①伸縮装置の補修工法は、以下の工法がある。

- ・部分補修工
- ・全体取替え工：同形式に交換・他形式に交換
- ・後打ち材の打ち換え工
- ・非排水化

②伸縮装置の補修工法は、損傷の原因を十分把握し、損傷の効果、施工性、経済性等を検討して選定する。

1)伸縮装置の主な損傷には次のようなものが挙げられる。

- ・腐食　・亀裂　・脱落、欠損　・破断　・遊間異常　・段差　・異常音　・漏水

2)伸縮装置に損傷が見られる場合は、伸縮装置の取替えを実施する。(取替えにおいては損傷程度を見極め、部分的な補修で対応出来ないかを判断する)

3)伸縮装置は橋梁部位の中でも、過酷な条件下のもとで機能しており、ゴム製ジョイントは交換を前提に設計されているものもある。したがって、損傷には寿命により損傷に至ったものと不具合があつて損傷に至ったものの2通りがある。寿命により損傷に至ったものは基本的に同形式の部品に交換すればよいが、不具合があつて損傷に至ったものについては、その原因を十分調査して、補修後損傷が再発しないように補修工法を検討する必要がある。

4)下部工の側方移動、沈下や支承の不具合、床版の損傷が伸縮装置の異常遊間や段差などの損傷の原因となる場合もある。このような場合には、伸縮装置の補修と併せてこれらの部位・部材の補修・補強を行う必要がある。

(2) 伸縮装置の補修工法選定フロー

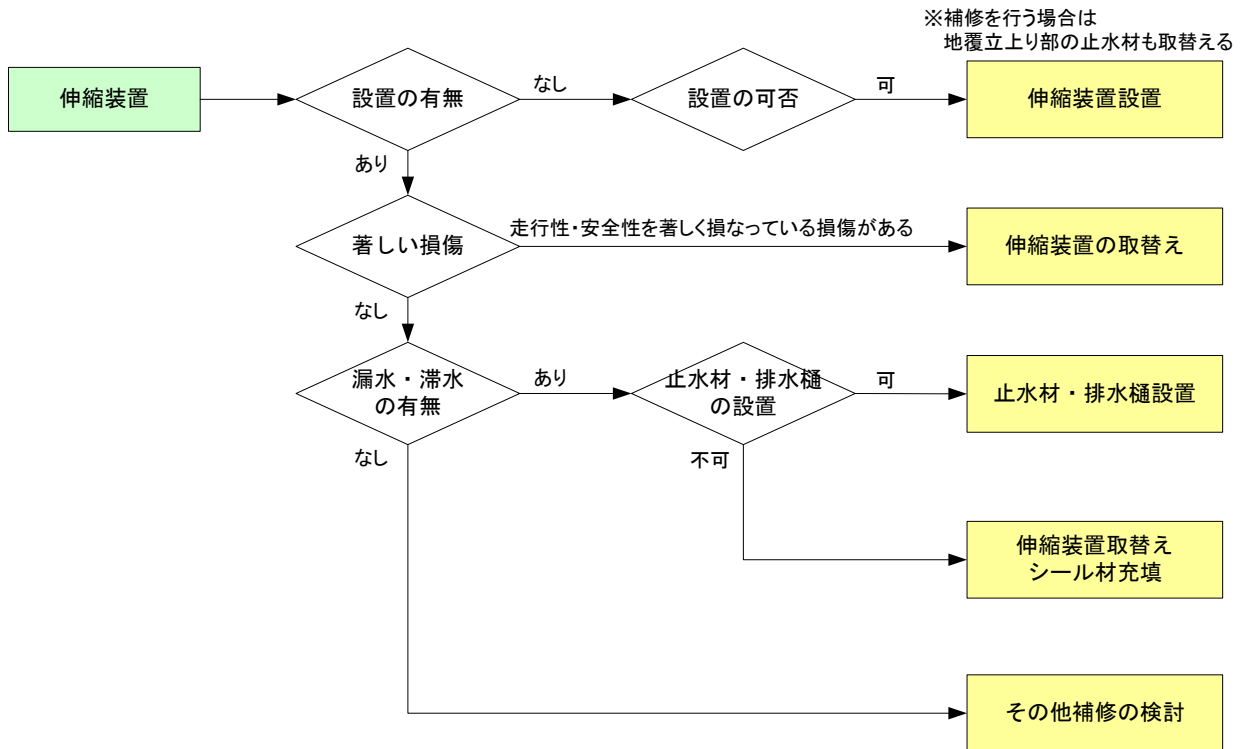


図-3.2.23 伸縮装置の補修工法選定フロー

## 2-6. その他付属物の補修

### (1) 概要

①橋面防水工が未施工の場合は、橋面防水工を実施することを基本とする。なお、舗装を打ち換える場合には必ず実施する。橋面防水工はシート系防水と塗膜系防水を経済性及び適用性の観点から比較検討の上で決定する。

②高欄・防護柵の補修工法は取換え工法を基本とする。

1) 橋面防水工が未施工の場合は、橋面上の雨水は舗装に浸透後床版や主構等に到り、損傷の進行を助長する。よって、橋面防水工の有無を確認のうえ未施工の場合は橋面防水工を実施することを基本とする。橋面防水工はシート系防水と塗膜系防水を経済性から比較検討の上で決定する。

特に橋面の滞水が著しく桁下面への影響がある場合や排水性能が不足している場合は床板水抜きパイプの設置等による排水機能の向上も合わせて検討すること。

2) 補修対象橋梁の防護柵が基準（強度、高さ）を満足しない場合は、協議のうえで基準を満足する防護柵に取替えるものとする。

防護柵を取替える際、地覆の拡幅は特殊な場合を除き実施しないことを基本とする。（特殊な場合とは、橋梁の前後土工部との兼ね合いで通行上支障になる場合であり、地覆の拡幅について道路維持課と協議する。）

### (2) 舗装の補修工法選定フロー

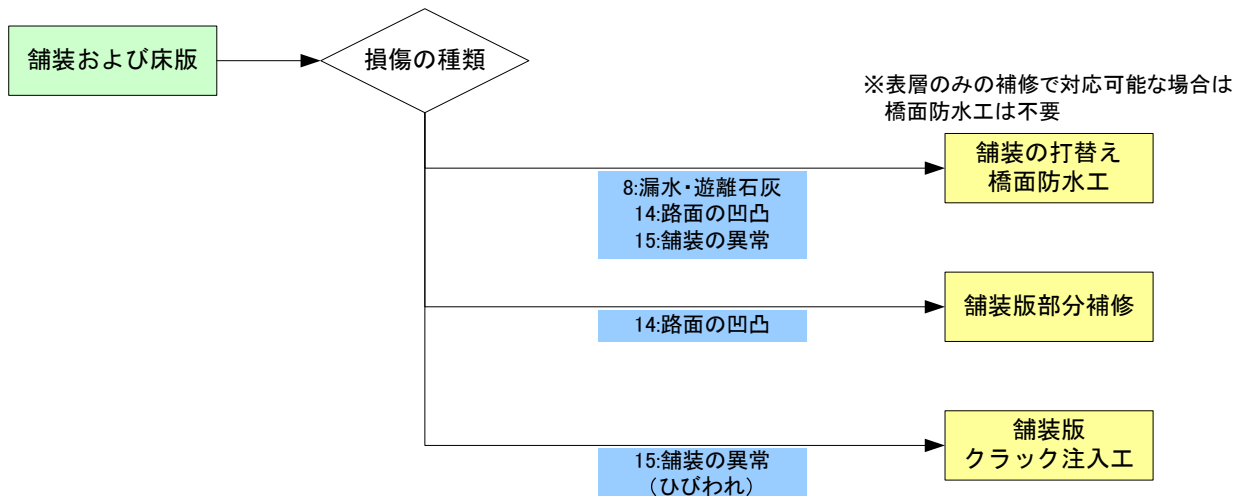


図-3.2.24 舗装の補修工法選定フロー

### (3) 高欄・防護柵の補修工法選定フロー

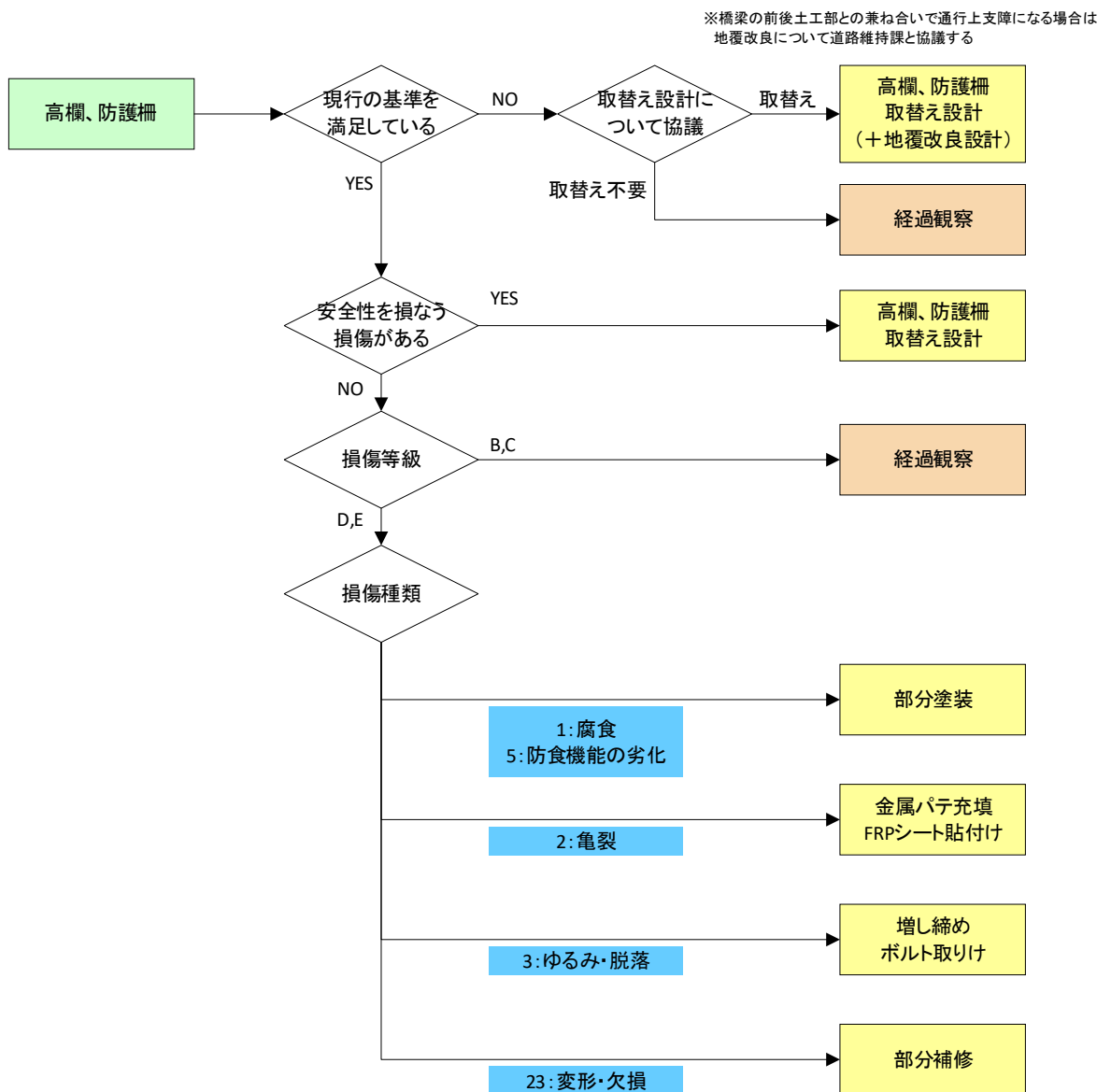


図-3.2.25 高欄・防護柵の補修工法選定フロー



## 第4章 橋梁補強

## § 1.耐震補強方針

### 1-1. 確保すべき耐震性能

既設橋梁が確保すべき耐震性能は、「地震による損傷が橋として致命的にならない」ことを原則とする。

- ・「橋として致命的にならない」という状態は「落橋・倒壊させない」ことであり、H29道示（道路橋示方書・同解説V耐震設計編 平成29年11月）に基づいた耐震補強を全て実施することではない。
- ・長崎県では、これまでに「長崎県地震動発生想定検討委員会」（平成17年4月27日設置）において県内の活断層の選定や地震特性の評価を行い、「長崎県地震動等防災アセスメント調査委員会」（平成17年9月12日設置）において県内に発生が予測される地震動、液状化など地震防災上の課題について検討している。

この結果は「長崎県地震等防災アセスメント調査報告書（H18.3）」として取りまとめられており、その中で長崎県内全域において発生が予測される最大の地震動は、マグニチュード6.9、震源の上端深さ3kmと想定されており、他県に比べ大規模地震の発生確率は低い。

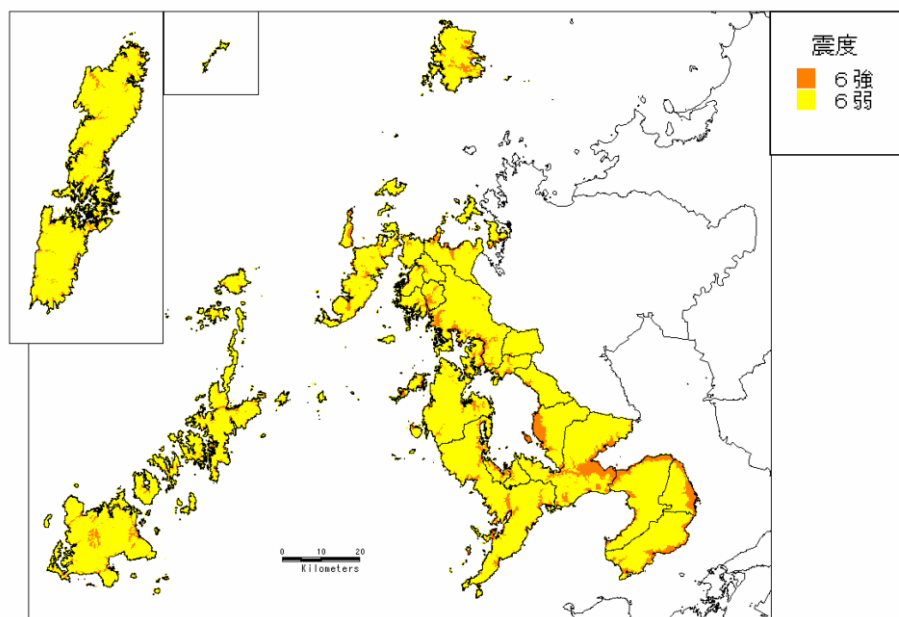


図-2.2.1 県内全域でM6.9（震源断層上端の深さ3km）の地震を想定した場合の震度分布  
工学的基盤において計測震度5.4とした場合の表層における地震動の増幅率を考慮して算出した地表の震度分布

出典：長崎県地震等防災アセスメント調査報告書（H18.3）

- ・ 既設橋梁の耐震補強は耐震性能2を目標としている
- ・ 上記の耐震性能は、既設橋梁として当面確保すべき耐震性能を示したものであり、今後適切な時期に見直しを行う必要がある。

## 1-2. 耐震補強の方針

長崎県では以下の条件を満たす橋梁を重点維持管理橋梁として指定し、重点的に維持管理を行うこととしている。

### 特殊橋梁及び特定橋梁の定義

以下に特殊橋梁と特定橋梁の新たな定義を示す。

#### ◆特殊橋梁の定義

最大支間長が 200m 以上の特殊構造形式で迂回路の確保が困難な橋梁

#### ◆特定橋梁の定義

- ① 海上部に位置する橋長 50m 以上で離島を架橋する橋梁や、海岸で迂回路の確保が困難な橋梁
- ② 橋長 100m 以上、支間長が 50m で構造形式が特殊な橋梁
- ③ その他（著しく橋長の長い橋梁や外ケーブルの採用など特殊な橋梁）

- ・既設橋梁に損傷がある場合は、耐震補強工事と併せて補修工事を行うことが望ましい。

## 1-3. 落橋防止システム

既設橋梁に落橋防止システムを設置する際は、落橋防止構造と桁座拡幅を併用して採用しないことを原則とする。

- ・落橋防止システムは、H29 道示において「落橋防止構造の設置」と「桁かかり長の確保」を併用することを義務付けている。当面の整備目標として、施工性、経済性等を考慮してこのうち一つを確保する。
- ・橋台では桁座拡幅（RC または鋼製ブラケット）を基本とする。ただし、橋台前面に移設困難な添架物（光ケーブル等）が設置されている場合は、桁座拡幅は困難となるため、別な工法を採用してもよい。
- ・橋脚では上部工の桁連結を基本とする。上部工の桁連結が困難な場合は、桁座拡幅を採用してもよい。

- ・上部工に斜角や曲線があり，H29 道示 V13.3.4 に該当する橋台・橋脚については，橋軸方向に対応する落橋防止に加えて，桁端部に橋軸直角方向に横変位拘束構造（RC 壁や鋼製ブラケット）を設置することについて本課と協議する。

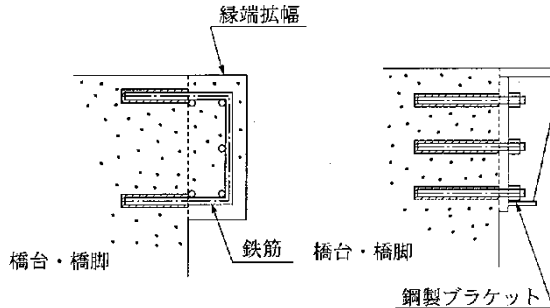


図-4.1.1 桁座拡幅の例

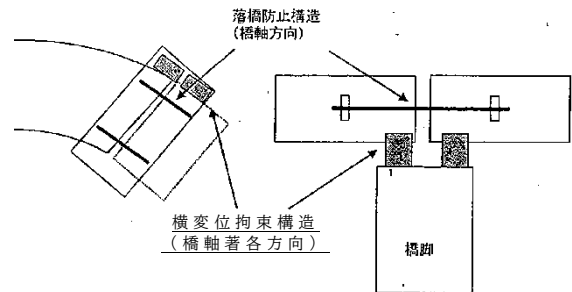


図-4.1.2 横変位拘束構造の例

#### 1 - 4. 橋脚の耐震補強

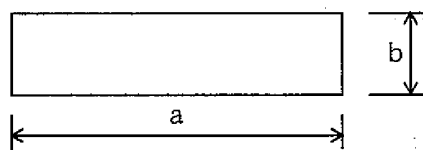
RC 橋脚の補強は，段落し部の繊維巻き立て工法，鋼製橋脚の補強はコンクリート充填工法の採用を原則とする。

- ・固定橋脚で鉄筋の段落しがあり，陸上施工が可能な場合は，橋脚補強工法の比較検討を行った上で採用案を決定する。（炭素繊維巻き立て案，橋脚基部からの RC 巻き立て案，他）
- ・固定橋脚で鉄筋の段落しがあり，補強部（段落し部）施工に締め切り・栈橋等の仮橋が必要となる場合は，他の工法（免震工法，慣性力分散工法，変位拘束工法等）との比較検討を行った上で採用案を決定する。
- ・単柱橋脚と壁式橋脚の定義は以下の通りとする。（「既設道路橋の耐震補強に関する参考資料 H9-8(社)日本道路協会」より抜粋）

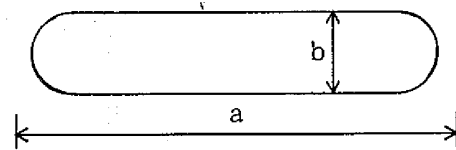
単柱橋脚：  $a / b$  が 3 以下

壁式橋脚：  $a / b$  が 3 を超える

$a$ ：橋軸直角方向の断面寸法     $b$ ：橋軸方向の断面寸法    （下図参照）



(a)幅広長方形断面



(b)小判型断面

図-4.1.3 単柱式橋脚・壁式橋脚の定義に用いる断面寸法のとりかた

## § 2. 耐荷力補強方針

### 2-1. 耐荷力の照査方法

既設橋梁の上部工主要部材（主桁、主構等）の耐荷力照査にあたっては、「既設橋梁の耐荷力照査実施要領（案）」に基づき、照査を何段階かに分け、できるだけ簡易な方法から照査を行っていくことにより、耐荷力が不足していると思われる橋梁を抽出し、判定を行うこととした。

(A) 上部構造主要部材の照査

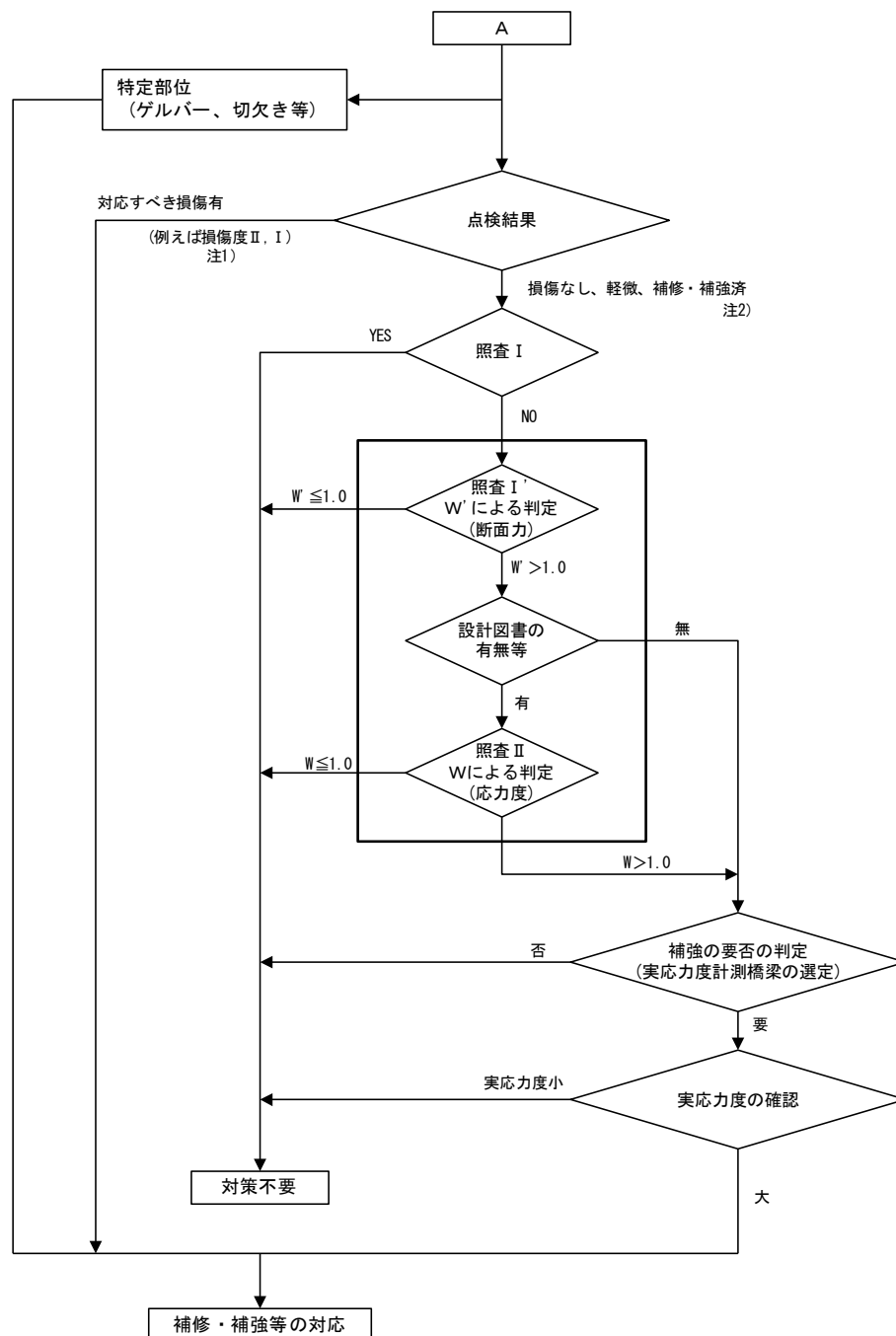


図-4.2.1 照査フロー

## 2-2. 優先度の判定基準

前項による耐荷力照査の結果と橋梁点検結果より、補修・補強の優先度の判定を行うこととする。

判定は、下記のフロー図のとおりとし、優先度の判定を行う。

耐荷力照査の結果が、NG（暫定供用不可）となった橋梁の点検結果から耐荷力不足による損傷と考えられる「床版および主構の損傷（ひびわれ）」の有無に着目する。

耐荷力照査による補修・補強優先度（点検結果反映）

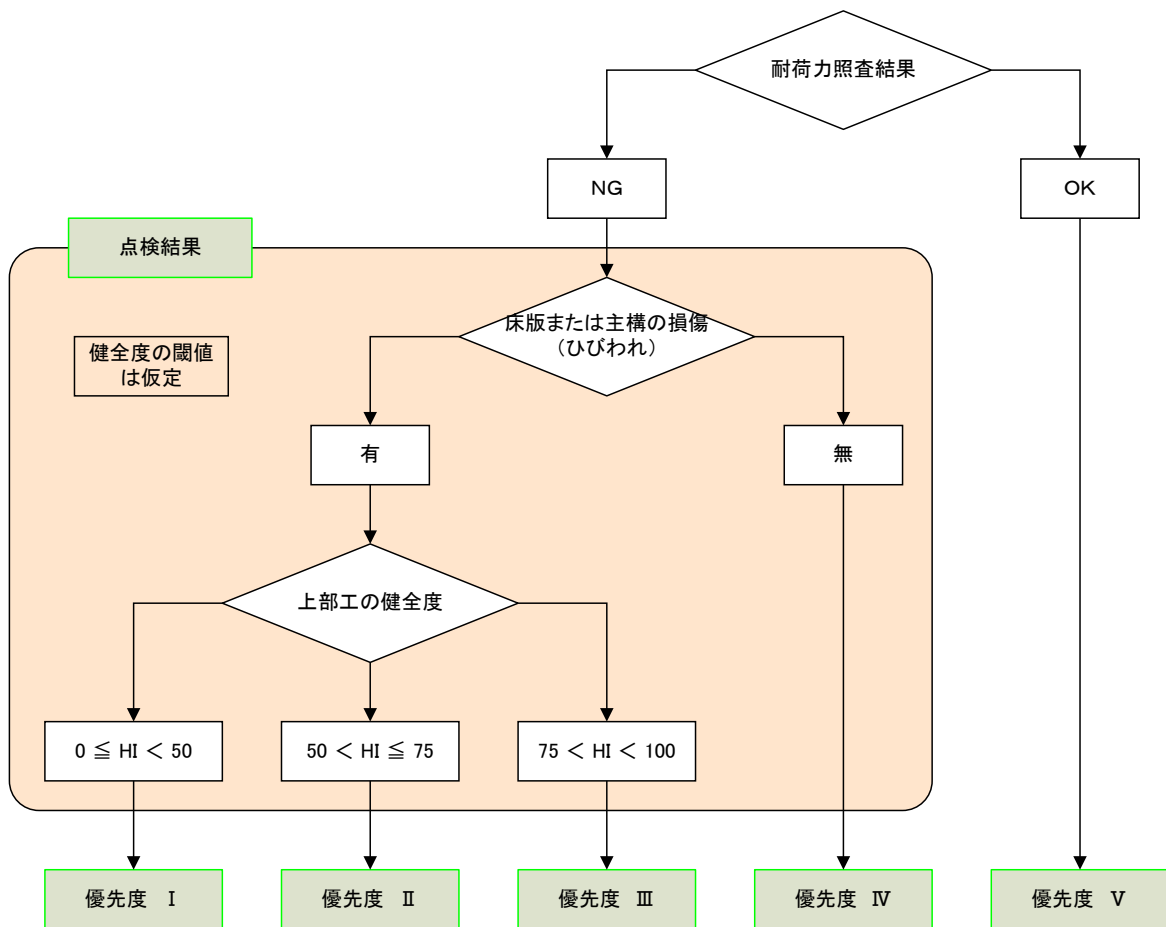


図-4.2.2 優先度判定フロー

### 2-3. 維持管理計画への反映

耐荷力照査の結果，照査を満足しない橋梁について橋梁点検結果を確認したところ，交通量や重車両に直接起因する損傷（床版の格子状ひびわれ，主桁の曲げひびわれやせん断ひびわれ）はなかった。（別冊 補修・補強マニュアル（案）参考資料 1-5 耐荷力不足による損傷橋梁を参照）

よって，維持管理計画に，耐荷性能については，特別な対策を考慮せずに一般損傷橋梁として維持管理計画を立てる。

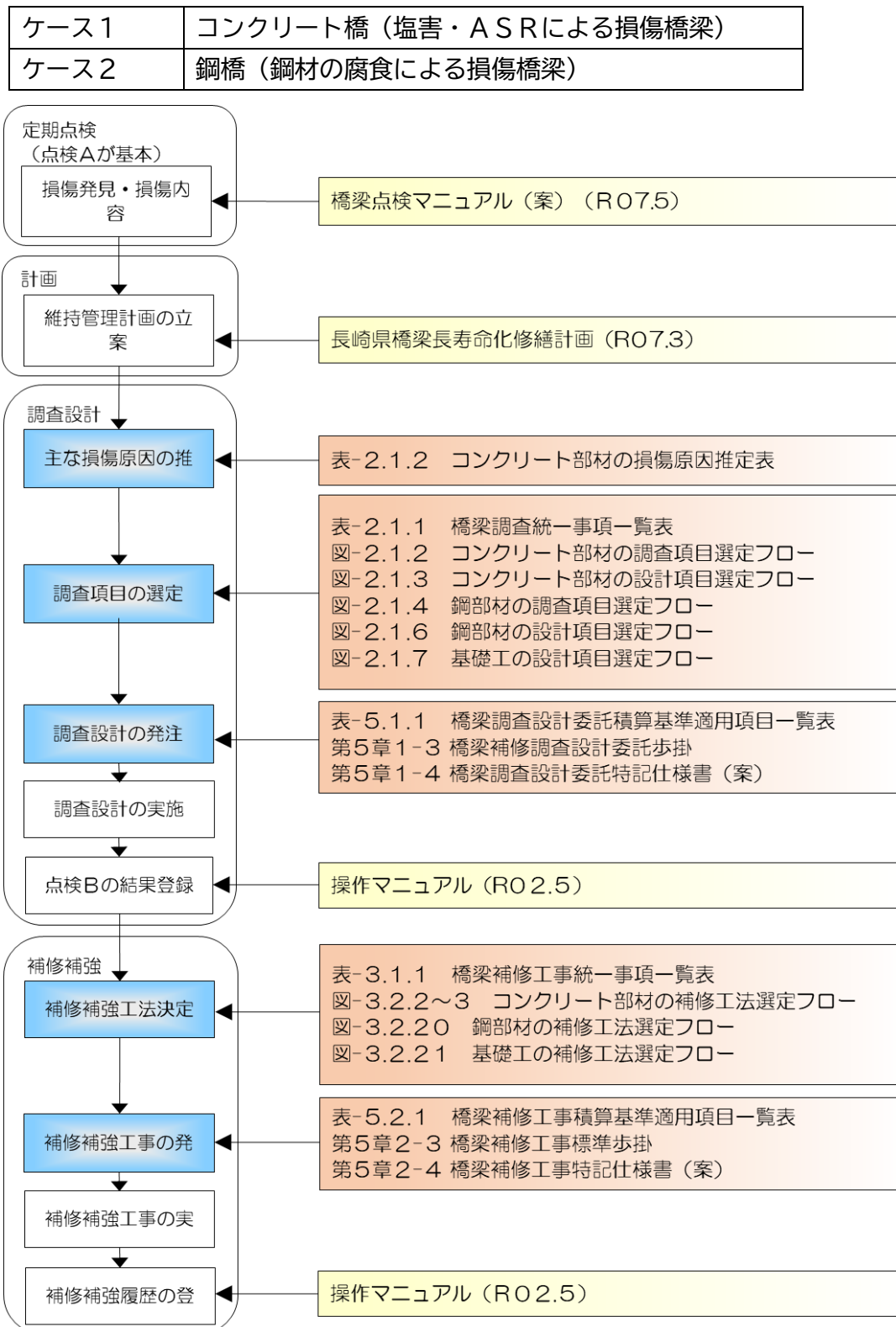


## 第5章 本マニュアルの活用事例

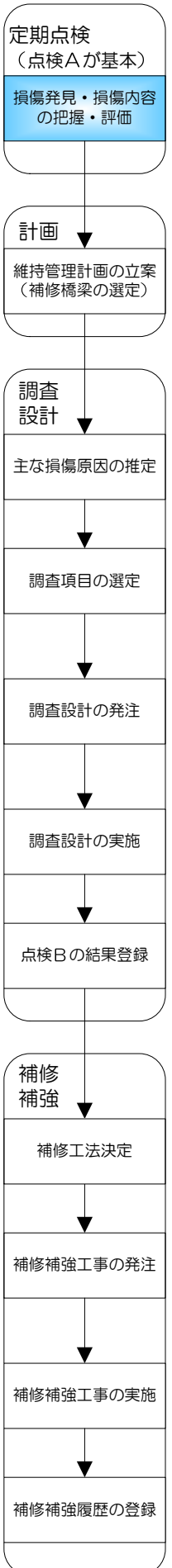
## 本マニュアル（案）の活用事例

ここでは、本マニュアル（案）において記載した内容について、実際に行われた補修事例を用いて活用例を説明する。

一般的な維持管理業務として以下のケースについて、損傷発見～工事実施までの流れを簡素化した以下のフローに従い、それぞれ図・表を用いて説明する。



# § 1. コンクリート橋（塩害・ASR 損傷）事例

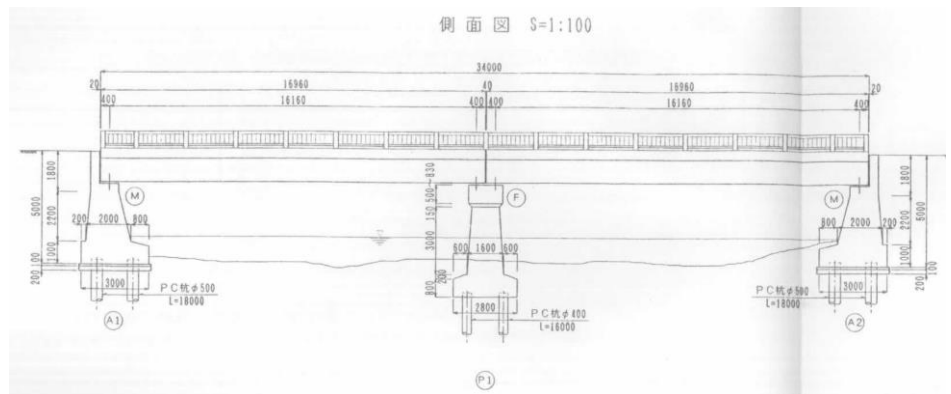


## ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（1/13）

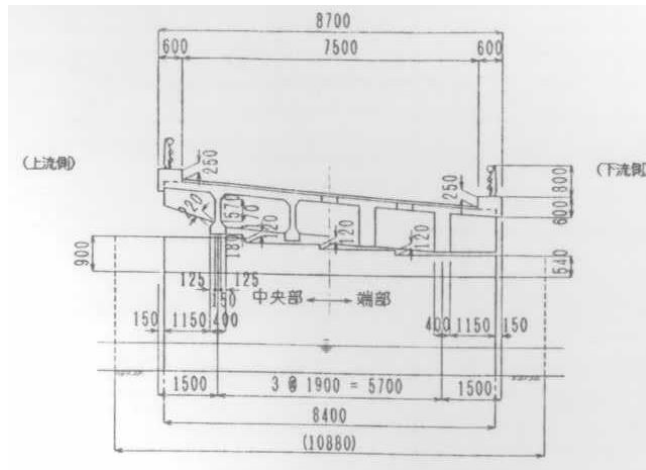
### 橋梁概要

| 橋梁名            | 路線名    | 竣工年次      | 適用示方書   |
|----------------|--------|-----------|---------|
| A橋             | 〇〇△△線  | S43年      | S39年    |
| 架橋位置           | 橋長 (m) | 最大支間長 (m) | 総幅員 (m) |
| 河口             | 33.9   | 16.2      | 8.7     |
| 上部工形式          |        | 下部工形式     |         |
| PC 単純プレテンT桁×2連 |        | 重力式橋台     | 壁式橋脚    |

### 側面図



### 上部工標準断面図

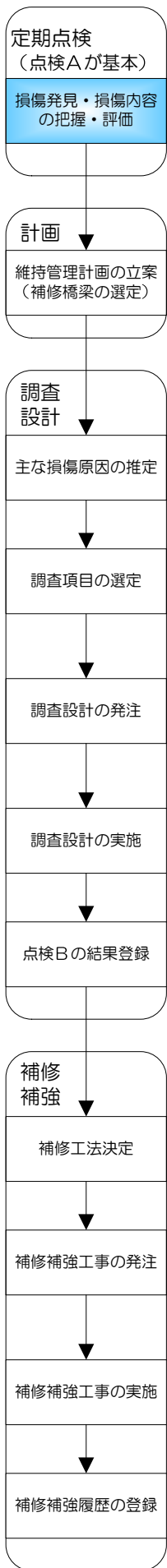


### 橋面全景写真



### 側面全景写真





## ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（2/13）

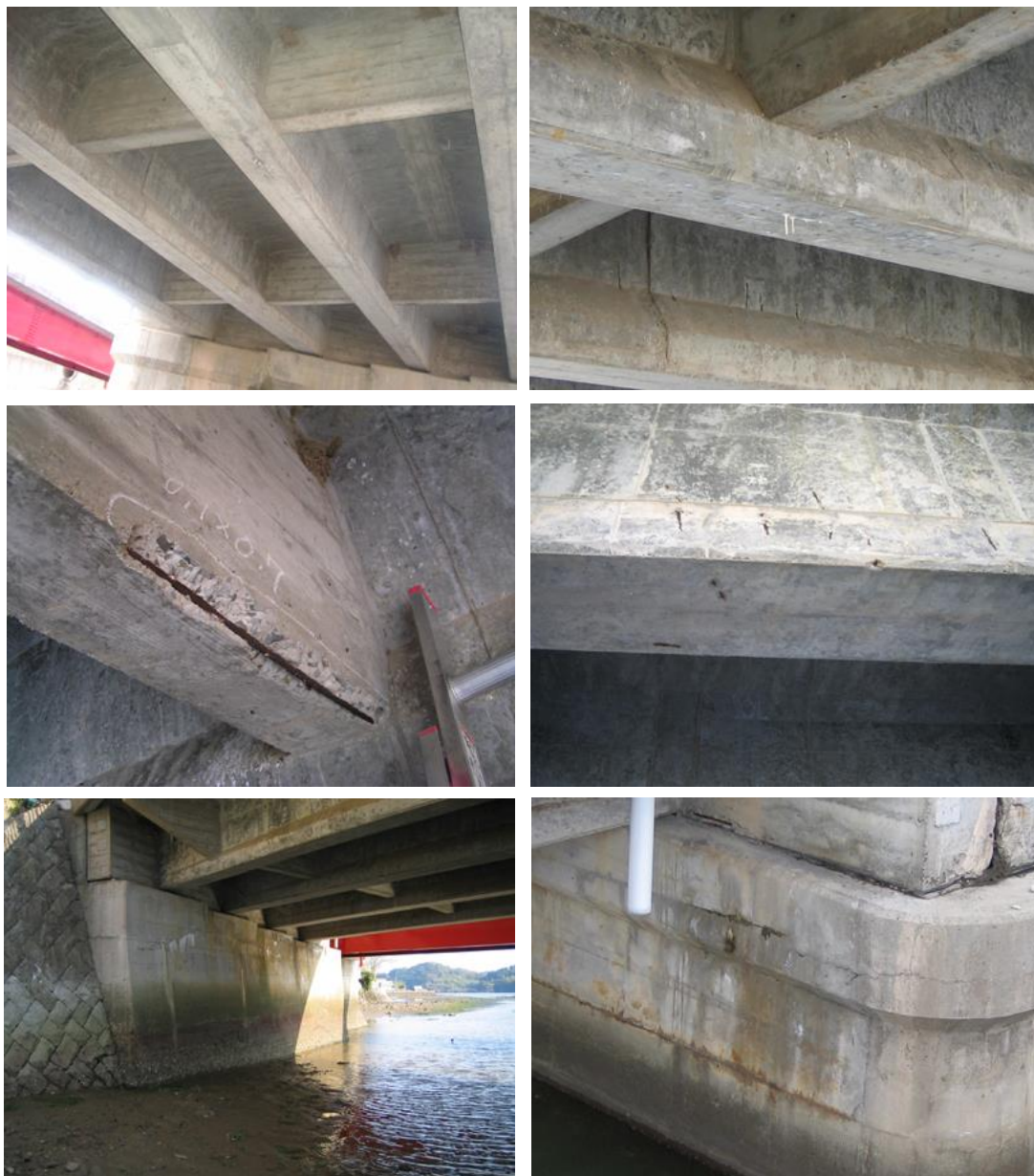
### □架橋状況

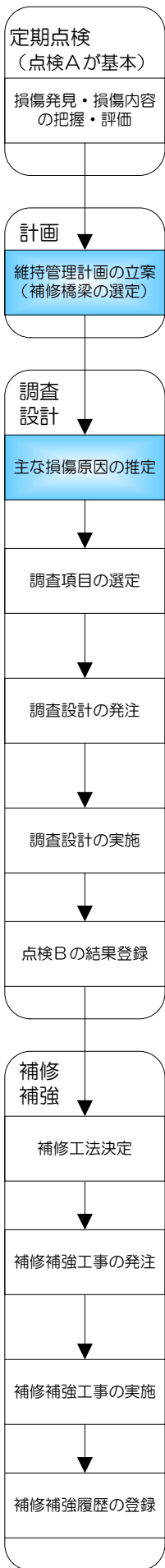
建設後 40 年を経過したプレテンT桁（2連）橋である。構造物の環境条件は河口部であり波飛沫や潮風の影響を受ける。

### 損傷内容（点検Aの結果）

#### □損傷の概要

- ・主桁の一部にひびわれ、漏水・遊離石灰、剥離・鉄筋露出が確認された。
- ・橋台、橋脚にひびわれ、漏水・遊離石灰が確認された。
- ・舗装の凹凸が確認された。なお、橋面防水工は未施工である。





## ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（3/13）

### 維持管理計画（補修橋梁の選定）

#### □対応方針

確認された損傷より算出される健全度に応じて対策区分が判定され、補修や架替えの要否が決定される。対策が必要な橋梁については、予算や事業規模（橋梁単位や路線単位）によって対策時期が決定される。対策内容や時期は『長崎県橋梁長寿命化修繕計画』としてまとめられ、計画に沿った対応を実施する。

### 主な損傷原因の推定

表-2.1.2 コンクリート構造物の損傷原因推定表の適用

|       | 損傷劣化要因            |    |     |       |    |    |        |       |        |   |
|-------|-------------------|----|-----|-------|----|----|--------|-------|--------|---|
|       | 中性化               | 塩害 | ASR | 化学的腐食 | 疲労 |    | 熱・温度作用 | かぶり不足 | 防・止水不良 |   |
|       |                   |    |     |       | 床版 | けた |        |       |        |   |
| ひび    | 鋼材と平行にかぶり部分に発生    | ◎  | ◎   | ◎     |    |    |        |       | ◎      | ○ |
|       | 亀甲状               |    |     | ◎     |    |    |        |       |        |   |
|       | 微細ひびわれ            |    |     |       |    |    |        | ◎     |        |   |
|       | 格子状・網目状           |    |     |       |    | ◎  |        | ◎     |        |   |
|       | 曲げひびわれ<br>せん断ひびわれ |    |     |       |    | ◎  | ◎      |       |        |   |
|       | ほぼ等間隔の貫通したひびわれ    |    |     |       |    |    |        | ◎     |        |   |
| うき、剥離 | ◎                 | ◎  | ○   | ◎     |    |    |        | ◎     | ○      |   |
| 鉄筋露出  | ◎                 | ◎  | ○   | ○     |    |    |        | ◎     | ○      |   |
| 錆汁    | ◎                 | ◎  | ○   | ◎     |    |    |        |       | ○      |   |
| 遊離石灰  | ○                 | ○  | ○   |       | ◎  |    |        |       | ◎      |   |

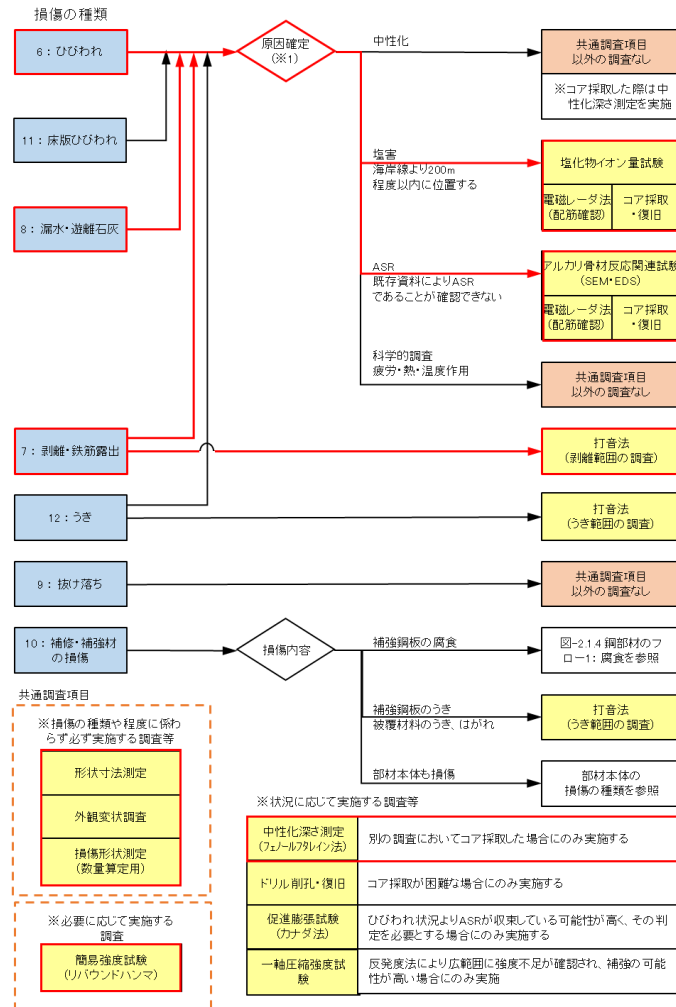
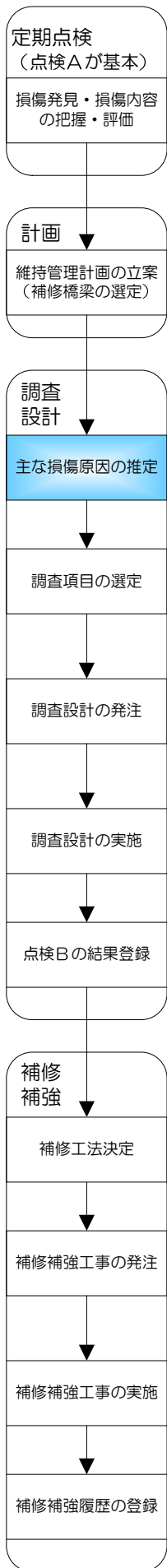
#### □推定された損傷原因

河口部に位置しており、潮の影響による損傷が認められることから損傷の主要因は塩害であると推定される。また、主桁や下部工に鋼材と平行にひびわれが発生しており、白色析出物も確認されるため、ASRの可能性も考えられる。

# ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（4/13）

## 推定される損傷原因から調査項目の選定

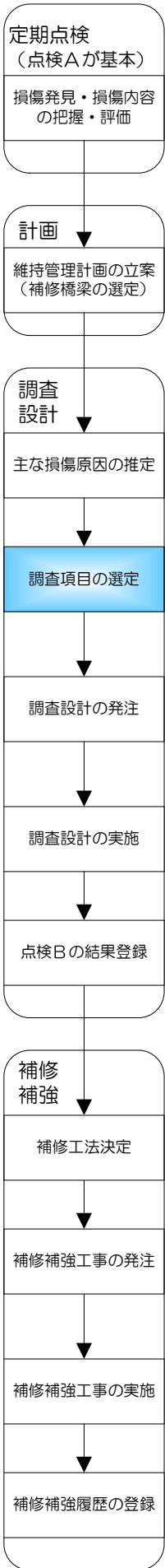
図-2.1.2 コンクリート部材の調査項目選定フローの適用



### □選定された調査項目

上フローより以下の調査項目が選定される。

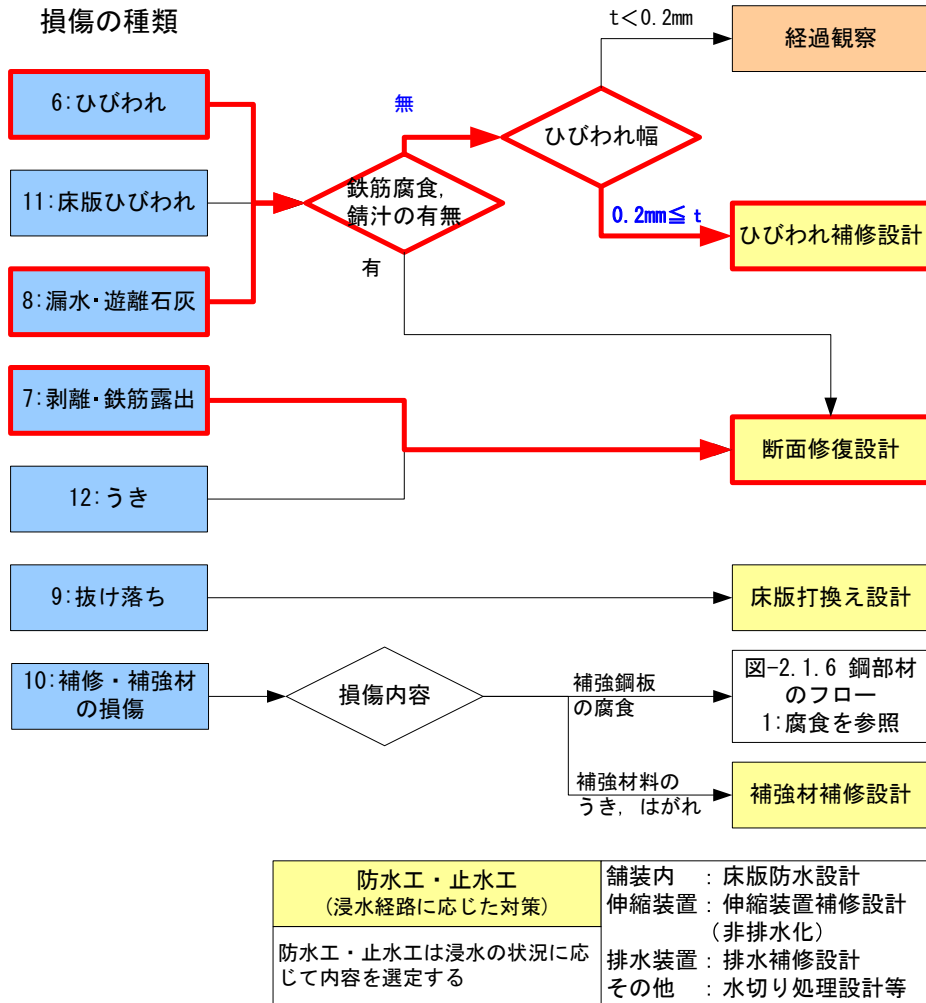
- ・塩化物イオン量試験  
(電磁レーダ法, コア採取・復旧 を含む)  
コアは上部工1箇所(1連当たり), 橋台1箇所, 橋脚2~3基に1箇所採取する
- ・アルカリ骨材反応関連試験(SEM・EDS)  
(電磁レーダ法, コア採取・復旧 を含む)  
コアは上部工2箇所, 下部工2箇所の計4箇所採取する
- ・中性化深さ測定(フェノールフタレイン法)
- ・形状寸法測定
- ・外観変状調査(点検B, 数量算定用) 打音法を含む
- ・簡易強度試験(リバウンドハンマ)



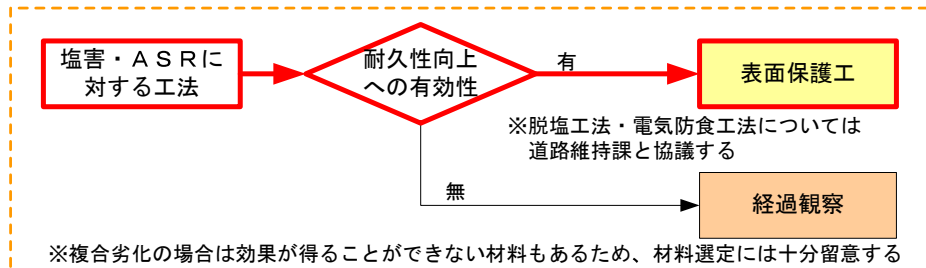
## ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（5/13）

### 損傷内容及び損傷原因から設計項目の選定

図-2.1.3 コンクリート部材の設計項目選定フローの適用



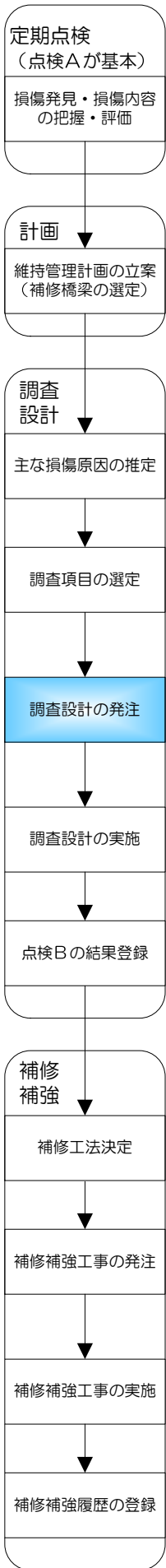
※塩害やASRによる損傷であることが明確である場合は、以下のフローによる



#### □選定された設計項目

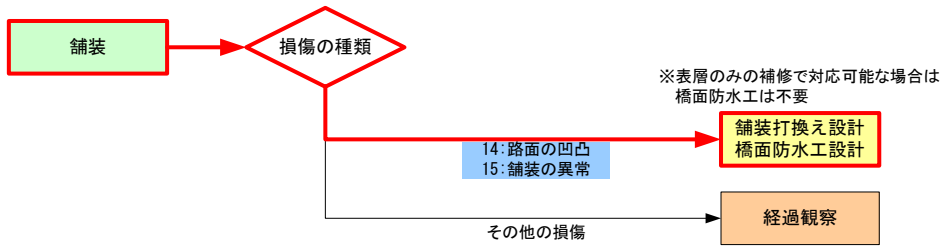
上フローより以下の設計項目が選定される。

- ・コンクリート補修工設計  
(ひびわれ補修設計, 断面修復設計)



## ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（6/13）

図-2.1.8 付属物の補修設計項目選定フローの適用



□選定された設計項目  
 上フローより以下の設計項目が選定される。  
 ・橋面防水工設計（舗装打換え設計を含む）

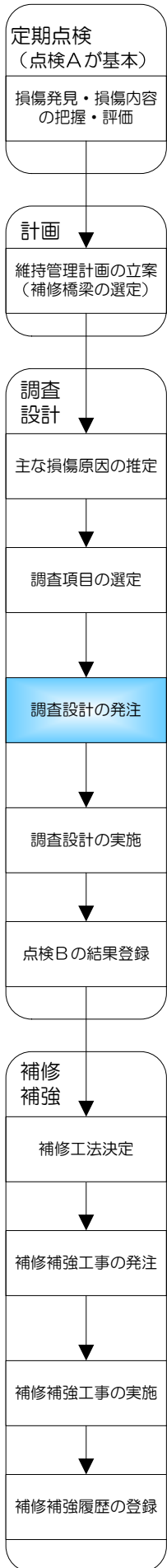
### 調査点検手法の選定

表-2.2.1 調査点検手法の目安の適用  
 （着色部が選定結果）

| 桁下高   | 桁下状況        |          | 点検方法 |
|-------|-------------|----------|------|
| 2m 以下 | 地面          |          | 地上   |
|       | 水面          | 水深 1m 以下 |      |
|       | 水面          | 水深 1m 超  | 船舶   |
| 2m～5m | 地面          |          | 梯子   |
|       | 水面          | 水深 1m 以下 |      |
|       | 水面          | 水深 1m 超  | 点検車  |
| 5m 以上 | 桁下侵入不可能     |          |      |
|       | 桁下侵入可能（一般部） |          |      |
|       | 桁下侵入可能（跨線部） |          |      |

### 調査設計の発注

- 調査設計委託設計書の作成
- ① 前述までに選定された調査項目および設計項目を橋梁調査設計積算基準選定項目一覧表より選定するとともに、必須項目および現地状況に該当する項目を選定する。
  - ② 橋梁補修調査設計委託特記仕様書（案）データより不要な項目を削除し、特記仕様書を作成する。
  - ③ 「橋梁補修調査設計委託標準歩掛」を元に、設計書を作成する。適用外の項目については見積もりを取る。

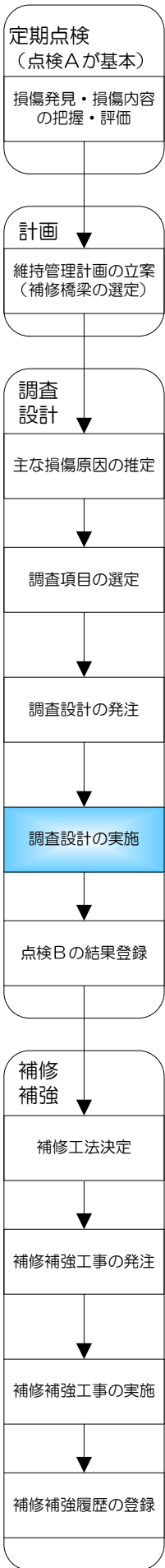


## ケース1 コンクリート橋 (塩害・ASR) の補修 (7/13)

表-5.1.1 橋梁調査設計委託積算基準適用項目一覧表の適用  
(着色部が選定結果)

| 項目          | 適用                     | 選定基準                           | 数量                  |
|-------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|
| 設計計画        |                        | 必須                             | 1橋                  |
| 損傷箇所の確認調査   |                        | 必須                             | 294.9m <sup>2</sup> |
| コンクリート補修工設計 | 上部工                    | 補修設計項目<br>選定フローおよび対象部材<br>より選定 | 1橋                  |
|             | 下部工                    |                                | 1橋                  |
| 伸縮装置補修設計    | 応力計算を必要としない構造          | 補修設計項目<br>選定フローおよび対象部材<br>より選定 |                     |
| 支承補修設計      | 支承防錆設計                 |                                |                     |
|             | 支承取り換え設計               |                                |                     |
| 高欄・防護柵取替設計  | 応力計算を必要としない構造          |                                |                     |
| 鋼橋塗装設計      |                        |                                |                     |
| 橋面防水工設計     |                        |                                | 1橋                  |
| 施工計画        | 難易度：普通                 | 必須<br>難易度に応じて選定                | 1橋                  |
|             | 難易度：難                  |                                |                     |
|             | 難易度：特殊                 |                                |                     |
| 概算工事費算出     |                        | 必須                             | 1橋                  |
| 各種試験        | 一軸圧縮強度試験               | 調査項目選定<br>フローより選定              |                     |
|             | 簡易強度試験                 |                                | 4箇所                 |
|             | 塩化物含有量試験               |                                | 4本                  |
|             | アルカリ骨材反応試験 (SEM)       |                                | 2箇所                 |
|             | アルカリ骨材反応試験 (EDS)       |                                | 2箇所                 |
|             | 中性化深さ測定                |                                | 6本                  |
|             | コア採取                   |                                | 6本                  |
|             | 電磁波レーダによる鉄筋探査          |                                | 6箇所                 |
|             | はつり試験 (鉄筋探査)           |                                |                     |
|             | 塗膜調査<br>(成分分析試験、剥離材試験) |                                |                     |
| 関係機関協議      |                        | 必要に応じて                         |                     |
| その他         | 橋梁点検車リース料              | 該当する項目<br>を必要に応じて選定            |                     |
|             | リフト車リース料               |                                |                     |
|             | 小型船舶リース料               |                                |                     |
|             | 安全費 (交通整理員・設備)         |                                |                     |
|             | 仮設費 (枠組足場・吊足場)         |                                |                     |
| 打合せ協議       |                        | 必須                             | 4回以上                |

ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（8/13）



調査設計結果

□点検Bの主な結果

主桁：ひびわれ[C], 剥離・鉄筋露出[E], 漏水・遊離石灰[C]  
 横桁：剥離・鉄筋露出[E]  
 橋台・橋脚：ひびわれ[D], 漏水・遊離石灰[E]  
 防護柵：防食機能の劣化[C]  
 舗装：路面の凹凸[E], 舗装の異常[E]  
 ※1 遊離石灰からはさび汁は確認されていない。



主桁-ひびわれ, 漏水・遊離石灰



主桁-剥離・鉄筋露出



横桁-剥離・鉄筋露出

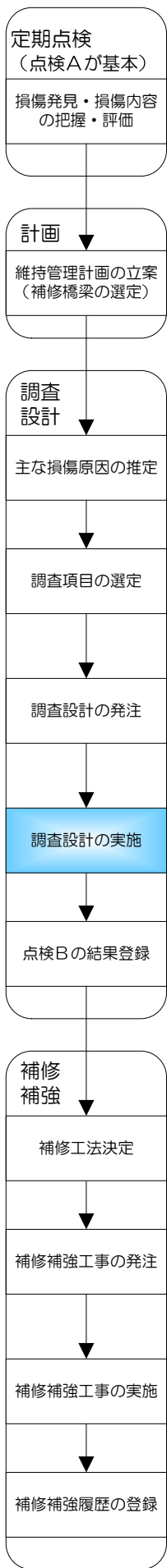


橋台-ひびわれ, 漏水・遊離石灰



橋脚-ひびわれ, 漏水・遊離石灰





## ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（9/13）

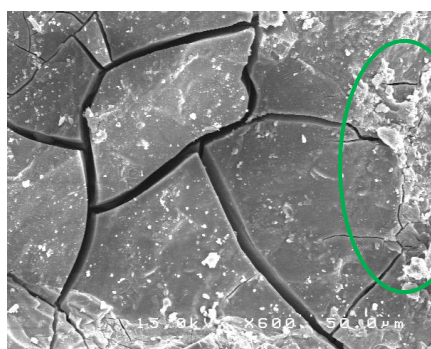
### □詳細調査結果

上部工，下部工において実施した塩化物含有量試験の結果を下表に示す。

| 調査箇所    | 圧縮強度  | 中性化深さ            | 鉄筋位置での塩分量                                    |
|---------|---|------------------|--|
| 主桁 (G1) | 52.5N/mm <sup>2</sup><br>(50N/mm <sup>2</sup> ) | 3.3mm<br>(20mm)  | 0.865kg/m <sup>3</sup> <2.5kg/m <sup>3</sup> |
| 横桁 (C1) | 28.3N/mm <sup>2</sup><br>(30N/mm <sup>2</sup> ) | 8.2mm<br>(20mm)  | 1.382kg/m <sup>3</sup> <2.5kg/m <sup>3</sup> |
| P1 橋脚   | 25.3N/mm <sup>2</sup><br>(18N/mm <sup>2</sup> ) | 21.1mm<br>(50mm) | 1.873kg/m <sup>3</sup> <2.5kg/m <sup>3</sup> |
| A2 橋台   | 22.1N/mm <sup>2</sup><br>(18N/mm <sup>2</sup> ) | 28.5mm<br>(50mm) | 4.217kg/m <sup>3</sup> >2.5kg/m <sup>3</sup> |

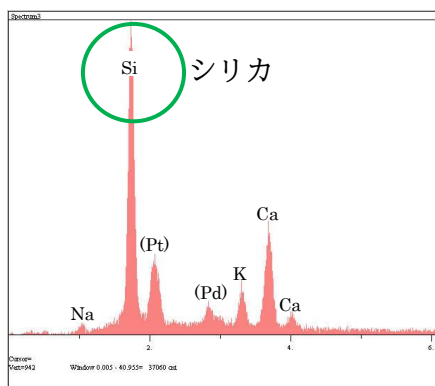
塩化物イオン量は，発錆限界（1.2kg/m<sup>3</sup>）を超過している。特にA2橋台は補修限界（2.5kg/m<sup>3</sup>）を大きく超過している。よって，塩害の可能性があると判定する。

上部工1箇所，下部工1箇所において実施したアルカリ骨材反応関連試験（SEM・EDS）の結果を以下に示す。結果よりASRによる損傷であると判定する。

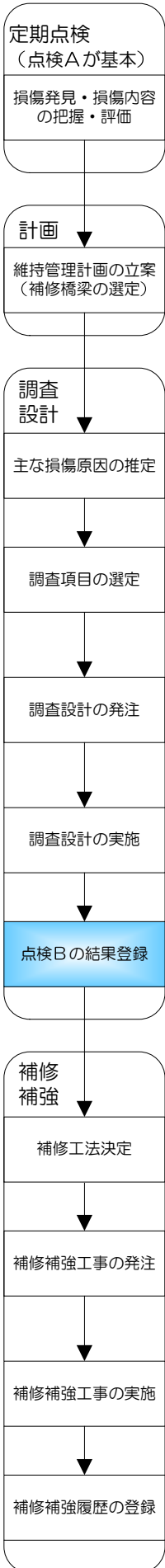


ASR生成物  
(ゲル)

50 μm



## ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（10/13）



### 点検Bの結果登録

#### □点検Bの結果登録

点検業者より点検Bの結果（電子データを）受領後，事務所共有サーバーおよび県庁サーバーにデータを登録する。

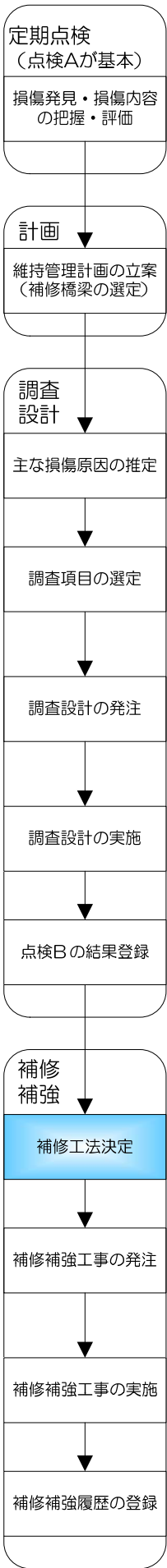
システムの詳細は『操作マニュアル』を参照のこと



点検結果の登録  
（長崎県橋梁維持管理システム）

入力

データベース



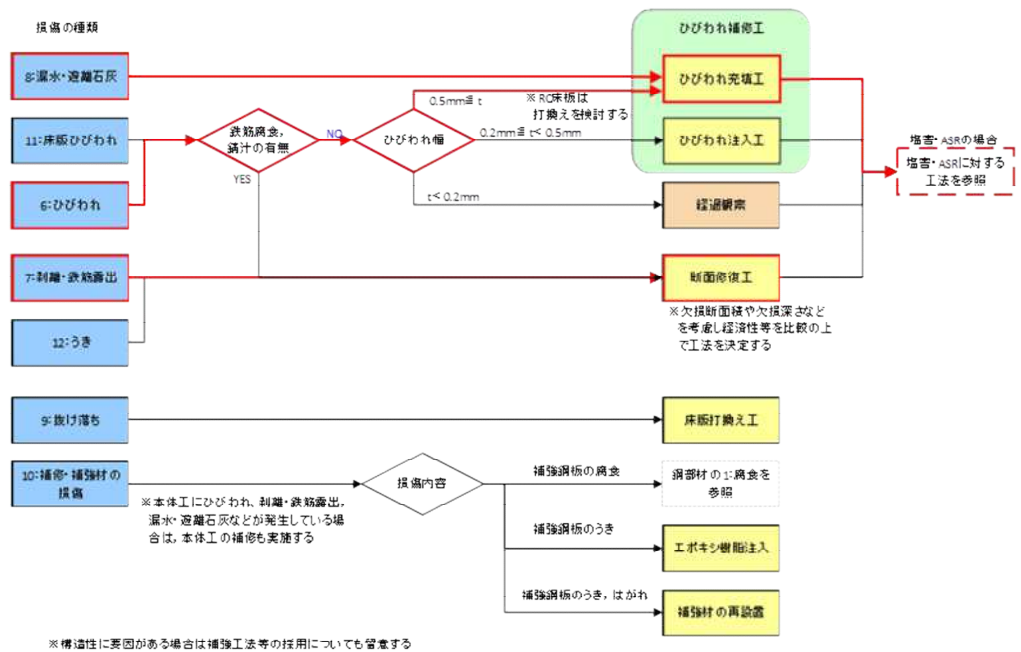
## ケース1 コンクリート橋 (塩害・ASR) の補修 (11/13)

### 補修工法の決定

#### □補修工法の決定方針

- ① 本マニュアル (案) により選定される補修工法と委託成果との整合を確認し、相違があれば委託業者に確認する。
- ② 補修工法を決定する。

図-3.2.2~3 コンクリート構造物の補修工法選定フローの適用



※塩害やASRによる損傷であることが明確である場合は、以下のフローによる

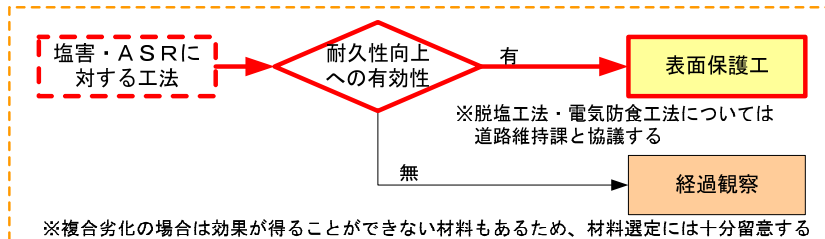
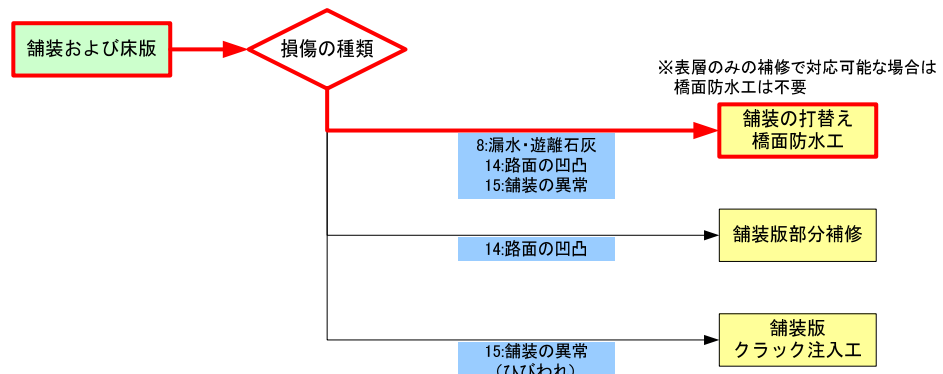
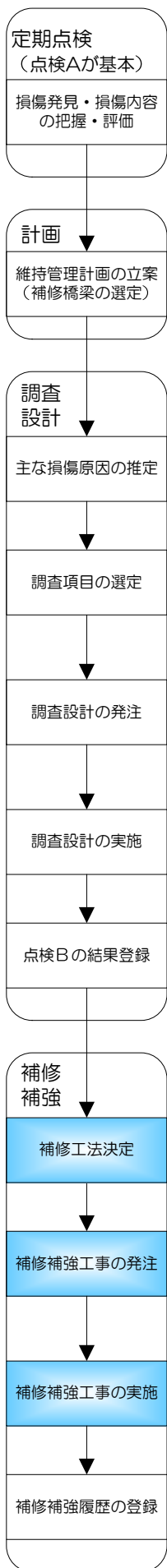


図-3.2.22~25 付属物の補修工法選定フローの適用





## ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（12/13）

### □補修工法の決定

以上より、補修工法は以下の通りとする。

| 補修項目    | 規格等            |
|---------|----------------|
| 舗装打換工   | アスファルト舗装       |
| 橋面防水工   | 塗膜系防水層         |
| ひびわれ補修工 | 充填工法（シーラント系）   |
| 断面修復工   | 左官工法（ポリマーセメント） |
| 表面保護工   | 被覆工法           |

### 規格等の選定根拠

表-3.1.1 橋梁補修工事統一事項一覧表の適用

ひびわれ補修工：ASRによる損傷であり、今後損傷が進行する可能性があるためシーラント系を選定する。

断面修復工：ポリマーセメントを選定する。

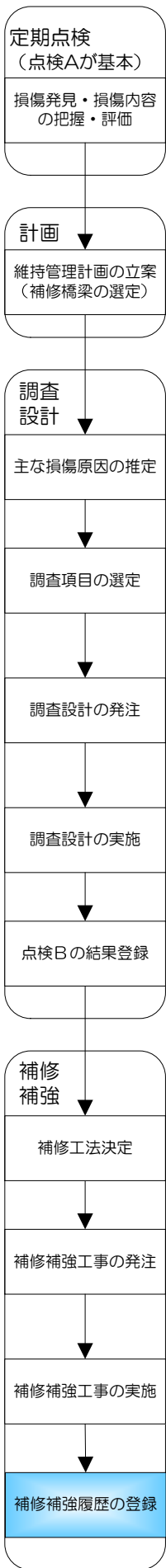
表面保護工：ASRによる損傷であり、今後損傷が進行する可能性があるため被覆工法を選定する。

橋面防水工：経済比較の結果、塗膜系防水を選定する。

### 補修補強工事の発注および実施

#### □補修補強工事設計書の作成

- ① 前項において決定された補修項目に対して橋梁補修工事積算基準適用項目一覧表より適用できる項目を抽出する。
- ② 橋梁補修工事特記仕様書（案）データより不要な項目を削除すると共に不足項目を追加し、特記仕様書を作成する。
- ③ 適用外の項目について見積もりを依頼する。
- ④ 既存歩掛り資料および「橋梁補修工事標準歩掛」を参考に設計書を作成する。



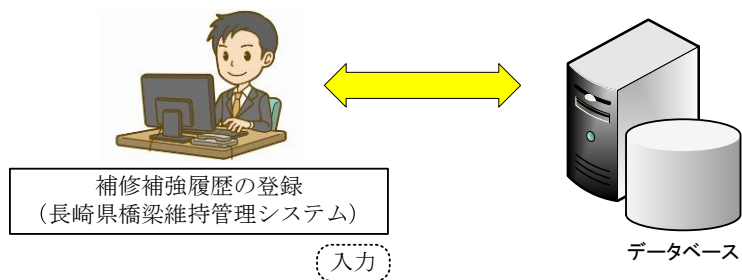
## ケース1 コンクリート橋（塩害・ASR）の補修（13/13）

### 補修補強履歴の登録

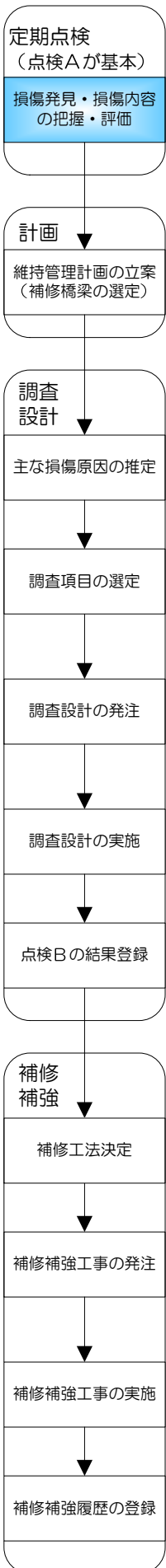
#### □補修補強履歴の登録

工事業者より受領した補修補強履歴，電子データは，事務所共有サーバーおよび県庁サーバーにデータを登録する。

システムの詳細は『操作マニュアル』を参照のこと



## § 2. 鋼橋（腐食損傷）事例

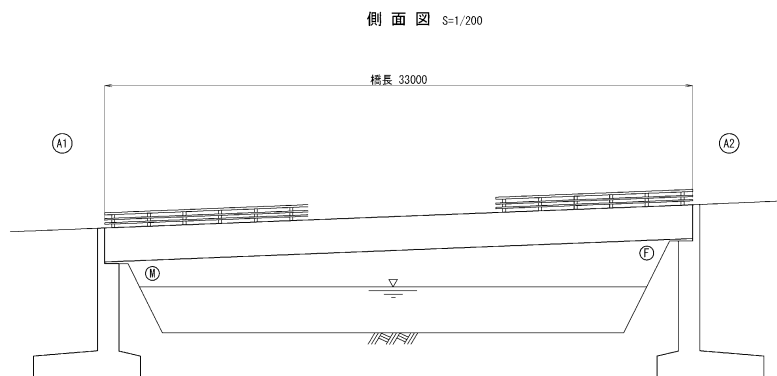


### ケース 2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (1/12)

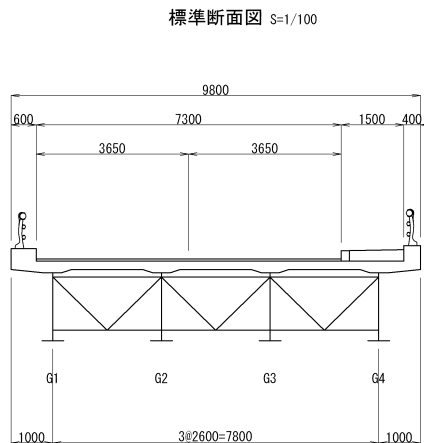
#### 橋梁概要

| 橋梁名             | 路線名    | 竣工年次    | 適用示方書   |
|-----------------|--------|---------|---------|
| B橋              | 富江岐宿線  | S55年3月  | S47年道示  |
| 架橋位置            | 橋長 (m) | 支間長 (m) | 総幅員 (m) |
| 海岸線より 200m を超える | 33.0   | 32.4    | 9.8     |
| 上部工形式           |        | 下部工形式   |         |
| 単純鋼合成 I 桁       |        | 逆 T 式橋台 |         |

側面図



上部工標準断面図



橋面全景写真

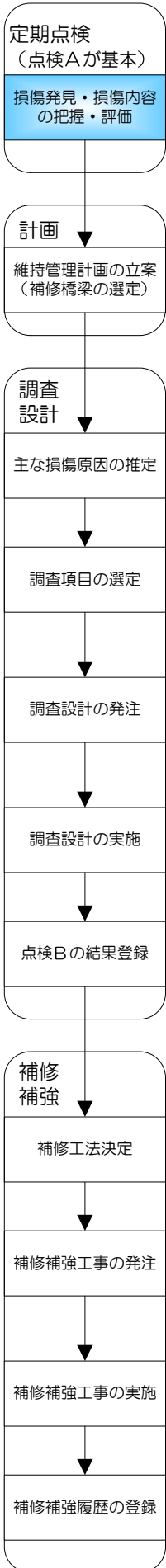


側面全景写真



□架橋状況

## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (2/12)



### □架橋状況

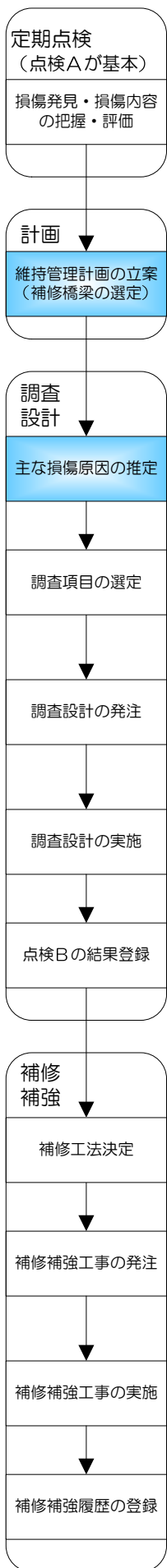
建設後28年を経過した鋼合成I桁橋である。構造物の環境条件は内陸部であり、潮風の影響を受けない。交通量も多くない。

### □損傷内容 (点検Aの結果)

#### □損傷の概要

- ・主桁には全体的に軽微な腐食が確認された。
- ・支承本体に腐食，機能障害
- ・沓座に漏水・帯水，土砂詰りが確認された。
- ・高欄の一部に腐食，縦棧の破断が確認された。
- ・橋面防水工は施工済みである。





## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (3/12)

### 維持管理計画（補修橋梁の選定）

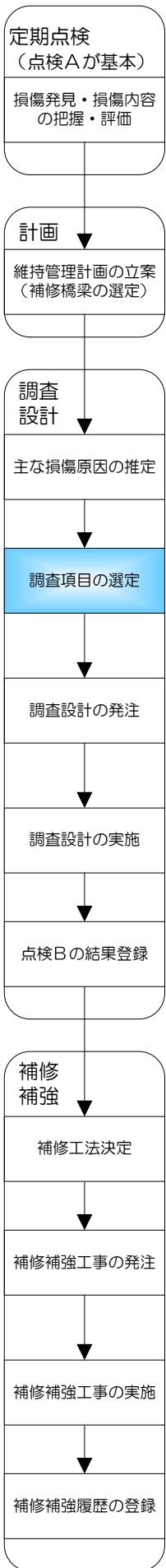
#### □対応方針

確認された損傷より算出される健全度に応じて対策区分が判定され、補修や架替えの要否が決定される。対策が必要な橋梁については、予算や事業規模（橋梁単位や路線単位）によって対策時期が決定される。対策内容や時期は『長崎県橋梁長寿命化修繕計画』としてまとめられ、計画に沿った対応を実施する。

### 主な損傷原因の推定

#### □推定された損傷原因

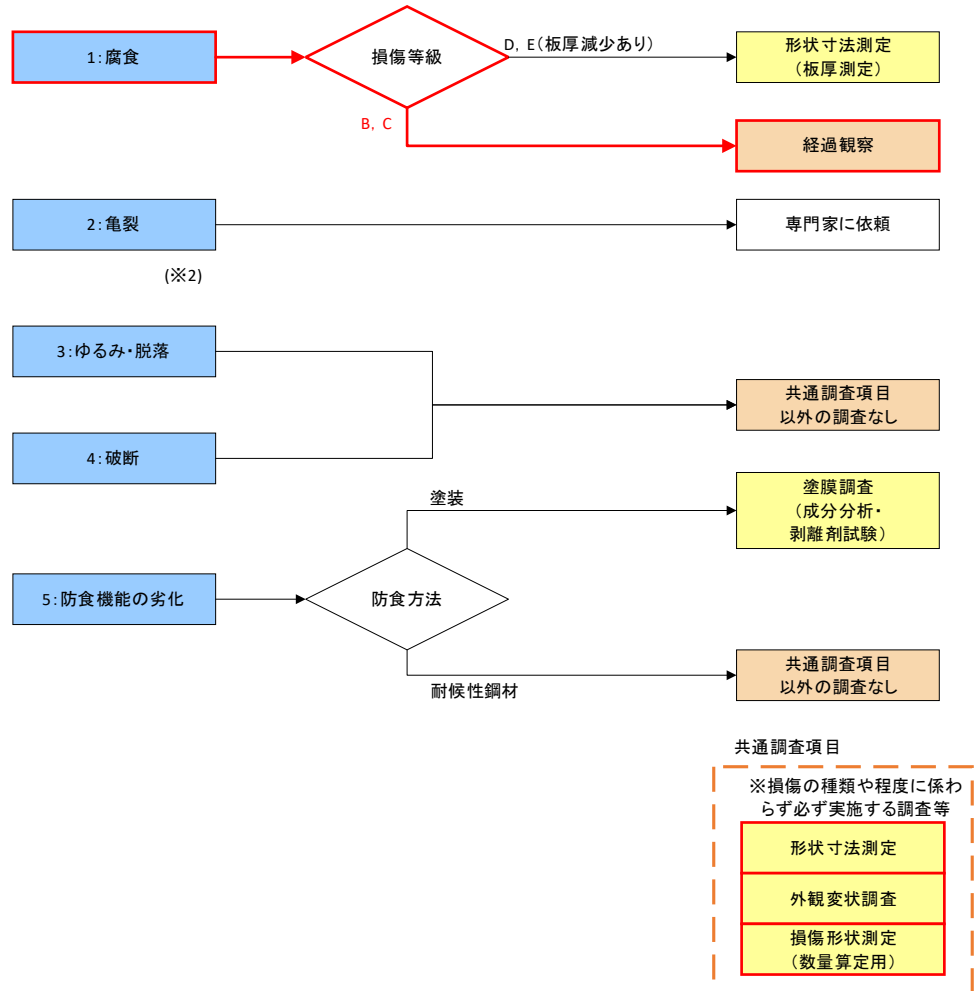
架設後、再塗装は1度もされておらず経年による塗膜劣化により腐食が進行したと推定される。



## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (4/12)

### 推定される損傷原因から調査項目の選定

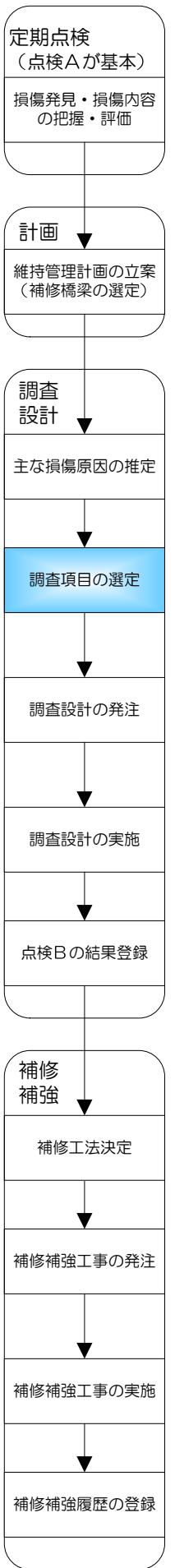
図-2.1.4 鋼部材の調査項目選定フローの適用



□選定された調査項目

上フローより以下の調査項目が選定される。

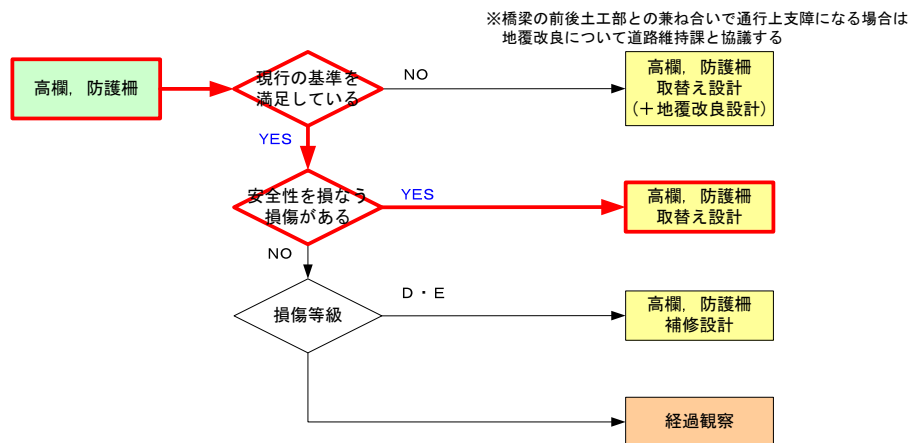
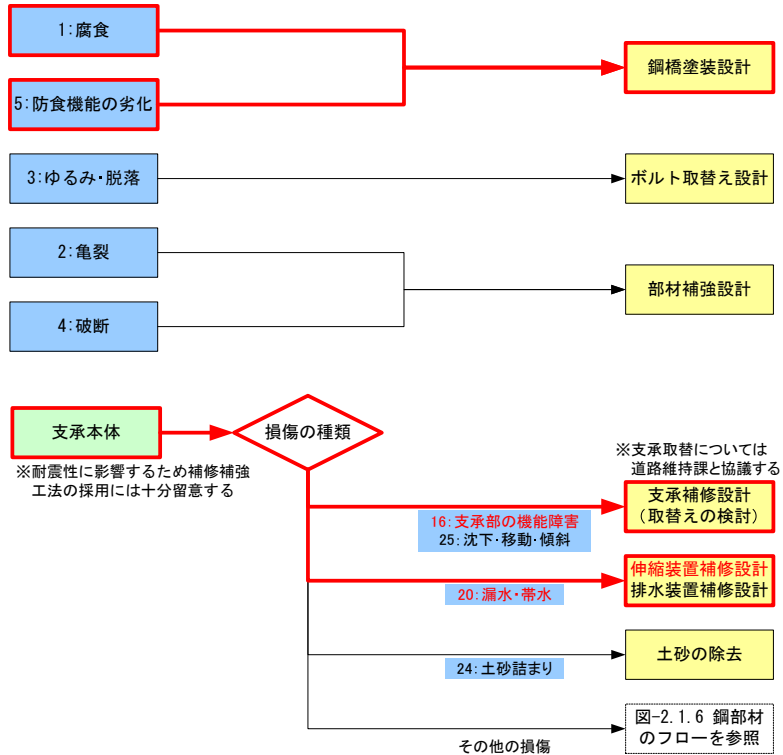
- ・ 形状寸法測定
- ・ 外観変状調査 (点検B, 数量算定用)



## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (5/12)

### 損傷内容及び損傷原因から設計項目の選定

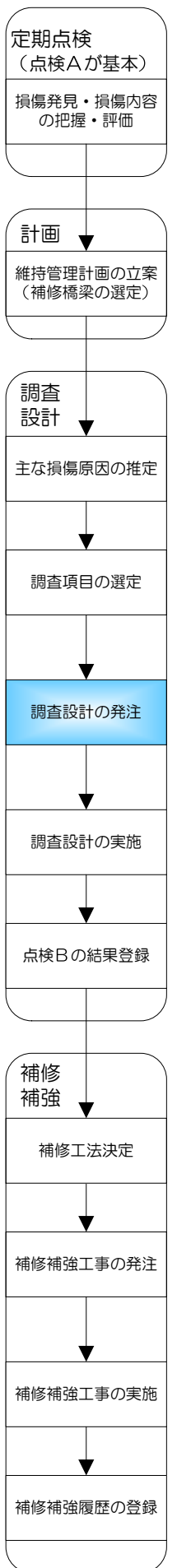
図-2.1.6, 8 鋼部材及び付属物の設計項目選定フローの適用



#### □選定された設計項目

上フローより以下の設計項目が選定される。

- ・鋼橋塗装設計
- ・支承補修設計 (取替えの検討)
- ・伸縮装置補修設計
- ・高欄・防護柵の取替え設計



## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (6/12)

### 調査点検手法の選定

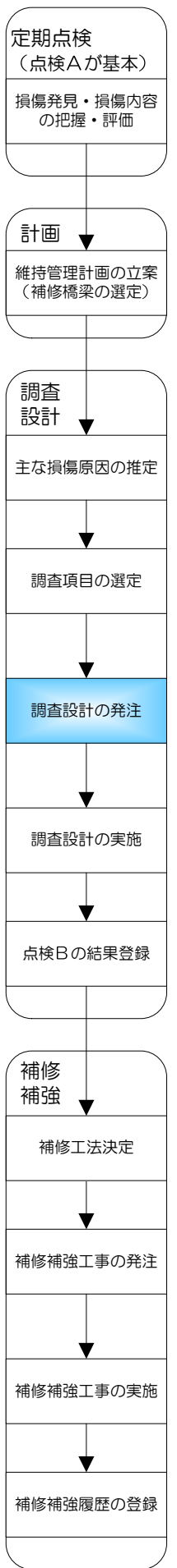
表-2.2.1 調査点検手法の目安の適用  
(着色部が選定結果)

| 桁下高   | 桁下状況         | 点検方法 |
|-------|--------------|------|
| 2m 以下 | 地面           | 地上   |
|       | 水面 水深 1m 以下  |      |
|       | 水面 水深 1m 超   | 船舶   |
| 2m~5m | 地面           | 梯子   |
|       | 水面 水深 1m 以下  |      |
|       | 水面 水深 1m 超   | 点検車  |
| 5m 以上 | 桁下侵入不可能      |      |
|       | 桁下侵入可能 (一般部) |      |
|       | 桁下侵入可能 (跨線部) | 軌陸車  |

### 調査設計の発注

#### □見積もり依頼文書の作成

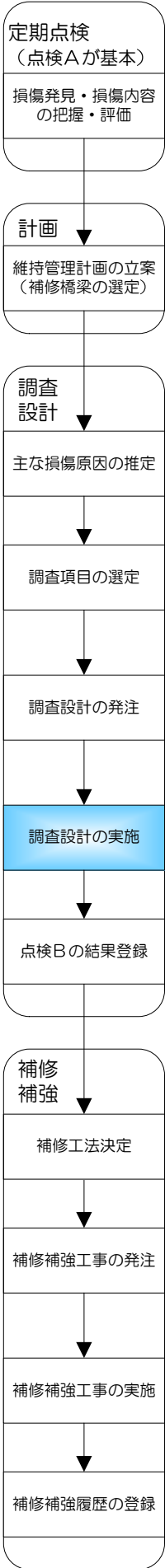
- ① 前述までに選定された調査項目および設計項目を橋梁調査設計積算基準選定項目一覧表より選定するとともに、必須項目および現地状況に該当する項目を選定する。
- ② 橋梁補修調査設計委託特記仕様書 (案) データより不要な項目を削除し、特記仕様書を作成する。
- ③ 「橋梁補修調査設計委託標準歩掛」を元に、設計書を作成する。適用外の項目については見積もりを取る。



## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (7/12)

表-5.1.1 橋梁調査設計積算基準適用項目一覧表の適用  
(着色部が選定結果)

| 項 目         | 適 用                    | 選定基準                               | 数量                  |    |
|-------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|----|
| 設計計画        |                        | 必須                                 | 1橋                  |    |
| 損傷箇所の確認調査   |                        | 必須                                 | 323.4m <sup>2</sup> |    |
| コンクリート補修工設計 | 上部工                    | 補修設計項目<br>選定フローお<br>よび対象部材<br>より選定 |                     |    |
|             | 下部工                    |                                    |                     |    |
| 伸縮装置補修設計    | 応力計算を必要としない構造          |                                    | 1橋                  |    |
| 支承補修設計      | 支承防錆設計                 |                                    | 1橋                  |    |
|             | 支承取り換え設計               |                                    | 1橋                  |    |
| 高欄・防護柵取替設計  | 応力計算を必要としない構造          |                                    | 1橋                  |    |
| 鋼橋塗装設計      |                        |                                    | 1橋                  |    |
| 橋面防水工設計     |                        |                                    |                     |    |
| 施工計画        | 難易度：普通                 |                                    | 必須<br>難易度に応じ<br>て選定 | 1橋 |
|             | 難易度：難                  |                                    |                     |    |
|             | 難易度：特殊                 |                                    |                     |    |
| 概算工事費算出     |                        | 必須                                 | 1橋                  |    |
| 各種試験        | 一軸圧縮強度試験               | 調査項目選定<br>フローより選<br>定              |                     |    |
|             | 簡易強度試験                 |                                    |                     |    |
|             | 塩化物含有量試験               |                                    |                     |    |
|             | アルカリ骨材反応試験 (SEM)       |                                    |                     |    |
|             | アルカリ骨材反応試験 (EDS)       |                                    |                     |    |
|             | 中性化深さ測定                |                                    |                     |    |
|             | コア採取                   |                                    |                     |    |
|             | 電磁波レーダによる鉄筋探査          |                                    |                     |    |
|             | はつり試験 (鉄筋探査)           |                                    |                     |    |
|             | 塗膜調査<br>(成分分析試験、剥離材試験) |                                    |                     |    |
| 関係機関協議      |                        | 必要に応じて                             |                     |    |
| その他         | 橋梁点検車リース料              | 該当する項目<br>を必要に応じ<br>て選定            | 1式                  |    |
|             | リフト車リース料               |                                    |                     |    |
|             | 小型船舶リース料               |                                    |                     |    |
|             | 安全費 (交通整理員・設備)         |                                    | 1式                  |    |
|             | 仮設費 (梓組足場・吊足場)         |                                    |                     |    |
| 打合せ協議       |                        | 必須                                 | 4回以上                |    |



## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (8/12)

### 調査設計結果

#### □点検Bの主な結果

主桁・横桁・対傾構：腐食[C～D]，防食機能の劣化[E]  
 支承：腐食[E]，防食機能の劣化[E]，漏水・帯水[E]  
 防護柵：腐食[E]，破断[E]，変形・欠損[E]  
 伸縮装置：変色・劣化[E]



主桁-腐食



主桁-腐食



対傾構-腐食



対傾構-防食機能の劣化



支承-腐食，機能障害



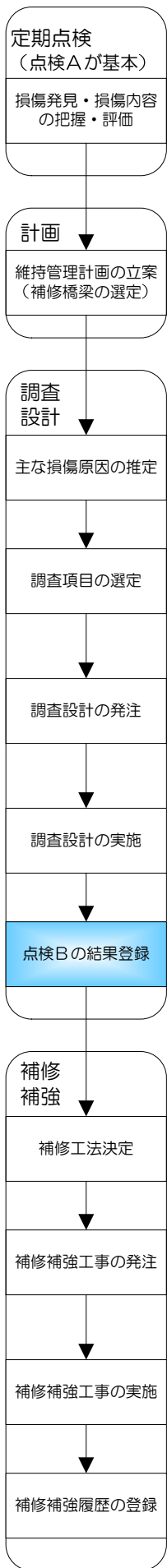
沓座-漏水・帯水，土砂詰り



防護柵-腐食，破断



伸縮装置-変色・劣化



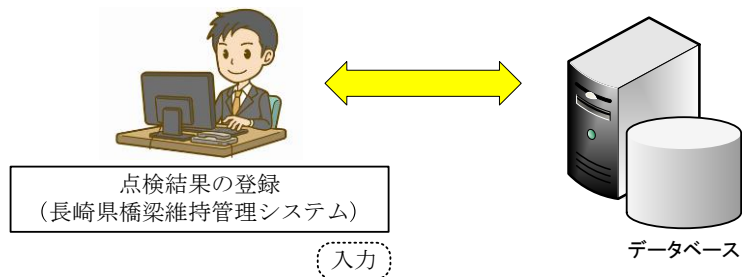
## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (9/12)

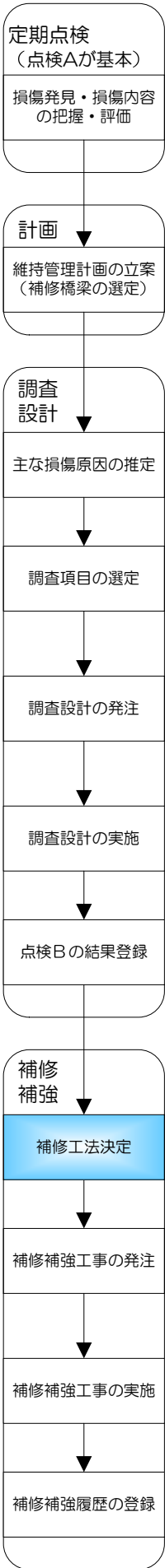
### 点検Bの結果登録

#### □点検Bの結果登録

点検業者より受領した点検結果（電子データ）は、事務所共有サーバーおよび県庁サーバーに登録する。

システムの詳細は『操作マニュアル』を参照すること





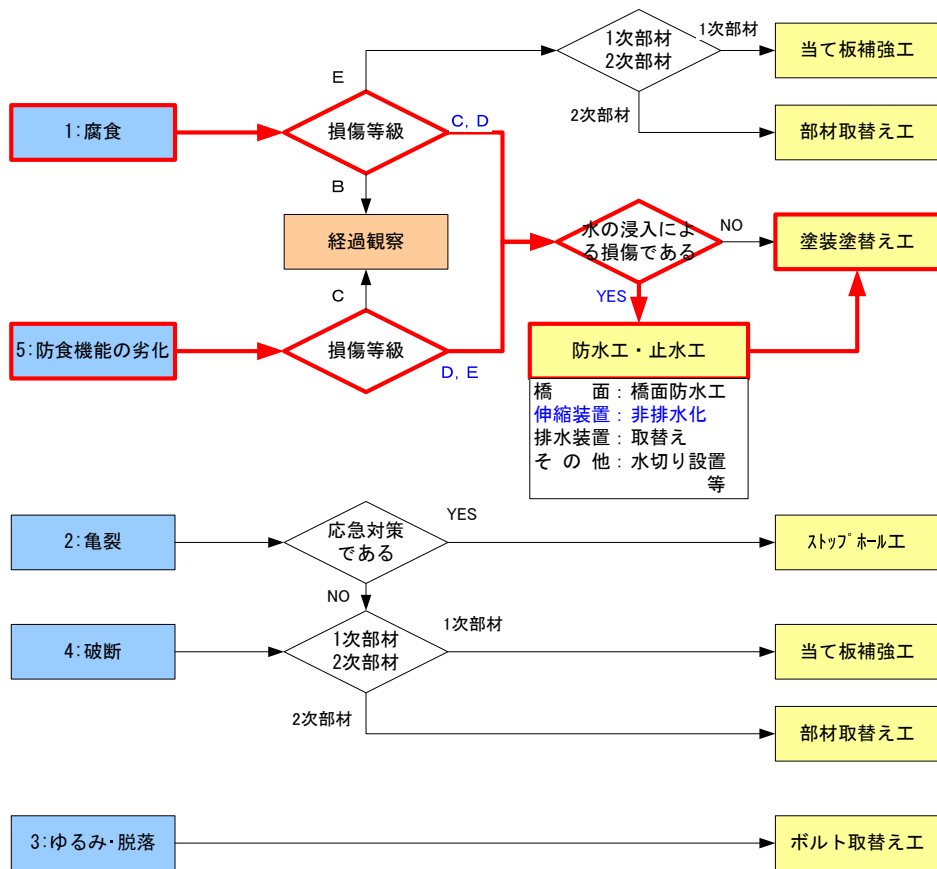
## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (10/12)

### 補修工法の決定

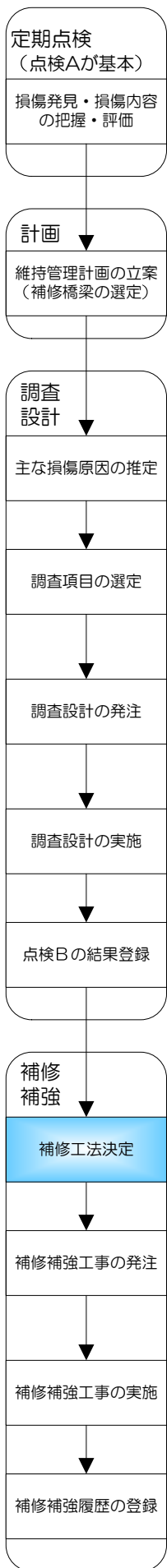
#### □補修工法の決定方針

- ① 本マニュアル（案）により選定される補修工法と委託成果との整合を確認し、相違があれば委託業者に確認する。
- ② 補修工法を決定する。

図-3.2.20 鋼構造物の補修工法選定フローの適用

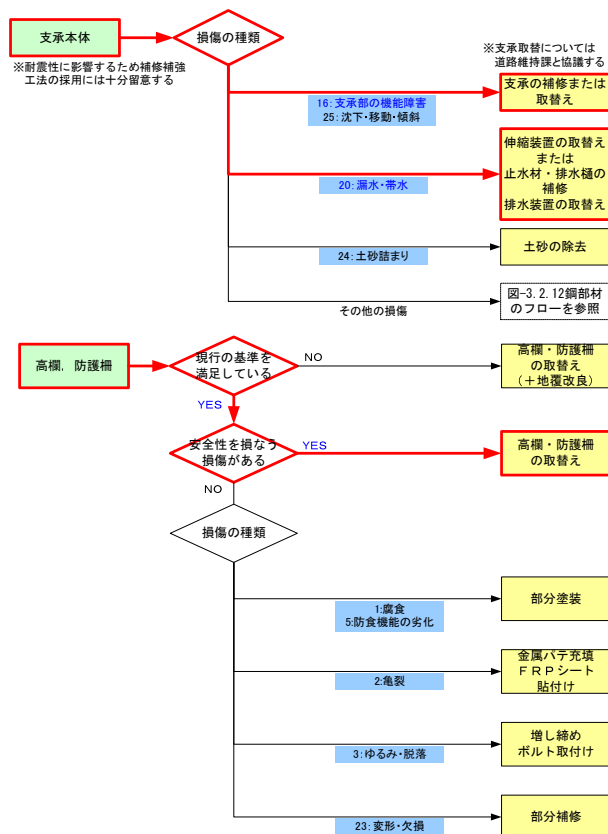


※構造的に要因が有る場合は補強工法等の採用についても留意する



## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (11/12)

図-3.2.22~25 支承および付属物の補修工法選定フローの適用



### □補修工法の決定

以上より、補修工法は以下の通りとする。

| 補修項目    | 規格等  |
|---------|--|
| 防護柵取替工  | C種 高欄兼用車両用防護柵  |
| 伸縮継手改良工 | ゴムジョイント  |
| 橋梁再塗装   | 添接部：1種ケレン+超厚膜型エポキシ樹脂塗料<br>+弱溶剤形フッ素樹脂塗料<br>一般部：3種ケレンA+弱溶剤形フッ素樹脂塗料 |
| 支承取替え工  | 支承取替え  |

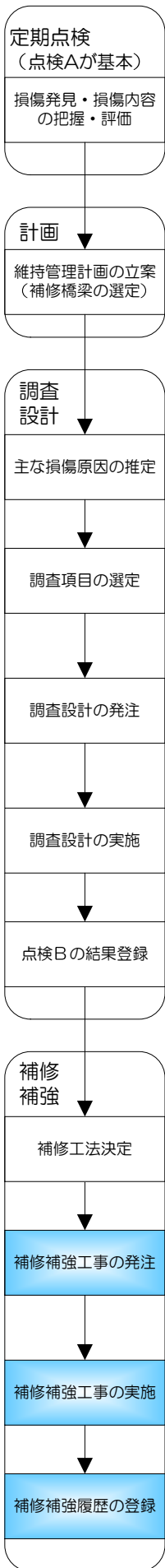
※伸縮継手はけた端部の止水性向上のため取り換える。

### 規格等の選定根拠

本マニュアル(案)P26③の塗装仕様より選定する

腐食程度の大きい添接部は1種ケレンとし、点錆がかなり点在している一般部は3種ケレンAとする。上塗りは弱溶剤形フッ素樹脂塗料を使用する。添接部については下塗りに超厚膜型エポキシ樹脂塗料(1000 $\mu$ m)を使用する。

また、主桁(下フランジ部)は面取り加工がされていないため、面取り加工も実施する。



## ケース2 鋼腐食により劣化した橋梁の補修 (12/12)

### 補修補強工事の発注

#### □補修補強工事設計書の作成

- ① 前項において決定された補修項目に対して橋梁補修工事積算基準適用項目一覧表より適用できる項目を抽出する。
- ② 橋梁補修工事特記仕様書（案）より不要な項目を削除すると共に不足項目を追加し、特記仕様書を作成する。
- ③ 適用外の項目について見積もりを依頼する。
- ④ 既存歩掛り資料および「橋梁補修工事標準歩掛」を参考に設計書を作成する。

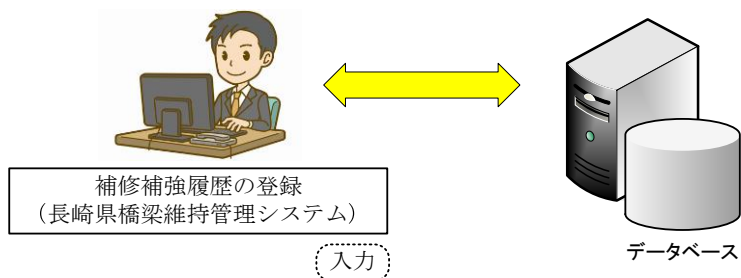
### 補修補強工事の実施

### 補修補強履歴の登録

#### □補修補強履歴の登録

工事業者より受領した補修補強工事の履歴、電子データは、事務所共用サーバーおよび県庁サーバーに登録する。

システムの詳細は『操作マニュアル』を参照すること



§ 3 . 補修工法紹介 長崎県の橋梁補修工事履歴より抜粋

3 - 1 . 断面修復工

( 1 ) 施工状況写真

| 工法詳細：左官工法   |                                | 使用材料：ポリマーセメントモルタル  |   |
|---|--------------------------------|--|---|
| 施工状況写真  | 状況説明                           | 施工状況写真   | 状況説明  |
|    | 手順<br>補修範囲<br>カッター<br>切断状況     |    | 手順<br>脆弱部<br>はつり状況                                    |
|   | 手順<br>露出鉄筋<br>ケレン状況            |   | 手順<br>鉄筋防錆材<br>塗布状況                                   |
|  | 手順<br>コンクリート面<br>プライマー塗布<br>状況 |  | 手順<br>断面修復材<br>充填状況<br><br>以降、仕上げま<br>で手順 , を<br>繰り返す |
|  | 手順<br>仕上げ状況                    |  | 手順<br>断面修復工<br>完了                                     |

( 2 ) 施工上の留意点

- ・ 施工前に打音検査を行って補修範囲を決定し、健全部への影響を最小限とすること。
- ・ 鉄筋の健全部を確認するまでコンクリートをはつり、腐食部の防錆処理を行うこと。

3 - 2 . ひびわれ補修工  
 ( 1 ) 注入工施工状況写真

| 工法詳細：注入工法   |                     | 使用材料：エポキシ樹脂注入材 3 種   |                            |
|---|---------------------|--|----------------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                | 施工状況写真   | 状況説明                       |
|    | 手順<br>シール面<br>ケレン状況 |    | 手順<br>注入座金<br>取付状況         |
|   | 手順<br>シール状況         |   | 手順<br>注入器<br>取付状況          |
|  | 手順<br>注入状況          |  | 手順<br>注入器、<br>シール材<br>撤去状況 |
|  | 手順<br>注入工完了         |  |                            |

( 2 ) 施工上の留意点

- ・ 注入器がひびわれの直上に設置されているか確認すること。
- ・ シール材によりひびわれが塞がれていることを確認すること。
- ・ 複数の注入器から注入する際、空気を閉じ込めて未注入部が生じないようにすること。

(3) 充填工施工状況写真

| 工法詳細：充填工法   |                      | 使用材料：シーラント系   |                   |
|---|----------------------|---|-------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                 | 施工状況写真  | 状況説明              |
|    | 手順<br>ひびわれ<br>Uカット状況 |   | 手順<br>Uカット完了      |
|   | 手順<br>プライマー塗布<br>状況  |  | 手順<br>充填材<br>充填状況 |
|  | 手順<br>充填工完了          |   |                   |

(4) 施工上の留意点

- ・Uカット部と充填材の間に空隙ができないよう充填すること。
- ・充填材の接着力が確実に得られるよう、十分な下地処理を行うこと。

### 3 - 3 . 表面保護工

#### ( 1 ) 表面被覆工施工状況写真

| 工法詳細：表面被覆工  |                                | 使用材料：柔軟型エポキシ樹脂系（中塗り）<br>柔軟型アクリルウレタン・<br>ポリウレタン樹脂系（上塗り）                               |                   |
|---|--------------------------------|--|-------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                           | 施工状況写真   | 状況説明              |
|    | 手順<br>（下地処理後）<br>プライマー塗布<br>状況 |    | 手順<br>不陸調整状況      |
|   | 手順<br>中塗り塗布状況                  |   | 手順<br>中塗り<br>膜厚確認 |
|  | 手順<br>上塗り塗布状況                  |  | 手順<br>上塗り<br>膜厚確認 |
|  | 手順<br>表面被覆工<br>完了              |  |                   |

( 2 ) 施工上の留意点

- ・ 既設コンクリート面の下地処理を確実にし、付着性を確保すること。
- ・ 被覆材は既定の塗布間隔を遵守し、均一な膜厚を確保すること。

(3) 表面含浸工施工状況写真

| 工法詳細：表面含浸工  |                              | 使用材料：シラン系表面含浸材  |                               |
|---|------------------------------|---|-------------------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                         | 施工状況写真  | 状況説明                          |
|    | 手順<br>下地処理状況                 |   | 手順<br>コンクリート<br>表面含水率<br>測定状況 |
|   | 手順<br>表面含浸材<br>塗布状況<br>(1回目) |  | 手順<br>表面含浸材<br>塗布状況<br>(2回目)  |
|  | 手順<br>表面含浸工<br>完了            |   |                               |

(4) 施工上の留意点

- ・含浸材の塗布前に下地処理を確実にすること。
- ・使用する材料に規定された使用条件、塗布量、塗布回数、塗布間隔を遵守すること。

3 - 4 . 塗装塗替工  
 ( 1 ) 施工状況写真

| 工法詳細：Rc- 塗装系  |                               | 使用材料：有機ジンクリッチペイント（下塗り）<br>弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料（下塗り）<br>弱溶剤形ふっ素樹脂塗料（中・上塗り）                  |                      |
|---|-------------------------------|--|----------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                          | 施工状況写真   | 状況説明                 |
|    | 手順<br>曲面加工<br>面取状況            |    | 手順<br>高圧洗浄状況         |
|   | 手順<br>素地調整<br>1種ケレン<br>プラスト状況 |   | 手順<br>下塗り1層目<br>塗布状況 |
|  | 手順<br>下塗り2層目<br>塗布状況          |  | 手順<br>下塗り3層目<br>塗布状況 |
|  | 手順<br>中塗り<br>塗布状況             |  | 手順<br>上塗り<br>塗布状況    |

( 2 ) 施工上の留意点

- ・ 素地調整は塗装塗替後の塗膜性能に大きく関わるため、确实に行うこと。
- ・ 各塗装工程の塗装間隔を遵守し、既定の膜厚を確保すること。

(3) 施工状況写真

| 工法詳細：Rc- 塗装系  |                      | 使用材料：弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料（下塗り）<br>弱溶剤形ふっ素樹脂塗料（中・上塗り）                                       |                                |
|---|----------------------|--|--------------------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                 | 施工状況写真   | 状況説明                           |
|    | 手順<br>素地調整<br>3種ケレン  |    | 手順<br>下塗り1層目<br>鋼材面露出部<br>塗布完了 |
|   | 手順<br>下塗り2層目<br>塗布状況 |   | 手順<br>下塗り3層目<br>塗布状況           |
|  | 手順<br>中塗り<br>塗布状況    |  | 手順<br>上塗り<br>塗布状況              |
|  | 手順<br>塗装塗替工<br>完了    |  |                                |

(4) 施工上の留意点

- ・ 素地調整は塗装塗替後の塗膜性能に大きく関わるため、确实に行うこと。
- ・ 各塗装工程の塗装間隔を遵守し、既定の膜厚を確保すること。

### 3 - 5 . 伸縮装置取替工

#### ( 1 ) 施工状況写真

| 工法詳細：伸縮装置取替   |                         | 使用材料：ゴムジョイント<br>超速硬コンクリート  |                          |
|---|-------------------------|--|--------------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                    | 施工状況写真   | 状況説明                     |
|    | 手順<br>舗装切断状況            |    | 手順<br>舗装、伸縮装置<br>はつり撤去状況 |
|   | 手順<br>伸縮装置<br>設置状況      |   | 手順<br>アンカー<br>削孔状況       |
|  | 手順<br>アンカー・鉄筋<br>溶接固定状況 |  | 手順<br>コンクリート<br>打設状況     |
|  | 手順<br>地覆端部<br>止水状況      |  |                          |

( 2 ) 施工上の留意点

- ・伸縮装置本体、止水材の接続を確実にを行い、漏水が生じないようにすること。
- ・地覆部はシール材等を充填し、確実に止水すること。
- ・同一工事で橋面防水工を行う場合、伸縮装置取替を先に行い防水層の端部立上りを確保すること。

### 3 - 6 . 橋面防水工・舗装打換工

#### ( 1 ) 施工状況写真

| 工法詳細：シート系防水   |                     | 使用材料：常温粘着型防水シート  |                     |
|---|---------------------|--|---------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                | 施工状況写真   | 状況説明                |
|    | 手順<br>既設舗装<br>切削状況  |    | 手順<br>プライマー<br>塗布状況 |
|   | 手順<br>防水シート<br>貼付状況 |   | 手順<br>端部処理材<br>張付状況 |
|  | 手順<br>導水パイプ<br>設置状況 |  | 手順<br>橋面防水工<br>完了   |
|  | 手順<br>舗装敷設状況        |  | 手順<br>舗装転圧状況        |

( 2 ) 施工上の留意点

- ・ 舗装撤去後に床版上面の損傷を確認した場合、補修の可否を監督員に確認すること。
- ・ 半断面施工とする場合、防水層の重ね代を確保し、確実に防水すること。
- ・ 伸縮装置、地覆等の防水層端部は立上りを設けること。

### 3 - 7 . 防護柵補修工

#### ( 1 ) 施工状況写真


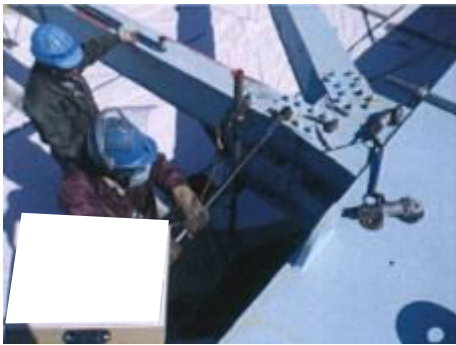




| 工法詳細：防護柵取替工   |                     | 使用材料：高欄兼用防護柵   |                    |
|---|---------------------|--|--------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                | 施工状況写真   | 状況説明               |
|    | 手順<br>既設防護柵<br>撤去状況 |    | 手順<br>地覆<br>鉄筋探査状況 |
|   | 手順<br>アンカー<br>削孔状況  |   | 手順<br>アンカー<br>定着状況 |
|  | 手順<br>新規防護柵<br>設置状況 |  | 手順<br>防護柵<br>取替完了  |

#### ( 2 ) 施工上の留意点

- ・アンカー削孔の際、地覆の既設鉄筋を破損させないように留意すること。
- ・アンカー削孔後、削孔粉等を確実に取り除くこと。

### 3 - 8 . ボルト取替工









#### ( 1 ) 施工状況写真

| 工法詳細：高力ボルト取替  |                       | 使用材料：高力ボルト   |               |
|---|-----------------------|--|---------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                  | 施工状況写真   | 状況説明          |
|    | 手順<br>既設高力ボルト<br>撤去状況 |    | 手順<br>ボルト締付状況 |
|   | 手順<br>軸力締付状況          |   | 手順<br>軸力確認状況  |
|  | 手順<br>マーキング確認         |  | 手順<br>ボルト取替完了 |

#### ( 2 ) 施工上の留意点

- ・ 締付時は軸力の確認を行い、確実に締め付けること。
- ・ マーキングを確認し、異常が生じていないか確認すること。

3 - 9 . 支承補修工  
 ( 1 ) 施工状況写真

| 工法詳細：支承取替   |                              | 使用材料：ゴム支承  |                     |
|---|------------------------------|--|---------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                         | 施工状況写真   | 状況説明                |
|    | 手順<br>ジャッキアップ<br>仮設材<br>設置完了 |    | 手順<br>ジャッキアップ<br>状況 |
|   | 手順<br>既設支承<br>はつり撤去状況        |   | 手順<br>アンカー<br>削孔状況  |
|  | 手順<br>ソールプレート<br>設置完了        |  | 手順<br>ゴム支承<br>取付完了  |
|  | 手順<br>沓座モルタル<br>打設状況         |  | 手順<br>支承取替<br>完了    |

( 2 ) 施工上の留意点

- ・ジャッキアップ量は規定値内を厳守し、主桁・仮設材に異常がないことを確認すること。
- ・ジャッキはロック機能付きを使用し、ストロークの戻りを防止すること。

### 3 - 10 . 当て板補強工

#### ( 1 ) 施工状況写真

| 工法詳細：当て板取付  |                       | 使用材料：鋼板、高力ボルト   |                               |
|---|-----------------------|---|-------------------------------|
| 施工状況写真  | 状況説明                  | 施工状況写真  | 状況説明                          |
|    | 手順<br>既設部材<br>ケレン状況   |   | 手順<br>既設部材減肉部<br>金属パテ<br>充填状況 |
|   | 手順<br>当て板設置箇所<br>孔明状況 |  | 手順<br>当て板取付状況                 |
|  | 手順<br>高力ボルト<br>締付状況   |   |                               |

#### ( 2 ) 施工上の留意点

- ・ 既設部材の錆は確実に除去すること。

- ・本書の内容に関する質問は、長崎県土木部道路維持課宛に書状またはファックス(095-820-0683)にてお願いします。お受けする質問は本書で紹介した内容に限らせていただきます。
- ・本書の内容を模写したり他の出版物へ転載する場合は、必ず長崎県土木部道路維持課の許可を得てください。

橋梁補修・補強マニュアル(案)

令和7年5月 改定

作成業務受託コンサルタント：大日本ダイヤコンサルタント株式会社