

静岡市道路橋補修・補強要領

令和3年6月

静岡市建設局道路部

目次 (1/3)

| | 頁 |
|------------------------|------|
| 第1章 総則 | |
| 1.1 目的 | 1- 1 |
| 1.2 適用の範囲 | 1- 1 |
| 1.3 用語の定義 | 1- 2 |
| 第2章 主要な損傷とその原因 | |
| 2.1 概要 | 2- 1 |
| 2.2 鋼部材 | 2- 1 |
| 2.3 コンクリート部材 | 2- 4 |
| 第3章 全体方針 | |
| 3.1 補修・補強方針 | 3- 1 |
| 3.1.1 基本方針 | 3- 1 |
| 3.1.2 新技術、新工法の採用に関する方針 | 3- 1 |
| 3.2 補修・補強の流れ | 3- 2 |
| 3.2.1 補修・補強業務の全体フロー | 3- 2 |
| 3.2.2 劣化機構の推定 | 3- 4 |
| 3.2.3 補修・補強の必要性の判定 | 3- 5 |
| 第4章 調査 | |
| 4.1 損傷状況を把握するための調査 | 4- 1 |
| 4.1.1 調査方法選定の基本方針 | 4- 1 |
| 4.1.2 鋼部材における詳細調査 | 4- 3 |
| 4.1.3 コンクリート部材における詳細調査 | 4-13 |
| 4.2 耐震補強を実施するための調査 | 4-17 |
| 4.2.1 調査項目選定の基本方針 | 4-17 |
| 4.2.2 資料収集整理 | 4-19 |
| 4.2.3 形状寸法計測 | 4-20 |
| 4.2.4 配筋調査 | 4-20 |
| 4.2.5 土質調査 | 4-21 |
| 4.2.6 復元設計 | 4-21 |
| 4.3 耐荷力補強を実施するための調査 | 4-22 |
| 4.3.1 調査項目選定の基本方針 | 4-22 |
| 4.3.2 資料収集整理 | 4-24 |
| 4.3.3 概略照査 | 4-31 |
| 4.3.4 現地載荷試験 | 4-32 |

目次 (2/3)

| | 頁 |
|---------------------------|------|
| 第5章 補修 | |
| 5.1 補修工法選定の基本方針 | 5- 1 |
| 5.2 鋼部材の補修 | 5- 2 |
| 5.2.1 鋼部材の補修工法の選定 | 5- 2 |
| 5.2.2 鋼部材の補修工法の選定フロー | 5- 2 |
| 5.2.3 鋼部材の補修工法 | 5- 5 |
| 5.3 コンクリート部材の補修 | 5-14 |
| 5.3.1 コンクリート部材の補修工法の選定 | 5-14 |
| 5.3.2 コンクリート部材の補修工法の選定フロー | 5-14 |
| 5.3.3 コンクリート部材の補修工法 | 5-18 |
| 5.4 その他部材の補修 | 5-33 |
| 5.4.1 基礎工 | 5-33 |
| 5.4.2 支承 | 5-34 |
| 5.4.3 伸縮装置 | 5-35 |
| 5.4.3 その他の部材 | 5-37 |
| 5.5 施工時の留意点 | 5-41 |
| 第6章 耐震補強 | |
| 6.1 耐震補強の基本方針 | 6- 1 |
| 6.2 耐震補強工法の選定 | 6- 2 |
| 6.3 耐震補強工法 | 6- 4 |
| 6.4 支承部補強 | 6- 9 |
| 6.5 落橋防止システム | 6-10 |
| 6.6 施工時の留意点 | 6-11 |
| 第7章 耐荷力補強 | |
| 7.1 耐荷力補強の基本方針 | 7- 1 |
| 7.2 鋼橋の補強 | 7- 6 |
| 7.2.1 鋼部材の補強工法の選定 | 7- 6 |
| 7.2.2 鋼部材の補強工法 | 7- 6 |
| 7.3 コンクリート桁の補強 | 7- 9 |
| 7.3.1 コンクリート桁の補強工法の選定 | 7- 9 |
| 7.3.2 コンクリート桁の補強工法 | 7- 9 |
| 7.4 コンクリート床版の補強 | 7-13 |
| 7.4.1 コンクリート床版の補強工法の選定 | 7-13 |
| 7.4.2 コンクリート床版の補強工法 | 7-15 |
| 7.5 下部工の補強 | 7-19 |
| 7.5.1 下部工の補強工法の選定 | 7-19 |
| 7.5.2 下部工の補強工法 | 7-19 |
| 7.6 施工時の留意点 | 7-24 |

目次 (3/3)

| | 頁 |
|------------------------|------|
| 第 8 章 記録 | |
| 8.1 目的 | 8- 1 |
| 8.2 記録する内容 | 8- 1 |
| 第 9 章 参考資料 | |
| 9.1 業務の流れ | 9- 1 |
| 9.2 補修・補強設計に関する見積り依頼の例 | 9- 2 |
| 9.3 補修・補強設計の特記仕様書の例 | 9-14 |
| 9.4 補修・補強工事の特記仕様書の例 | 9-20 |
| 9.5 応急対応の例 | 9-27 |
| 9.6 損傷要因の特定・補修工法の選定事例 | 9-32 |
| 9.7 補修図面 | 9-49 |
| 9.8 技術基準の変遷 | 9-53 |
| 9.9 参考文献 | 9-61 |



第1章 総則

1.1 目的

(1)本要領は、静岡市が管理する道路橋について、橋梁点検結果および「道路橋長寿命化計画(平成31年3月)」に基づいて、的確な維持管理を実施する目的で、最適な補修補強を選定し補修補強工事を進めていくために策定するものである。

(1) 静岡市では、今後、高齢化の進行による維持修繕費の増加、集中を回避するため、「道路橋長寿命化計画(平成31年3月)」を策定し、計画的な予防保全型の維持管理を実施していくことで、橋梁の長寿命化を図り、維持管理費用の縮減と平準化を実施していく方針である。

このような背景のもと「道路橋長寿命化計画(平成31年3月)」に従い、目指すべき基本方針を実現していくためには、的確な橋梁の修繕を実施していくことが重要である。しかしながら、橋梁の補修補強は、新設工事と異なり、対象とする損傷状況や環境条件、劣化要因などにより、その対応策も大幅に異なる場合もあり、的確な修繕を可能とする体制の構築が重要となる。

本要領は、的確な維持管理を実施するために、最適な補修補強を進めていくために策定するものである。

また、静岡市の道路橋の現状は、「道路構造物維持管理計画(平成31年3月)」を参照することとする。

1.2 適用の範囲

(1)本要領は、静岡市が管理する既設道路橋に対して、一般的な補修・補強を実施する場合に適用する。なお、特殊な損傷に対する補修・補強については、別途検討の上実施するものとする。

(1)既設橋梁の補修・補強に関しては、新規に計画する橋梁と違い、現行基準どおりの設計が困難な場合が多い。また、対象橋梁が多数あることから、現行基準に合致した構造とすることも現実的に難しい。このため、既設橋梁の対象として、長寿命化を図るために実施する補修・補強に適用するものとする。



1.3 用語の定義

(1) 本要領で共通に用いる用語の意味を次のように定義する。

| 用語 | 定義 |
|-------------|--|
| 維持管理 | 構造物の供用期間において、構造物の性能を要求された水準以上に保持するための全ての技術行為。 |
| (構造物部材の) 性能 | 目的または要求に応じて構造物(部材)が発揮する能力。 |
| 耐久性 | 規定される作用のもとで、構造物中の材料劣化により生じる性能の経時的な低下に対して構造物が有する抵抗性。 |
| 安全性 | 構造物が使用者や周辺の人々の生命や財産を脅かさないための性能。 |
| 点検 | 診断において構造物や部材に異常がないか調べる行為の総称。 |
| 通常点検 | 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)の際に実施する橋梁の目視点検をいう。 |
| 定期点検 | 道路橋の状態を把握するために定期的に実施するものであり、近接目視を基本とし、必要に応じて触診や打音などの非破壊検査を併用して行う点検をいう。 |
| 異常時点検 | 地震、台風、豪雨、豪雪などにより災害が発生した場合もしくは変状が発生している可能性がある場合と、異常が発見されたときに、主に橋梁の安全性を確認するために行う点検をいう。 |
| 詳細調査 | 標準調査では得られないより詳細な情報を得るために実施する調査の総称。 |
| 変状 | 初期欠陥、損傷および劣化の総称。 |
| 初期欠陥 | 施工時、施工直後に発生するコンクリートのひび割れやコールドジョイント、鋼材の溶接われなどの変状。施工後しばらく経過してから表面化した欠損でも、その原因が施工時にある場合には初期欠陥とすることもある。 |
| 損傷 | 地震や衝突などにより、短期間のうちに発生して、その進行が時間の経過を伴わない変状をいう。ただし、「疲労損傷」のように、長期的に進行する変状であっても、それが経時変化によるものではなく外力の作用による場合などはこれに含むこともある。また、「変状」とほぼ同等の広い意味で用いられる場合もある。 |
| 劣化 | 時間の経過に伴って構造物または部材の各種の性能が低下する変状。 |
| 補修 | 第三者への影響の除去あるいは、美観・景観や耐久性の回復もしくは向上を目的とした対策。ただし、建設時に構造物が保有していた程度まで、安全性あるいは、使用性のうち力学的な性能を回復させるための対策も含む。 |
| 補強 | 建設時に構造物が保有していたよりも高い性能まで、安全性あるいは、使用性のうち力学的な性能を向上させるための対策。 |
| 耐震補強 | 補強の一つで、設計基準等の改訂により構造物が保有する耐震性能が既存不適格となった場合に、最新の基準における耐震性能を満足させるために実施する補強。 |
| ライフサイクルコスト | 構造物の計画、設計、建設に関わる費用および供用期間中の維持管理費用、(解体を含む)更新費用などのトータルコスト。 |
| 一次部材 | 主要な構造部分を構成する部材。 |
| 二次部材 | 主要な構造部分を構成する部材(一次部材)以外の部材。対傾構や横構を横荷重のみに対して設計する場合には、二次部材であるが、主桁間の荷重分配を考慮して設計する場合等には一次部材となる。 |

(1) 本要領で使用する用語の定義は、「2018年制定 コンクリート標準示方書維持管理編(社)土木学会」および「道路橋補修・補強事例集(2012年版)(社)日本道路協会」、「静岡市道路橋点検要領(令和2年4月)」を参考に定めた。



第2章 主要な損傷とその原因

2.1 概要

(1) 本章は、橋梁に生じる主要な損傷とその原因について、一般的な原因と損傷に至るメカニズムについて記載する。

(1) 本章では、発生頻度が高い以下の損傷内容について記載する。

表-2.1.1 部材ごとの損傷内容

| | | 鋼部材 | コンクリート部材 |
|------|----------|--------------|-----------------------|
| 損傷原因 | 中性化 | — | ・ひびわれ ・うき ・鉄筋露出 |
| | 塩害 | — | ・ひびわれ ・うき ・鉄筋露出 |
| | アルカリ骨材反応 | — | ・ひびわれ ・遊離石灰 |
| | 凍害 | — | ・スケーリング |
| | 疲労 | ・亀裂 | ・ひびわれ |
| | 防食機能の劣化 | ・塗装劣化 ・腐食 | — |
| | その他 | — | — |

2.2 鋼部材

(1) 鋼部材の劣化損傷の原因として顕著なものは、防食機能の劣化と疲労である。

1) 防食機能の劣化・腐食

| 損傷と原因 | |
|----------|---|
| 損傷概要 | <p>防食機能の劣化・腐食は、鋼部材を保護している塗装が、経年劣化により防食機能を損なっていく現象である。以下が損傷の主な原因となる。</p> <p>1) 水、酸素の存在 鉄は鉄鉱石（鉄の酸化物）を精錬（還元）して作ったものであるため、腐食（酸化）によって元の安定な状態に戻ろうとする性質を持っている。そのため、水と酸素の存在下で、鋼材は腐食反応を起こす。</p> $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \quad \text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \quad 2\text{Fe}(\text{OH})_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \quad (\text{赤さび})$ <p>2) 塩分の存在 塩分は水に溶けやすくその水溶液は強電解質であり、水の電気伝導度を大きくするため、鋼材の腐食を促進させる。そのため、海岸部、凍結防止剤散布・薬剤散布された鋼橋などは注意を要する。</p> |
| 発生しやすい部位 | <p>桁端部、床版漏水部、箱桁内部、伸縮装置付近や排水装置が機能していない箇所など、水の供給がある箇所で発生しやすい損傷である。点検時における着目点は、下図を参照する。</p> |
| 主な損傷 | 塗装の劣化（退色、はがれ）、腐食 |
| 損傷状況例 | |
| | <p>経年的に劣化が進行する損傷である。塗装を定期的に塗り替えることで健全な状態を保つことができる。</p> <p>上フランジの腐食が進行すると、さびの膨張で RC 床版部のコンクリートを損傷させることもあるため、注意が必要である。</p> |

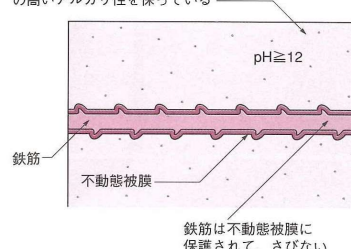
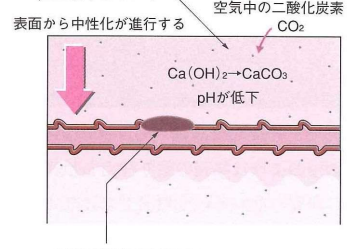


2) 疲労

| 損傷と原因 | |
|-----------------|---|
| <p>損傷概要</p> | <p>疲労は、部材が繰り返し荷重を受けることにより、許容応力を超えない応力で、破壊に至る現象である。損傷は以下のように進行する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 繰り返し応力を受ける ② 鋼材に微細な亀裂が発生 ③ 亀裂部に応力が集中して徐々に進展・拡大 ④ ぜい性破壊や断面減少による破壊 <p><発生しやすい橋梁></p> <ul style="list-style-type: none"> ・主桁間隔が大きい橋梁 ・コンクリート床版厚の薄い橋梁 ・重交通下の橋梁 <p>構造部材の疲労強度は、接合部の構造的な応力集中や溶接部の形状等に起因する応力集中に支配される。</p> |
| <p>発生しやすい部位</p> | <p>接合部や溶接部等、応力や変形が集中する箇所で発生しやすい損傷である。点検時における着目点は、下図を参照する。</p>  |
| <p>主な損傷</p> | <p>亀裂</p> |
| <p>損傷状況例</p> | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>溶接箇所や断面変化箇所など応力が集中しやすい箇所などで発生する損傷である。支保付近において、支保の機能が低下している場合などにも発生する。</p> <p>発生の初期段階は、塗膜のひびわれと区別がつけづらいが、一度発生すると急激に亀裂が進行し、部材の破断に至ることもあるため、発見しだい非破壊検査で亀裂かどうかを確認し、亀裂の場合はストップホールを設けるなど、緊急処置が必要である。</p> |



2.3 コンクリート部材

(1) コンクリート部材の劣化損傷の原因として顕著なものは、中性化、塩害、アルカリ骨材反応、凍害、疲労である。

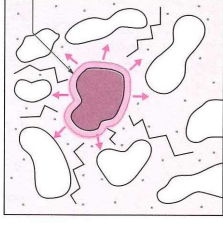
1) 中性化

| 損傷と原因 | |
|----------|--|
| 損傷概要 | <p>コンクリート部材の中性化は、コンクリート中のアルカリ性が低下することで鉄筋の腐食が進行し、コンクリートのひびわれなどの損傷を引き起こす現象である。</p> <p>健全なコンクリートの pH は 12 程度と強アルカリであり、鉄筋は不動態皮膜に保護されて腐食しないが、以下のメカニズムにより損傷まで進展する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 空気中の二酸化炭素がコンクリート内部に侵入 ② コンクリート中の水酸化カルシウムと二酸化炭素が反応 ③ 炭酸カルシウムが生成されて、アルカリ性が低下 ④ 鉄筋の不動態皮膜が破壊される ⑤ 水分と酸素の供給により鉄筋が腐食する <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>健全な状態</p> <p>コンクリート中に水酸化カルシウムが多量に存在し、pH12以上の高いアルカリ性を保っている</p>  <p>鉄筋は不動態被膜に保護されて、さびない</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>中性化</p> <p>コンクリート中の水酸化カルシウム (Ca(OH)₂) が二酸化炭素と反応して炭酸カルシウムとなり、pHが低下していく</p> <p>空気中の二酸化炭素 CO₂</p> <p>表面から中性化が進行する</p> <p>Ca(OH)₂ → CaCO₃</p> <p>pHが低下</p>  <p>不動態被膜が破壊され、さびができる</p> </div> </div> |
| 発生しやすい部位 | 鉄筋のかぶり不足になりやすい箇所 例) 部材厚さが薄いコンクリート部材 ・張出し床版 ・地覆 ・コンクリート壁高欄 など |
| 主な損傷 | コンクリートのひびわれ、うき、剥離・鉄筋露出、鉄筋の腐食 |
| 損傷状況例 | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> |
| | <p>年代の古い構造物では、設計時のかぶりが小さいため、中性化の損傷を受けやすいものが多い。</p> <p>床版下面は、かぶり不足になりやすいため、中性化による剥離・鉄筋露出が多く発生している。</p> |



2) 塩害

| 損傷と原因 | |
|----------|--|
| 損傷概要 | <p>塩害は、塩化物イオンの作用により鉄筋を保護している不動態皮膜が破壊されることで鉄筋が腐食し、コンクリートの剥離・鉄筋露出などの損傷を引き起こす現象である。</p> <p>以下のメカニズムにより損傷まで進展する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① コンクリート中に塩化物イオンが浸透する ② 鉄筋の不動態皮膜が破壊される ③ 鉄筋が腐食し、膨張圧によってコンクリートにひびわれが発生 <div style="text-align: center;"> <p>塩害</p> <p>潮風などによって外部から供給される塩化物イオン 塩化物イオンが徐々に内部に浸透する 鉄筋 塩化物イオンが不動態被膜を破壊し、鉄筋がさびる 海砂などと一緒に混入した塩化物イオン さびの膨張圧力によって、コンクリートにひび割れが生じる さらに鉄筋がさびやすくなる</p> </div> <p><発生しやすい環境></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 岸部の波しぶきを受ける地域や飛来塩分の多い地域 ・ 冬季に凍結防止のために、凍結防止剤を散布する箇所 <p><留意事項></p> <p>塩害対策指針案制定前（昭和59年以前）の構造物では、塩害による損傷が大きくなる傾向にある。</p> |
| 発生しやすい部位 | かぶりの薄い上部工や、凍結防止剤を含んだ水分が流入しやすい伸縮装置付近で生じやすい。 |
| 主な損傷 | コンクリートひびわれ、うき、剥離・鉄筋露出、鉄筋の腐食 |
| 損傷状況例 | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>浸透した塩分により内部の鉄筋が腐食し、膨張圧によりコンクリートがひびわれをおこしている。中性化との違いは、かぶり不足でない箇所でも剥離・鉄筋露出が生じることである。</p> |

3) アルカリ骨材反応

| 損傷と原因 | |
|----------|---|
| 損傷概要 | <p>アルカリ骨材反応は、骨材がコンクリート中のアルカリに反応することで体積膨張を起こし、ひびわれを発生させる現象である。 以下のメカニズムにより損傷まで進展する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 反応性骨材とアルカリが化学反応によりゲルを生成 ② ゲルが吸水、膨張して、内部応力が発生 ③ 骨材と周囲のコンクリートにひびわれが発生 <p>損傷を抑制するためには、反応性の骨材を使用しないことである。</p> <div style="text-align: center;"> <p>アルカリ骨材反応</p> <p>反応性骨材がセメント中のアルカリ成分と反応して、ゲル（吸水膨張性のある物質）を生成する</p>  <p>ゲルが吸水、膨張して、コンクリートにひび割れが生じる</p>  <p>反応性骨材</p> </div> <p><留意事項> アルカリ総量規制が行われる前（平成元年以前）の構造物では、アルカリ骨材反応が発生する可能性がある。</p> |
| 発生しやすい部位 | 部材厚さの厚い下部工や擁壁で多く発生している。 |
| 主な損傷 | 亀甲状のひびわれ、主鉄筋に沿ったひび割れ ひびわれ部に白い析出物が出る場合が多い |
| 損傷状況例 |  <p>亀甲状のひびわれが発生しており、アルカリ骨材反応（ASR）が疑われる。ASRの発生には水が必要なため、漏水を防ぐことも対策のひとつである。目視のみでは判定が難しい損傷であり、亀甲状のひび割れが発生していても直ぐにASRと判断せずに、経過観察により進展を確認したり、詳細調査を実施して確認したりすることが重要である。</p> |

4) 凍害

| 損傷と原因 | |
|----------|--|
| 損傷概要 | <p>凍害は、コンクリート中の水分が凍結することで体積膨張を起こし、ひびわれやスケーリングを引き起こす現象である。吸水性の高い骨材を使用している場合には、骨材の脱落（ポップアウト）も発生する。</p> <p>以下のメカニズムの繰返しにより損傷まで進展する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① コンクリートの空隙中の水が凍結し体積膨張(約9%)を起こす ② 自由な空隙が存在しない場合、コンクリートに静水圧が作用 ③ 静水圧がコンクリートの引張強度に達し、ひびわれが発生 ④ 外気温の上昇による融解 <div style="text-align: center;"> <p>毛細管</p> <p>毛細管水の膨張</p> <p>コンクリートからはく離れた小片</p> <p>微小ひび割れ</p> <p>毛細管内の凍結膨張による引張力によって生じた表面はく離</p> <p>飽和ゾーン</p> </div> <p><留意事項> コンクリートの品質が劣る場合、適切な空気泡が連行されていない場合に多く発生する。 コンクリートの品質向上等を図るため、空気量や水セメント比を改善する方法として、混和材料が一般的に使用され始めた時期は、生コンクリートのJISが改正されAEコンクリートが標準的なコンクリートとなった昭和53年以降と推定される。</p> |
| 発生しやすい部位 | <p>漏水などで乾湿の繰返しを受ける部材に発生しやすい。凍結と融解の繰返し回数が多いほど損傷が大きくなるため、北向きよりも南向きの部材のほうで被害が大きくなる傾向にある。</p> |
| 主な損傷 | <p>スケーリング（表面が薄片状に剥離）、微細ひびわれ、ポップアウト（表面が円錐状に剥離）、剥離・鉄筋露出</p> |
| 損傷状況例 | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>漏水箇所や乾湿が繰返される河川等の水面付近で発生しやすい。初期段階では、スケーリングやポップアウトが発生し、損傷の進行に伴い、欠損が拡大する。</p> |

5) 疲労

| 損傷と原因 | |
|----------|--|
| 損傷概要 | <p>疲労は、部材が繰り返し荷重を受けることにより、許容応力を超えない応力で、破壊に至る現象である。損傷は以下の図のように進行する。</p> <p>①床版は等方性に近い版 ②乾燥収縮クラックの発生により異方性版に ③軸荷重により、異方性の方向が90度変化 ④サイコロ状に近い形までクラック密度が増加 ⑤クラック幅の拡大（すり磨き現象、浸透水による石灰分の流出） ⑥押抜きせん断強度の低下による抜け落ち</p> <p><発生しやすい橋梁> ・床版厚さや配力筋が不足している橋梁 ・重交通下の橋梁</p> <p><留意事項> 昭和47年道示以前の基準で設計された床版は、床版厚が薄く鉄筋量が少ない傾向にあり、疲労耐久性が低いものが多い。</p> |
| 発生しやすい部位 | 車両の走行荷重を支えている、RC床版に発生しやすい損傷である。 |
| 主な損傷 | 格子状のひびわれ、角抜け、遊離石灰 |
| 損傷状況例 | |
| | RC床版に2方向、または格子状のひびわれとして発生する。繰り返し荷重により、徐々に進行していき、放置すると床版が抜け落ちる場合もある。水が存在する条件で促進される。 |



第3章 全体方針

3.1 補修・補強方針

3.1.1 基本方針

(1) 橋梁の維持管理は、損傷が軽微な段階で補修・補強を実施する「予防保全」型の管理を基本とし、補修・補強設計においては、予防保全型の維持管理を実現するための補修・補強方法を選定する。

(1) 「道路構造物維持管理計画（道路橋編）」においては、橋梁の維持管理は損傷が軽微な段階で補修・補強を実施する、いわゆる「予防保全」型の維持管理を行っていくことを基本としている。

これは、早め早めに対策を実施することで橋梁の健全性を高く保つことができ、長寿命化を図ることで維持管理費用の縮減を目指すものである。

よって、補修・補強方法の選定、設計においては、予防保全型の維持管理が実現できる方法を選定することが重要である。

3.1.2 新技術、新工法の採用に関する方針

(1) 橋梁の補修・補強工法を選定する際には、新技術・新工法の採用についての可能性を検討する。

新技術、新工法を採用する際には、以下の点に留意する。

- ・ メリットおよびデメリットの整理
- ・ 構造条件や施工条件、架橋位置の環境条件を踏まえた適用性
- ・ 施工実績

(1) 橋梁の補修・補強工法については、日々新しい技術や工法が開発されている。これらの技術や工法は、使用することにより耐久性向上や工費削減、環境負荷の低減が図れるものもあるため、積極的に導入することが望ましい。

ただし、新技術や新工法は、一般的に施工実績が少なく、性能を十分に発揮するための条件設定が重要であるため、対象橋梁の構造条件や施工条件、架橋位置の環境条件を十分踏まえ、性能を十分に発揮できるものであるか確認をする必要がある。

また、施工実績が少ない事により、長期耐久性の確認が困難である事や、予期せぬ効果低減の恐れもあることから、施工実績および施工後の経過年数と状況を調査したうえで採用する事が望ましい。



3.2 補修・補強の流れ

3.2.1 補修・補強業務の全体フロー

(1) 橋梁の補修・補強業務は、各橋梁について個別の調査や検討を行った上で、各橋梁で最適な対策工法を選定することを基本とし、図-3.2.1 に示すフローに従い実施する。

中大規模の損傷（目安として $80 > HI \geq 0$ ）について、詳細調査の必要性を検討したうえで、必要な詳細調査を実施する。次に詳細調査の結果を元に劣化機構を推定し、損傷要因から対策工法を選定する。また、劣化機構により緊急な対応が必要な場合には、安全性確保から早急に応急対策を実施する必要がある。

対象橋梁について、大規模な工事となる補強対策については、架け替えとした方が機能性なども含め、合理的となる場合があることから、架け替えの検討を行う事が望ましい。なお、上部工の損傷は著しいが、下部工の健全性は高いような場合については、上部工のみを更新して、下部工は現況のものをそのまま使用することで、架替費用の縮減を図る方法も考えられる。ただし、この場合には上部工の更新後においても下部工の安全性が確保できるような対策が必要である。

また、架け替えについては、損傷によるものだけでなく、道路幅員の拡幅や河川改修などの外的要因により架け替えが決まる場合がある。

補強もしくは補修が必要となった橋梁で足場を設置する場合には、合わせて他の補修・補強工事を行った方が、安価となる場合がある。このため、工法決定後、合わせて実施することが望ましい補修・補強工事について抽出を行うものとした。

表-3.2.1 同時施工が効果的と考えられるケース（例）

| 部位 | 同時に施工することが効率的であると考えられる工事 |
|-----|--------------------------|
| 上部工 | 床版補強と上部工の塗装工事 |
| | 落橋防止システムの設置と桁端部の塗装 |
| 下部工 | 下部工の耐震補強と断面修復・ひび割れ補修 |

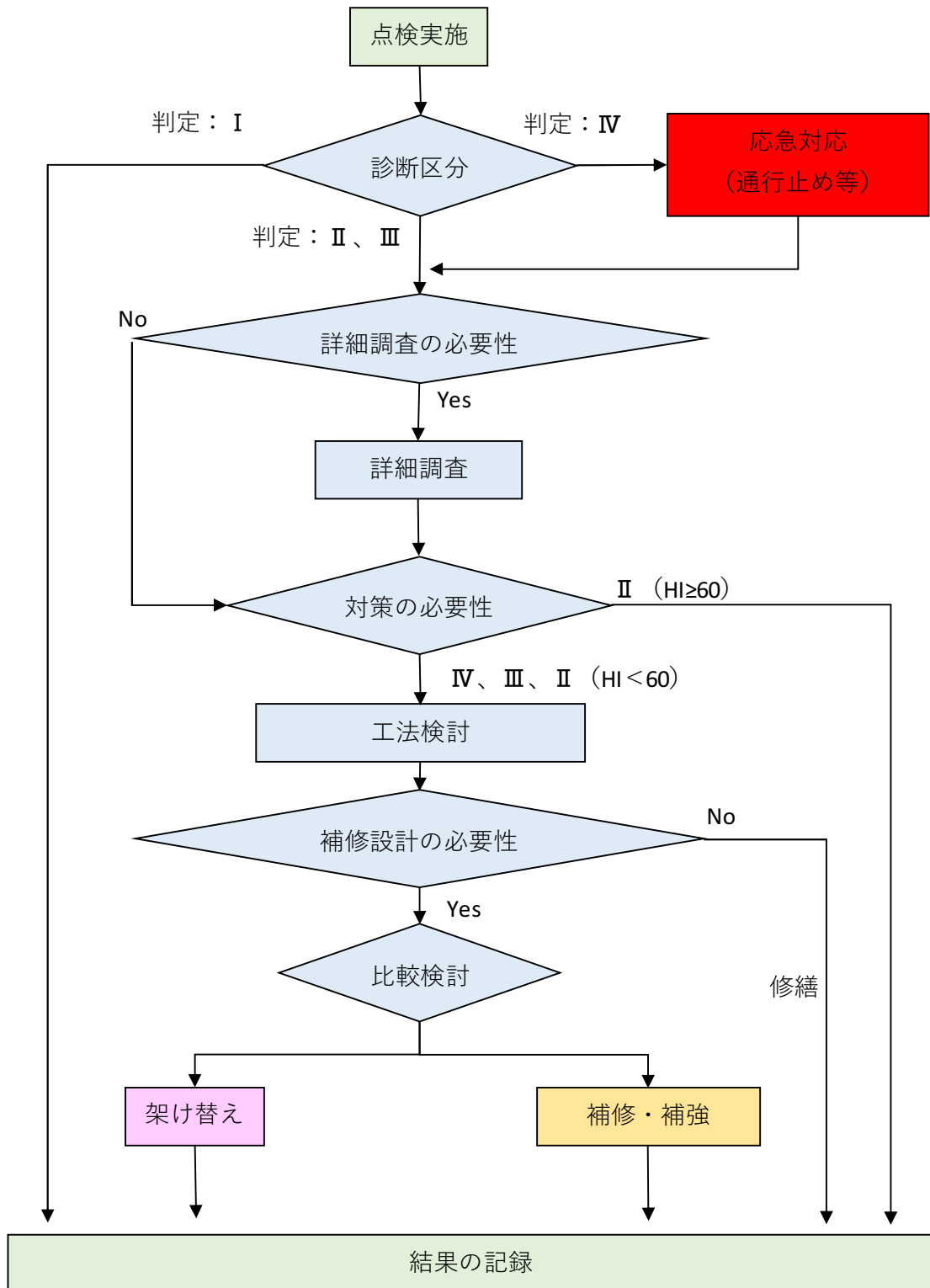


図-3.2.1 補修・補強業務の全体フロー



3.2.2 劣化機構の推定

(1)劣化機構の推定は、発生している損傷から想定される劣化要因を選定する。
 (2)選定された劣化要因について、損傷の発生性状、環境条件などの情報を元に、劣化機構を絞り込む。

(1)劣化機構の推定は、点検の結果認められた損傷により、想定される劣化要因を選定することから始まる。損傷と想定される劣化要因について、表-3.2.2に示す。

表-3.2.2 本要領で対象とする損傷と想定される劣化機構

| 分類 | 番号 | 損傷種類 | 劣化要因 | 対象 | 備考 |
|----------|----------|-----------|------------|---------------|--------------------------|
| 鋼部材 | 1 | 腐食 | 防食機能の劣化 | ○ | |
| | 2 | 亀裂 | 疲労 応力集中 | ○ ○ | |
| | 3 | ゆるみ・脱落 | — | ○ | |
| | 4 | 破断 | — | ○ | |
| | 5 | 防食機能の劣化 | 防食機能の劣化 | ○ | |
| コンクリート部材 | 6 | ひびわれ | 乾燥収縮 | ○ | |
| | | | 中性化 | ○ | |
| | | | 塩害 | ○ | |
| | | | 凍害 | ○ | |
| | | | アルカリ骨材反応 | ○ | |
| | | | 耐力不足 | - | 耐力補強の章を参照 |
| | 7 | 剥離・鉄筋露出 | 施工不良 | ○ | |
| | | | 中性化 | ○ | |
| | | | 塩害 | ○ | |
| | 8 | 漏水・遊離石灰 | — | - | 漏水・遊離石灰の発生要因となっている損傷に準じる |
| | 9 | 抜け落ち | 施工不良 | ○ | |
| 中性化 | | | ○ | | |
| 塩害 | | | ○ | | |
| 凍害 | | | ○ | | |
| 11 | 床版ひびわれ | 疲労 | - | 耐力補強の章を参照 | |
| 12 | うき | 施工不良 | ○ | | |
| | | 中性化 | ○ | | |
| その他 | 13 | 遊間の異常 | 施工不良（設置不良） | ○ | |
| | | | 本体の損傷 | ○ | |
| | | | 支承部の損傷 | ○ | |
| | 14 | 路面の凹凸 | 舗装の損傷 | ○ | |
| | | | 路盤の沈下 | ○ | |
| | 15 | 舗装の異常 | 床版の損傷 | ○ | |
| | 16 | 支承の機能障害 | — | ○ | |
| 17 | その他 | — | ○ | | |
| 共通 | 10 | 補修・補強材の損傷 | — | - | 別途検討が必要 |
| | 18 | 定着部の異常 | 乾燥収縮 | ○ | |
| | | | 施工不良 | ○ | |
| | | | 防食機能の劣化 | ○ | |
| | 19 | 変色・劣化 | 経年劣化 | ○ | |
| | 20 | 漏水・滞水 | 排水不良 | ○ | |
| | | | 伸縮継手からの漏水 | ○ | |
| | 21 | 異常な音・振動 | — | - | 別途検討が必要 |
| | 22 | 異常なたわみ | — | - | 別途検討が必要 |
| | 23 | 変形・欠損 | — | ○ | |
| 24 | 土砂詰まり | — | - | 日常管理（維持工事）で対応 | |
| 25 | 沈下・移動・傾斜 | — | - | 別途検討が必要 | |
| 26 | 洗掘 | 洗掘 | ○ | | |



- (2) 損傷毎に選定された劣化要因について、損傷の発生部位や面積、深さなどといった損傷の状況、塩害地域や重交通の路線に位置するなどといった環境条件などの情報を元に、最も適当であると考えられる劣化機構を絞り込み、推定劣化機構とする。

3.2.3 補修・補強の必要性の判定

- (1) 補修・補強の必要性については、損傷の大きさや状態だけではなく、発生部位や推定される劣化速度や第三者被害の有無など橋梁の設置環境も十分に考慮して判定する。
- (2) 第三者被害が懸念される箇所としては、「H28.12 橋梁における第三者被害予防措置要領（案）国土交通省 道路局 国道・防災課」を基本とする。
- (3) 第三者被害が懸念される箇所は、剥落等による社会的影響が大きいため、剥落防止の必要性について検討する。

- (1) 点検において損傷が認められた場合には、補修・補強の必要性について検討を行う。補修・補強の必要性については、損傷の大きさや状態だけではなく、損傷が発生している部位や推定される劣化速度や第三者被害の有無など橋梁の設置環境も、判定をする上で重要な情報となる。

構造的に問題となるような部位に損傷が発生している場合には、小規模な損傷でも早期に補修・補強を実施することが重要である。また、塩害地域に位置する橋梁のように、劣化の進行速度の速い場合には、早期に対策することが橋梁の健全性を確保する上で重要である。

一方、跨線橋や跨道橋などの第三者被害が想定される橋梁では、小規模な剥落であっても第三者への影響は大きくなることから、これらの各種条件も十分考慮した上で、補修・補強の必要性を判断するものとする。

- (2) 第三者被害が懸念される箇所としては、「H28.12 橋梁における第三者被害予防措置要領（案）国土交通省 道路局 国道・防災課」を基本とし、第三者被害の危険性が想定される以下を対象とする。

- ① 桁下を道路が交差する場合
- ② 桁下を鉄道が交差する場合
- ③ 桁下を公園あるいは駐車場として使用している場合
- ④ 接近して側道又は他の道路が併行する場合



- (3) 第三者被害が懸念される箇所については、現時点で剥落が想定される変状箇所の発見及び変状箇所の確実な除去を行う。除去された断面は、断面修復を行うものとするが、コンクリート構造物は様々な劣化機構で劣化が進行し、新たな剥落が発生する可能性があるため、剥落防止対策を実施する。剥落防止対策については、コンクリート片を剥落させない剥落防止性能や、この剥落防止性能を長期間維持できる耐久性能を有するとともに、施工性、経済性等に加え、維持管理のし易さの観点から工法を選定するものとする。



第4章 調査

4.1 損傷状況と原因を把握するための調査

4.1.1 調査方法選定の基本方針

- (1) 基本的には外観目視調査の結果より損傷原因を推定するが、外観目視の結果だけでは損傷原因を特定できない場合には、詳細調査を実施し、損傷原因の推定を行うための基礎データを収集する。
- (2) 調査結果の他、竣工図面や設計計算書、工事資料などの資料収集を行い、損傷要因を推定する際の参考とする。
- (3) 詳細調査は長期的な視野に立ち、状況に応じて適切な調査と実施時期を計画して実施する。
- (4) 詳細調査方法の選定にあたっては、詳細調査の要否判定を行った上で、部材毎「確認された損傷」に応じた「調査方法」を選定するものとする。
また、調査方法の検討にあたっては、現場条件、各調査方法の適正等を勘案し、適切な調査方法を選定すること。なお、詳細調査の結果、損傷要因の特定に至らなかった場合は、再調査の実施について検討を行う。

- (1) 損傷要因は損傷状況など外観目視点検の結果から概ね特定することが可能であるが、損傷の初期段階や様々な条件が複合している場合には、外観目視の結果のみでは判断できない場合も生じる。このような場合には、非破壊試験やコア抜き調査などの詳細調査を実施し、調査で得られたデータを元に損傷要因を推定する。
- (2) 竣工図面や設計計算書などの設計図書や工事資料は、損傷要因を推定するための貴重なデータとなる。そのため、これらの情報を収集した上で、損傷要因の推定、詳細調査の必要性、詳細調査内容の検討を実施することが重要である。
- (3) 詳細調査は長期的な視野に立ち、必要となるデータを収集できるよう、損傷状況や環境条件など想定される損傷要因に応じて、適切な調査方法と実施時期を計画して実施するものとする。



(4) 詳細調査方法の選定は、図-4.1.1のフローに基づいて実施する。

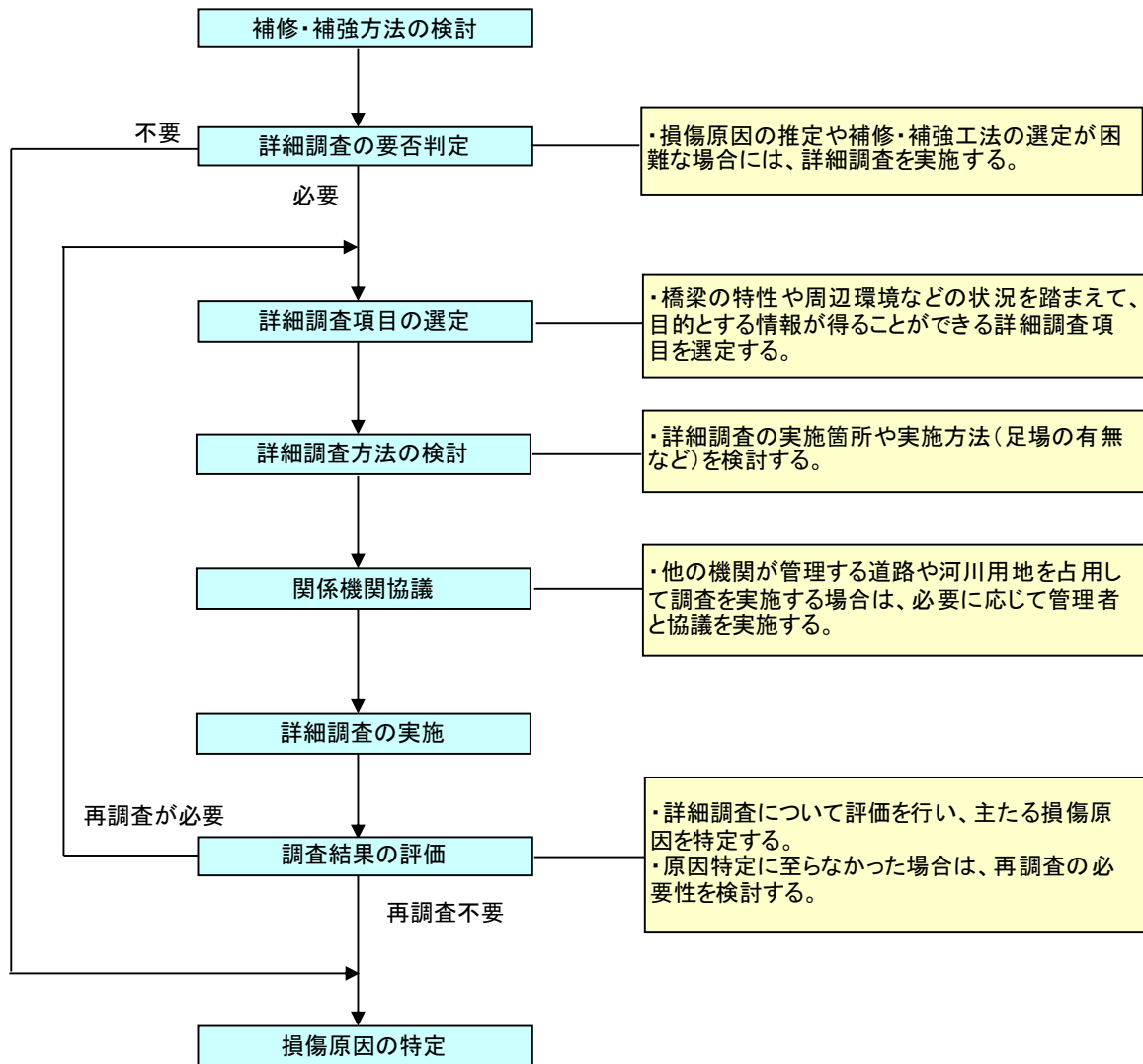


図-4.1.1 詳細調査実施フロー



4.1.2 鋼部材における詳細調査

- (1) 鋼部材において腐食又は亀裂が発生している場合には、損傷の状況を把握するため、詳細調査を実施する。
- (2) 塗膜の割れが発生している箇所は、亀裂が発生している可能性を疑い、詳細調査により亀裂の有無を確認する。
- (3) 塗膜調査
塗膜調査については補修設計時に含有量試験を実施し、工事時に溶出試験を実施するものとする。実施方法および判定基準などについては、「既存塗膜の剥離作業に係る、鉛等有害物の含有状況の確認(変更)について」を参照の上、対応すること。

(1) 鋼部材において、「腐食」又は「亀裂」が発生している場合には、補修・補強の工法の選定やその範囲を明確にするため、腐食による板厚の減少程度やその範囲、亀裂の長さなどを把握するため、詳細調査を実施する。それ以外の「ゆるみ・脱落」、「破断」および「防食機能の劣化」については、近接目視の結果により判断する。(図-4.1.2 参照)

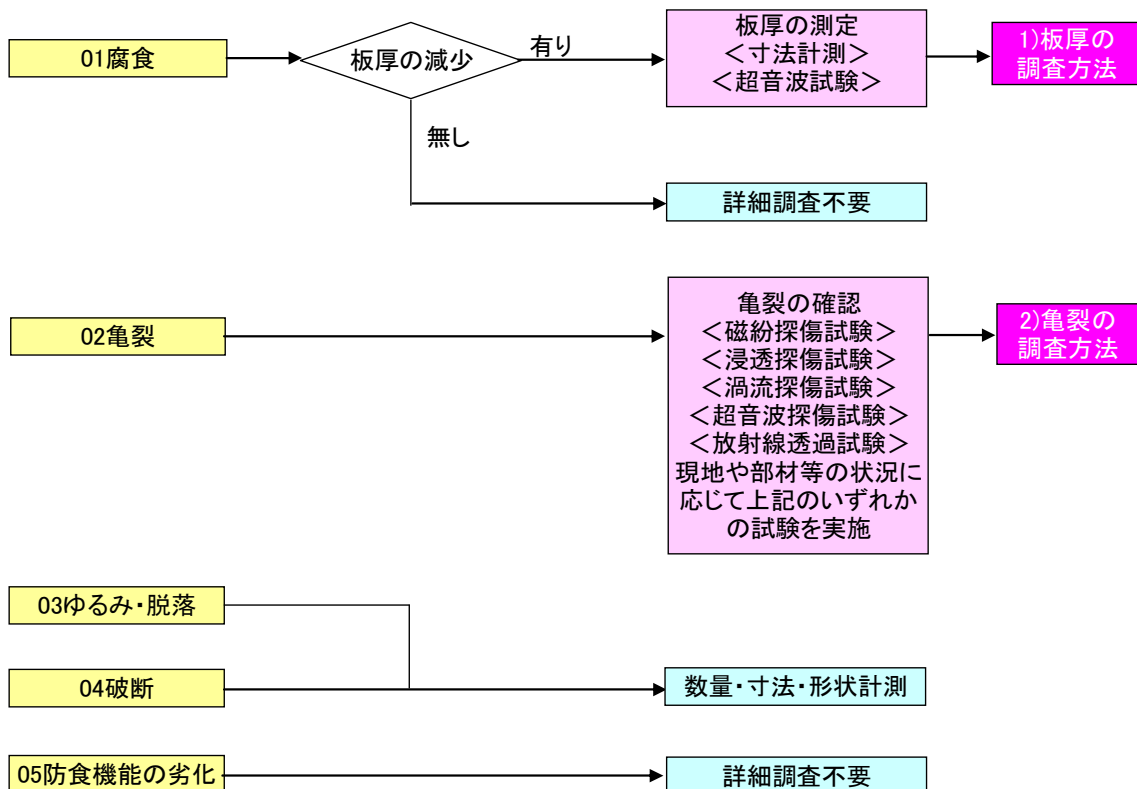
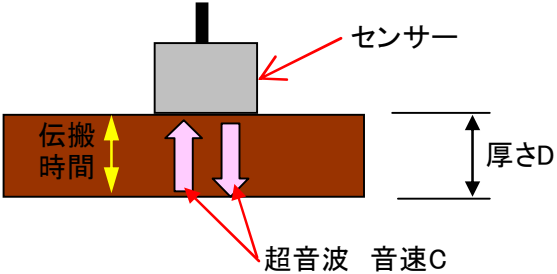



図-4.1.2 鋼部材の詳細調査項目選定フロー

1) 板厚の調査方法

板厚を調査する方法を表-4.1.1に示す。

表-4.1.1 板厚に関する詳細調査方法

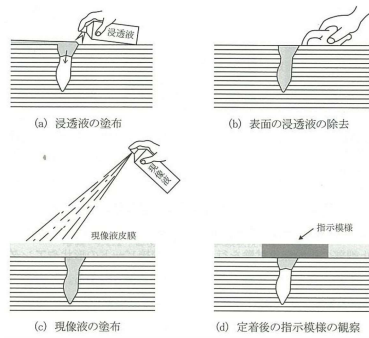
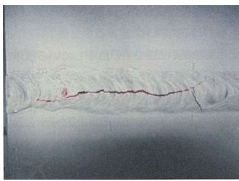
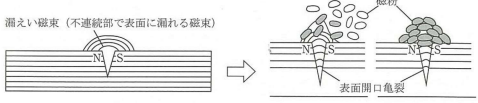

| 損傷 | 詳細調査方法 | 試験概要 | 備考 |
|----|--------|--|---|
| 腐食 | 超音波試験 | <p>超音波は空気中を伝わりにくいという性質を利用して、センサーから発信した超音波が、測定物の反対面に反射し戻ってくる時間(伝播時間)をもとに、厚さを算出する。 伝播時間(t)に測定物の音速(C)を乗じ、厚さを求める。$D = 1/2 \times C \times t$</p>  |  |

2) 亀裂の調査方法

鋼部材の亀裂を調査する方法を表-4.1.2 に示す。

定期点検などで疲労亀裂の発生が疑われる塗膜割れ等を確認した場合、一般的には詳細調査として、亀裂の有無やその寸法等の損傷状態を把握する調査、損傷原因を究明する調査が実施される。疲労亀裂は短い期間で進展し部材破断等に至る可能性があるため、亀裂の発生部位および状況に応じて、適切に損傷対策を実施できるように調査方法を選定する必要がある。

表-4.1.2 亀裂に関する詳細調査方法

| 損傷 | 詳細調査方法 | 試験概要 | 評価 | 適用 |
|----|--------|--|--|----|
| 亀裂 | 浸透探傷試験 | <p>液体と固体との物理的「毛細管現象」を利用して、亀裂を発見する方法。 試験体の表面に浸透液を塗付、浸透させた後に、白色の現像液を表面に適量塗付すると、亀裂内に浸透していた浸透液が毛細管現象で表面に拡大され肉眼で確認できる方法。磁粉探傷検査違い、開口している亀裂のみ検出可能なことが欠点である。</p>  | <p>表面直下の亀裂は検出できない。</p>  | △ |
| | 磁粉探傷試験 | <p>強磁性体の試験部に磁場を作用させると、試験体は磁化されて磁力線が発生するが、試験体の表面もしくは表面直下に磁力線の通過を妨げるような亀裂があるとその部分で磁力線が漏洩し局部的に磁極が発生する。そのため、試験体に細かな蛍光塗料を塗した磁粉を塗付すると、傷の局部磁場により磁粉が傷部に吸着され亀裂を検出する方法。</p>  | <p>表面直下の亀裂も確認でき、機械の操作も容易である。</p>  | ○ |



| 損傷 | 詳細調査方法 | 試験概要 | 評価 | 適用 |
|----|---------|---|--------------------------|----|
| | 渦電流試験 | <p>金属などの導体に、交流電流を流したコイルを近づけたとき、コイルの周囲に生じた磁界が導体に作用し、導体には導体を貫く磁束の変化を妨げるような起電力が生じる。</p> <p>導体にはこの起電力によって渦電流が流れるが、導体に亀裂があると、そのコイルのインピーダンスが変化するため、この性質を利用して亀裂を検出する方法。類似信号やノイズを生じやすく、亀裂の形状・寸法の評価が困難なことが欠点である。</p> | <p>亀裂の形状・寸法を評価困難である。</p> | △ |
| 亀裂 | 超音波探傷試験 | <p>鋼床版のUリブ部の内面など、目視では発見困難な亀裂の存在を確認する方法。鋼材の内部に亀裂があると、超音波は亀裂で反射する性質を使用して、亀裂の有無を推定する。表面状態の影響を受けやすく、探傷技術者の熟練が必要である。亀裂の形状を推定することは、一般には困難である。</p> | <p>片面からの探査が可能である。</p> | ○ |
| | 放射線透過試験 | <p>材質・結晶構造の影響を受けにくい・表層部きずの検出可・きずの種類が推定が可能で記録性がよい。試験体の両面に接近できる必要がある。面状傷では照射方向と欠陥面と平行でなければならない。比較的費用が高い。現像時間が必要。</p> | <p>費用が高く、時間を要する。</p> | △ |

(2) 鋼部材に発生する亀裂は、かなり亀裂が進展した状態を除き、発生初期段階では近接目視のみで発見することは難しい場合が多い。よって、亀裂の存在が疑われるような箇所については、詳細調査を実施し、亀裂の有無を確認することが必要である。特に、鋼部材の塗膜に割れが発生している箇所は、亀裂である可能性が疑われる。そのため、塗膜割れが発生した箇所で、明らかに塗膜割れのみが発生していると断定できない場合には詳細調査を実施し、亀裂の有無を確認する。

なお、塗膜割れか亀裂かの判断は、目視のみでは困難な場合もあるが、亀裂の可能性を疑う状況として、塗膜割れ部から錆汁が発生している場合は、亀裂が発生している可能性を考えるべきである。

また、塗膜割れ部の塗装を部分的に除去することで、塗膜割れのみ発生であるか、亀裂が発生している可能性があるのか否かを確認することも、一つの方法である。

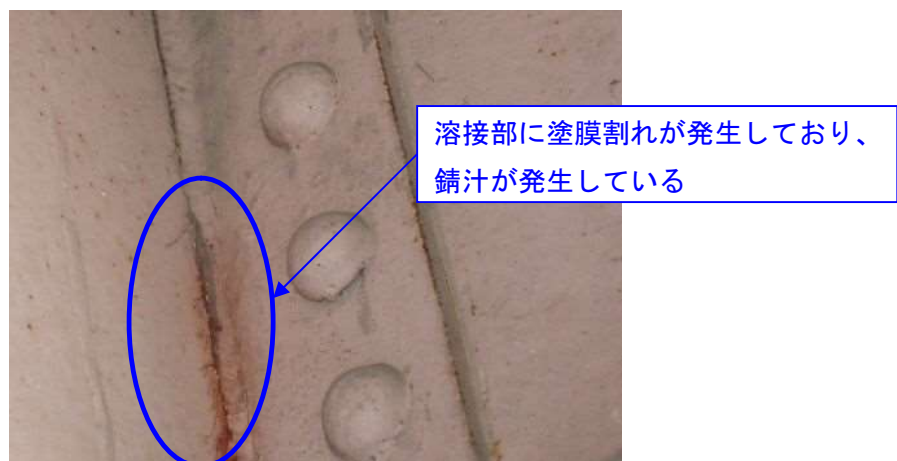
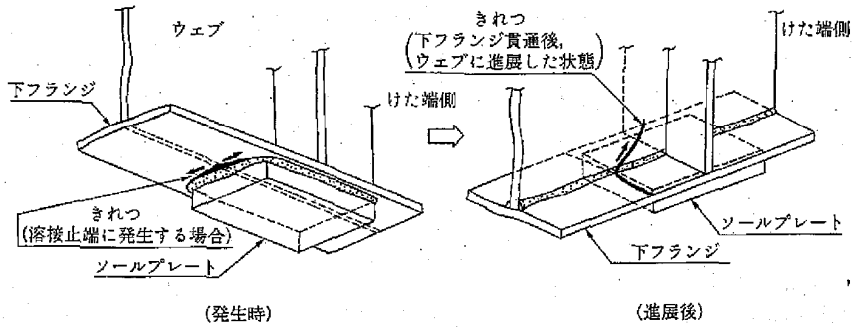


写真-4.1.1 塗膜割れ箇所からの錆汁の発生状況

<亀裂の発生しやすい箇所¹⁾>

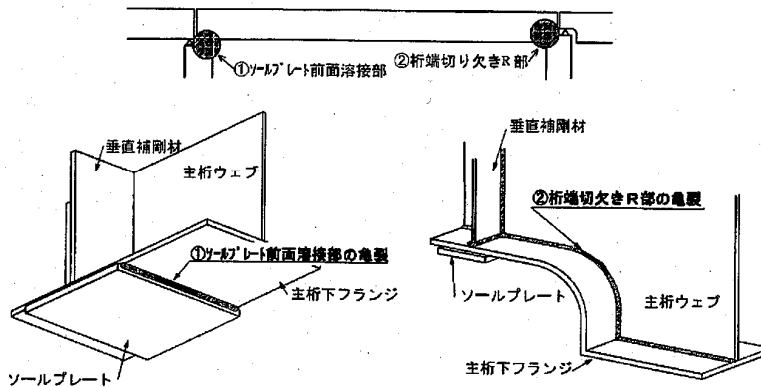
1) ソールプレート前面溶接部

支承周辺部の桁は、活荷重応力、温度変化による水平力など繰返し荷重を受ける範囲であり、特にソールプレート前面は支承機能の劣化により疲労亀裂の発生例は多い。



2) 桁端切欠きR部

桁端切欠き部は断面が急激に変化するため応力が集中しやすい。円弧状に切欠いた形状の場合は特にこのコーナー部に亀裂が生じやすい。

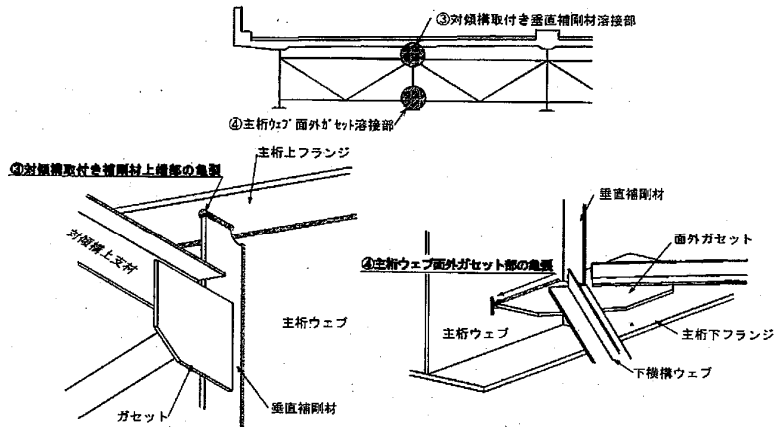


3) 対傾構取付き垂直補剛材溶接部

対傾構の取付き部は、主桁の相対たわみ差や床版のたわみなどにより交番応力が発生し、疲労亀裂の発生例が多い部位である。

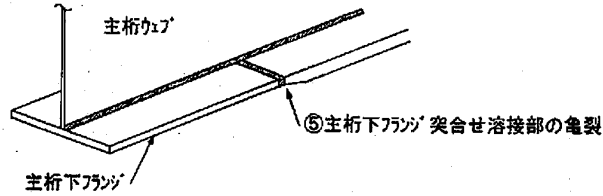
4) 主桁ウェブ面外ガセット溶接部

主桁ウェブに取り付けられた下横構の面外ガセットの端部に発生する亀裂は、主桁ウェブに進展し破断に至る恐れがあるため注意が必要である。



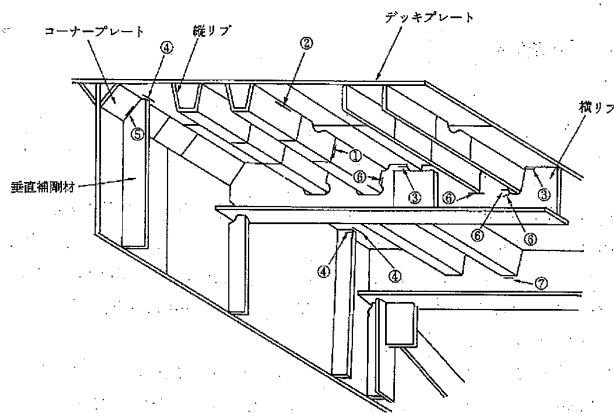
ホ) 主桁下フランジ突合せ溶接部

亀裂の発生例としては希であるが、亀裂が発生した場合、落橋の恐れもある部位であり注意が必要である。



ハ) 鋼床版部

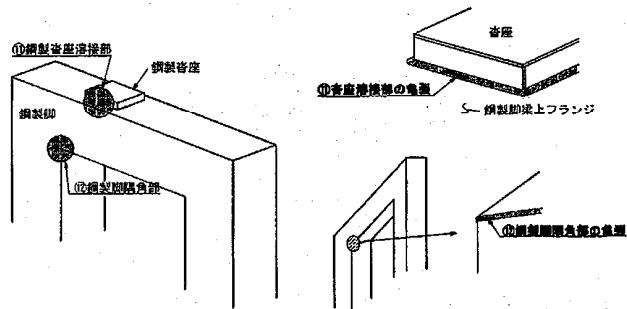
鋼床版は活荷重が直接載荷される部位であり、疲労亀裂の発生事例は多い。構造形式や寸法によるが、もっとも一般的に発生例が多い部位が図に示した個所と考えられる。



- ① 縦リブの現場突合せ溶接
- ② デッキプレートと縦リブのすみ肉溶接
- ③ デッキプレートと横リブのすみ肉溶接
- ④ デッキプレートと垂直補剛材のすみ肉溶接
- ⑤ コーナープレートの溶接
- ⑥ 横リブと縦リブの交差部
- ⑦ 縦リブ端部のすみ肉溶接

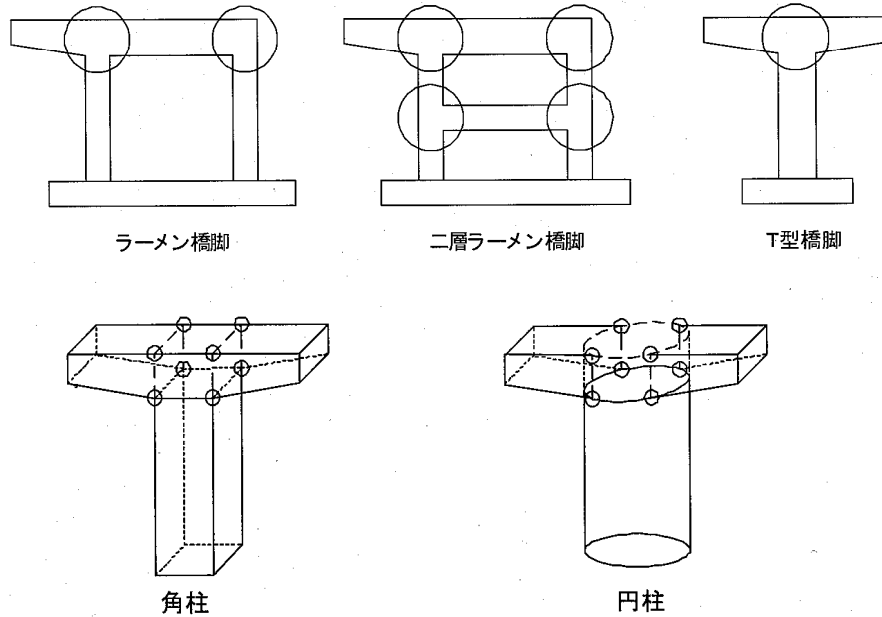
ト) 鋼製橋脚沓座溶接部、鋼製橋脚隅角部

鋼製橋脚においては、鋼製の沓座溶接部や鋼製橋脚の隅角部に亀裂の発生した事例がある。

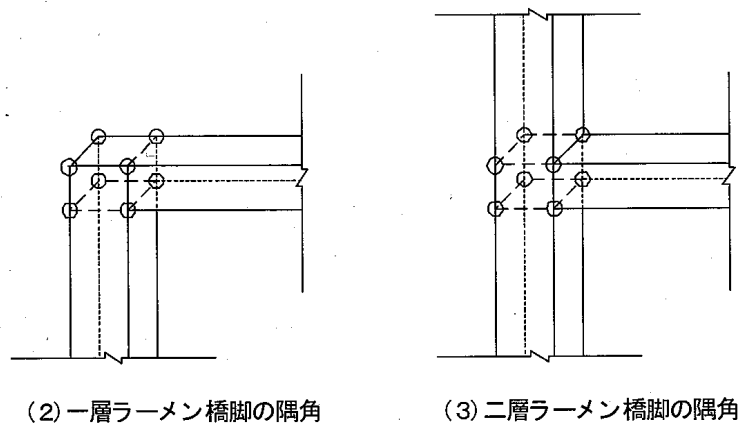




特に、隅角部においては下図の箇所や複数の溶接線が交差する部位、差し込み形式で鋼材を組み合わせた部位の溶接部に亀裂の発生した事例がある。（詳細は「鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領（平成14年5月）」を参照するとよい。）

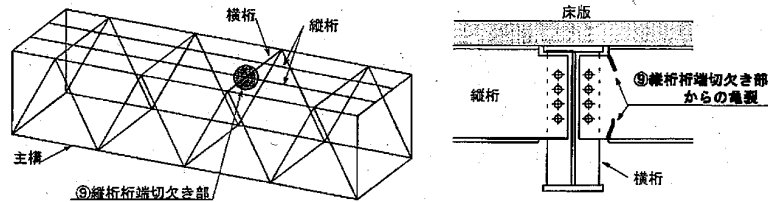


(1) T型橋脚の隅角



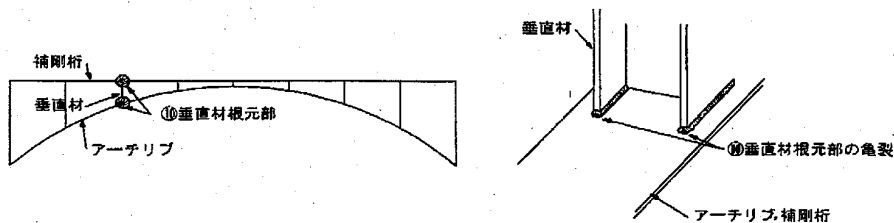
チ) 縦桁桁端切欠き部

床組としての縦桁は桁端のフランジが切欠かれ、横桁などの補剛材に取り付けられる構造形式が多いが、その切欠きから亀裂の生じることがある。アーチやトラス橋の床組構造に多く見られる。



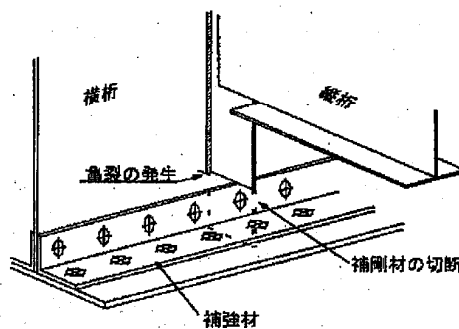
リ) アーチ垂直材根元部

アーチの垂直材根元部は、補剛桁とアーチコードの水平変位差により2次曲げモーメントが生じ、その繰返しによる疲労亀裂が多く発見されている。特に中央付近の短い垂直材個所に多く発生する。



ヌ) その他

疲労損傷の多い橋梁としては、供用後10数年以上経過している、大型車交通量が多い、昭和31または39年道示で設計された溶接橋等の特徴が挙げられ、これらの特徴を有する橋梁については特に注意をする必要がある。また補修・補強個所においては、補強部材などによって剛性が変化することにより近接部位に新たな亀裂の発生する場合もある。構造ディテールの特異な補修・補強部位においても注意が必要である。



参考文献

- 1) 道路橋マネジメントの手引き (平成16年8月) (財) 海洋架橋・橋梁調査会



(3) 既存塗膜の剥離作業を行う場合には、以下の理由から含有量試験を実施する。

- ・ 産業廃棄物としての措置の必要性の判断
- ・ 作業員の安全衛生の措置の必要性の判断
- ・ 近隣住民に対するばく露防止対策の必要性の判断

詳細については第5章を参照すること。

なお、低濃度 PCB 廃棄物については、令和9年3月31日が処理期限と定められている。



4.1.3 コンクリート部材における詳細調査

- (1) 補修設計を行う上で必要となる基本情報を得るために、詳細調査を実施する場合には必ず、共通試験を実施する。共通試験とは、外観目視調査とコンクリート強度試験である。
- (2) コンクリート部材に発生する損傷の劣化要因について、目視調査のみで判断することは難しい場合には、詳細調査を実施して得られたデータを元に劣化機構を推定する。
- (3) コンクリート部材の状態を評価する項目としては、強度、鉄筋のかぶり深さ、中性化深さ、塩化物イオン含有量、埋設鉄筋の腐食に関する試験、アルカリ骨材反応に関する試験がある。

(1) 補修設計を行う上で必要となる、橋梁の緒元や部材寸法、損傷の寸法などの基本情報を得るために、外観目視調査を行うことは重要であり、詳細調査の対象となる全ての橋梁について実施することとした。

また、コンクリートの劣化は外的要因だけではなく、その品質が大きく影響する場合もあることから、コンクリートの品質を確認する目安として、コンクリート強度試験（リバウンドハンマ（シュミットハンマ）による強度試験）を併せて実施することとした。

表-4.1.3 コンクリート部材の共通試験項目

| 試験項目 | 目的 | 備考 |
|------------|---------------------------------|----------------------------|
| 外観目視調査 | 橋梁緒元、部材寸法、損傷の形状・寸法・深さ、補修範囲などの計測 | — |
| コンクリート強度試験 | コンクリートの強度、品質の確認 | リバウンドハンマ（シュミットハンマ）による非破壊試験 |

(2) コンクリート部材に発生する損傷の劣化要因は様々であり、目視調査の結果のみで判断することが難しい場合もある。このような場合には、コンクリートの品質や状態、現時点での劣化状況などを把握するための詳細調査を実施し、その調査結果を基に劣化機構を推定する。実施する詳細調査の項目については、橋梁の置かれる環境や作用、損傷の外観的特徴などから推定を行った上で、適切な調査項目を選定する必要がある。



表-4.1.4 環境、作用から推定される劣化機構

| | | 推定される劣化機構 |
|----|---------|-----------------|
| 環境 | 海岸地域 | 塩害 |
| | 寒冷地域 | 凍害,塩害 |
| | 温泉地域 | 化学的侵食 |
| 作用 | 乾湿繰返し | アルカリシリカ反応,塩害,凍害 |
| | 凍結防止剤使用 | 塩害,アルカリシリカ反応 |
| | 繰返し荷重 | 疲労,すりへり |
| | 二酸化炭素 | 中性化 |
| | 酸性水 | 化学的侵食 |
| | 流水,車両等 | すりへり |

表-4.1.5 外観上の特性から推定される劣化機構

| 変状の外観上の特徴 | 推定される劣化機構 |
|-------------------------------|-----------|
| 鋼材軸方向のひび割れ,コンクリート剥離 | 中性化 |
| 鋼材軸方向のひび割れ,さび汁,コンクリートや鋼材の断面欠損 | 塩害 |
| 微細ひび割れ,スケーリング,ポップアウト,変形 | 凍害 |
| 変色,コンクリート剥離 | 化学的侵食 |
| 膨張ひび割れ(拘束方向,亀甲状),ゲル,変色 | アルカリシリカ反応 |
| 格子状ひび割れ,角落ち,エフロレッセンス | 疲労(道路橋床版) |
| モルタルの欠損,粗骨材の露出,コンクリートの断面欠損 | すりへり |



(3) コンクリートの状態を評価する項目としては、強度、鉄筋のかぶり深さなどコンクリートの品質や構造細目を評価する方法と中性化深さ、塩化物イオン含有量、埋設鉄筋の腐食に関する試験、アルカリ骨材反応など劣化要因に対する試験を直接実施して評価する方法の2種類に大別できる。なお、これらの試験は全て実施する必要はなく、構造物の特性や損傷状況や各種条件を考慮して必要と考えられる調査を実施すればよい。詳細調査を検討する上で参考となる劣化機構に応じて有効となる調査項目の例を以下に示す。

表-4.1.6 劣化機構と要因、特徴および指標

| 劣化機構 | 劣化要因 | 特徴 | 劣化指標の例 |
|---------------|---------------|---|-----------------------------|
| 中性化 | 二酸化炭素水掛かり | 二酸化炭素がセメント水和物と炭酸化反応を起こし、細孔溶液中のpHを低下させ、さらに水分が供給されることによって鋼材が発錆し、コンクリートのひび割れや剥離、鋼材の断面減少を引き起こす。 | 中性化深さ 鋼材腐食量 腐食ひび割れ |
| 塩害 | 塩化物イオン | コンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオンにより促進され、コンクリートのひび割れや剥離、鋼材の断面減少を引き起こす。 | 塩化物イオン濃度 鋼材腐食量 腐食ひび割れ |
| 凍害 | 凍結融解作用 | コンクリート中の水分が凍結と融解を繰り返すことによって、コンクリート表面からスケーリング、微細ひび割れおよびポップアウト等の形で劣化する。 | スケーリング深さ 鋼材腐食量 |
| 化学的侵食 | 酸性物質 硫酸イオン | 酸性物質や硫酸イオンとの接触によりコンクリート硬化体が分解したり、化合物生成時の膨張圧によってコンクリートが劣化する。 | 劣化因子の浸透深さ 中性化深さ 鋼材腐食量 |
| アルカリシリカ反応 | 反応性骨材 | 骨材中に含まれる反応性を有するシリカ鉱物等がコンクリート中のアルカリ性水溶液と反応して、コンクリートに異常膨張やひび割れを発生させる。 | 膨張量 (ひび割れ) |
| 疲労 (道路橋床版) | 大型車通行量 | 道路橋の鉄筋コンクリート床版が輪荷重の繰返し作用によりひび割れや陥没を生じる。 | ひび割れ密度 たわみ |
| すりへり | 摩耗 | 流水や車輪等の摩耗作用によってコンクリートの断面が時間とともに徐々に失われていく。 | すりへり量 すりへり速度 |

表-4.1.7 塩害に関する調査項目の例

| 調査目的 | 調査項目 | 得られる情報 |
|----------------------------------|--|--|
| ・現状の劣化程度の把握 ・構造物の性能低下の予測および評価 | ・腐食ひび割れの有無または幅、深さ、本数等 ・錆汁、浮き、剥離・はく落の有無または面積 | ・美観や第三者影響度に対する性能低下の程度 ・構造物の外観上のグレード |
| | ・塩化物イオン濃度 | ・塩化物イオンの見かけの拡散係数 ・表面における塩化物イオン濃度 ・初期含有塩化物イオン濃度 ・鋼材位置の塩化物イオン濃度 |
| | ・鋼材の位置 ・鋼材の腐食面積、腐食グレード ・鋼材の断面減少の有無または断面減少量 | ・鋼材の腐食発生の有無 ・鋼材の断面減少量 |
| | ・電気化学的指標 (自然電位、分極抵抗、電気抵抗等) | ・鋼材の腐食発生の有無 ・鋼材の腐食速度 |
| | ・含水率 | ・鋼材の腐食速度 |
| | ・たわみ、変位 | ・部材の剛性 |
| | ・コンクリートの圧縮強度 ・コンクリートの静弾性係数 | ・コンクリートの圧縮強度 ・コンクリートの静弾性係数 |
| 塩害に関する環境作用の把握 | ・飛来塩分量 ・凍結防止剤散布状況(量、水質等) | ・表面における塩化物イオン濃度 |
| | ・温度、湿度、降雨のかかり方、日射 | ・鋼材の腐食速度 |
| 塩害と中性化の複合劣化の可能性 | ・中性化深さ | ・中性化深さ ・中性化速度 |



表-4.1.8 中性化に関する調査項目の例

| 調査目的 | 調査項目 | 得られる情報 |
|----------------|------------------------------|---------------------|
| 中性化による劣化の程度の確認 | 鋼材の位置 (かぶり) | 腐食開始時期 |
| | ひびわれ (幅, 深さ, 密度) | 腐食量 (腐食のグレード) |
| | 中性化深さ | 中性化発生の有無, 腐食開始時期 |
| | 鋼材の腐食状況 (面積, 量), 錆汁 | 腐食量 (腐食のグレード), 耐力 |
| | 電気化学的指標 (自然電位, 分極抵抗, 電気抵抗など) | 腐食量 (腐食のグレード), 腐食速度 |
| | たわみ, 変位 | 部材の剛性, 耐力 |
| 中性化の進行の予測 | コンクリート強度, 弾性係数 | 部材の剛性, 耐力 |
| | 温度, 湿度, 二酸化炭素濃度, 雨掛かり, 日射 | 劣化進行速度 |
| | 含水率 | 劣化進行速度 |
| | 電気化学的指標 (自然電位, 分極抵抗, 電気抵抗など) | 腐食量 (腐食のグレード), 腐食速度 |

表-4.1.9 アルカリシリカ反応に関する調査項目の例

| 調査目的 | 調査項目 | 得られる情報 |
|----------------|---|---------------------|
| ASRが生じていることの確認 | ひび割れパターン, コア断面に見られる骨材の状態 | ASRの有無 |
| | 変色, アルカリシリカゲルの滲出 | ASRの有無 |
| | (光学・電子顕微鏡等による) アルカリシリカゲルの有無, 骨材の岩種, 反応性の鉱物等 | ASRの有無 |
| | コンクリート強度, 弾性係数 | ASRの有無, 材料劣化の程度 |
| | 使用骨材のアルカリシリカ反応性 | ASRの有無 |
| ASRによる性能低下の評価 | ひびわれ (幅, 深さ, 密度) | 劣化グレード, 美観 |
| | コンクリート強度, 弾性係数 | ASRの有無, 材料劣化の程度 |
| | 超音波伝播速度等の非破壊試験による指標 | 材料劣化の程度 |
| | 鋼材の位置と腐食状況 (面積, 量) | 腐食グレード, 耐力への影響の有無 |
| | 鋼材の損傷 | 鉄筋破断等の有無, 耐力への影響の有無 |
| 膨張の進行予測 | ひび割れ幅, 膨張量 | ASRの進行速度 |
| | (促進養生試験による) 残存膨張性 | ASR進行の潜在的可能性 |
| | 温度, 湿度, 日射, 雨掛かり, 海水, 凍結防止剤の影響等の環境外力 | ASRの進行に関わる環境条件 |
| 鋼材損傷の探査 | 鋼材の損傷 | 鉄筋破断等の有無, 耐力への影響の有無 |

表-4.1.10 凍害に関する調査項目の例

| 調査目的 | 調査項目 | 得られる情報 |
|----------|--------------------|---------------------|
| 凍害の程度の確認 | 微細ひび割れ | 美観, 幅・深さ・密度 |
| | スケーリング | 美観, 断面減少量 |
| | ポップアウト | 美観, 骨材の品質 |
| | コンクリート強度, 弾性係数 | コンクリート強度, 部材の剛性, 耐力 |
| | 超音波伝播速度 | 凍害の進展範囲 |
| | 鋼材の位置 (かぶり) と腐食状況 | 腐食量 (腐食のグレード), 耐力 |
| | たわみ, 変形 | 部材の剛性 |
| 凍害の進行の予測 | 空隙構造 (空気量, 気泡間隔係数) | コンクリート品質, 凍害進行速度 |
| | 温度, 日射, 水の供給 | 温度, 湿度, 含水率, 凍害進行速度 |
| | 凍結防止剤 | 凍結防止剤の散布量, 凍害進行速度 |



4.2 耐震補強を実施するための調査

4.2.1 調査項目選定の基本方針

- (1) 耐震補強を実施する際には、補強設計に要するデータおよび、施工計画立案のためのデータが必要であることから、耐震補強設計に先立ち、調査により基礎データを収集する。
- (2) 耐震補強を実施するための調査は、現存する資料に応じて、部位ごとに適切な方法で実施する。

(1) 耐震補強は、既設構造物を対象とすることから、既設構造物の状況に応じた対策が必要である。

竣工図書が現存していない場合には、現地調査を実施した上で復元設計を実施し、既設構造物の状況を推定する必要がある。

また、竣工図書が現存している場合でも、実際の構造物が現存している図面と異なる場合（竣工時点から新たに部材が設置されている等）もあることから、現地踏査により全体の構造外観を確認した際、竣工図書との差異が確認された場合は、必要な部分について、主要寸法の確認などを実施する必要がある。

(2) 耐震補強のための調査は、現存する資料や現地状況により、調査を要する項目が異なるとともに、構造形式により、部材ごとの調査内容が異なるため、資料の有無についての確認および、現地踏査を実施した結果により調査項目を設定した上で調査を実施する必要がある。

現存する資料および、現地状況に応じて、現地で調査する項目は表-4.2.1 のものが考えられる。なお、添架物調査などの現地状況に伴う調査は橋梁特有の調査となるため、これらについては、橋梁毎に調査項目を設定する必要がある。



表-4.2.1 耐震補強設計に伴う調査項目

■調査実施内容(上部工)

| 既設構造情報 | 資料名 | 現存資料の有無 | | | | | |
|---------|-------|---------|---|---|---|---|---|
| 上部工部材寸法 | 全体一般図 | | | | | | |
| | 構造図 | - | ○ | - | ○ | - | ○ |
| | 設計計算書 | | | | | | |
| 上部工鋼材配置 | 配筋図 | - | - | ○ | - | ○ | ○ |
| | 設計計算書 | | | | | | |
| 上部工重量 | 設計計算書 | - | - | - | ○ | ○ | ○ |

凡例
○：資料あり
-：資料なし

| 調査内容 | 実施する調査 | | | | | |
|---------|--------|----|---|----|---|---|
| 形状寸法計測 | ○ | - | ○ | - | ○ | - |
| 配筋調査 | ○* | ○* | - | ○* | - | - |
| 上部工重量算出 | ○ | ○ | ○ | - | - | - |
| 復元設計 | ○* | ○* | - | ○* | - | - |

凡例
○：調査必要
-：調査不要

* 上部工の耐震設計を実施する場合のみ対象とする
* 設計精度は劣るが、配筋調査を実施せず、復元設計のみの実施でも良い

■調査実施内容(下部工)

| 既設構造情報 | 資料名 | 現存資料の有無 | | | |
|---------|-------|---------|---|---|---|
| 下部工部材寸法 | 全体一般図 | | | | |
| | 構造図 | - | ○ | - | ○ |
| | 設計計算書 | | | | |
| 下部工鋼材配置 | 配筋図 | - | - | ○ | ○ |
| | 設計計算書 | | | | |

凡例
○：資料あり
-：資料なし

| 調査内容 | 実施する調査 | | | |
|--------|--------|----|---|---|
| 形状寸法計測 | ○ | - | ○ | - |
| 配筋調査 | ○* | ○* | - | - |
| 復元設計 | ○* | ○* | - | - |

凡例
○：調査必要
-：調査不要

* 設計精度は劣るが、配筋調査を実施せず、復元設計のみの実施でも良い

■調査実施内容(土質条件)

| 既設構造情報 | 資料名 | 現存資料の有無 | |
|--------|-------|---------|---|
| 土質条件 | 全体一般図 | | |
| | 設計計算書 | - | ○ |

凡例
○：資料あり
-：資料なし

| 調査内容 | 実施する調査 | |
|------|--------|---|
| 土質調査 | ○* | - |

凡例
○：調査必要
-：調査不要

* 設計精度は劣るが、構造形式から推定しても良い

■調査実施内容(現地条件に伴う調査)

| 現地条件 | | 該当する現地条件 | | | |
|------|---------|----------|---|---|---|
| 交差物件 | 河川 | ○ | - | - | - |
| | 道路 | - | ○ | - | - |
| | 鉄道 | - | ○ | - | - |
| 架橋位置 | 海岸部 | - | - | ○ | - |
| 添架物 | 水道、ガスなど | - | - | - | ○ |

凡例
○：該当する
-：該当しない

| 調査内容 | 実施する調査 | | | |
|----------|--------|---|---|---|
| 河川条件 | ○ | - | - | - |
| 建築限界 | - | ○ | - | - |
| 海岸線からの距離 | - | - | ○ | - |
| 添架物状況 | - | - | - | ○ |

凡例
○：調査必要
-：調査不要



4.2.2 資料収集整理

(1) 橋梁台帳や竣工図書、工事資料などを収集整理し、必要な事項を調査する。

(1) 耐震補強設計を実施するのに必要な基礎データとして、資料の収集を行う。基礎データとしては表-4.2.2に示す項目を調査するものとするが、その他、竣工図面や設計計算書についても収集する。

表-4.2.2 基礎データ収集項目

| 調査項目 | 調査内容 |
|--------|--|
| 竣工年度 | 設計時の基準を把握する。 設計条件が不明な場合は、竣工年度から設計震度や段落としの有無等について推定する。 |
| 設計基準 | 耐震設計で考慮している設計条件とする。 |
| 補強履歴 | 損傷発生頻度を把握する。 |
| 構造形状寸法 | 耐荷力照査要領に従って、耐荷力不足を推定するための構造形式や主要部材の寸法を調べる。 |
| 添架物の有無 | 耐震設計で考慮する付加荷重について把握する。 |

配筋図が現存していない場合、配筋調査や復元設計により配筋状況を推定することになるが、竣工年度から分かる設計時の基準を把握することにより、設計時に考慮した地震動の大きさや、橋脚段落としの有無について推定でき、配筋状況推定の精度が向上する。

なお、竣工年度も不明な場合には、以下の手順で推定する方法が考えられる。

- ・隣接する橋梁の竣工年度に合わせる。
- ・河川改修の履歴から竣工年度を推定する。
- ・プレテンション方式のPC桁では、桁の形状より竣工年度を推定する。
- ・防護柵の形状に応じて竣工年度を推定する。

補強履歴や添架物は耐震補強設計を行う際の重量に影響する項目であるため、調査を行う必要がある。



4.2.3 形状寸法計測

(1) 形状寸法計測を行う場合は、近接し、測定器具により寸法計測を実施する。

(1) 橋梁の基本データを得るために実施する。また、設計計算書が無い場合には、上部工反力を復元設計により算出するためにも必要である。

調査方法は、近接し、コンベックス等により寸法計測を行い、得られたデータにより構造図を復元する。

4.2.4 配筋調査

(1) 配筋調査を行う場合は、コンクリートをはつり、目視、もしくは非破壊により配筋状況を確認する。

- ・耐震補強設計のための配筋状況確認
- ・あと施工アンカー位置検討のための配筋状況確認

(1) 橋脚の耐震補強を実施する場合には、現況の耐震性を把握する必要があることから、橋脚の配筋情報を得るために必要である。調査項目は、以下のとおりである。

- ①軸方向鉄筋の径とピッチとかぶり
- ②軸方向鉄筋の段落とし位置
- ③帯鉄筋の径とピッチ

橋脚の配筋は、2段配筋の場合もあることから、調査結果に基づいて、竣工当時の基準に従い復元設計を実施し、配筋が妥当であるかを照査する必要がある。

落橋防止システムを実施する場合には、アンカー打設時に既設鉄筋と干渉しないように、落橋防止システム設置箇所の配筋調査を実施する。なお、施工時に現場対応が可能な場合には、施工時に調査を実施し、設置前にアンカー位置の見直しを行う方法もある。

調査方法は、鉄筋のピッチ、かぶり及び段落とし位置の調査についてはRCレーダーによる非破壊調査が一般的である。ただし、この方法では、鉄筋径まで調べることが出来ないことから、RCレーダーによる配筋調査後に部分的にかぶりコンクリートをハツリだし、鉄筋径の確認を実施する。なお、既設構造物を傷めたくない場合には、RCレーダーによる調査結果を基に復元設計を実施し、鉄筋径を推定する。ただし、2段配筋の場合は、RCレーダーによる調査が出来ないことから、鉄筋径を推定する方法では、実際との差が大きくなる。



4.2.5 土質調査

(1) 土質調査を行う場合は、以下を目的として実施する。

- ・耐震上の地盤種別の設定
- ・基礎バネの算出

(1) 土質調査は、耐震上の地盤種別を設定するための資料とするほか、橋脚補強時の基礎バネを算出する場合にも使用する。これらは、N値からでも算出可能である。周辺にボーリング推定できる資料がある場合には、これらの資料により推定することも可能である。

調査方法は、通常のボーリング調査となるが、調査箇所については、周辺地盤の状況を踏まえ、支持層が傾斜している場合には、傾斜を把握できる箇所での調査が必要である。

4.2.6 復元設計

(1) 復元設計を行う場合は、以下を目的として実施する。

- ・上部工重量の算出
- ・下部工配筋の推定もしくは妥当性確認
- ・上部工配筋の推定もしくは妥当性確認

(1) 復元設計は、上部工重量の算定と推定した配筋の妥当性照査を主目的として実施する。

上部工重量の算定については、単純桁の場合には、支点反力が算出できれば良いことから、全重量を算出すれば良く、上部工の断面力を照査する必要はないが、上部工の耐震設計を行う場合は別途検討が必要である。上部工の耐震設計を行わない場合でも、ラーメン橋脚の場合は支点ごとの反力を算出する必要がある。

配筋の妥当性照査の場合には、柱基部等、主要断面の配筋状態を応力度計算により照査する。また、橋脚では、段落とし位置の照査も合わせて実施する。なお、段落としの設定方法は、適用規準により相違があることから、当初設計時の適用規準を把握した上で、実施する必要がある。



4.3 耐荷力補強を実施するための調査

4.3.1 調査項目選定の基本方針

- (1) 耐荷力補強を実施する際には、補強設計に要するデータおよび、施工計画立案のためのデータが必要であることから、耐荷力補強設計に先立ち、調査により基礎データを収集する。
- (2) 対象橋梁が現況交通等に対し耐荷力を有するかを判定するための調査は、簡易なものから段階を追って実施するものとする。
- (3) 耐荷力補強の有無を判定するための調査は、損傷の部位ごとに適切な方法で実施する。

- (1) 橋梁定期点検の結果から耐荷力不足が懸念される損傷が発見された場合には、詳細調査を実施し、損傷が耐荷力不足によるものであるか特定する必要がある。
- (2) 耐荷力の有無を判定するための調査は、様々な手法があり、全ての橋梁について実施することは、合理的でないことから、段階を追って実施する。

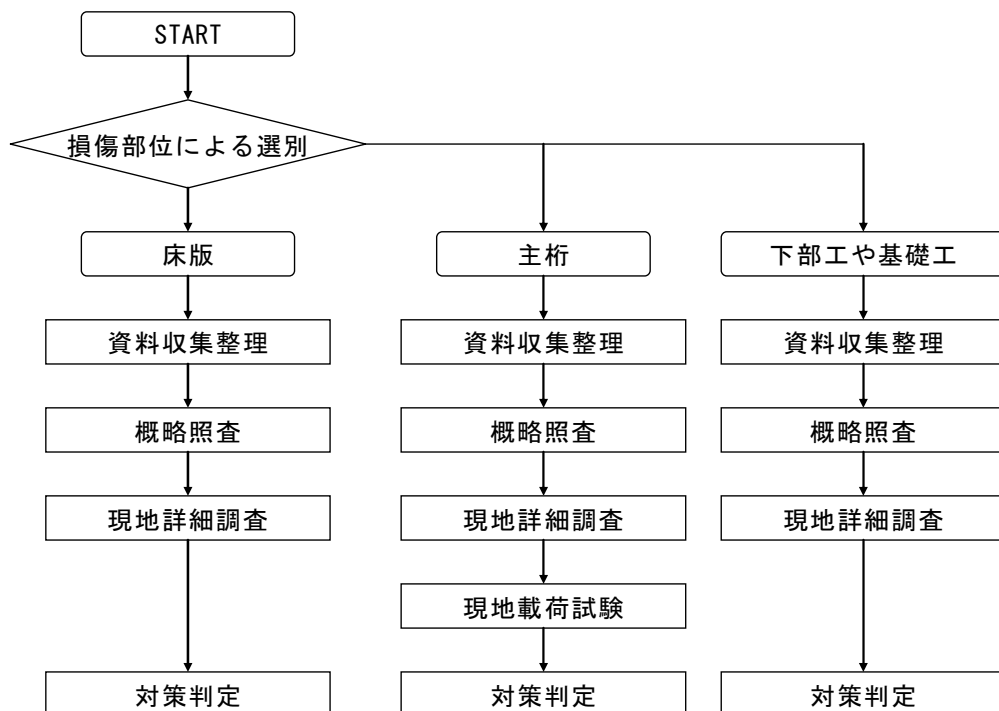


図-4.3.1 耐荷力補強の有無を判定するための調査フロー



(3) 実際の耐荷力は、載荷条件や構造形状により、設計値に対して余裕のある場合も考えられる。

1) 床版

床版は、直接活荷重が載荷される部位であり、疲労などから損傷の進行が早いため、耐荷力不足による損傷がある場合には、早期に対応する必要がある。このため、現地詳細調査により、耐荷力不足による損傷と確認された場合には、早急な対策が必要となる。現地詳細調査の内容は、表-4.3.1 に示す項目が考えられるが、全てを実施するのではなく、現地の損傷に応じて適切に実施する必要がある。

表-4.3.1 床版の詳細調査内容

| 現地状況 | 調査内容 | 確認事項 |
|--|---------------------------------------|------------------|
| 下面にひびわれが発生している。 | 近接目視による調査 (ひびわれ幅、ひびわれ間隔、ひび割れ方向の調査) | 床版の損傷レベルを確認する。 |
| 下面のひびわれから遊離石灰が発生している。 舗装面に多数のひびわれが発生している。 | 舗装の一部を撤去し、上面の調査。 (床版上面のひびわれの有無) | 床版の貫通ひびわれの有無の確認。 |

2) 主桁

主桁は、耐荷力不足により落橋につながることから、重要な部材であるが、地覆や壁高欄、床版などの他の部材が耐荷力に影響している場合もあり、活荷重載荷条件も安全側の設計を行っているものが多いため、設計値よりも実際の耐荷力の方が上回っている事が多い。また、主桁の補強は、大規模な補強となる事が多いことから、詳細調査を行った上で、現地載荷試験を実施し、実際の耐荷力を確認した上で、補強対策判定を行う事が望ましい。

3) 下部工や基礎工

下部工や基礎工などのその他部材については、耐荷力補強が難しいことから、実際の損傷状況を確認した上で、十分に対策の必要性を検討し補強対策を実施する。詳細調査を行う上で、重視する項目は、耐荷力不足による下部工の傾斜や、下部工梁のひびわれなどが挙げられる。

これらが確認された場合については、経過観察を行い、進行性の損傷であるかを確認した上で対策判定を行う事が望ましい。



4.3.2 資料収集整理

(1) 資料収集整理は、橋梁台帳や竣工図書、補修工事資料、過年度の点検結果などを収集整理し、表-4.3.2 に示す事項について調査する。

(1) 資料収集整理は橋梁台帳や竣工図書、補修工事資料、過年度の点検結果などを収集整理し、耐震の補強を検討する上で必要となる表-4.3.2 に示す事項について調査する。

表-4.3.2 収集資料から調査する項目

| 調査項目 | 調査内容 |
|-------------|--|
| 竣工年度 | 供用年数を把握する。 設計基準が不明な場合は、竣工年度から設計基準および活荷重強度を推定する。 |
| 設計基準 | 設計で考慮している活荷重強度を把握する。 |
| 補修履歴および損傷履歴 | 損傷発生の頻度を把握する。 |
| 交通量 | 大型車が通行する可能性について把握する。 |
| 構造形状寸法 | 耐荷力照査要領に従って、耐荷力不足を推定するための構造形式や主要部材の寸法を調べる。 |

1) 竣工年次

竣工年度から分かる供用年数を把握することにより、対策の緊急性が把握できる。短期間で損傷が発生した場合には、損傷の進行速度が速いと考えられるため、早期な対応が必要と考えられる。

2) 設計基準

設計基準を把握することは、設計で考慮している活荷重強度を把握するためにも重要である。設計基準が不明な場合には、竣工年度から設計基準を推定することとなる。なお、竣工年度も不明な場合には、以下の手順で推定する方法が考えられる。

- ・隣接する橋梁の竣工年度に合わせる。
- ・河川改修の履歴から竣工年度を推定する。
- ・プレテンション方式のPC桁では、主桁の形状より竣工年度を推定する。
- ・防護柵の形状に応じて竣工年度を推定する。



3) 補修履歴および損傷履歴

補修履歴や損傷履歴からは、損傷の繰り返しなど特異な損傷を把握することが可能である。同じ部位ばかりが損傷する場合には、損傷に至る要因があり、この要因が耐荷力不足である事が考えられる。

4) 交通量

交通量については、耐荷力補強を行う場合に、補強の要否だけでなく、補強時の対象荷重を設定する上で必要である。大型車が通らない橋梁について、現行の活荷重を載荷する事を考慮した場合には、補強量が極端に大きくなり不経済なものとなる。現交通に支障の無いように荷重制限を行う事も含めて検討する必要がある。

5) 構造形状寸法

構造形状寸法は、「既設橋梁の耐荷力照査実施要領（案）」に従い、概略検討を行う上で必要である。竣工図や橋梁台帳から構造形式や主要寸法を把握するものであるが、これらのデータが無い場合には、寸法計測を行う必要がある。



表-4.3.3 道路設計活荷重の変遷 (橋梁技術の変遷 P.226)

| 名称 | 橋の等級 | | 活荷重 | | | | 衝撃係数 |
|--|--------------------------------|------|--|--------------------------|---|---|--|
| | 道路の種類 | 等級 | 車道 | | 歩道 | 載荷の方法 | |
| | | | 車両荷重 | 等分布荷重 | 群集荷重 | | |
| | | 自動車 | 転圧機 | (大正8年, 15年で は群集荷重と称す) | (昭和14年では, 等 分布荷重と称す) | | |
| 1886 (明19)年8月国 県道の築造標準 (内務省訓 令第13号) | 国道 | 規定なし | 規定なし | | 車道・歩道の区分なし 400貫/坪 (450 kgf/m ²) | | 橋上満面に積載する 規定なし |
| 1919 (大8) 年12月道路 構造令および 街路構造令 (内務省令) | 街路 | | 3,000貫 (11,250 kgf) | 15 tf | 15貫/7尺 ² (=613 kgf/m ²) 径間に応じ相当軽減することを得 | | 規定なし |
| | 国道 | | 2,100貫 (7,375 kgf) | 12 tf | 12貫/尺 ² (=490 kgf/m ²) 径間に応じ相当軽減することを得 | | |
| | 府県道 | | 1,700貫 (6,375 kgf) | 別に規 定なし | 12貫/尺 ² (=490 kgf/m ²) 径間に応じ相当軽減することを得 | | |
| 1926 (大15)年6月道 路構造に関する 規則案 (内 務省土木局) | 街路 | 一等橋 | 12 tf | 14 tf | ○主桁, 主構 120,000 170+L ≤ 600 kgf/m ² ○主桁, 主構以外 600 kgf/m ² | ○主桁, 主構 100,000 170+L ≤ 500 kgf/m ² ○主桁, 主構以外 500 kgf/m ² | 1. 自動車は橋梁の縦 方向に1台とする 2. 転圧機は1橋梁に つき1台とし他の車両 と同時に載荷しない 3. 車両は横の方向に 4台まで 4. 群集荷重は自動車 転圧機の左右前後に等 分布する $i = \frac{20}{60+i} \leq 0.3$ (群集荷重, 転圧 機荷重は衝撃を 生ぜしめない) |
| | 国道 | 二等橋 | 8 tf | 11 tf | ○主桁, 主構 100,000 170+L ≤ 500 kgf/m ² ○主桁, 主構以外 500 kgf/m ² | ○主桁, 主構 80,000 170+L ≤ 400 kgf/m ² ○主桁, 主構以外 400 kgf/m ² | |
| | 府県道 | 三等橋 | 6 tf | 8 tf | 二等橋と同じ | | |
| 1939 (昭14)年2月鋼 道路橋設計示 方書案 (内務 省土木局) | 国道および 小路(I)等 以上の街路 | 一等橋 | 13 tf | 17 tf | L < 30 m 30 m ≤ L ≤ 120 m | 500 kgf/m ² (545-1.5 L) kgf/m ² | 1. 自動車は縦方向に1台、横方向 に制限しない 2. 転圧機は1橋 1台で他の活荷重 と同時に載荷しない 3. 等分布荷重は 自動車の前後左右 に分布する。車道 の床版縦桁の設計 には考えない $i = \frac{20}{50+i}$ (歩道の等分布荷 重, 転圧機荷重 は衝撃を生ぜし めない) |
| | 府県道および 小路(II) 等以上の街 路 | 二等橋 | 9 tf | 14 tf | L < 30 m 30 m ≤ L ≤ 120 m | 400 kgf/m ² (430-L) kgf/m ² | |
| | | | (注) 小路(I)等……幅員6 m以上の街路 小路(II)等……幅員4 m以上8 m未満の街路 | | | | |

| 名称 | 橋の等級 | | 活荷重 | | | | 衝撃係数 | | | | | | |
|---|-----------------------------------|-----|---|---|---|---|--|---|--------|--|-------------------|---|------------|
| | 道路の種類 | 等級 | 車道 | | 歩道 | 載荷の方法 | | | | | | | |
| | | | 車両荷重 | 等分布荷重 | 群集荷重 | | | | | | | | |
| | | | 線荷重 | 等分布荷重 | | | | | | | | | |
| 1956 (昭31)年5月鋼 道路橋設計示 方書 (建設省 道路局長) | 一級国道, 二級国道, 主要地方道 | 一等橋 | 20 tf(T-20) | L-20 | a × 5,000 kgf/m a × 350 kgf/m ² | L ≤ 80 L > 80 a × (430-L) kgf/m ² | 500 kgf/m ² 主桁 350 kgf/m ² | 1. 床版および床組の 車道部はT荷重とし, 自動車は縦方向に1 台、横方向に制限し ない 2. 主桁にはL荷重 とし載荷範囲は制限し ない。線荷重は1橋に つき1個 $i = \frac{20}{50+L}$ (歩道の群集荷重 は衝撃を生ぜし めない) | | | | | |
| | 都道府県道 市町村道 | 二等橋 | 14 tf(T-14) | L-14 | 一等橋の70% | | | | | | | | |
| | (注) 床版および床組の設計……T荷重 主桁の設計……L荷重 | | (注) $a = 1 - \frac{w-5.5}{50}$ (1 ≥ a ≥ 0.75) $w = L$ 荷重の載荷幅 (m) | | | | | | | | | | |
| 1964 (昭39)年8月鋼 道路橋設計示 方書 (建設省 道路局長) | 同上 | 同上 | 荷重 | 主載荷荷重 (幅5.5m) 線荷重 P kgf/m L-20 5,000 L-14 | 等分布荷重 p kgf/m ² L ≤ 80 L < 80 | 従載荷 荷重 主載荷 荷重の 50% | 同上 | 同上 | | | | | |
| 1972 (昭47)年3月道 路橋設計示方書1 共通編 (建設 省都市局長, 道路局長) | 一般国道, 都道府県道 市町村道 | 一等橋 | 20 tf(T-20) | 同上 | | | 床版および 床組 500 kgf/m ² 主桁は下段 にする | 橋種 | 衝撃係数 i | 備考 | | | |
| | 都道府県道 市町村道 | 二等橋 | 14 tf(T-14) | | | | | | | | 鋼橋 | $i = \frac{20}{50+L}$ | |
| | (注) 床版および床組の設計……T荷重 主桁の設計……L荷重 | | 支間 (m) | L ≤ 80 | 80 < L ≤ 130 | L > 130 | | | | | 鉄筋コン クリート 橋 | $i = \frac{20}{50+L}$ $i = \frac{7}{20+L}$ | T荷重 L荷重 |
| 1973 (昭48)年4月特 定の路線にか かる橋、高架 の道路等の技 術基準につ いて (建設省都 市局長, 道路 局長) | 湾岸道路 高速自動車国道 その他 | | 43 tf(TT-43) | 荷重 (kgf/m ²) | 350 | 430-L | 300 | | | 1. 床版および床組の 車道部はTT-43を縦 方向1台、横方向2台 とし横方向にT-20を 載荷する 2. 主桁にはL-20と し主載荷重部にTT- 43を横方向に2台載 荷する | | | |



第4章 調査

| 名称 | 橋の等級 | | 活荷重 | | | | | | 衝撃係数 | | | | |
|---|------------------------------------|-------------|--------------------------|--------|---------------|--------------|-------------|--|---|-----------------------|---------------------------------|-----|-----------|
| | 道路の種類 | 等級 | 車道 | | | 歩道 | 取荷の方法 | | | | | | |
| | | | 車両荷重 | 等分布荷重 | | 群集荷重 | | | | | | | |
| 1980 (昭55)年2月道路橋示方書I共通編 (建設省都市局長, 道路局長) | 一般国道, 都道府県道, 市町村道 | 一等橋 | 20 tf (T-20) | 荷重 | 主載荷重 (幅 5.5m) | | 従載荷重 | 床版および床組 500 kgf/m ² 主桁は下段にする | 1. 床版および床組の車道部はT荷重とし, 自動車は縦方向に1台, 横方向に制限しない 2. 主桁にはL荷重とし載荷範囲は制限しない。総荷重は1橋につき1個 | 橋種 | 衝撃係数 i | 備考 | |
| | | 都道府県道, 市町村道 | | | 二等橋 | 14 tf (T-14) | | | | 線荷重 P (kgf/m) | 等分布荷重 p (kgf/m ²) | | 主載荷重の 50% |
| | L-20 | | 5,000 | 350 | | | 430-L ≥ 300 | 鉄筋コンクリート橋 | | | $i = \frac{20}{50+L}$ | L荷重 | |
| | L-14 | | 一等橋の70% | | | | | | | | | | |
| | (注) 床版および床組の設計……T荷重 主桁の設計………L荷重 | | | 支間 (m) | L ≤ 80 | 80 < L ≤ 130 | L > 130 | プレストレストコンクリート橋 | | $i = \frac{20}{50+L}$ | T荷重 | | |
| | | | 荷重 (kgf/m ²) | 350 | 430-L | 300 | | $i = \frac{10}{25+L}$ | L荷重 | | | | |
| | 湾岸道路, 高速自動車国道, その他 | | 43 tf (TT-43) | | | | | | 1. 床版および床組の車道部はTT-43を縦方向1台, 横方向2台とし横方向にT-20を載荷する 2. 主桁にはL-20とし主載荷重部にTT-43を横方向に2台載荷する | | | | |
| 1990 (平2)年2月道路橋示方書I共通編 (建設省都市局長, 道路局長) | 同上 | | 同上 | | | 同上 | | | 同上 | | | | |

| 名称 | 道路の種類 | 活荷重 | | | | | | 歩道 | 取荷の方法 | 衝撃係数 | |
|---|---|---------|-----------------------|----------------|-------|-------------|---------------------------------------|---|---|------|-----|
| | | 設計自動車荷重 | T荷重 | 車道 | | | 群集荷重 | | | | |
| | | | | L荷重 | | | | | | | |
| 1993 (平5)年11月道路橋示方書I共通編 (建設省都市局長, 道路局長) | 高速自動車国道, 一般国道, 都道府県道, 幹線市町村道等 | 25 tf | 荷重の区分 | 主載荷重 (幅 5.5 m) | | | 従載荷重 | 床版および床組は 500 kgf/m ² 主桁は等分布荷重 q_2 と同じ | 1. 床版および床組の車道部はT荷重を, 橋軸方向に1組, 橋軸直角方向に制限しないで載荷する 2. 床組はB活荷重の場合, 断面力に係数を乗じる 3. 主桁はL荷重とし, 載荷範囲は制限しない | 同上 | |
| | | | | 等分布荷重 q_1 | | 等分布荷重 q_2 | | | | | |
| | その他の市町村道 | B活荷重 | 20 tf | 10 | 1,000 | 1,200 | 350 | 430-L | | | 300 |
| | | | | | | | | | | | |
| | (注) 床版および床組の設計……T荷重 主桁の設計………L荷重 平成2年とT荷重, L荷重のモデルは異なる | | | 部材の支間長 L (m) | | | L ≤ 4 | L > 4 | | | |
| | | | 床組等の設計に用いる係数 (B活荷重のみ) | | | 1.0 | $\frac{L}{32} + \frac{7}{8} \leq 1.5$ | | | | |



表-4.3.4 鉄筋コンクリート床版に関する設計基準の変遷
(鋼道路橋疲労設計便覧 (令和2年9月) P.66)

| 基準 | | 後輪荷重 (tf) | 活荷重曲げモーメント (tf・m/m) (連続版) | | 最小版厚 (cm) |
|---------|-----------------------------|----------------------------|--|--|--|
| | | | 主鉄筋 | 配力鉄筋 | |
| 大正 15 年 | 道路構造に関する細則案 (内務省) | $P=4.5(T-12), P=2.25(T-6)$ | — | — | — |
| 昭和 14 年 | 鋼道路橋設計示方書 (案) | $P=5.2(T-13), P=3.6(T-9)$ | — | — | — |
| 昭和 31 年 | 鋼道路橋設計示方書 | $P=8.0(T-20), P=5.6(T-14)$ | $(1+i)(0.4P(L-1))/(L-0.4)$ ただし, $2.0 < L \leq 4.0m$ ここに, i は衝撃係数 | — | 14 (有効版厚 11) |
| 昭和 39 年 | 鋼道路橋設計示方書 | | | — | |
| 昭和 42 年 | 鋼道路橋一方鉄筋コンクリート床版の配力鉄筋設計について | | | | |
| 昭和 43 年 | 鋼道路橋の床版設計に関する暫定基準 (案) | | $0.8(0.12L+0.07)P$ 付加曲げモーメントを生じる場合は別途 付加曲げモーメントを加算 | $0.8(0.10L+0.04)P$ 大型車交通量 1,000 台 / (日・方向) 以上で 20% 増し | $3L+11 \geq 16$ $3L+11 \geq 16$ (大型車交通量, 不等沈下考慮) |
| 昭和 46 年 | 鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版の設計について | | | | |
| 昭和 47 年 | 道路橋示方書・同解説 | | | | |
| 昭和 53 年 | 鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版の設計・施工について | | | | |
| 昭和 55 年 | 道路橋示方書・同解説 | | | | |
| 平成 2 年 | 道路橋示方書・同解説 | | | | |
| 単位系の変更 | | | | | |
| | | | 主鉄筋 | 配力鉄筋 | |
| 平成 6 年 | 道路橋示方書・同解説 | $P=100$ (T 荷重片側) | $0.8(0.12L+0.07)P$ $2.5 < L \leq 4.0m$ で $1.0+(L-2.5)/12$ を割増し | $0.8(0.10L+0.04)P$ 付加曲げモーメントを加算 | $30L+110 \geq 160$ (大型車交通量, 不等沈下考慮) |
| 平成 8 年 | 道路橋示方書・同解説 | | | | |
| 平成 14 年 | 道路橋示方書・同解説 | | | | |
| 平成 24 年 | 道路橋示方書・同解説 | | | | |

注 1) 活荷重曲げモーメント及び最小版厚は, 連続版で主鉄筋が車両進行方向に直角の場合だけを示す。
 注 2) L は床版の支間長 (m) を示す。
 注 3) σ_{28} 及び σ_{ck} はコンクリートの設計基準強度を示す。



表-4.3.5 プレストレストコンクリート橋桁の変遷
(プレストレスト・コンクリート建設業協会 HPより抜粋)

プレテンション桁 (JIS桁) の変遷

| 年代 | JIS番号 | 構造形式 | 支間 | 荷重 |
|--------------|-----------|----------|----------|--------------|
| 昭和34年 (1959) | JIS A5313 | プレI | L=5~13m | TL-20, TL-14 |
| 昭和35年 (1960) | JIS A5316 | プレT | L=8~15m | TL-20, TL-14 |
| 昭和38年 (1963) | JIS A5319 | プレI | L=5~13m | 軽荷重T-10 |
| 昭和50年 (1975) | 建設省PRげた | プレH (中空) | L=10~20m | TL-20, TL-14 |



建設省PRHげた廃止、
プレH、プレTの断面変更

| | | | | |
|-------------|-----------|----------|----------|--------------|
| 平成3年 (1991) | JIS A5313 | プレH | L=5~21m | TL-20, TL-14 |
| | JIS A5316 | プレT | L=14~21m | TL-20, TL-14 |
| | JIS A5319 | プレH (充実) | L=5~13m | 軽荷重T-10 |



JISマーク表示品目の改訂

| | | | | |
|--------------|-----------|----------|----------|---------|
| 平成12年 (2000) | JIS A5373 | プレH | L=5~24m | A活荷重 |
| | | プレT | L=18~24m | B活荷重 |
| | | プレH (充実) | L=5~13m | 軽荷重T-10 |

ポストテンション桁 (建設省標準設計) の変遷

| | 昭和44年 (1969) 制定 | 昭和55年 (1980) 改正 | 平成6年 (1994) 改正 |
|---------------------|--|--|--|
| 断面 | | | |
| 活荷重 適用支間 PC鋼材 | TL-20, TL-14 L=14~40m 12φ5mm(SWPR1) 12φ7mm(SWPR1) | TL-20, TL-14 L=20~40m 12φ7mm(SWPR1) 12T12.4mm(SWPR7A) | B荷重 L=20~45m 7S12.7mm(SWPR7BL) 12S12.7mm(SWPR7BL) 12S15.2mm(SWPR7BL) |
| 場所打ち 床版幅 | 60cm以下 | 65cm以下 | 73cm以下 |

■スラブ用プレストレストコンクリート橋げた

| 昭和35年 (1960) 制定 | 昭和46年 (1971) 改正 PC道示S43に適合 | 昭和55年 (1980) 改正 PC道示S53に適合 |
|--|--|-------------------------------|
| | 上フランジ幅750mm変更 ヘンドアップ鋼材採用 | ウェブ幅150mm変更 |
| 活荷重 T-20, T-14 適用支間 L=8~15m 桁高さ H=500~900mm PC鋼材 1φ5mm および 1S9.3 (SWPC7) | 活荷重 T-20, T-14 適用支間 L=10~21m 桁高さ H=600~1000mm PC鋼材 1S12.4 (SWPC7) | 適用条件変更無し |

■スラブ用プレストレストコンクリート橋げた

| JIS A5313 | 建設省PRH |
|--|--|
| 昭和34年 (1959) 制定 | 昭和50年 (1975) 制定 |
| 活荷重 T-20, T-14 適用支間 L=5~13m 桁高さ H=250~600mm PC鋼材 1φ2.9mm | 活荷重 T-20, T-14 適用支間 L=10~20m 桁高さ H=400~950mm PC鋼材 1S12.4mm (SWPR7A) |
| 昭和55年 (1980) 制定 道示S53に適合 適用支間、主桁断面変更無し PC鋼材、1S9.3、1S10.8mm (SWPR7A) | |

| 平成3年 (1991) 改正 道示H2に適合 | 平成7年 (1995) 改正 道示H6に適合 | 平成12年 (2000) 改正 |
|--|---|---------------------------------|
| 労力省力化断面へ変更 | 活荷重: A, B荷重 平成7年にJIS A5313と合併し、JISA5316となる | JISの統合によりJIS A5373となり現在に至る |
| 活荷重 T-20, T-14 適用支間 L=8~15m 桁高さ H=500~900mm PC鋼材 1φ5mm および 1S9.3 (SWPC7) | 活荷重 A, B荷重 適用支間 L=18~24m 桁高さ H=900~1300mm | 適用条件変更無し PC鋼材1S152 (SWPR7BL) |

■スラブ用プレストレストコンクリート橋げた

| JIS A 5313 | |
|----------------------------|--|
| 平成3年 (1991) 制定 道示H2に適合 | 1断面から中空断面へ改訂 適用支間 L=5~21m 桁高さ H=275~800mm PC鋼材 1S12.7mm, 1S15.2mm (SWPR7A) ボンドコントロール採用 |
| 平成7年 (1995) 制定 道示H6に適合 | 設計自動車荷重: A, B活荷重 適用支間 L=5~24m 桁高さ H=350~1000mm |
| 平成12年 (2000) 制定 道示H8に適合 | JIS A 5316と合併 JIS A 5373となり、現在に至る PC鋼材 1S12.7, 1S152mm |



表-4.3.6 プレテンTげたにおけるけた形状寸法と規格・標準設計の関係

| 規格 | JIS A 5316-1960 | JIS A 5316-1971 | JIS A 5316-1980 | JIS A 5316-1991 | JIS A 5313-1995 | JIS A 5373-2001 | JIS A 5373-2004 |
|------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 年度 | 昭和35年 | 昭和46年 | 昭和55年 | 平成3年 | 平成7年 | 平成12年 | 平成16年 |
| 桁形状 | バルブT桁 | | | | ストレートウェブT桁 | | |
| 断面図 | 最小断面 | | | | | | |
| | 最大断面 | | | | | | |
| 下フランジ幅(mm) | 300 | 350 | | — | — | — | — |
| 下フランジ厚(mm) | 100~150 | 160 | | — | — | — | — |
| ウェブ厚(mm) | 130 | | 150 | 240 | 300 | | |
| 桁高(mm) | 500~900 | 600~1000 | 600~1000 | 750~1050 | 900~1300 | | |
| 上フランジ幅(mm) | 500 | 750 | 750 | 750 | 800 | | |
| 上フランジ厚(mm) | 120~130 | 160 | | | | | |
| PC鋼材 | φ5、SWPC7 9.3mm | SWPR7A 12.4mm | | SWPR7B 15.2mm | SWPR7BN 12.7mmおよび15.2mm | | |
| 活荷重 | T-14 / T-20 | | | | A/B活荷重 | | |
| コンクリート強度 | 主桁(kg/cm ²) | | | | 500 | | |
| | 間詰(kg/cm ²) | | | | 300 | | |
| 支間(m) | 8~15 | 10~21 | | 14~21 | 18~24 | | |
| 備考 | ・PC道示(S43) 制定に適合させた | | ・道路橋示方書(S53) 制定に適合させた | ・道路橋示方書(H2) 改定に適合させた | ・道路橋示方書(H6) 改定に適合させた | | |

表-4.3.7 ポステンTげたにおけるけた形状寸法と規格・標準設計の関係

| 規格 | 橋梁編集委員会 | | 建設省標準設計 | |
|------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|--|
| 年度 | 昭和41年 | 昭和44年 | 昭和55年 | 平成6年 |
| 桁形状 | バルブT桁 | | ストレートウェブT桁 | |
| 断面図 | | | | |
| | 下フランジ幅(mm) | 400~500 | 400~500 | 500 |
| 間詰め幅(mm) | 350以下 | 600以下 | 650以下 | 730以下 |
| ウェブ厚(mm) | 140, 160, 180 | 150, 160, 180 | 180, 200 | 340, 360 |
| 上フランジ幅(mm) | 1200, 1500 | 1200, 1500 | 1500 | 1500, 1750 |
| 上フランジ厚(mm) | 180 | 180 | 200 | |
| PC鋼材 | L ≤ 20m 12φ5 L ≥ 21m 12φ7 | L ≤ 20m 12φ5 L ≥ 21m 12φ7 | L ≤ 27m 12φ7 L ≥ 28m 12T12.4 | L ≤ 25m 7S12.7B 25m < L ≤ 38m 12S12.7B 38m < L 12S15.2 |
| 活荷重 | TL-14, TL-20 | | | B活荷重 |
| コンクリート強度 | 主桁(kg/cm ²) | | | |
| | 間詰(kg/cm ²) | | | |
| 支間(m) | 14~40 | 14~40 | 20~40 | 20~45 |
| 備考 | ・オリエンタルコンクリート社出版の標準設計を基に編集された。 | | ・上フランジに20mmハンチを付けた。 | ・道路橋示方書(H6) 改定に適合させた。 |



4.3.3 概略照査

(1) 概略照査は、「既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)」に準拠して、机上で耐荷力の照査を実施する。

(1) 橋梁の設計では、設計が行いやすいようにモデル化した設計が行われている。たとえば、幅員が狭く、自動車一台のみ通行可能な橋梁の場合でも、主載荷幅 5.5m を最大として活荷重を載荷している。従って、幅員によっては、設計値よりも大きい耐荷力を有している場合もありえる。「既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)」で記載されている概略検討方法は、車両大型化による基準改訂に伴い、全ての橋梁で詳細な検討を行う事は、現実的でない事から、既設橋のデータより簡易的に耐荷力不足を判定しようとするものである。

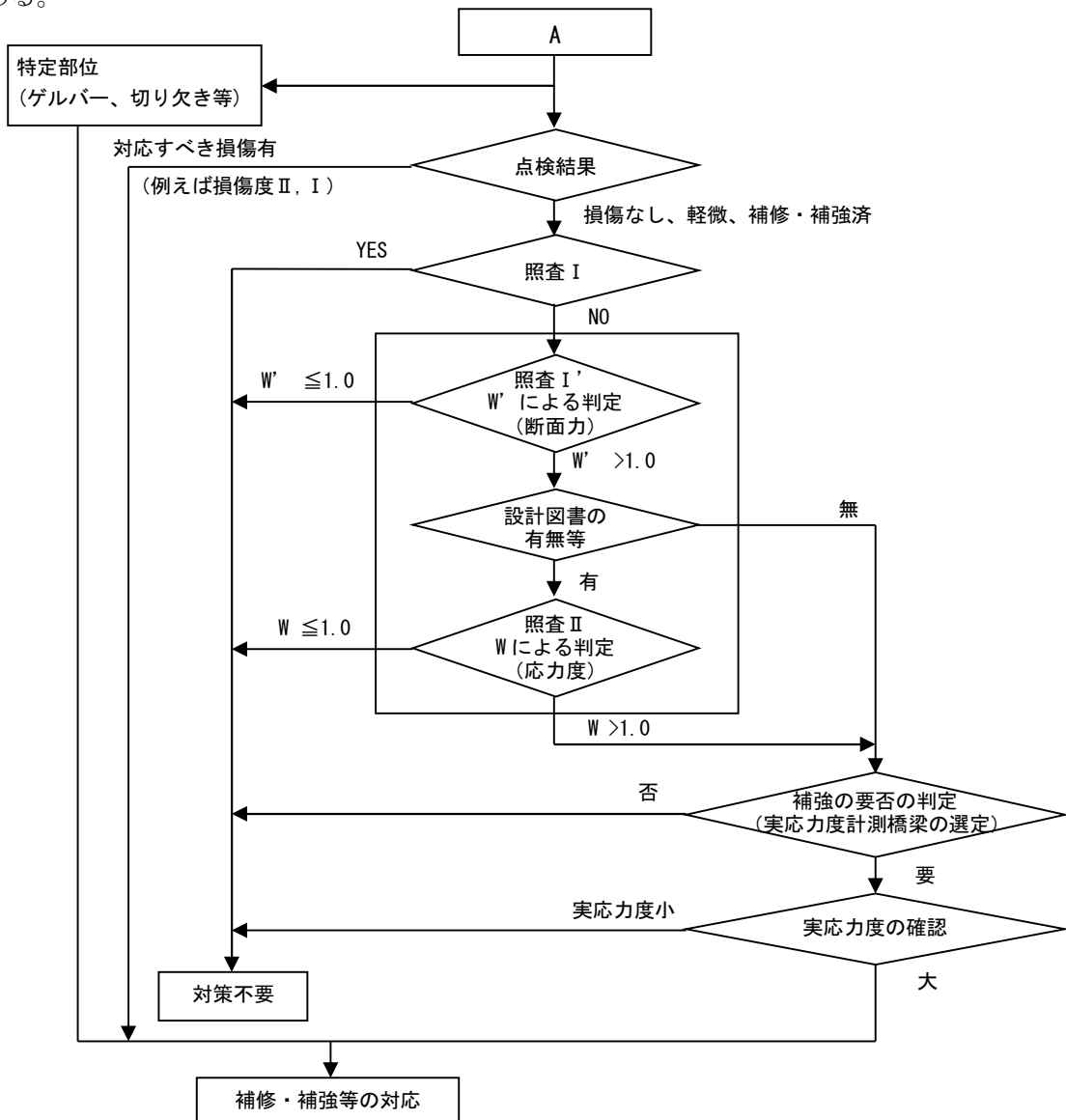


図-4.3.2 「既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)」での照査フロー



なお、「既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)」については、TL-25 に対する照査であることから、TL-16 で設計された橋梁に対して、対応荷重を TL-20 と設定した場合の照査方法は、記載されていない。このため、簡易的に TL-16 から TL-25 への安全率 $W1$ と TL-20 から TL-25 への安全率 $W2$ の比をもって照査を実施する。

4.3.4 現地載荷試験

(1) 現地載荷試験は、載荷試験と応力頻度測定を実施する。

(1) 載荷試験は、既設橋梁にたわみやひずみを計測する機材を設置し、予め明らかとなっている荷重を構造物の計画された位置に作用させて、載荷荷重に対する応答を求め、構造物の状態を把握する。実際の橋梁は、設計で考慮していない地覆などの部材や、非合成桁の床版などの影響から、設計値より耐荷力が大きい場合がある。これらの設計で反映されていない部材の影響を含めて、実際の耐荷力を把握するために載荷試験を実施する。

応力頻度測定は、72 時間の橋梁の主要部材の応力を把握し、交通量と合せて耐荷力不足を確認するものである。



第5章 補修

5.1 補修工法選定の基本方針

- (1) 補修工法は、損傷原因に応じた的確な工法を選定するとともに、構造形式や周辺環境などを十分に考慮し、的確な工法を選定する。
- (2) 損傷原因が耐荷力不足など構造細目等に問題がある場合には、補修の実施に先立ち、それらの要因を取り除くための補強を実施する。
- (3) 補修にあたっては、再劣化の防止を目的に損傷原因の除去を検討する。

(1) 補修工法は、同じ損傷であっても損傷原因によって、的確な工法を選ぶことが重要である。また、構造形式や補修の対象となる部材、橋梁の周辺環境などによっても、適するもの適さないもの、あるいは施工可能なもの不可能なものなど補修工法によって様々な特徴があるため、これらを十分に考慮したうえで、補修工法を選定することが非常に重要である。誤った補修工法を選定すると再劣化など、構造物の健全性の低下や維持管理費用の増大といった問題を引き起こすこととなる。

(2) 損傷原因が耐荷力不足など構造細目等に問題がある場合には、補修を実施しても補修の効果が十分に得られず、再劣化を生じる可能性がある。そこで、補修の実施に先立ち、それらの要因を取り除くための補強を実施することが重要となる。補強の要否や工法の選定においては、構造詳細や発生応力などを考慮の上、別途検討をする必要がある。

(3) 補修を実施したにも関わらず次回点検において再劣化が確認される事例が見られる。主な原因としては、損傷箇所のみを補修し、損傷原因の除去が適切に施されていないことが挙げられる。よって、補修設計においては、確実に損傷原因の特定を行い、損傷原因の除去も含めた工法検討を行うものとする。例えば、床版に剥離鉄筋露出や床版ひびわれ等が見られる際の橋面防水工の実施や伸縮装置からの漏水による橋座部の鋼材の腐食が見られる際の伸縮装置の非排水化などが考えられる。補修時は損傷原因の除去を先行して実施し、その後、損傷箇所の補修を行うものとする。



5.2 鋼部材の補修

5.2.1 鋼部材の補修工法の選定

- (1) 鋼部材の補修工法は、鋼構造物の損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、的確な工法を選定する。
- (2) 本要領に記載している対策は、恒久的な対策を目的としたものである。損傷の状況に応じて実施する緊急的な対策や応急的な対策については、別途検討する必要がある。

(1) 鋼部材の補修工法は、鋼構造物の損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、的確な工法を選定する。また、検討に際しては、短期的な視点だけでなく、長期的な視点からライフサイクルコスト（LCC）を低減させることのできる工法を選定するものとする。

(2) 本要領に記載している対策は、恒久的な対策を目的としたものである。しかしながら、亀裂などの損傷は急激に損傷が進行し、最悪の場合は落橋に至る可能性も考えられる。そのため、このような進行性の早い損傷については、恒久的な対策が行われるまでの間、緊急的な対策や応急的な対策を行うことが重要である。緊急的な対策や応急的な対策については、状況に応じて、別途検討するものとする。

5.2.2 鋼部材の補修工法の選定フロー

- (1) 鋼部材の補修工法の選定は、図-5.2.1～図-5.2.5 に示すフローにより行うものとする。

- 1) 腐食
- 2) 亀裂
- 3) ゆるみ・脱落
- 4) 破断
- 5) 防食機能の劣化

1) 腐食

腐食による損傷は、板厚の減少が発生しているか否かによって、また腐食を促進させる要因となる漏水の有無によって、実施する対策が異なってくる。板厚の減少が発生していない或いはごくわずかで耐荷性能への影響が小さいと考えられる状況の場合は、発生している錆を落とした上で再塗装を行うものとする。

一方、腐食が進行し板厚の減少が認められる場合には、あて板により補修を行う。なお、腐食による板厚の減少が著しい場合には、部材の交換も含めて検討すべきであるが、部材によって交換することの難易度が異なるため、交換が可能かどうか十分に検討する必要がある。

なお、いずれの状況においても漏水により腐食が促進されている場合には、漏水を



抑制することが補修後の健全性を保つために重要となることから、橋面防水工や伸縮装置の非排水化、排水装置の適正化（排水管が損傷し、橋面排水が桁にかかることにより腐食を促進させている場合がある）を併せて実施することが重要である。

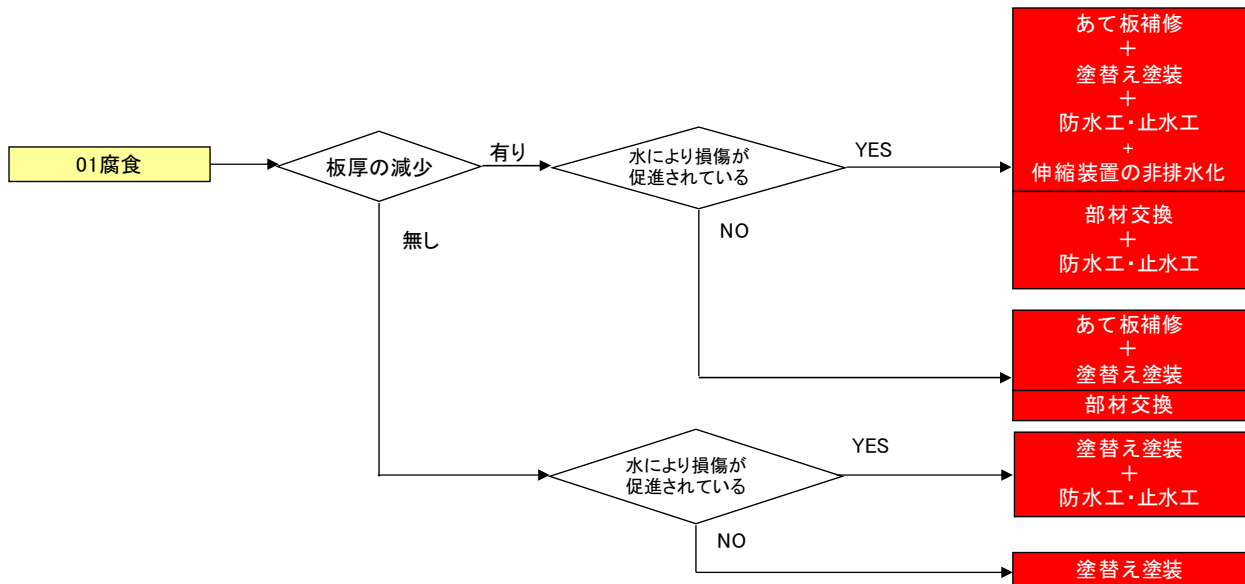


図-5.2.1 鋼部材の腐食に対する補修工法選定フロー

2) 亀裂

亀裂は、単に補修しただけでは再発する可能性があるため、発生原因を特定した上で補修を実施することが重要である。発生箇所が一次部材の場合には、部材を交換することが困難である場合が多いため、あて板による補修を基本とする。二次部材については、部材の交換が可能かどうか検討を行い、可能な場合は部材の交換を実施する。

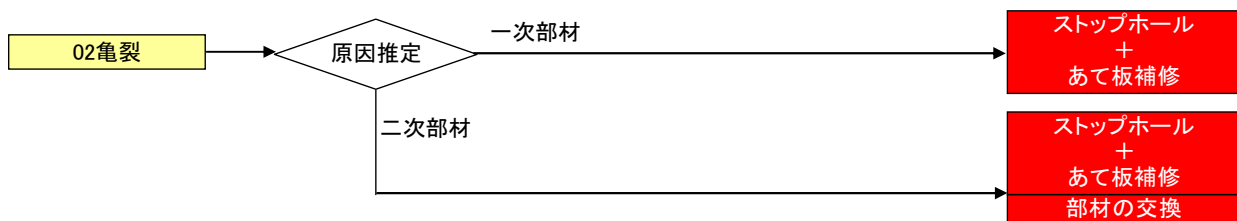


図-5.2.2 鋼部材の亀裂に対する補修工法選定フロー



3) ゆるみ・脱落

ボルトにゆるみや脱落が発生している場合には、締め直しにより対応するものとする。なお、脱落が発生している場合、F11TやF13Tなどのボルトを使用している場合には、遅れ破壊による脱落であると考えられることから、脱落を生じていない他のボルトも脱落する恐れがある。このような場合には、健全な部分を含めボルトの交換が必要である。

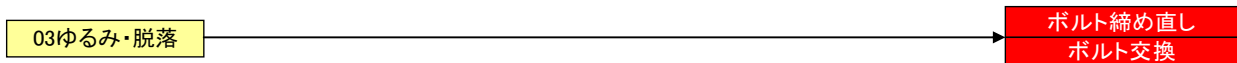


図-5.2.3 鋼部材のゆるみ・脱落に対する補修工法選定フロー

4) 破断

破断に至った原因を特定し、腐食や亀裂と同様の対策を実施する。

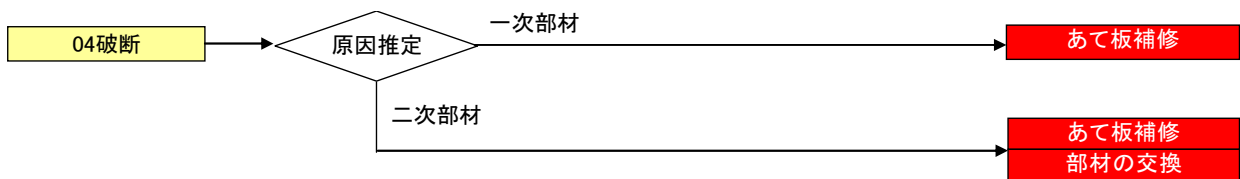


図-5.2.4 鋼部材の破断に対する補修工法選定フロー

5) 防食機能の劣化

漏水等により劣化が促進されているかを確認し、腐食と同様の対策を実施する。

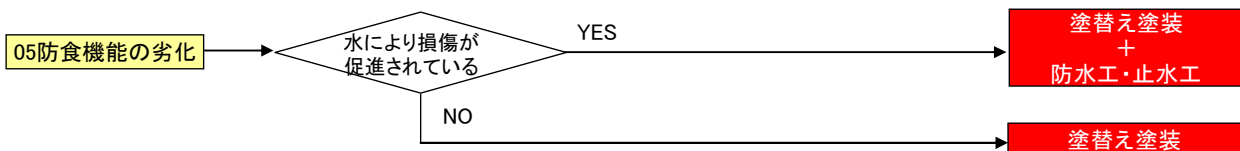


図-5.2.5 鋼部材の防食機能の劣化に対する補修工法選定フロー



5.2.3 鋼部材の補修工法

(1) 鋼部材の補修工法としては、主に以下に示す工法があげられる。

- 1) 塗替え塗装工
- 2) あて板工
- 3) ストップホール工
- 4) 部材交換工
- 5) 防水工・止水工
- 6) ボルト交換工

1) 塗替え塗装工

① 塗替え方式

i) 全面塗替え

鋼部材の塗膜は、一般的には一様に劣化する傾向にあるが、部位により塗膜の劣化程度が異なる場合も少なくない。本来であれば、塗膜に劣化が生じた段階で直ちに塗替えを行うことが理想的であるが、経済性や作業条件などの各種の制約があるため、橋梁の機能に問題がない範囲で部分的な塗膜の劣化は許容するものとし、全面塗替えにより対処することを基本とする。

ii) 部分塗替え

鋼部材の塗膜は、桁端部や添接部、下フランジ下面、漏水の発生箇所などにおいては、他の部位に比べ劣化が著しくなる傾向にある。そこで、他の部位の塗膜が健全な状態であっても、特定の部位の塗膜劣化が著しい場合には、劣化の著しい箇所のみについて塗替えを行う部分塗替えを行うことが望ましい。

なお、部分塗替えの実施においては、構造的に重要な部材であれば、随時塗替えを行うことが必要であるが、それ以外の場合においては、長期的な維持管理費用の縮減の観点から、部分塗装の実施が経済的であるかを検討することも必要である。また、部分塗替えを行った箇所と行っていない箇所で色調や光沢、汚れの程度などに相違が生じることから、特に景観性を重視する橋梁の場合は、この点についても考慮が必要である。



写真-5.2.1 局所的な塗膜劣化の発生例



写真-5.2.2 部分塗装の実施例

②塗替え塗装仕様

塗替え塗装については、Re-I 塗装型（素地調整程度1種（1種ケレン）＋弱溶剤形ふっ素樹脂塗料）を基本とする。なお、1種ケレンの実施においては、研掃材や塗膜のケレダストの飛散が伴うため、飛散防止ネットなどによる養生を完全実施する必要がある。

また、工事上の制約によって1種ケレンが実施できない場合や小規模橋梁については、3種ケレンでの塗替えを行っても良いものとするが、塗膜の耐久性が大幅に劣るため、以降の維持管理には十分注意が必要である。



表-5.2.1 塗替え塗装仕様

【Rc-I 塗装系】

| 塗装工程 | 塗料名 | 使用量 (g/m ²) | 塗装方法 | 塗装間隔 |
|------|------------------|----------------------------|------|--------|
| 素地調整 | 1種 | | | 4時間以内 |
| 防食下地 | 有機ジンクリッチペイント | 600 | スプレー | 1日～10日 |
| 下塗 | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 | 240 | スプレー | 1日～10日 |
| 下塗 | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 | 240 | スプレー | 1日～10日 |
| 中塗 | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 | 170 | スプレー | 1日～10日 |
| 上塗 | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 | 140 | スプレー | 1日～10日 |

【Rc-III 塗装系】

| 塗装工程 | 塗料名 | 使用量 (g/m ²) | 塗装方法 | 塗装間隔 |
|------|-------------------------------|----------------------------|---------|--------|
| 素地調整 | 3種 | | | 4時間以内 |
| 下塗 | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 (鋼材露出部のみ) | (200) | はけ、ローラー | 1日～10日 |
| 下塗 | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 | 200 | はけ、ローラー | 1日～10日 |
| 下塗 | 弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 | 200 | はけ、ローラー | 1日～10日 |
| 中塗 | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 | 140 | はけ、ローラー | 2日～10日 |
| 上塗 | 弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗 | 120 | はけ、ローラー | 2日～10日 |

③色彩

色彩については、ふじのくに色彩・デザイン指針（社会資本整備）に基づくものとするが、以下の点についても留意し決定する。

- ・橋梁の色彩計画においては、色彩の持つイメージだけに頼らず、周辺にある色彩との関係に配慮しなければならない。
- ・橋梁本体の景観性と同様に周辺環境との調和に基づいて検討する必要がある。
- ・防護柵や照明ポール等の色彩は、景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン（国土交通省，平成16年3月）に基づき、ダークブラウン（10YR2.0/1.0）を基本とし、海岸線や都市部など周囲が開けた明るい景観に誘導する必要がある場所では、グレーベージュ（10YR6.0/1.0）とするなど、全般に落ち着いた暖色系の色彩でまとめると周辺景観との調和が得られやすくなる。
- ・地域ごとに設定された色彩方針に依らない場合、若しくは塗替え前の色彩を変更する場合は、道路保全課と協議すること。



④鉛等有害物含有塗膜の取扱いについて

鉛等有害物含有塗膜の取扱いについては、「既存塗膜の剥離作業に係る鉛等有害物の含有状況の確認及び対応について 道路部道路保全課 (R2.3)」に準じるものとする。以下に抜粋を添付する。

i)鉛等有害物の含有状況の確認について

【含有量】試験：既存塗膜の剥離作業を行う場合は、PCB等の含有状況を確認すること。

【PCB汚染物判定】：PCB汚染物として、管理・運搬・処分を行う必要があるか確認。

| 有害物質 | 判定基準 | 適用日付 | 試験の方法 |
|------|----------|------------|---|
| PCB | 0.5mg/kg | 平成31年3月27日 | 低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法(第5版) (令和2年10月 環境省) |

※塗膜くずについては「廃プラ」に該当、剥離剤を使用する場合には「汚泥」に該当する可能性があります。判定基準としては0.5mg/kg以下であれば低濃度PCB汚染物に該当しない。

【作業環境対策判定】：作業員の安全衛生保護、暴露防止対策の要否判定。

(基準値を超えると作業主任者の選任、呼吸用保護具の着用等が必要となる。)

| 有害物 | 判定基準 | 適用 |
|------------|----------|-------------------------|
| 鉛又はその化合物 | 含鉛塗料※の場合 | 労働安全衛生法 鉛中毒予防規則 |
| クロム又はその化合物 | 1%以上 | 労働安全衛生法 特定化学物質障害予防規則 |

※含鉛塗料の定義については平成30年7月30日付基安化発0730第1号通知を参照

【溶出】試験：産業廃棄物処分時に「特別管理産業廃棄物」に該当するか確認に必要。

・既存塗膜の処分を行う場合は、鉛、PCB、クロムの含有状況を確認すること。

| 有害物 | 特別管理産業廃棄物 判定基準 産業廃棄物溶出試験(環境庁告示第13号) |
|----------------------|--|
| 鉛又はその化合物 | 0.3mg/L |
| クロム又はその化合物(六価クロムとして) | 1.5mg/L |
| ポリ塩化ビフェニル(PCB) | 0.003mg/L |

※静岡市の基準では汚泥として取り扱われます。

【含有量】試験及び【溶出】試験について

含有量試験は設計時に、溶出試験は処分段階で実施することを基本とする。



- ・通常の塗装工事において、ブラスト作業により発生した産業廃棄物（研削材や旧塗膜の混合物）は、最終処分場への受入前に必ず溶出試験を実施すること。
 - ・含有量試験により PCB 含有を確認し、PCB 汚染物と判明した場合、溶出試験結果に関わらず（仮に溶出試験基準値以下であっても）、特別管理産業廃棄物として処理を行う。
 - ・工事段階では、含有量試験は実施しない。
- ※設計時に含有量試験を行い PCB 汚染物及び特別管理産業廃棄物に該当しないとして、工法選定、運搬・処理等の工法選定を行った内容を踏襲する。
- ・含有量試験で排出される調査削りくずについて、PCB 汚染物の場合、（調査結果だけでなく）その重量を確認しておき、工事に合わせ適切に運搬・処分を行うこと。
- なお、工事実施までの一時保管については、道路保全課に確認の上、土木センター等で確実に管理、保管すること。

ii)試験の目的

- ・含有量試験は、PCB 汚染物としての措置が必要となるか判断するため、および既存塗膜の剥離作業を行う場合において近隣住宅及び作業員の安全衛生を確保するため、ばく露防止対策を講じる必要性を確認するために実施する。
 - ・溶出試験は、ブラスト作業等により発生した鉛等有害物を含有する産業廃棄物について、処分段階で特別管理産業廃棄物に該当するか判断、確認するために実施する。
- ※産業廃棄物として処理する際には溶出試験結果が必要となることから、最終処分場への受入前に溶出試験を実施する。

iii)鉛等有害物の含有施設の対応について

- ・「鉛等有害物を含有する塗料の剥離やかき落とし作業における労働者の健康障害防止について」（平成 26 年 5 月 30 日付け国官技第 58 号）（以下、「厚労省通知」）に基づき対応すること。

【鉛・PCB 含有塗膜の剥離作業】

- ・PCB を含有する道路橋については、1 種ケレン等により PCB 除去を行うものとする。
（令和 9 年 3 月 31 日が処理期限）
- ・鉛、PCB を含有する施設の塗膜除去を行う場合、「厚労省通知」を遵守する。
- ・工法選定にあたっては、「湿式による作業」として必要な素地調整程度を確保するため、「剥離剤とブラスト併用」等湿潤化工法について比較検討すること。
- ・乾式を採用する場合は、湿潤化した場合と同程度の粉じん濃度まで低減させる方策として、環境対策かつ安全対策を確実に講じるものとし、必要となる経費を積上げ安全費として設計に計上すること。
- ・工法選定にあたっては、湿潤化工法 1 種類以上、乾式工法 1 種類以上を入れ^{※3} 工法程度の比較検討をすること。



- 剥離剤による塗膜除去を実施する場合、工事発注時は2回塗りで設計計上するものとし、工事落札後、施工前に試験施工を行い剥離剤の有効性、塗布回数を確認することを基本とする。
- 塗膜の剥離工法の選定にあたっては、必要に応じて新技術、新工法の採用も検討すること。ただし、新工法採用にあたっては、鋼道路橋防食便覧、国や他自治体の採用・施工実績・施工後状況、対象施設の現場周辺状況等に基づき、信頼性、経済性、残供用年、耐久性、施工可能性等から総合的に判断、評価すること。(道路保全課と協議)

(参考資料1) 塗装系別推定耐久年数

塗装系別推定耐久年数

| | | | |
|-------|-------------------|-------------|-----|
| 初期仕様 | A-1 A-5 | C-4 C-5 | |
| 塗替え仕様 | a-1 Ra-III | c-3 Rc-I | |
| 塗装名称 | 長油性フタル酸樹脂塗装 | ふっ素樹脂塗装 | |
| 環境 | 一般環境 (山間部) | 15年 | 60年 |
| | やや厳しい環境 (市街地部) | 10年 | 45年 |
| | 厳しい環境 (海岸部) | — | 30年 |

※橋梁技術者のための塗装ガイドブック(平成18年11月、社団法人 日本橋梁建設協会)

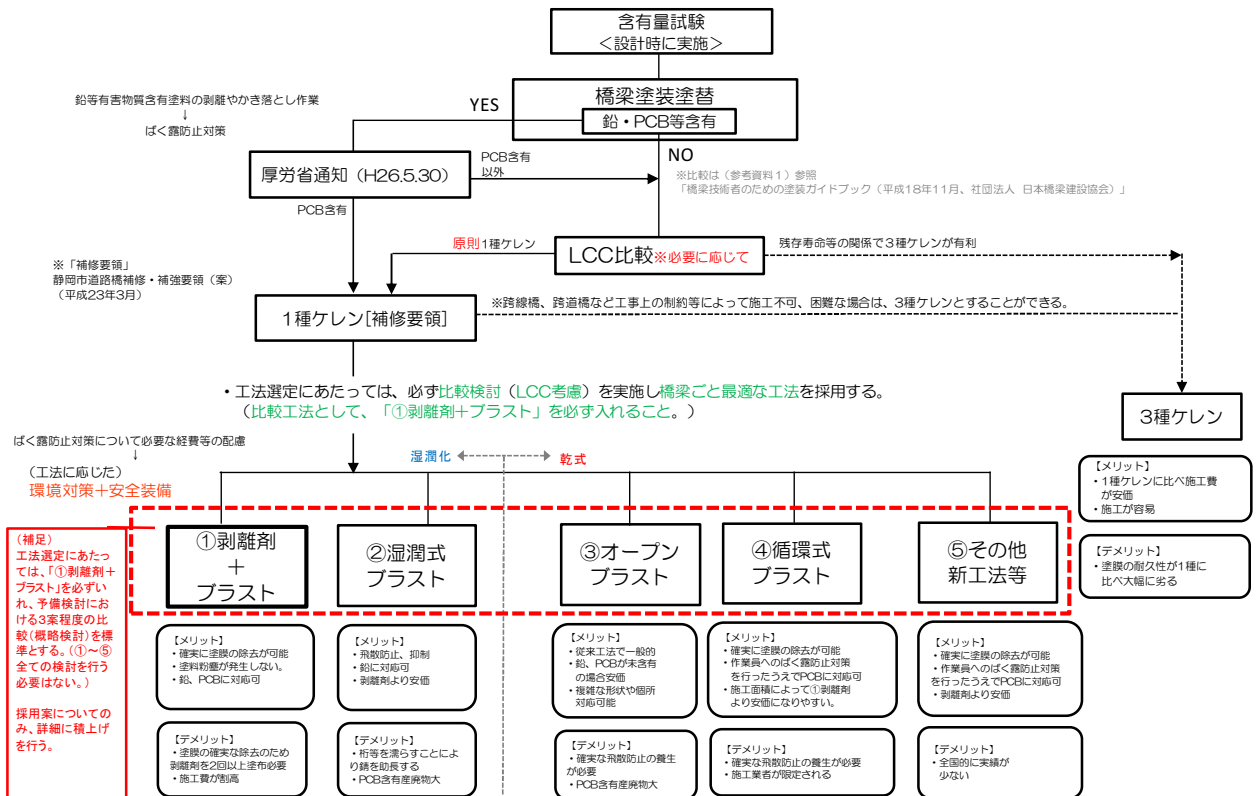


図-5.2.6 1種ケレン方法の選定フロー

⑤エッジ部の面取り加工

主部材の下フランジなど角部材（エッジ部）が面取り加工されていない場合には、規定の塗膜厚さを確保するため、可能な限り面取り加工（ $R=2\text{mm}$ 以上）を実施する。

2)あて板工

あて板補修を実施する場合の補修板の材質及び板厚は、母材と同等以上とする。あて板の範囲、形状については、現地計測を実施した上であて板の寸法形状を決定し、詳細図面を作成する。あて板部の現場塗装は、既設塗装系に合わせるものとし、素地調整は、補強板+10cmの範囲を2種ケレンとする。

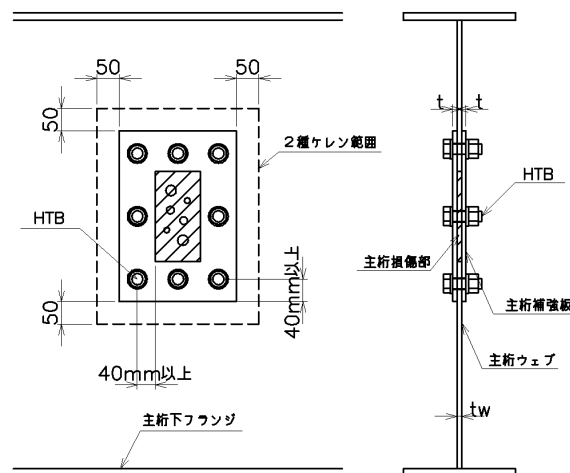


図-5.2.7 あて板補修の要領

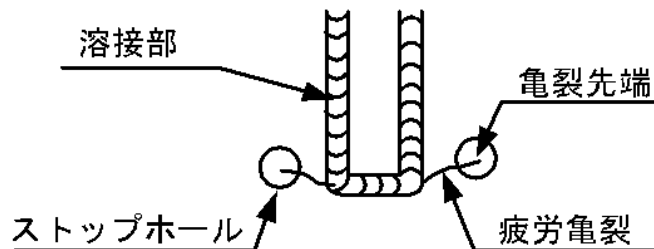


写真-5.2.3 あて板補強の実施例

3) ストップホール工

亀裂の先端にストップホールを設けて、亀裂の進展を抑制するものである。緊急的に亀裂の進展を抑制するために、応急処置として適用される工法でもあり、ストップホールのみを設ける場合においても、補修効果を高めるために高力ボルト締めを行う。恒久的な対策の場合は、あて板補修と合わせて実施することがよい。なお、ストップホール部についても、あて板実施時にボルト接合を行う。

ストップホールは、亀裂の先端に設けることで、亀裂先端の応力集中を開放し、以降の亀裂の進展を抑制することから、詳細調査で亀裂の先端を明確にした上で、施工することが重要である。また、このような意味から施工するストップホールの削孔断面も滑らかな状態とすることが重要である。



亀裂の先端にストップホールを設けることが重要である。
亀裂の途中で設けても、亀裂進展の抑止効果は得られない。

図-5.2.8 ストップホールのイメージ図

4) 部材交換工

部材の交換を実施する場合の交換部材の材質及び板厚は、母材と同等以上とする。作成する交換部材の形状・寸法については、現地計測を実施した上で詳細図面を作成する。また、交換部材の形状については、破断等の損傷に至った原因に応じて、部材の交換後には同様の損傷が生じないように配慮することが必要である。

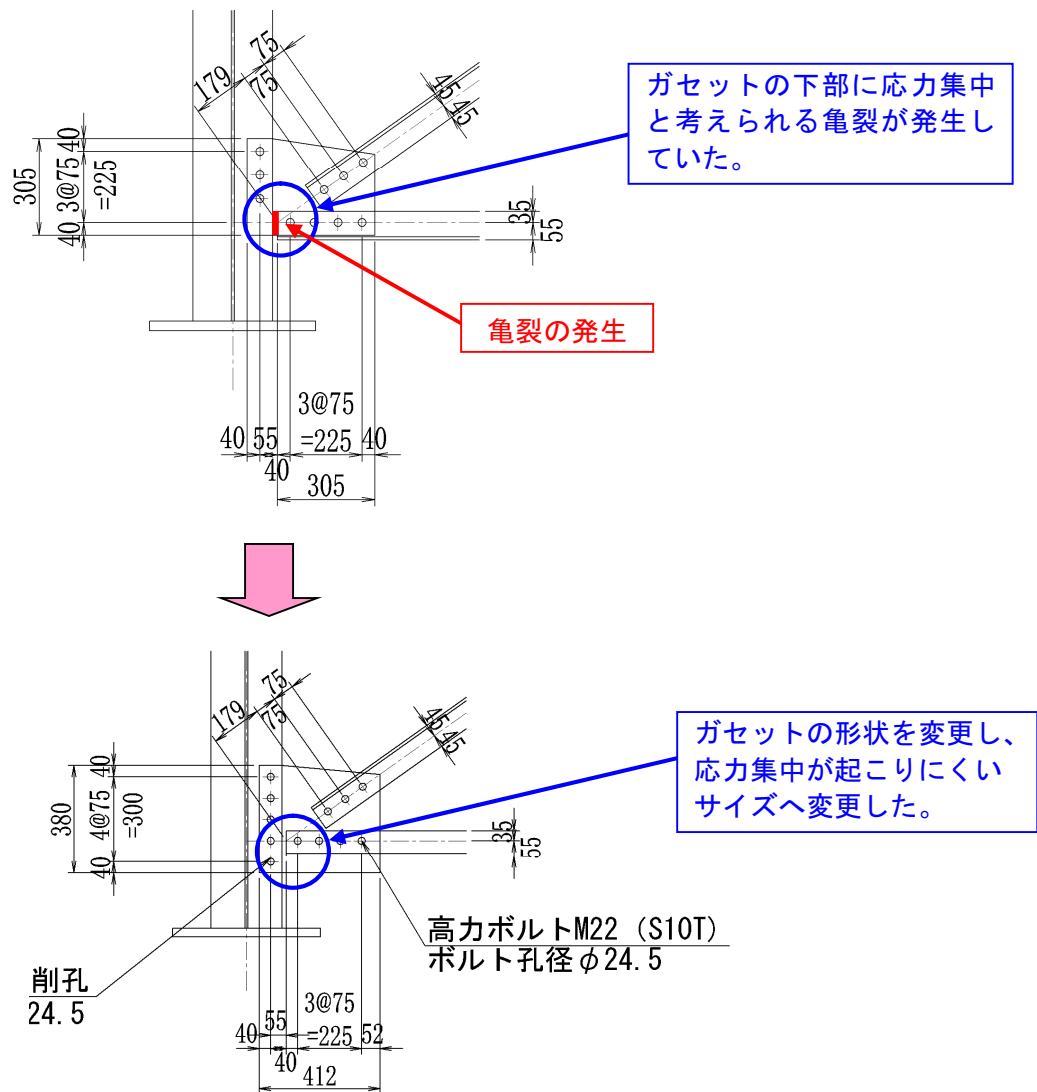


図-5.2.9 部材交換時に形状を変更した例

5) 防水工・止水工

鋼部材の塗膜を劣化させる大きな原因に水分の存在が上げられる。そのため、水分により塗膜の劣化が促進されている場合には、塗替え塗装やあて板補修の実施と合わせて、伸縮部からの橋面排水の流入や床版からの漏水を抑制することが必要である。

表-5.2.2 主な防水・止水対策

| 部材 | 状況 | 対策 | 備考 |
|------|----------------|----------|----|
| 床版 | 漏水・遊離石灰の発生 | 橋面防水工の実施 | |
| 伸縮装置 | 橋面排水の流入 | 止水対策の実施 | |
| 排水施設 | 土砂詰まり 部材の破損 | 排水機能の回復 | |



6) ボルト交換工

腐食が著しいボルトの交換は、ボルトを外しても応力的に問題がないことを確認した上で、実施するものとする。

5.3 コンクリート部材の補修

5.3.1 コンクリート部材の補修工法の選定

- (1) コンクリート部材の補修工法は、コンクリート構造物の損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、的確な工法を選定する。
- (2) 本要領に記載している対策は、恒久的な対策を目的としたものである。損傷の状況に応じて実施する緊急的な対策や応急的な対策については、別途検討する必要がある。

(1) コンクリート部材の補修工法は、コンクリート構造物の損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、的確な工法を選定する。コンクリート構造物は、同じ損傷が発生していても、損傷要因によって対策工法が異なるため、損傷要因を特定することが効果的な補修・補強を行う上で重要となる。また、検討に際しては、短期的な視点だけでなく、長期的な視点からライフサイクルコスト（LCC）を低減させることのできる工法を選定するものとする。

(2) 本要領に記載している対策は、恒久的な対策を目的としたものである。しかしながら、大規模な剥離・鉄筋露出が発生し、鉄筋の腐食も相当に進行している場合などにおいては、最悪の場合は落橋に至る可能性も考えられる。そのため、このような状況下においては、恒久的な対策が行われるまでの間、緊急的な対策や応急的な対策を行うことが重要である。緊急的な対策や応急的な対策については、状況に応じて、別途検討するものとする。

5.3.2 コンクリート部材の補修工法の選定フロー

- (1) コンクリート部材の補修方法は、損傷の種類や劣化機構に応じて図-5.3.1～図-5.3.7に従い選定する。
- (2) 第三者被害が懸念される箇所については、交差条件や社会的影響を考慮した上で、第三者被害予防措置について検討すること。

1) ひびわれ

① ひびわれの補修は、錆汁の有無と劣化機構に応じて実施する。ひびわれから錆汁が発生している場合には、内部の鉄筋が腐食している可能性が高いため、錆汁の発生しているひびわれの周辺をはつり出し、鉄筋が腐食している場合には防錆処理を実施した上で、断面修復により補修する。なお、鉄筋の腐食が著しく断面減少が大きい場合には、鉄筋を追加した上で断面修復を実施するなどの対策を検討する必要がある。

- ②劣化機構が乾燥収縮や中性化で局部的に損傷している場合には、ひびわれ補修を実施する。全体的に中性化している場合には、補修実施後の中性化の進行を抑制するため、表面処理工法を併用する。
- ③塩害によるひびわれは、鉄筋位置まで塩分が浸透し、鉄筋が腐食することによる膨張圧に起因していることから、塩分の浸透している深さを調査し、塩分の浸透しているコンクリートをはつり取った上で断面修復を実施するものとする。なお、以降の塩分浸透を抑制するため、表面処理工法を併用する。
- ④凍害やアルカリ骨材反応は、水分の存在により発生する損傷であるため、ひびわれの補修と併せて表面処理工法を併用し、コンクリート中への水分の供給を抑制することが重要である。
- ⑤耐荷力不足により発生していると考えられるひびわれについては、ひびわれを補修しただけでは抜本的な対策とはならず、再劣化を引き起こす可能性が高い。このような場合には、別途、補強を検討する必要がある。

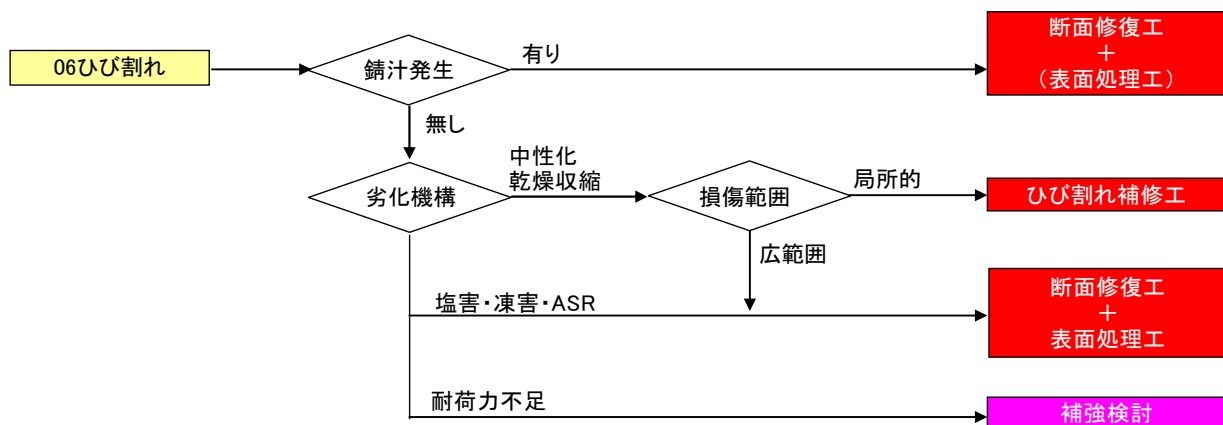


図-5.3.1 コンクリート部材のひびわれの補修工法選定フロー

2) 剥離・鉄筋露出

- ①劣化機構が中性化で局部的に損傷している場合には、断面修復により補修を実施する。全体的に中性化している場合には、補修を実施した後における中性化の進行を抑制するため、表面処理工法を併用する。
- ②塩害による剥離・鉄筋露出は、鉄筋位置まで塩分が浸透し、鉄筋が腐食することによる膨張圧に起因していることから、塩分の浸透している深さを調査し、塩分の浸透しているコンクリートをはつり取った上で断面修復を実施するものとする。なお、以降の塩分浸透を抑制するため、表面処理工法を併用する。
- ③凍害やアルカリ骨材反応は、水分の存在により発生する損傷であるため、断面修復と併せて表面処理工法を併用し、コンクリート中への水分の供給を抑制することが重要である。
- ④いずれの場合においても、露出鉄筋が腐食している場合は、防錆処理を行ったうえで断面修復するものとする。また、鉄筋の腐食が著しく断面減少が大きい場合には、鉄



筋を追加した上で断面修復を実施するなどの対策を検討する必要がある。

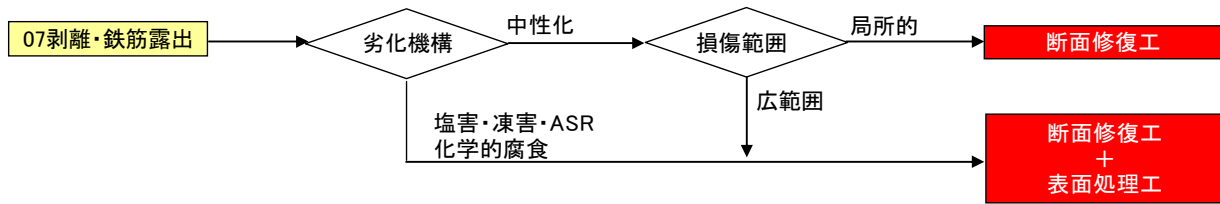


図-5.3.2 コンクリート部材の剥離・鉄筋露出の補修工法選定フロー

3) 漏水・遊離石灰

ひびわれから漏水・遊離石灰が発生している場合には、コンクリート中への水分の浸透が損傷を進行させていると考えられる。そのため、補修対策はひびわれに対する対策に準じるものとするが、併せて防水・止水対策を実施することとする。防水・止水対策は、橋面防水工や伸縮装置の非排水化、排水装置の適正化（排水管が損傷し橋面排水が部材にかかる場合や、排水柵が詰まることに寄り橋面に滞留した排水が床版等に浸透するなどがある）を併せて実施することが重要である。

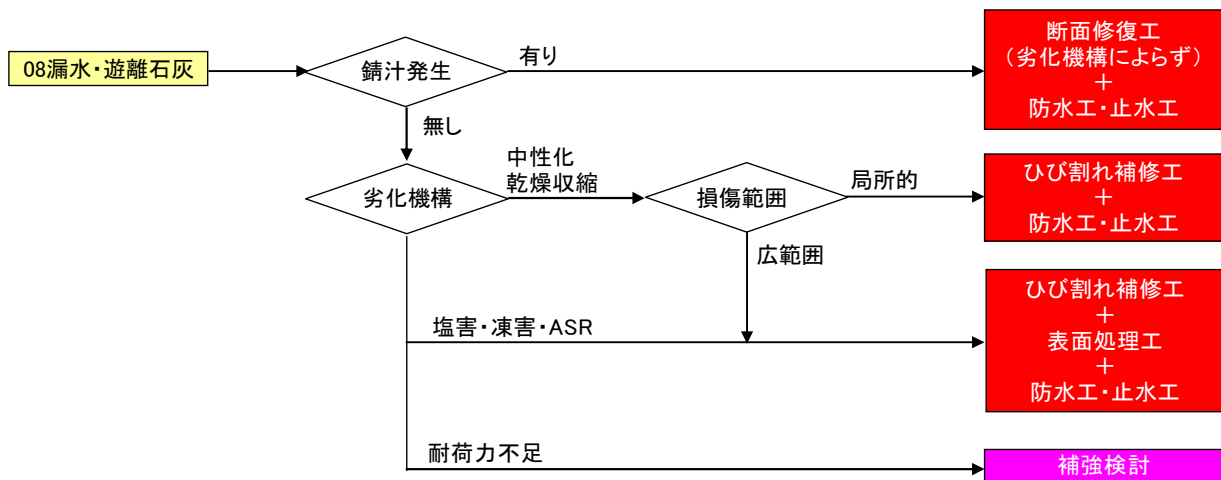


図-5.3.3 コンクリート部材の漏水・遊離石灰の補修工法選定フロー

4) 抜け落ち

抜け落ちは、RC 床版が繰り返し荷重によりひびわれが進展し、ひびわれがブロック化した部分が脱落する現象である。このような現象が発生する床版は疲労に対する耐久性が不足していると考えられ、また、抜け落ちが発生するまで損傷が進行した場合は、床版補強を実施しても十分な効果が発揮されない可能性があることから、打ち替えを検討する必要がある。

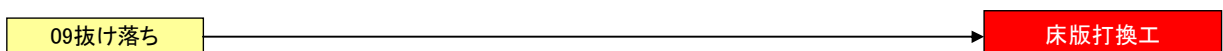


図-5.3.4 コンクリート部材の抜け落ちの補修工法選定フロー



5) コンクリート補強材の損傷

鋼製のコンクリート補強材が腐食している場合には、鋼部材の腐食、防食機能の劣化と同様の対策を実施する。補強の損傷が著しく、うきや剥がれが著しい場合には、補強材の交換や別の方法での補強などについて検討を行うことが必要である。

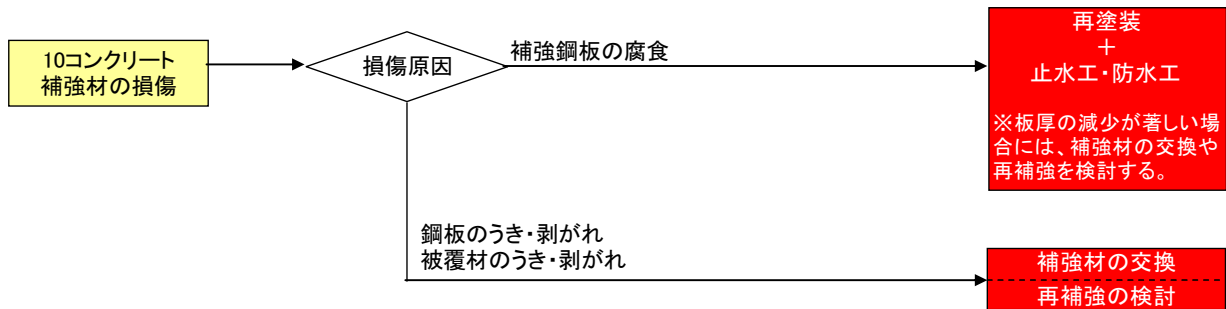


図-5.3.5 コンクリート補強材の損傷の補修工法選定フロー

6) 床版ひびわれ

床版に発生したひびわれは、基本的にはひびわれの補修に準じるものとするが、床版の場合は耐荷力不足や疲労により発生している場合が多い。そのため、疲労による損傷の可能性を考慮して、損傷原因を特定し、損傷要因に応じた対策を行うものとする。

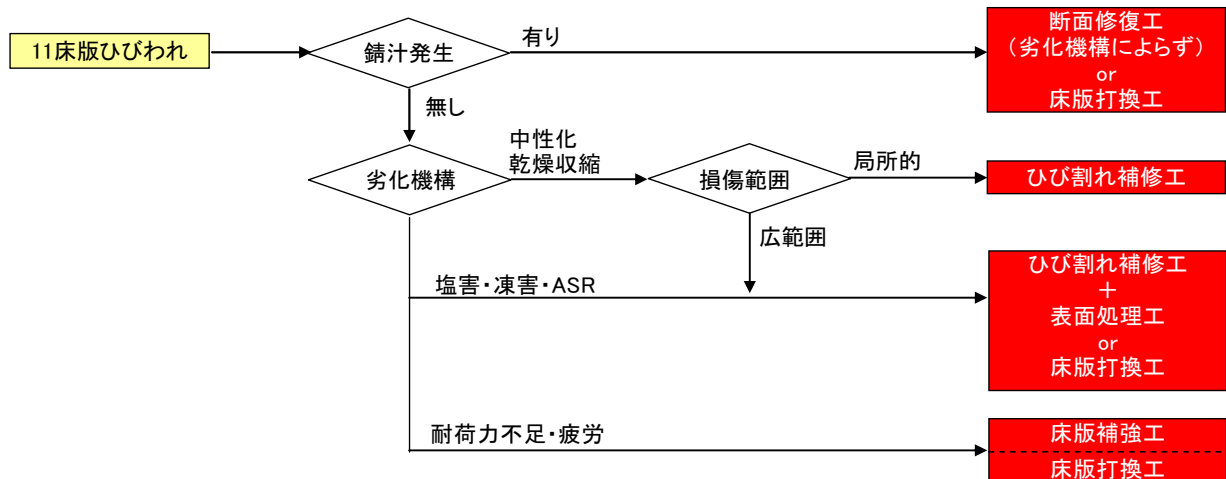


図-5.3.6 コンクリート床版の補修工法選定フロー



7) うき

うきは、単なる施工不良で進行する可能性が低い場合と、各損傷要因により剥離・鉄筋露出に進展する場合がある。そのため、進行の可能性の有無や損傷の状態から補修の有無を検討し、補修が必要と判断された場合には、剥離・鉄筋露出に準じた対策を実施するものとする。

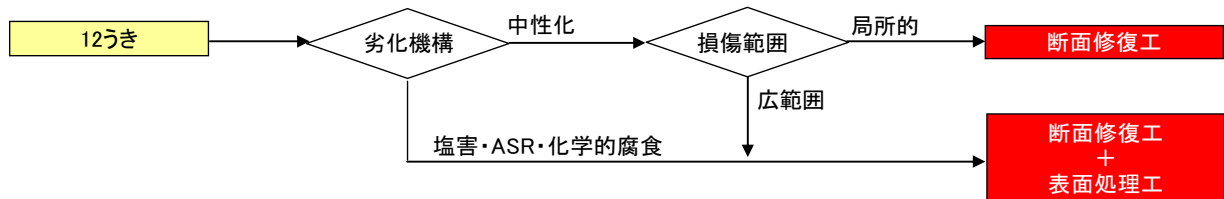


図-5.3.7 コンクリートのうきの補修工法選定フロー

5.3.3 コンクリート部材の補修工法

- (1) コンクリート部材の補修を行う際には、補修工法や損傷状況に応じて適切な材料を選定することが重要である。
- (2) コンクリート部材の補修工法としては、主に以下に示す工法があげられる。
 - 1) 断面修復工
 - 2) ひびわれ補修工
 - 3) 表面処理工
 - 4) 床版打ち換え工
 - 5) 橋面防水工
- (3) 第三者被害予防措置としては、剥落防止を標準とする。

(1) 補修材料の選定

補修材料は、セメント系、ポリマーセメント系、有機材料系および繊維系材料に大別することができる。対象とする補修工法や損傷の状況等に応じて、適した材料を選定することが必要である。



表-5.3.1 補修材料の種類と特徴

(コンクリートのひび割れ調査、補修、補強設計指針-2013-コンクリート工学会より)

解説表-6.5.1 補修・補強工法に使用される材料と主な機能ならびに概要

| | 表面等の改質 | 被覆 | ひび割れ注入 | 充てん | 打換え | 引張性能改善* | 鉄筋代替 | その他の用途 |
|-------|--|----|--------|-----|-----|---------|------|------------------|
| セメント系 | — | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | — | — | アンカー定着材など |
| | <ul style="list-style-type: none"> セメント系材料は、被覆から打換えまで、汎用的な材料として広く用いられている。PCMの場合、薄層となるほどポリマーの配合割合が高まる。 断面修復や打換えの場合、規模が小さい場合にはモルタル（PCM）を、大きな場合にはコンクリートを使用する等使い分けが肝要である。同時に流動性等、施工性にも配慮する必要がある。 | | | | | | | |
| 高分子系 | ○ | ◎ | ○ | △ | — | ○ | ○ | 接着剤、はっ水剤、プライマーなど |
| | <ul style="list-style-type: none"> 高分子系材料は各種接着剤、結合材、合成樹脂、ゴム、繊維として使用される。合成樹脂やゴムの場合、単体もしくはセメントと配合して用いられるが、大断面への適用例は少ない。 | | | | | | | |
| 金属系 | — | △ | — | — | — | ◎ | ◎ | 犠牲陽極材、アンカーなど |
| | <ul style="list-style-type: none"> 金属系材料は、鉄筋や鋼板等の引張補強材料として主に利用されるが、最近では犠牲陽極材等の特殊用途も増加している。 | | | | | | | |
| 繊維系 | — | ○ | — | — | — | ◎ | ◎ | はく落防止など |
| | <ul style="list-style-type: none"> 短繊維と連続繊維に大別される。短繊維はコンクリート（モルタル）中に混和して、主にその引張性能を改善するために利用される。連続繊維はFRPとして引張補強材やはく落防止材として利用される。 | | | | | | | |
| その他 | ○ | — | — | — | — | — | — | 防せい材、アルカリ付与材など |
| | <ul style="list-style-type: none"> 補修・補強工事には上記のほかにも、種々の材料が利用されており、その主なものとして、浸透性防水剤、防せい材、浸透性固化材、浸透性アルカリ付与材、プライマーなどがある。 | | | | | | | |

◎；よく使用される ○；使用される △；場合によっては使用される —；使用されない

*）引張強度、じん性能、伸び能力、ひび割れ拘束力、耐衝撃性等の増加

解説表-6.5.2 セメント系材料に求められる性能の代表例

| 求められる性能 | 主たる目的 | 方 法 |
|--------------|---------------------------|--|
| 膨張性 | ひび割れ防止、付着改善 | 膨張材、発泡剤 |
| 速硬性 | 初期強度確保、早期供用 | 速硬性セメント、早強性混和材 |
| 水中分離抵抗性 | 施工性改善（水中施工） | 水中不分離性混和剤、粘ちょう材 |
| ひび割れ抵抗性 | ひび割れ防止、ひび割れ幅拡大防止、じん性改善 | 繊維補強、ひび割れ低減剤 |
| 流動性 | 施工性改善、充てん性確保 | 流動化剤、高性能 AE 減水剤 |
| 付着性、伸び能力、ち密性 | 薄層、小規模の断面補修 劣化因子の浸透抑制 | ポリマーセメントコンクリート・モルタル (有機系) 繊維補強コンクリート・モルタル |
| 高強度 | 部材性能改善、高耐久化 | 高強度コンクリート |
| 耐凍害性 | 初期凍害防止、凍結融解抵抗性向上、スケーリング防止 | AE 剤、防凍剤 |
| 低発熱 | 温度ひび割れ防止 | 低熱ポルトランドセメント、フライアッシュ、高性能 AE 減水剤 |
| 軽量性 | 死荷重低減、施工性（厚付け性能）確保 | 発泡剤、軽量骨材 |

| | (セメント系) | ポリマーセメント 小 ← P/C → 大 | (高分子系) |
|--------|---------|-------------------------|--------|
| 弾性係数 | 高 ← | | 低 |
| 曲げ強度 | 低 | | 高 |
| 引張強度 | 低 | | 高 |
| 接着性 | 可 | | 良 |
| 湿潤面接着性 | 可 | | 良 |
| 熱膨張係数 | 小 | | 大 |
| 吸水率 | 大 ← | | 小 |
| 価格 | 安 | | 高 |
| 導電性 | 有 | | 無 |

注1) 高分子系接着剤の接着性は、一般に水の影響を受けやすい。湿潤面用の接着剤を選定しない場合、接着強度は極端に低下する。

注2) この基本性能の比較概念は、繊維を混入していない状態について示している。

解説図-6.5.1 ポリマーセメントモルタルの基本性能の概念

(2) 補修工法

1) 断面修復工

断面修復は、劣化したコンクリートを完全に除去した上で実施することが重要であることから、補修の範囲や深さは共通試験の結果だけでなく、劣化要因に応じた詳細調査を実施した上で決定する。なお、劣化要因や補修の範囲が明確な場合には、この限りではない。

①断面修復工の種類

断面修復工には、左官工法、吹付け工法および充てん工法の3種類がある。断面修復工法を適用するコンクリート構造物の環境、種類、部位、施工の向き、修復面積などを考慮して、最適な工法を選定することが重要である。

表-5.3.2 断面修復工の種類と適用範囲

(コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針 (案) 土木学会より)

| 補修部位の位置 施工の方向 補修面積 | 下面 | 側面 | 上面 |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| | 上向き施工 | 横向き施工 | 下向き施工 |
| 小 ↓ 大 | | | |

表-5.3.3 断面修復工の種類と適用範囲

(コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針 (案) 土木学会より)

解説 表 2.1.1 断面修復工法の特徴

| 施工法 | 左官工法 | 吹付け工法(乾式, 湿式) | 充てん工法 |
|-----------|---------------------------------|--|--|
| 型枠設置 | 不要。 | 不要。 | 必要。 |
| 施工規模と施工面 | 小規模または複雑な断面形状の施工が可能。 | 中～大規模な施工に適する。特に断面形状には左右されない。 | 大規模な施工が可能。(型枠設置可能で断面厚さや面積が大きい場合に効果有り。) |
| 施工範囲 | 作業者の行動範囲。 | 圧送距離。 | ポンプ圧送および運搬距離。 |
| 特徴 締固め | 人力による。 | 圧縮空気による吹付け力(機械的)による。 | 振動機が標準。高流動材料では自己充填性能による。 |
| 充てん性の確保 | 施工者の熟練度および鉄筋配筋の狭隙程度が重要。 | 吹付けモルタル量、圧縮空気の圧力および流量、吹付けノズルマンの熟練度、鉄筋配筋の狭隙程度が重要。 | 空気抜き装置の配置、鉄筋配筋の狭隙程度、圧入方法などの施工手順が重要。 |
| 材料の特長 | 材料の流動性が低く、粘調性がある。薄塗りは軽量モルタルが多い。 | 材料の流動性は低い。湿式は粘調性があり、乾式は超速硬性を呈す。 | 材料は流動性がある。 |
| 最少施工厚み | 5mm以上 | 10mm以上 | 10mm以上 |

i) 左官工法

左官工法は型枠を設置せずに、金ゴテや木ゴテ等を用いて人力で断面修復材を塗りつける方法である。修復面積が小さい場合に適する工法である。

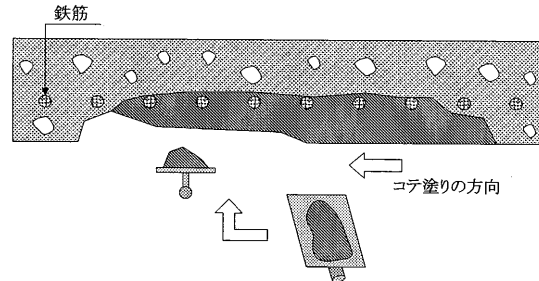


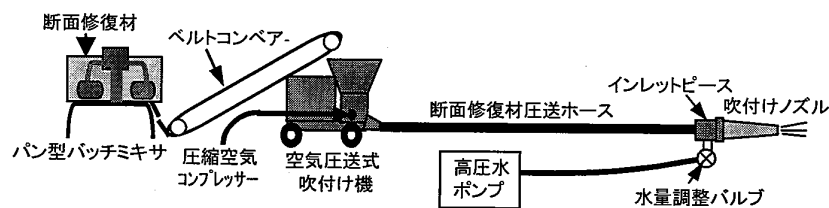
図-5.3.8 左官工法による断面修復工法のイメージ

(コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針 (案) 土木学会より)

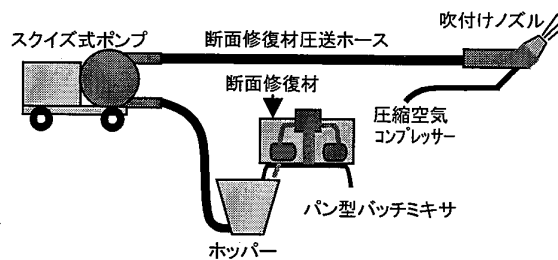
ii) 吹付け工法

吹付け工法は型枠を設置せず、圧縮した空気や遠心力などを用いて、断面修復材を吹き付ける方法であり、修復面積が大きい場合（1箇所施工面積が10m²程度以上）や床版などの上向き施工、柱などの横向き施工に適する工法である。乾式吹付け工法と湿式吹付け工法がある。

乾式は湿式に比べ圧送距離が長くできることや初期強度の発現に優れるため振動下での施工に優れている。一方、湿式は乾式に比べバウンド量や粉塵量が少なく施工設備がコンパクトであるといったメリットがある。施工条件に応じて、適切な工法を選定することが重要である。



【乾式吹き付け工法】



【湿式吹き付け工法】

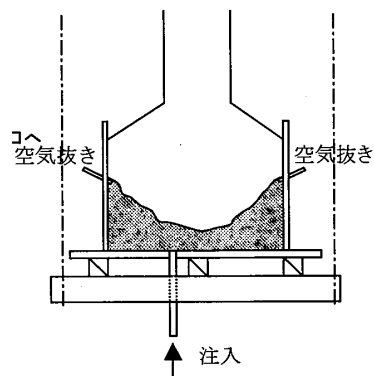
図-5.3.9 吹付け工法による断面修復工法のイメージ

(コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針 (案) 土木学会より)

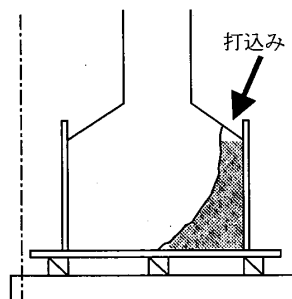
iii) 充てん工法

充てん工法は、型枠を設置して流動性を有する断面修復材を打ち込む施工方法であり、修復面積が比較的大きな場合に適する工法である。充てん工法には、モルタル注入工法、打継ぎコンクリート工法およびプレパックド工法がある。

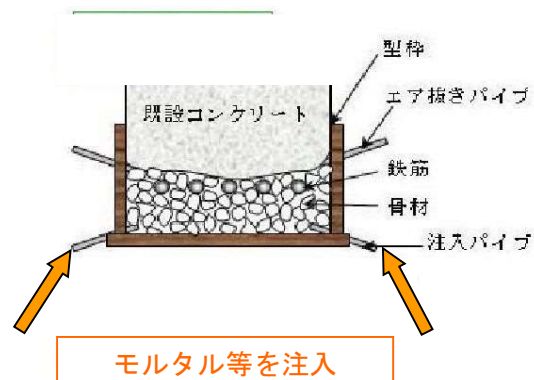
- ・モルタル注入工法：型枠内にポンプ等で断面修復材を注入する工法



- ・打継ぎコンクリート工法：ポンプ圧送等で型枠内にモルタルやコンクリートを打込む工法。修復面積が大きい場合に適用される。



- ・プレパックド工法：型枠内に予め骨材を充填した後にモルタルやセメントペーストを注入する工法。修復面積が大きく厚さが厚い場合に適用される。





②断面修復材

断面修復工で用いられる材料には、セメントモルタル、ポリマーセメントモルタルおよびポリマーモルタル（樹脂モルタル）の3種類に分類され、その選定においては、各断面修復材の特徴を十分に考慮して決定する必要がある。

表-5.3.4 断面修復材の特徴と効果

(コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針 (案) 土木学会より)

| | |
|--------------|---|
| セメントモルタル | <ul style="list-style-type: none"> ・ 構造体コンクリートと同程度の強度，弾性係数，熱膨張係数を得られる。 ・ 練混ぜ，施工性が容易で大断面の施工にも適している。 ・ 電気抵抗性が低い。 |
| ポリマーセメントモルタル | <ul style="list-style-type: none"> ・ 構造体コンクリートとの付着力が大きく乾燥収縮量が小さい。 ・ 練混ぜ，施工性が容易で大断面の施工にも適している。 ・ 乾燥収縮量が小さい。 ・ 曲げ及び引張強度が大きい。 ・ 劣化因子の侵入に対する抵抗性に優れる。 |
| ポリマーモルタル | <ul style="list-style-type: none"> ・ 曲げおよび引張強度が高い，付着力が大きい。 ・ 水密性に優れ，耐凍結融解性がある。 ・ 耐摩耗性，耐衝撃性，耐薬品性に優れる。 ・ 電気絶縁性がある（電気防食には不適）。 |

| 期待される主な効果 | 要求性能 | 断面修復材の種類 | | |
|-----------------------------|---------------------------|----------|--------------|----------|
| | | セメントモルタル | ポリマーセメントモルタル | ポリマーモルタル |
| ・劣化因子および劣化部の除去および劣化・損傷断面の修復 | ①力学的性能 | ○ | ○ | ○ |
| | ②ひび割れ抵抗性 | △ | ○ | △ |
| ・修復された断面における劣化因子の侵入抑制・防止効果 | ①中性化抑制 | ○ | ○ | ○ |
| | ②塩化物イオンの侵入抑制 | △ | △ | ○ |
| | ③凍結融解抵抗性 | ○ | ○ | ○ |
| | ④化学的侵食抑制 | △ | △ | ○ |
| | ⑤アルカリ骨材反応抑制 ^{#2} | △ | △ | ○ |
| ・美観・景観 | 美観・景観に関する性能 | △ | △ | ○ |
| ・第三者影響度に関する性能 | はく落抵抗性 ^{#3} | ○ | ○ | ○ |

注) ・表中の○は適用対象，△は適用する場合検討が必要(他の工法との併用など)，--は適用対象外を示す。

・#1のアルカリ骨材反応抑制は，標準的な遮水性により判定した。#2は付着性を基本とした判定。

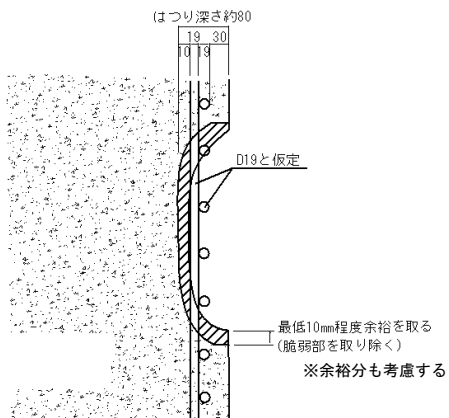
③断面修復工の留意点

施工時の留意点を以下に示す。

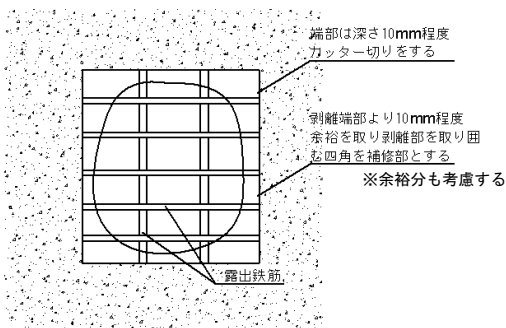
- ・鉄筋の錆などが確認された場合は防錆処理等を施すこと。
- ・劣化コンクリートは除去した上で、補修を実施すること。(余裕分を考慮すること)
- ・塩害による補修については、コンクリートに浸透した塩分を完全に除去してから、断面修復を行うものとする。また、マクロセル腐食抑制のため犠牲陽極の設置が有効である。
- ・はつりを行う深さは、劣化部+10mm程度を基本とする。
- ・第三者被害が想定される箇所においては、断面修復箇所に繊維シートを貼るなど、剥落防止対策を実施する。

はつり工

(断面図) ※ハンドブレーカーによる

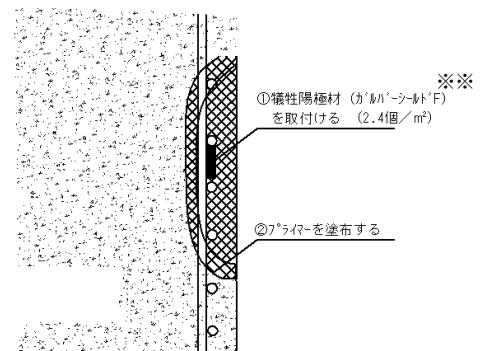


(正面図)

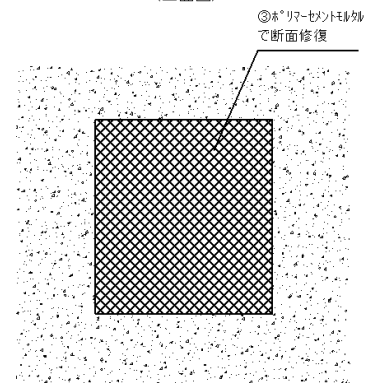


埋め戻し工

(断面図)



(正面図)



※ 犠牲陽極材は、塩害による損傷の補修を行う場合にマクロセル腐食を発生させない為に設置する。鉄筋の腐食量が多く、耐荷力不足が懸念される場合には、鉄筋を追加する。

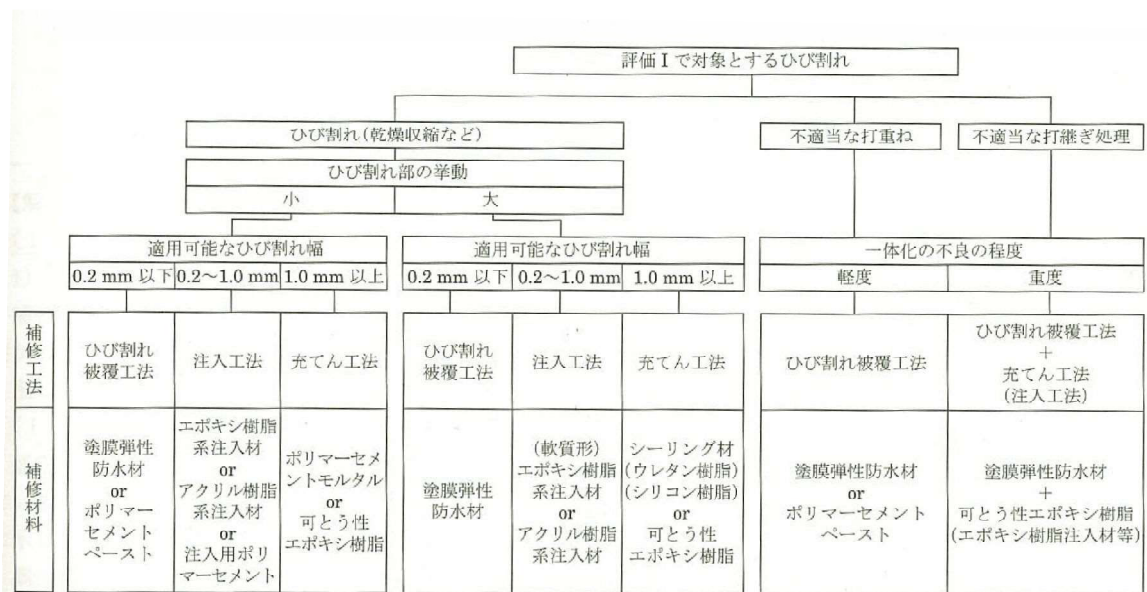
図-5.3.10 断面修復工法の施工例

2) ひびわれ補修工

ひびわれ補修工法は、部材ごとにひびわれの主たる原因、評価・判定結果、残存寿命等を踏まえ選定する必要がある。コンクリートに発生するひびわれには、進行性のひびわれと、非進行性のひびわれとがあり、進行性の有無により補修工法が異なる。

(ア) 非進行性のひびわれ

非進行性のひびわれの原因としては、乾燥収縮、セメントの水和熱、コンクリートの沈下・ブリーディング、コンクリートの自己収縮、不適当な打込み順序、急速な打込み、不適当な締固め、不適当な打継ぎ処理、不適当な打重ね、環境温度・湿度の変化、設計荷重以内の長期的な荷重、設計荷重以内の短期的な荷重などが挙げられ、いずれも施工中または竣工後の早い時点でひび割れが顕在化し、数年以内に収束すると考えられる非進行性のものである。これらのひび割れに関しては、ひび割れのみを補修すれば、漏水や鋼材腐食は抑制できると考えられるため、ひび割れの挙動とひび割れ幅に応じて、図-5.3.11のような工法選定を行うとよい。



※「評価 I で対象とするひび割れ」とは乾燥収縮や水和熱によるひび割れなど、竣工から数年内には収束すると考えられるひび割れをさす。

解説図-6.2.4 ひび割れの補修工法の選定例

図-5.3.11 ひびわれ補修工法の例

(コンクリートのひび割れ調査、補修、補強設計指針-2013-コンクリート工学会より)



(イ) 進行性のひびわれ

進行性のひび割れの原因には、反応性骨材、コンクリート中の塩化物、かぶりの不足、凍結融解の繰り返し、酸・塩類の化学作用、中性化による鋼材の腐食、塩化物の浸透による鋼材の腐食などがある。進行性のひび割れは、欠損を生じていない場合においても、単にひび割れを補修するだけでは不十分であり、表面被覆工法や断面修復工法などの適用が必要となる場合があるため、損傷原因や損傷範囲、現地状況等により適切に工法を選定する必要がある。損傷原因に応じた具体的な補修工法は図-5.3.12を参考とすると良い。

解説表-6.2.1 ひび割れ原因に応じた具体的な補修・補強工法

| 劣化原因 | C7 中性化 | C8 塩害 | A6 アルカリ 骨材反応 | C3 凍害 | C6 化学的腐食 | E 風化 | C4 火災 | D1~D4 荷重 |
|-------------|----------------------------|----------|--------------------|-------------------------------|-------------|---------|----------|-------------|
| 劣化因子の遮断 | ひび割れ補修（表面塗布・注入・充てん）・表面被覆工法 | | | | | | — | — |
| 劣化速度の抑制 | 含浸 | 電気防食 | 含浸・拘束 | ひび割れ補修（表面塗布・注入・充てん） 表面被覆工法 | | | | — |
| 劣化因子の除去 | 断面修復 | | | | | | | — |
| | 再アルカリ | 脱塩 | 含浸 | | | | | — |
| 耐荷力・変形性能の改善 | 補強・打換え（部材の取換えを含む） | | | | | | | |

図-5.3.12 ひびわれ補修工法の例

(コンクリートのひび割れ調査、補修、補強設計指針-2013-コンクリート工学会より)

表-5.3.5 ひびわれ補修工法の比較

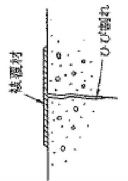
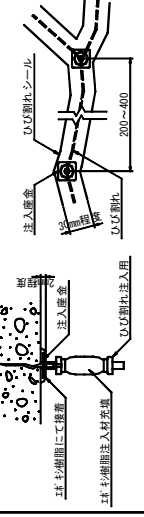
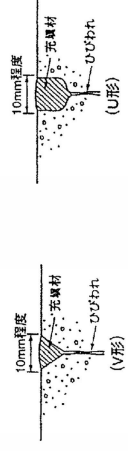
| | ひびわれ被覆工法 | ひびわれ注入工法 | ひびわれ充填工法 |
|------|---|--|--|
| 適用条件 | ひびわれ幅：0.2mm以下 | ひびわれ幅：0.2mm～1.0mm | ひびわれ幅：1.0mm以上 |
| 補修概要 |  |  |  |
| 工法概要 | <p>微細なひびわれの上に被覆材を設置することで、止水性・耐久性を向上させる。</p> | <p>ひびわれに補修材を注入し、コンクリートを一体化することで、止水性・耐久性を向上させる。低圧注入での実施が主流であり、補修材の注入状況について、品質管理が比較的やりやすい。</p> | <p>ひびわれ幅が大きい、錆汁等が発生しておらず鉄筋の腐食が発生していない場合に用いるもので、止水性を確保する。</p> |
| 使用材料 | <p>ポリマーセメント、アクリル樹脂、ウレタン樹脂などがある</p> | <p>ひびわれに動きが無い場合は、セメント系、エポキシ樹脂系の材料を使用する。ひびわれに動きがある場合は、ひびわれ追随性のあるエポキシ樹脂系(ひびわれ追随性のある材料)の材料を使用する。</p> | <p>ひびわれに動きが無い場合は、ポリマーセメント系の材料を使用する。ひびわれに動きがある場合は、ウレタン樹脂系や可とう性のエポキシ樹脂系の材料を使用する。</p> |
| 評価 | <p>0.2mm未満のひびわれについては、透水性にも問題が少ないことから、補修の必要性については十分な検討が必要である</p> | <p>ひびわれに補修材を注入することで、構造物を一体化することができる。特に強い接着性を必要とする場合は、エポキシ樹脂系の材料が優れる。ひびわれから漏水が生じているなど、湿潤環境で補修する場合は、湿潤タイプのエポキシ樹脂系の材料を選定することが重要である。</p> | <p>ひびわれ幅が大きい場合には、注入工法では使用材料が膨大となってしまうため、充填工法が優れる。</p> |



表-5.3.6 注入材と充てん材の規格

(コンクリートのひび割れ調査、補修、補強設計指針-2013-コンクリート工学会より)

解説表-6.3.1 建設省総合技術開発プロジェクト 注入材と充てん材の品質規格⁴⁾

| 項目 | 材料の種類 | 土木補修用エポキシ樹脂注入材1種 | 土木補修用エポキシ樹脂注入材2種 | 土木補修用エポキシ樹脂注入材3種 | 土木補修用充てん材ポリマーセメント系 | 土木補修用充てん材シーラント系 |
|-------------------------------------|-------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| ひび割れ進行区分 ^{*1} | | B | | A | B | A, B |
| ひび割れ幅 (mm) | | 0.2~5.0 | | | 5.0< | |
| 粘度 (mPa・s) | | 1000 以下 | 4±1 ^{*2} | 1000 以下 | 10000 以下 | ダレを認めず |
| 可使時間 (分) | | 30 以上 | 30 以上 | 30 以上 | 30 以上 | 240 以上 |
| 硬化時間 (時間) | | 16 以内 | 16 以内 | 24 以内 | 16 以内 | 24 以内 |
| 硬化収縮 (%) | | 0.1 以下 | 0.1 以下 | 0.1 以下 | 0.1 以下 | — |
| 伸び率 (%) | | — | 50 以上 | 100 以上 | — | 800 以上 |
| モルタル付着強さ (乾燥面) (N/mm ²) | | 6 以上 | 6 以上 | 6 以上 | 6 以上 | たわみ量 10 mm 以上で破壊すること |
| 付着力耐久性保持率 (%) ^{*3} | | 60 以上 | 60 以上 | 60 以上 | 60 以上 | 60 以上 |

*1: A=ひび割れが進行している、B=ひび割れの進行が止まった

*2: チキントロピック係数 2 rpm/20 rpm の粘度で表す。

*3: 規格に対する百分率

3) 表面処理工

表面処理工法には表-5.3.7 に示す工法があり、第三者被害の有無や劣化要因に基づき選定を行うものとする。

第三者被害が想定されない場合には、表面含浸材による表面処理を基本とする。これは、表面被覆をした場合には、被覆材によりコンクリートが見えなくなってしまうことから、再劣化等の発見が遅くなる可能性があること、また漏水・遊離石灰が発生している場合などにおいては、それらの排出を阻害することとなってしまう、劣化を促進させる可能性があることなどに基づくものである。

なお、第三者被害が想定される場合には、図-5.3.12 に示す工法を参考に対策工法を選定する。



表-5.3.7 表面処理工法の比較

| | 表面被覆工法 | | 表面含浸工法 | |
|------|--------------------------------------|--|--|---|
| | 有機系 | | 無機系 | シラン系 |
| | 標準形～厚膜形 エポキシ系 アクリル系 ポリエステル系 | 柔軟形～柔軟厚膜形 エポキシ系 ポリウレタン系 アクリルゴム系 | | |
| 適用条件 | 塩害、中性化対策 | 塩害、中性化対策（ひび割れ、追随性） コンクリート表面を塗膜で保護すること、劣化因子の浸透抑制による耐久性の向上、汚れの防止などの効果がある。 湿潤状態では施工できない。施工された塗膜は、柔軟性を有する。 | 塩害、中性化対策、凍害（柔軟形：ひび割れ、追随性あり） 有機系と比較して紫外線劣化や耐候性に優れるとともに難燃性に優れる。 ひび割れ、追随性を有さない標準型の場合には、コンクリート構造物の劣化状況がそのまま現れてくるので、追跡調査が必要箇所には適する。 | 塩害、中性化、凍害 コンクリート中に浸透し、表面を改質することで、劣化因子の浸透を抑制し、耐久性の向上を図るものである。 |
| 工法概要 | | | | |
| 評価 | △ | △ | △ | ○ |
| | | | | ○ |

コンクリート表面を塗膜で保護すること、劣化因子の浸透抑制による耐久性の向上、汚れの防止などの効果がある。
湿潤状態では施工できない。施工された塗膜は、柔軟性を有する。

外部的因子の浸透は防ぐが、コンクリート中の水分を放出することが困難である。また、被覆してしまつたため、コンクリートが再劣化した場合、その初期段階を概観から判断することは困難である。

外部的因子の浸透は防ぐが、コンクリート中の水分を放出することが困難である。また、被覆してしまつたため、コンクリートが再劣化した場合、その初期段階を概観から判断することは困難である。

ほとんどの無機系材料は透湿性を有している。ひび割れ、追随性が低いため、補修箇所がひびわれをおこす可能性が有機系よりも高くなる。

コンクリート表面の状態を変化させない。被覆に比べ施工も容易で、材料の耐久性も優れる。予防保全に有効である。ケイ酸系に比べ撥水効果に優れるため、アルカリ骨材反応に対する抑制効果は高いが、中性化抑制効果は劣化する。

コンクリート表面の状態を変化させない。被覆に比べ施工も容易で、材料の耐久性も優れる。予防保全に有効である。ケイ酸系に比べ撥水効果に優れるため、アルカリ骨材反応に対する抑制効果は高いが、中性化抑制効果は劣化する。



(第三者被害が想定される場合) (m²当たり)

| 項目 | 細目 | 単位 | 標準 使用量 | 備考 |
|-------|---------------|----|-----------|------|
| プライマー | エポキシ樹脂プライマー | kg | 0.10 | |
| パテ | エポキシ樹脂パテ材 | kg | 0.50 | |
| 接着 | エポキシ樹脂接着材 | kg | 0.30 | |
| 貼付け | ガラスクロス | kg | 0.20以上 | |
| 含浸目詰 | エポキシ樹脂接着材 | kg | 0.20 | |
| 中塗り | 柔軟形ポリアクリル樹脂塗料 | kg | 0.26 | 60μm |
| 上塗り | 柔軟形ポリアクリル樹脂塗料 | kg | 0.12 | 30μm |

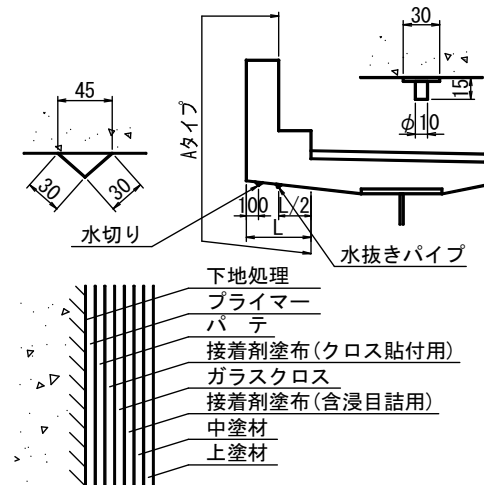


図-5.3.13 第三者被害が想定される場合の表面処理工法の概要

4) 床版打ち替え工

床版コンクリートが部分的に抜け落ち等により損傷した場合に適用する。極少的な抜け落ちで版としての連続性に問題が無い場合は抜け落ち部のみの打替えとし、基本的に橋軸直角方向の桁間の範囲で行い、橋軸方向は損傷範囲とするが、その他の脆弱部も補修するものとする。

- ①打替コンクリートの設計基準強度は、旧コンクリートと同等とし、工事期間を短縮するために、超速硬コンクリートを原則として使用する。
- ②既設鉄筋が腐食している場合や、はつり作業により鉄筋が断面欠損してしまった場合は、鉄筋の不足分を補うために補強鉄筋を設置する。また、必要に応じて鉄筋には防錆処理を行うものとする。
- ③鉄筋の継手工法は、損傷範囲、交通処理などの条件を考慮した上で選定するものとする。
- ④打替工に際し、防水工を行うことを原則とする。

| 項目 | 細目 | 単位 | 標準使用量 | 備考 |
|--------|--------|----------------|-------|---------|
| コンクリート | 超速硬 | m ³ | 0.2 | 床版厚20cm |
| 型枠 | | m ² | 1.0 | |
| 鉄筋 | SD295A | kg | 既設鉄筋量 | |

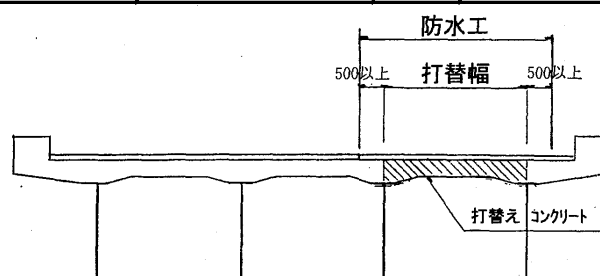


図-5.3.14 床版打ち替え工法の概要

5) 橋面防水工

車道部の防水工はシート系防水層を、歩道部の防水工は塗膜系防水層を標準とする。ただし、車道部の既設床版は舗装切削などにより、上面に不陸が生じる場合が多いため、凹凸面においても付着の良い塗膜系防水層としてもよい。

(橋面上)

- ・施工基面は、下地処理（ゴミ，泥，ほこり，塗膜等の除去）を行う。
- ・床版上面の点検を行い、損傷などが確認された場合は、対応について検討する。

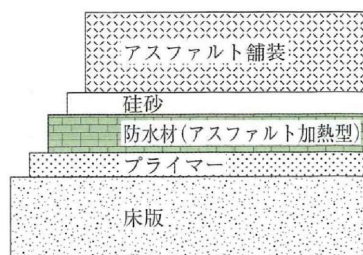


図-5.3.15 塗膜系床版防水（アスファルト加熱型）の層構成例
(道路橋床版防水便覧 平成19年3月 日本道路協会)

(端部処理)

- ・水の滞留が生じないように導水計画を行うと共に、排水柵への導水管設置が可能かどうか確認する。
- ・流末位置にはスラブドレーンを設置する。

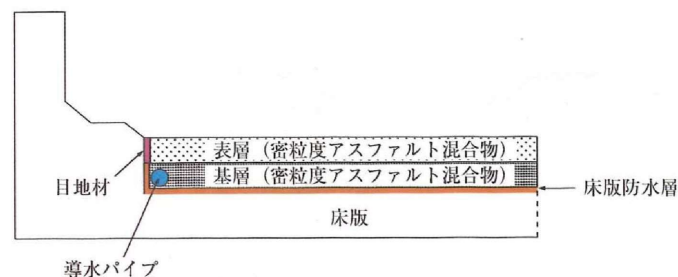


図-5.3.16 導水パイプを用いる場合の設置例
(道路橋床版防水便覧 平成19年3月 日本道路協会)

*床版防水の施工例は、道路橋床版防水便覧の付録-4を参照すること。

(3) コンクリート剥落防止対策

鉄道交差部等を跨ぐ橋梁は、点検や補修に厳しい時間的制約を受けるほか、コンクリート片が剥落した場合に第三者被害による社会的影響が大きい。このことから現地状況や社会的影響を勘案し必要に応じて予防保全として桁等にシート張り等を施し剥落防止対策を実施する。

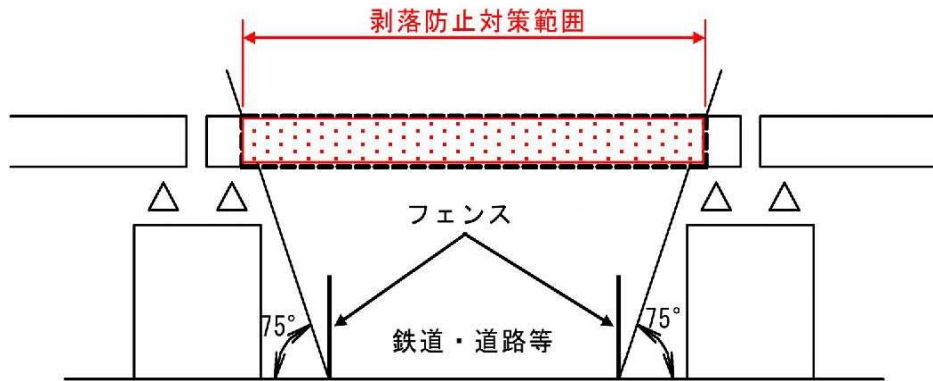


図-5.3.17 剥落防止対策を実施する区間の対策事例

5.4 その他部材の補修

5.4.1 基礎工

- (1) 基礎工の損傷は、「沈下・移動・傾斜」および「洗掘」である。
- (2) 基礎工の補修工法は、コンクリート構造物の損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、的確な工法を選定する。

(1) 基礎工の損傷は、「沈下・移動・傾斜」および「洗掘」である。「沈下・移動・傾斜」が認められた場合には、架替も念頭においた検討を行うものとする。特にパイルベント形式の下部工においては、耐震性が劣ることや河川の流下能力に悪影響を及ぼす可能性があることから、補修・補強を行うよりも架替を行うほうが望ましい。「洗掘」が認められた場合は、橋梁全体の安全性に影響を及ぼすことから、根固め・基礎の補強などの対策を行うものとする。なお、洗掘については、橋梁上から河床の状況を調査することができる試験方法もあるため、洗掘が疑われる箇所については、早めに確認調査をすることが重要である。

(2) 基礎工の補修工法は、損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、的確な工法を選定する。

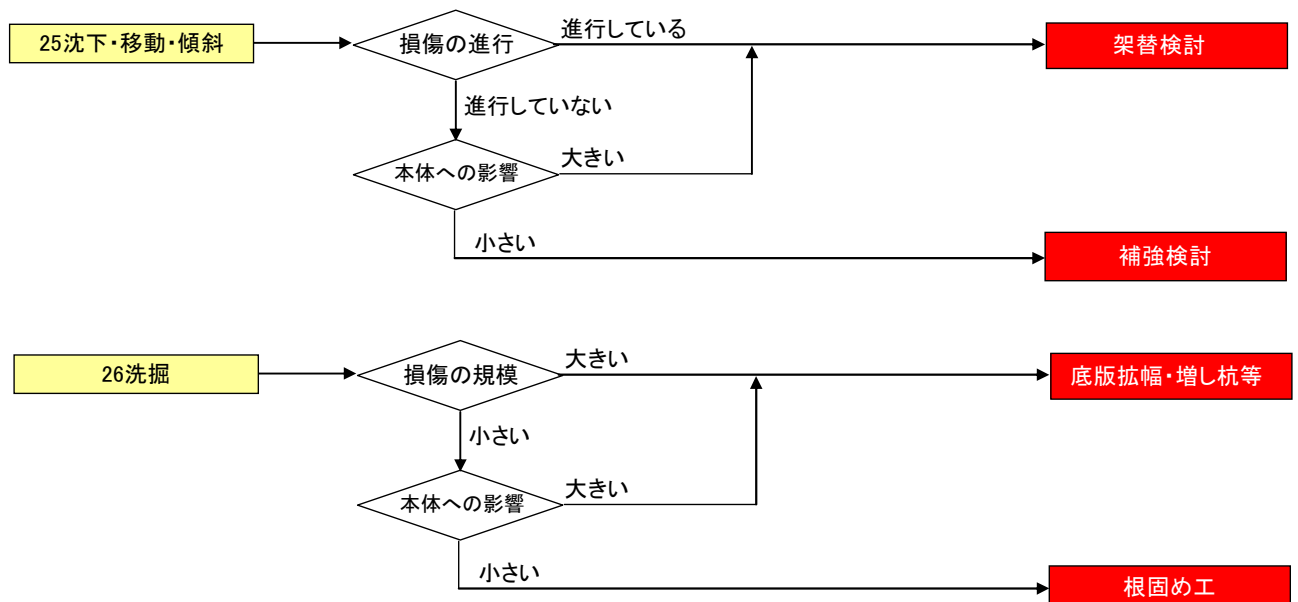


図-5.4.1 基礎工の補修・補強工法の選定フロー



5.4.2 支承

- (1) 支承の損傷は、「本体の損傷」、「腐食（鋼製の場合）」および「沓座モルタル・アンカーボルト等の損傷」である。
- (2) 支承の補修工法は、その損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、的確な工法を選定する。

(1) 支承の損傷は、「本体の損傷」、「腐食（鋼製の場合）」および「沓座モルタル・アンカーボルト等の損傷」である。支承の損傷は、支承自体が損傷を生じる場合と、下部工の「沈下・移動・傾斜」や伸縮装置の不具合が原因で支承が損傷する場合がある。後者の場合においては、支承の補修と併せて、これらの部材の補修・補強を実施することが重要である。

(2) 支承の補修工法は、損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、的確な工法を選定する。なお、支承の交換を実施する場合には、上部工のジャッキアップが必要となるが、主桁や横桁の補強、下部工の補強や沓座の拡幅などが必要になることもあるため、十分な検討が必要である。

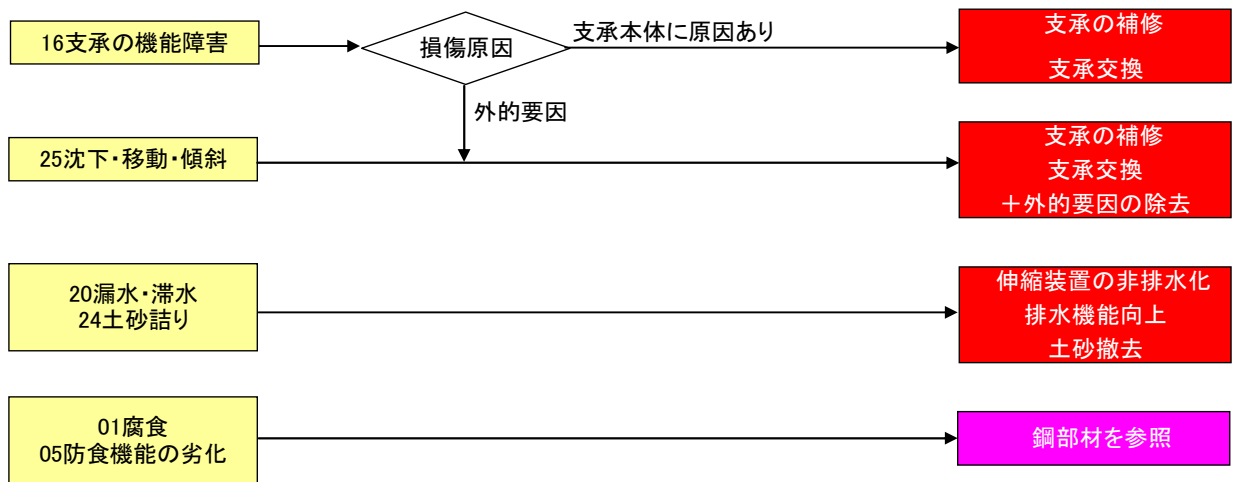


図-5.4.2 支承の補修・補強工法の選定フロー

5.4.3 伸縮装置

- (1) 伸縮装置の損傷は、「腐食・亀裂・脱落、欠損・破断・遊間異常・段差・異常音・漏水」である。
- (2) 伸縮装置の補修工法は、その損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、止水材も含めて取替え時期を見据えた上での確な工法を選定する。
- (3) 長寿命化の観点から、桁下状況や使用材料に応じて、伸縮装置の取替えや乾式止水材などによる非排水化対策を行うものとする。非排水化対策としては2重止水を標準とする。

(1) 伸縮装置の損傷は、それ自体が損傷を生じる場合と、下部工の「沈下・移動・傾斜」や支承の不具合が原因で損傷する場合がある。後者の場合においては、伸縮装置の補修と併せて、これらの部材の補修・補強を実施することが重要である。

(2) 伸縮装置の補修工法は、損傷要因や特徴を十分に把握し、補修の効果や施工性、経済性などを検討し、的確な工法を選定する。なお、伸縮装置の交換については、損傷状況を見極めて補修で対応できないか十分に検討した上で決定する。また、伸縮装置の損傷は、損傷の状況は軽微であっても、橋梁を走行する車両や通行者の安全性に影響する場合もあるため、第三者被害の観点も念頭に入れて補修の要否を検討することが必要である。

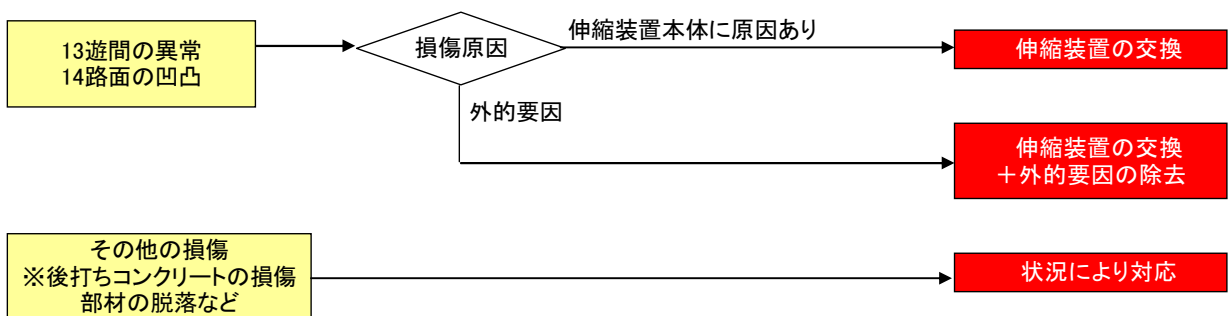


図-5.4.3 伸縮装置の補修・補強工法の選定フロー

(3) 橋梁の主な損傷原因として漏水が挙げられる。伸縮装置からの漏水により、支承周りの狭隘部が湿潤環境となることから、主部材である主桁や支承等の劣化を誘発する事例が多く見られており、橋梁の長寿命化の観点から水じまい対策が重要である。よって、桁下状況や使用材料に応じて、伸縮装置の取替えや乾式止水材などによる非排水化対策を行うものとする。「H25.3 橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案） 中部地方整備局道路部」に準じ、二重止水として止水ゴムパッキン等の二次止水材を設置する。既設伸縮装置が鋼製フィンガージョイントの場合は、乾式止水材の適用が可能であるため、乾式止水材を採用する。ただし、鋼製フィンガージョイントに損傷がある場合、または、乾式止水材の施工が困難な場合は、今後の維持管理を踏まえ市場性のある伸縮装置に取替ることとする。

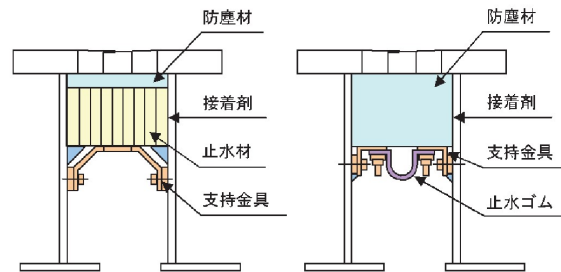


図-5.4.4 乾式止水材の構造例

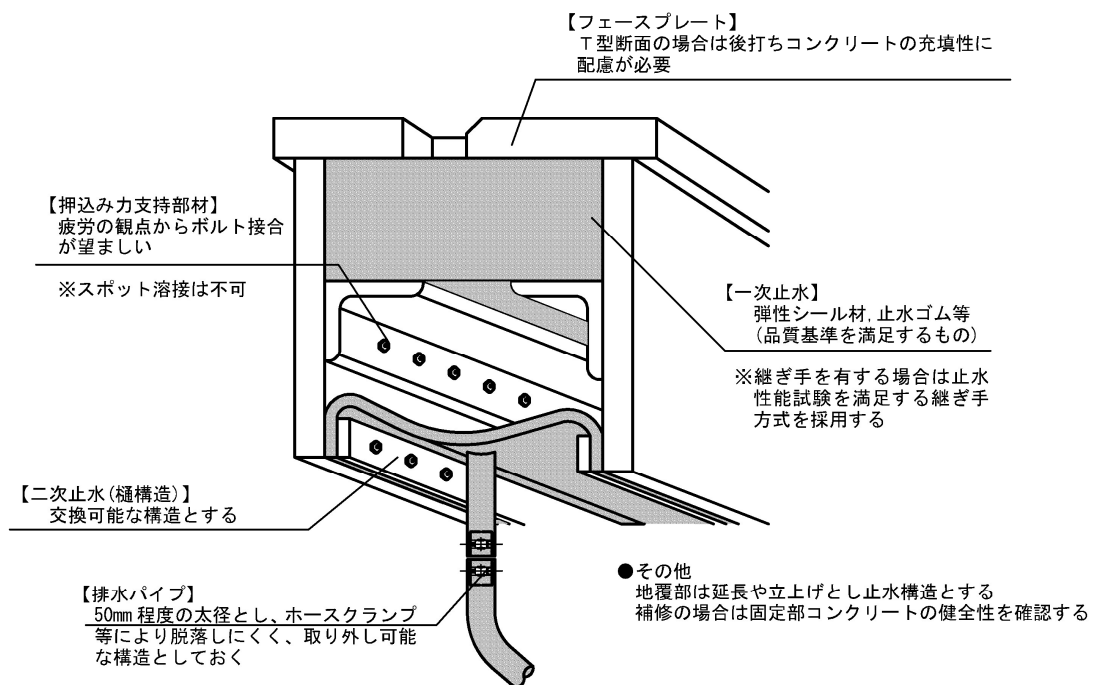


図-5.4.5 非排水型伸縮装置の構造概要（例）

（設計施工マニュアル 平成28年3月 東北地方整備局より）



5.4.4 その他の部材

- (1) 舗装を打ち替える際には、橋面防水工を設置することとする。
舗装の打ち替えは、新設橋と同様とすることを基本とするが、既設舗装厚に応じて適切に設定するものとする。
- (2) 高欄・防護柵、地覆は、部材の交換（一部または全部）を基本とする。ただし、鋼製の場合で発生している損傷が防食機能の劣化・腐食の場合には、鋼部材と同様の扱いをする。
- (3) 排水柵の土砂詰りや排水管の脱落などの排水装置の不具合は、清掃や部材の交換を基本とする。

- (1) 橋面排水は舗装から浸透し、主桁や床版の損傷を促進する原因となる。そこで、橋面排水の浸透を抑制するため、舗装の打ち替えに際しては、橋面防水工を設置することを基本とする。

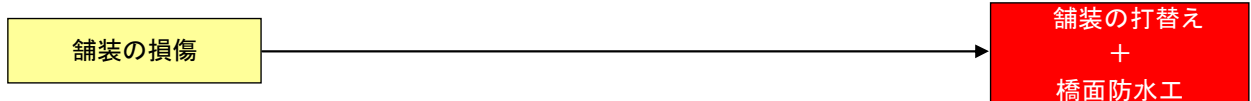


図-5.4.6 舗装の補修工法の選定フロー

橋面舗装の舗装構成は以下を基本とするが、既設舗装が薄い場合などは既設舗装厚に応じて適切に設定すること。

- 1) 橋面舗装はアスファルト舗装を標準とし、「舗装設計施工指針（平成18年2月）」（日本道路協会）に準拠する。ただし、橋梁前後で排水性舗装が用いられている場合には、橋面舗装に排水性舗装を用いるものとする。

2) RC床版 (PC橋を含む)

- ・ RC床版の橋面舗装は、**図-5.4.7**を標準とする。
- ・ 舗装構成は、**表-5.4.1**を標準とする。ただし現場条件において、適時検討を行うこと。

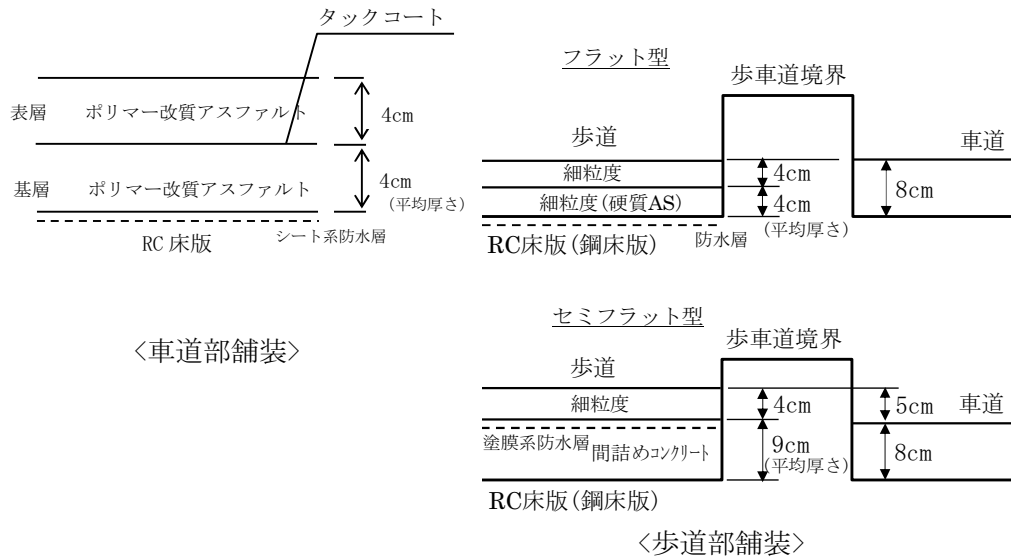


図-5.4.7 RC床版 (PC橋を含む) の舗装構成

- 3) 橋面横断勾配を基層で調整する場合、基層厚さが9cmを越える場合は、勾配コンクリートを設置するものとする。その際基層の設計最小厚は2cm、勾配コンクリートの最小厚は5cmとする。

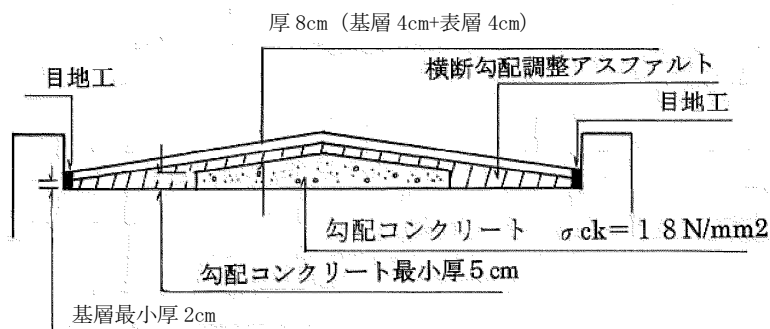


図-5.4.8 勾配コンクリート設置例



表-5.4.1 橋面舗装構成

| 種類 | ポリマー改質アスファルト | | | | | | | 硬質アスファルト |
|-----------------|---|-----|------|--------|---------|--|------|--------------------|
| | I型 | II型 | III型 | III型-W | III型-WF | H型 | H型-F | |
| 適用混合物 混合物機能 | 密粒度, 細粒度, 粗粒度等の混合物に用いる。 I型, II型, III型は, 主にポリマーの添加量が異なる | | | | | ポラスアスファルト混合物に用いられる, ポリマーの添加量が多い改質アスファルト | | グースアスファルト混合物に使用される |
| 耐水性 コンクリート床版 | | ○ | ○ | ◎ | | | | |
| たわみ追従性 鋼床版 | | | | | ◎ | | | ◎ (基層) |
| 排水性 | | | | | | ◎ | ◎ | |

◎：適用性が高い。○：適用は可能。W：耐水性 (Water-resistance)。F：可撓性 (Flexibility)

橋梁に用いる舗装構成 (コンクリート床版)

| 交通量区分 | 車道 (密粒度) | | 車道 (排水性) | | 歩道 | |
|-----------|----------|--------|----------|--------|-----|-----|
| | 表層 | 基層 | 表層 | 基層 | 表層 | 基層 |
| N7 (D 交通) | III型-W | III型-W | H型 | III型-W | 細粒度 | 細粒度 |
| N6 (C 交通) | III型-W | III型-W | H型 | III型-W | 細粒度 | 細粒度 |
| N5 (B 交通) | III型-W | III型-W | H型 | III型-W | 細粒度 | 細粒度 |
| N4 (A 交通) | II型 | II型 | H型 | II型 | 細粒度 | 細粒度 |
| N3 (L 交通) | II型 | II型 | H型 | II型 | 細粒度 | 細粒度 |
| N2 (L 交通) | II型 | II型 | H型 | II型 | 細粒度 | 細粒度 |
| N1 (L 交通) | II型 | II型 | H型 | II型 | 細粒度 | 細粒度 |

橋梁に用いる舗装構成 (鋼床版)

| 交通量区分 | 車道 (密粒度) | | 車道 (排水性) | | 歩道 | |
|-----------|----------|-------|----------|-------|-----|-------|
| | 表層 | 基層 | 表層 | 基層 | 表層 | 基層 |
| N7 (D 交通) | III型-WF | 硬質 AS | H型-F | 硬質 AS | 細粒度 | 硬質 AS |
| N6 (C 交通) | III型-WF | 硬質 AS | H型-F | 硬質 AS | 細粒度 | 硬質 AS |
| N5 (B 交通) | III型-WF | 硬質 AS | H型-F | 硬質 AS | 細粒度 | 硬質 AS |
| N4 (A 交通) | II型 | 硬質 AS | H型 | 硬質 AS | 細粒度 | 硬質 AS |
| N3 (L 交通) | II型 | 硬質 AS | H型 | 硬質 AS | 細粒度 | 硬質 AS |
| N2 (L 交通) | II型 | 硬質 AS | H型 | 硬質 AS | 細粒度 | 硬質 AS |
| N1 (L 交通) | II型 | 硬質 AS | H型 | 硬質 AS | 細粒度 | 硬質 AS |

- ・橋面舗装は, すべて新材とする。
- ・鋼床版基層については硬質 AS を原則とし, III型-WF を使用する場合は道路保全課と協議すること。
- ・国道道の交通量区分 N1~N4 の橋梁は, 交通量区分 N5 の舗装構成とする。

III型-WF：密粒度アスファルト混合物 (13) ポリマー改質アスファルト III型-WF

III型-W：密粒度アスファルト混合物 (13) ポリマー改質アスファルト III型-W

II型：密粒度アスファルト混合物 (13) ポリマー改質アスファルト II型

H型-F：ポラスアスファルト混合物 (13) ポリマー改質アスファルト H型-F

H型：ポラスアスファルト混合物 (13) ポリマー改質アスファルト H型

硬質 AS：グースアスファルト混合物硬質アスファルト

細粒度：細粒度アスファルト混合物



(2) 高欄・防護柵、地覆については、車両の衝突などによる突発的な損傷が生じやすい部材であり、損傷の発生時に状況に応じて、損傷部材の交換を行うものとする。なお、高さや強度、形状などが「防護柵の設置基準・同解説」を満たしていないものについては、計画的に交換していくこととする。

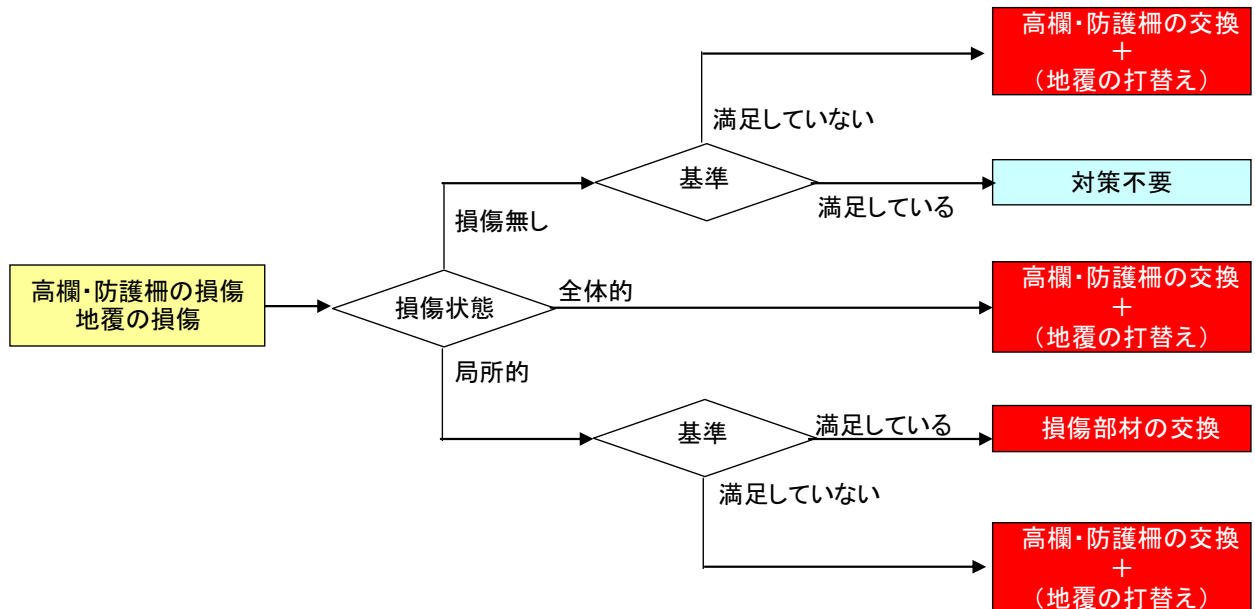


図-5.4.9 高欄・防護柵・地覆の補修工法の選定フロー

(3) 排水柵の土砂詰まりは、橋面の排水を長時間路面に留めることとなり、これらが舗装部から浸透し、主桁や床版の損傷を促進させる原因となる。また、排水管などの脱落は、桁や下部工、支承などに排水がかかることとなることもあり、このような場合には、これらの部材の損傷を促進することとなる。よって、これらの損傷については、速やかに清掃または部材の交換が必要である。

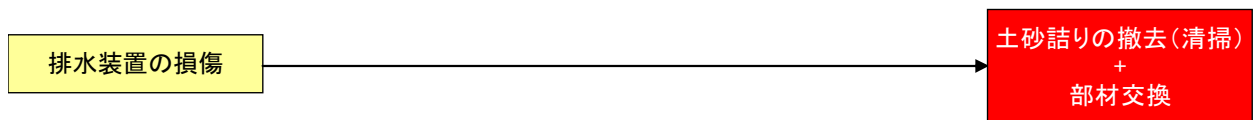


図-5.4.10 排水装置の補修工法の選定フロー

5.5 施工時の留意点

(1) 補修工事を実施するにおいては、補修の目的を十分理解したうえで、補修工事時および補修工事後の再劣化に留意して施工を行う必要がある。

1) コンクリートの断面補修

コンクリートの断面補修では、再劣化を防止するために、脆弱部を撤去した上で補修を実施する。

補修断面が大きく、塩害などで橋梁全体が損傷している場合には、断面補修した箇所のみが、健全な状態になり、新旧コンクリートの境界面で電位差が生じ鉄筋の腐食が進行する事（マクロセル腐食）がある。

この対策として、橋梁全体が損傷している箇所での大断面補修を実施する場合には、犠牲陽極材を設置する方法がある。



図-5.5.1 マクロセル腐食事例

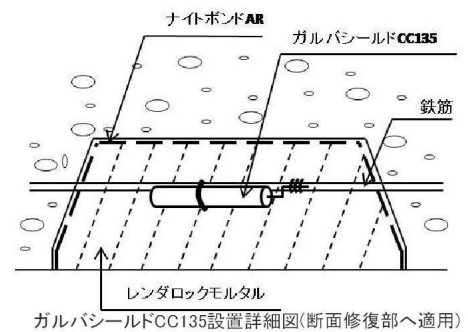


図-5.5.2 犠牲陽極材を併用した断面補修例

2) 橋面防水工について

架設年度の古い橋梁では、舗装厚が薄い事が多い、また、竣工図とあっていない場合があり、橋面防水工設置のための舗装切削時に既設床版を傷つけることがある。このため、舗装切削前に数箇所でのコア採取による舗装厚の確認や、RCレーダーによる床版鉄筋位置の確認を実施することが望ましい。

3) 伸縮装置取替えについて

伸縮装置の設置箇所の床版は、切欠いて一旦施工され、伸縮装置設置後に後打ちコンクリートを打設されているのが一般的である。伸縮装置の取替えにおいては、この切欠き内に伸縮装置本体を収める必要があることから、切欠き深さの浅いタイプを選定することが望ましい。

特に、伸縮装置の竣工図が現存していない場合には、出来るだけ切欠き深さの浅いものを使用する事が望ましい。

第6章 耐震補強

6.1 耐震補強の基本方針

- (1) 耐震補強を実施するにあたり適用する基準は、「道路橋耐震化計画」に準拠する。
- (2) 耐震補強を実施するにあたり目標とする耐震レベルは、「道路橋耐震化計画」に準拠する。
- (3) 確保すべき耐震性能を満足していない橋梁については、対策の緊急性を踏まえ、適切に対策橋梁を選定し、耐震補強を実施するものとする。

- (1) 耐震補強計画は、上位計画の道路橋耐震化計画(平成31年3月)を参照して適切に計画する必要がある。

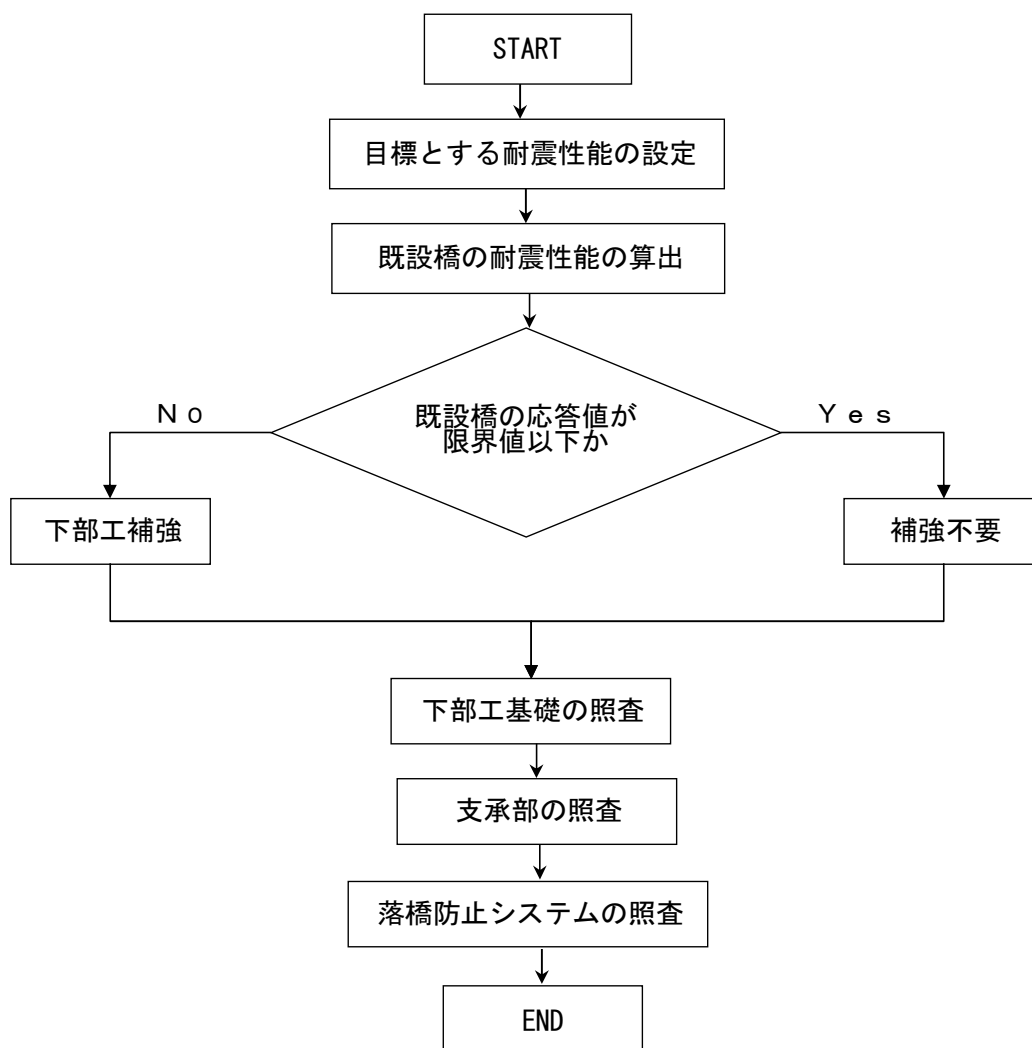


図-6.1.1 耐震補強設計の流れ



6.2 耐震補強工法の選定

- (1) 耐震補強は、6.1で定めた耐震性能に応じて、適切な工法を選定するものとする。
- (2) 耐震性能向上策は、安価な構造部材の耐震性能向上策を基本とするが、特殊な条件の場合は構造系の変更による耐震性能向上策も踏まえて工法を選定するものとする。

(1) 耐震補強工法は、**図-6.2.1**に示す通り、大きく分類して2種類、そして、それぞれについて様々な工法が存在する。

耐震性能向上策は、地震により橋梁に生じる損傷を制御するものであり、選定する工法や、設置する部材により、向上する耐震性能が異なるため、求める耐震性能に応じて適切なものを実施する必要がある。

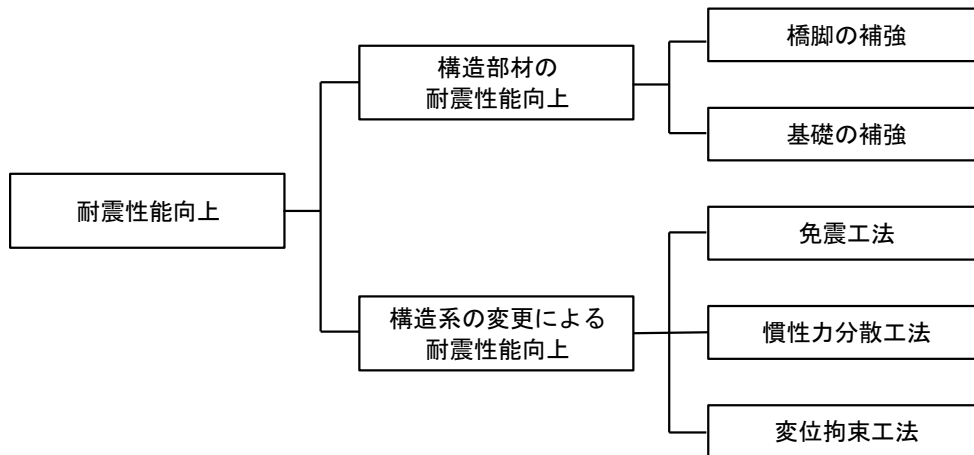


図-6.2.1 耐震補強工法の分類

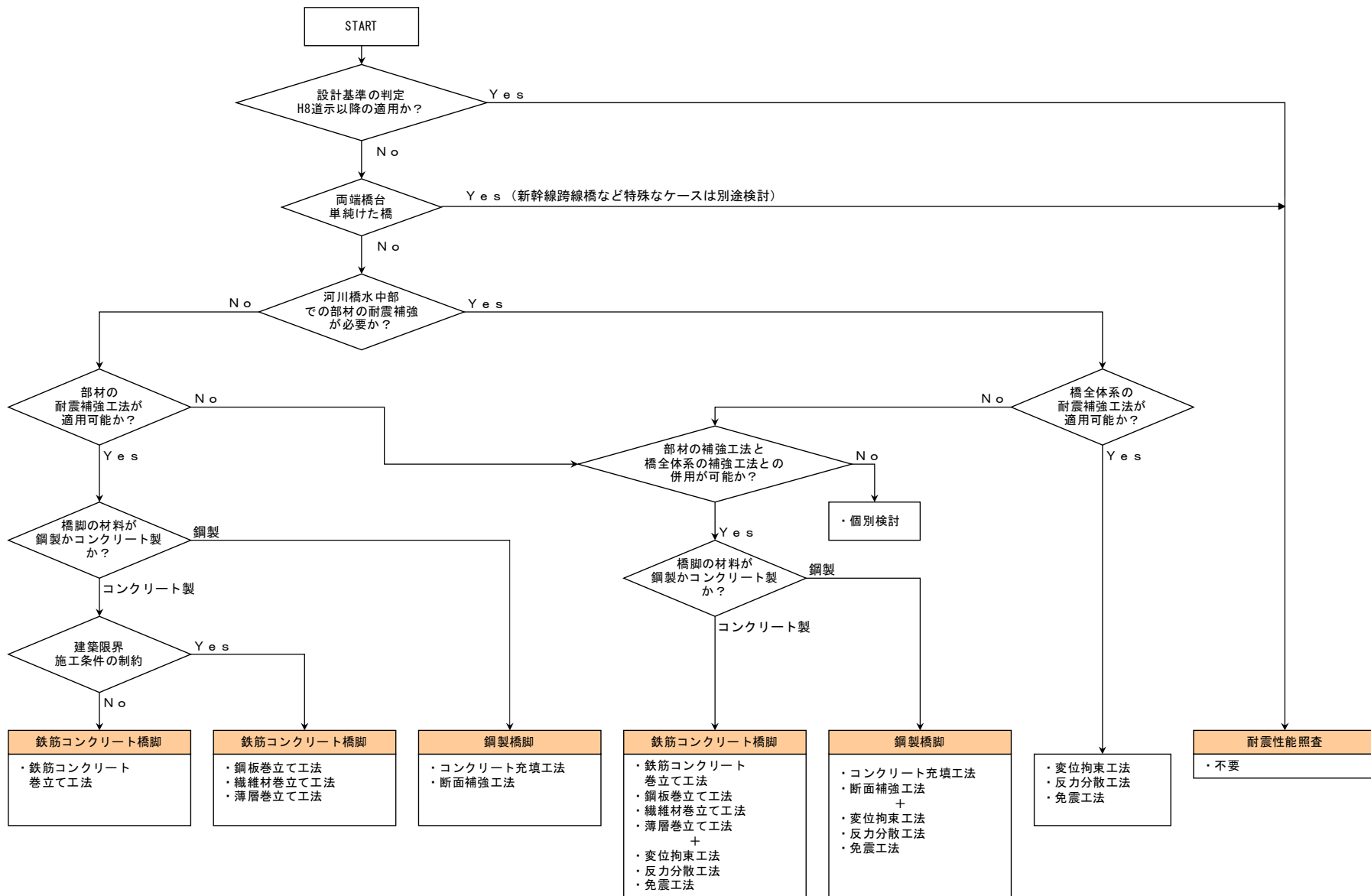


図-6.2.2 耐震補強工法の選定フロー



6.3 耐震補強工法

- (1) 構造部材の耐震性向上のための工法としては、主に以下に示す工法があげられる
- 1) 鉄筋コンクリート巻立て工法
 - 2) 鋼板巻立て工法
 - 3) 繊維材巻立て工法
 - 4) 薄層巻立て工法
- (2) 構造系の変更による耐震性能向上のための工法としては、主に以下に示す工法があげられる。
- 1) 免震工法
 - 2) 慣性力分散工法
 - 3) 変位拘束工法
- (3) 耐震補強工法は、上記の工法を単独で使用する他、各種工法を組み合わせた場合も含め、適切な工法を選定する。

(1) 構造部材の耐震性向上のための工法

1) 鉄筋コンクリート巻立て工法

既設橋脚を鉄筋コンクリート構造で巻立てる工法で、軸方向鉄筋の補強や、帯鉄筋の補強によるなど、既設橋脚の耐震性能に応じて、適切な補強を行なう。通常は巻き立て厚 $t=25\text{cm}$ で補強を行う。

2) 鋼板巻立て工法

既設橋脚に鋼板を巻き立て、既設橋脚と鋼板の隙間を樹脂で充填させ、補強部材と一体化を図ることにより耐震性能を向上させる。既設橋脚の段落とし部の補強のように柱の中間部の補強や、建築限界により補強部材厚を薄くする必要がある場合に採用する。

3) 繊維材巻立て工法

既設橋脚に炭素繊維等の繊維材を接着し巻き立てる事で、耐震性能を向上させる。既設橋脚の段落とし部の補強のように柱の中間部の補強や、建築限界により補強部材厚を薄くする必要がある場合に採用する。

4) 薄層巻立て工法

既設橋脚を鉄筋コンクリート構造で巻立てる工法で、補強部の部材厚を鉄筋コンクリートより薄くした工法。建築限界や河積阻害などの制約がある場合に採用する。



表-6.3.1 構造部材の耐震性能向上のための工法

| | 鉄筋コンクリート巻立て工法 | 鋼板巻立て工法 | 繊維材巻立て工法 | 薄層巻立て工法 |
|-------|---|---|---|---|
| 概要図 | | | | |
| 補強対象 | 段落し部 | 適用可能 ・ 段落し区間の補強が可能。 | 適用可能 ・ 段落し区間の補強が可能。 | 適用可能 |
| | せん断補強 | 適用可能 ・ 壁式橋脚をじん性補強する場合は中間貫通鋼材等で拘束度を高める。 | 適用可能 ・ 壁式橋脚をじん性補強する場合は中間貫通鋼材等で拘束度を高める。 | 適用可能 ・ 壁式橋脚をじん性補強する場合は中間貫通鋼材等で拘束度を高める。 |
| | じん性補強 | 適用可能 ・ 曲げ耐力を過度に大きくすると基礎構造に影響をおよぼす。 | 適用可能 ・ 壁式橋脚をじん性補強する場合は中間貫通鋼材等で拘束度を高める。 | 適用可能 ・ 壁式橋脚をじん性補強する場合は中間貫通鋼材等で拘束度を高める。 |
| | 曲げ補強 | 適用不可 ・ 曲げ耐力を過度に大きくすると基礎構造に影響をおよぼす。 | 適用不可 ・ 繊維材のみの曲げ補強は不可能。繊維材と鉄筋コンクリートとの併用補強については事例あり。 | 適用可能 ・ 曲げ耐力を過度に大きくすると基礎構造に影響をおよぼす。 |
| 構造的特徴 | ・ 巻立て厚が建築限界等の制約を受けられる場合がある。 ・ 巻立て部の自重が基礎構造に影響をおよぼす場合がある。 | ・ 建築限界等の制約を受けない。 ・ 巻立て部の自重が橋脚基礎に影響をおよぼすことは少ない。 ・ 矩形断面では補強鋼板のはらみ出しを防ぐため橋脚基部の拘束が必要。 | ・ 建築限界等の制約を受けない。 ・ 巻立て部の自重が橋脚基礎に影響をおよぼすことは少ない。 ・ 複雑な構造物形状に対応できる。 ・ 繊維材には絶縁性を有するもの、断面コーナ一部での破断性を改善したもの等がある。 | ・ 建築限界等の制約を受けない。 |
| 施工性 | ・ 既設コンクリートの十分な表面処理が必要。 | ・ 狭隘な場所では、施工の制約を受ける場合がある。 | ・ 繊維材をエポキシ系樹脂で接着する作業であり、工期が短い。 ・ 手作業での施工であり重機が不要。 ・ 軽量で可搬性に優れ、狭い場所での作業に適す。 ・ 施工時の気温や湿度に注意が必要。 | ・ 型枠が不要。 ・ 橋脚形状寸法の影響を受けない。 ・ 厳しい塩害環境下においても、表面保護工を併用することで対応可能。 |
| 維持管理性 | ・ 維持管理面で有利。 | ・ 鋼板の防食対策が必要。 | ・ 維持管理面で有利。 但し、繊維材は損傷を受けやすいので、仕上げが必要。 ・ 含浸接着樹脂による防水効果でコンクリートの劣化、鉄筋の腐食進行を抑えられる。 | ・ 維持管理面で有利。 |
| 経済性 | ・ 一般に、鋼板巻立て工法や繊維材巻立て工法に比べ経済的。 | | ・ 巻立て層数によっては鋼板巻立て工法に比べ経済的。 | ・ 鉄筋コンクリート巻立て工法に比べコストがかかる。 |

(2) 構造系の変更による耐震性能向上のための工法

1) 免震工法

既設支承を免震支承に交換し免震化することで、地震時作用する慣性力を低減し、橋脚の補強を行わずに耐震性能の向上を図る。支承交換が高価であることから、河川内など橋脚の補強が困難な場合に採用される。

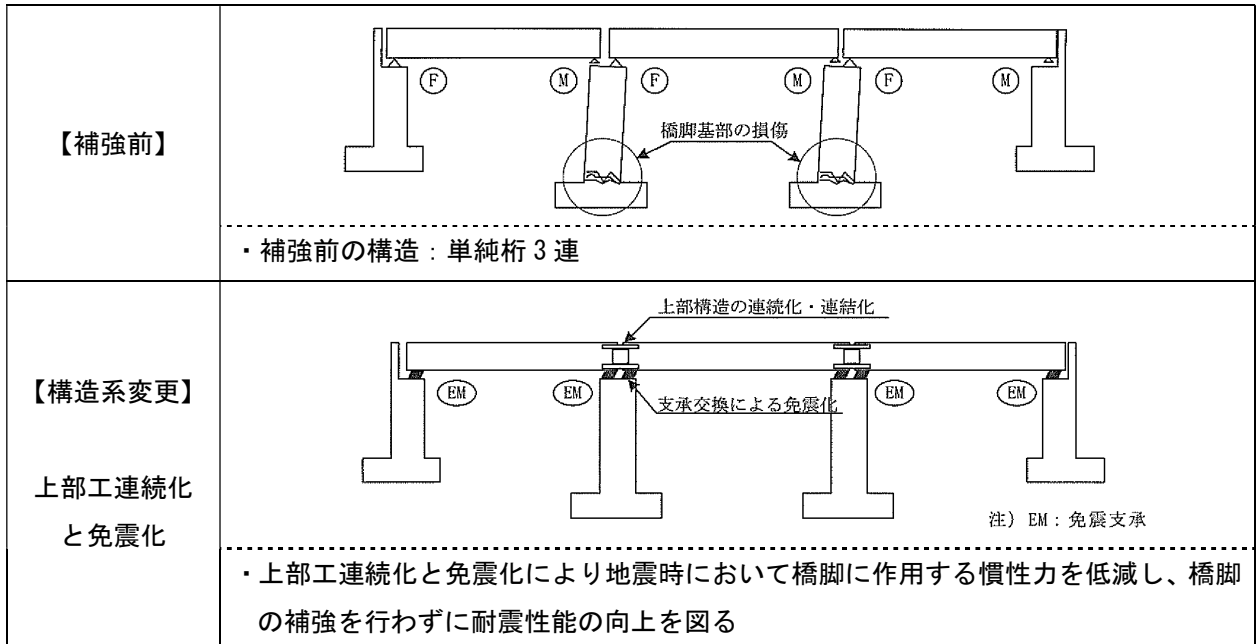


図-6.3.1 構造系の変更による耐震性能向上策の例－免震工法

2) 慣性力分散工法

地震時のみに作用力を伝えるダンパーを使用して、慣性力を分散することで、耐震性能の低い橋脚への地震時慣性力を抑え、橋全体の耐震性能向上を図る。一般的にダンパーが物理的に設置可能な方向が橋軸方向であることから、壁式橋脚などの橋軸方向のみに耐震性能が低い場合に採用される。

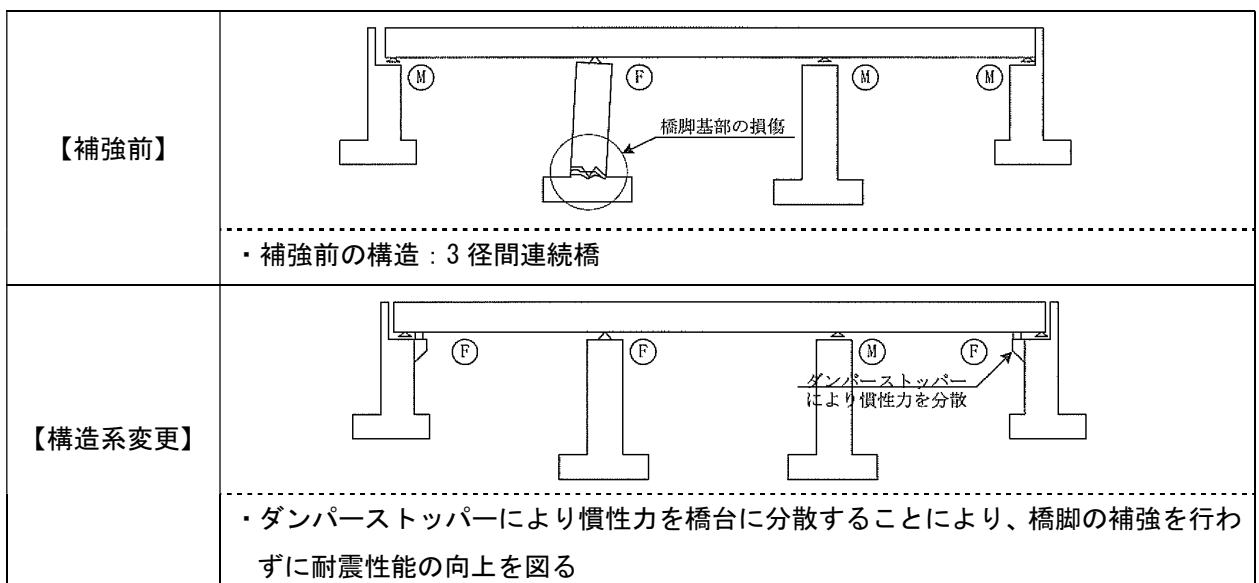


図-6.3.2 構造系の変更による耐震性能向上策の例－慣性力分散工法

3) 変位拘束工法

地震時の変位量が少ない橋台などを利用し、地震時の上部工の変位を拘束することで、橋脚への負担を軽減し、橋全体の耐震性能を向上させる。橋軸方向に耐震性能を向上する場合に採用する。

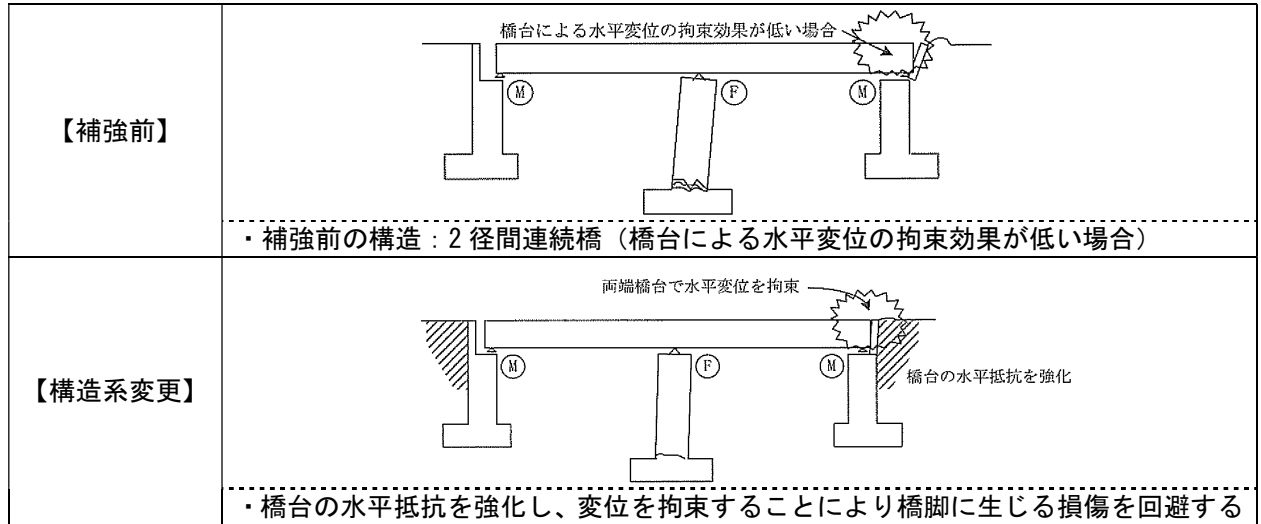


図-6.3.3 構造系の変更による耐震性能向上策の例－変位拘束工法

表-6.3.2 構造系の変更による耐震性能向上のための工法

| | 免震工法 | 慣性力分散工法 | 変位拘束工法 |
|----------|--|--|--|
| 設置する部材の例 | <p>【LRB支承】</p> <p>【ビンガムダンパー】</p> | <p>【積層ゴム支承】</p> <p>【ビンガムダンパー】</p> | <p>【ベルグダンパー】</p> |
| 構造的特徴 | <ul style="list-style-type: none"> 水中部の橋脚補強や、橋脚補強による基礎構造への影響が無視できない場合において有利。 免震工法、慣性力分散工法、変位拘束工法の併用、あるいは部材の耐震補強工法との併用により、補強効果をさらに高められる可能性がある。 橋軸方向、橋軸直角方向の耐震補強に適用可能。 不安定な地盤、長周期構造、負反力が生じる構造等では、適用に制約が生じる。 単純げた橋は、けた連結工法を採用し連続構造に改造する。 | <ul style="list-style-type: none"> 橋軸方向の耐震補強に適用。 単純げた橋は、けた連結工法を採用し連続構造に改造する。 多点固定方式の場合は、常時の温度変化に対して拘束力が発生する。ただし、地震時のみ固定可能なダンパーの採用が可能。 | <ul style="list-style-type: none"> 橋軸方向の耐震補強に適用。 橋台の耐力や地盤の安定性が高い場合に適用可能。 単純げた橋は、けた連結工法を採用し連続構造に改造する。 2径間程度の小規模な橋梁については、下部構造の補強を行わないで耐震性の向上が図れる場合が多い。 橋台背面土の抵抗も考慮して橋台の耐震安全性の照査を行う。 |
| 施工性 | <ul style="list-style-type: none"> 既設支承高が低い場合は、機能分離型支承の採用等、検討が必要。 支承部の取り替えの際は、既設部材を損なわないよう注意が必要。 | | <ul style="list-style-type: none"> 橋台の補強が必要な場合は、交通規制を伴うことがある。 |
| 維持管理性 | <ul style="list-style-type: none"> 制震装置を用いる場合は装置の維持管理が必要となる場合がある。 既設橋梁と同様な維持管理が必要。 | | <ul style="list-style-type: none"> 既設橋梁と同様な維持管理が必要。 |
| 経済性 | <ul style="list-style-type: none"> 水中部の橋脚補強や、基礎構造への影響が無視できない場合は、部材の耐震補強工法に比べ経済的に有利となる可能性がある。 | | <ul style="list-style-type: none"> 小規模橋梁の場合は、経済的に有利となる可能性がある。 |

(3) 複数の耐震補強工法を併用する場合

| | |
|----------------|---|
| <p>【構造系変更】</p> | <p>・慣性力分散工法と巻立工法を併用</p> |
| <p>【構造系変更】</p> | <p>注) EM : 免震支承</p> <p>・免震工法あるいは慣性力分散工法と変位拘束工法を併用</p> |

図-6.3.4 構造系の変更による耐震性能向上策の例-2 工法の複合

構造部材の耐震性能向上策は、実績も多く、補強効果が確認された有効な手法であり、かつ一般的に安価である事から、基本的に選定する事としたが、以下に示すような特殊な条件においては構造系の変更による耐震性能向上策を選定案に加える事とした。

- ・河川内の橋脚の補強を行う際、河川上の制約を受ける
- ・河川内の橋脚の補強を行う際、仮締め切りによる仮設費が増大する (図-6.3.5)
- ・橋脚位置への立入が困難な場合や、建築限界の制約により、補強が困難

| | |
|----------------------------------|--|
| <p>【従来工法】</p> <p>部材の耐震補強工法</p> | <p>・河川締め切りが必要であり、河川上の制約をうける</p> |
| <p>【構造系変更】</p> <p>上部工連続化と免震化</p> | <p>・構造系変更による補強により、河川上の制約を受けずに補強が可能</p> |

図-6.3.5 河川内橋脚での補強工法比較例



6.4 支承部補強

- (1) 既設橋の支承部は経年劣化などによりその機能に支障が生じている場合があるため、耐震性能の評価においては現況を十分に把握する必要がある。
- (2) 耐震補強において目標とする耐震性能のレベルに対して支承部および上部構造に生じている状態や支承部・落橋防止システムの機能を検証し適切な対策を施す必要がある。
- (3) 耐震補強によって部材や装置が追加設置されたことにより、損傷の点検やその補修が困難になるような構造を避けなければならない。

(1) すでに実施済みの橋梁点検結果を活用することや必要に応じて現況調査を実施し、支承部材などの経年劣化を考慮した耐震性能を算定することが重要である。

(2) 既設橋に対する一般的な構造条件での考え方を下表に示す。

表-6.4.1 既設橋の耐震補強における目標性能レベルに応じた支承部・落橋防止システムへの対応の考え方の例（橋軸方向の場合）

| 耐震補強において目標とする橋の耐震性能レベル | 耐震補強において考慮する支承部及び上部構造に生じている状態 | | | 既設橋の耐震補強における支承部・落橋防止システムへの対応 |
|--|--|---|---|--|
| | レベル1地震動まで | レベル1～レベル2地震動まで | 支承部の破壊後 | |
| レベル2地震動による損傷が限定的なものに留まり、橋としての機能の回復が速やかにい行得る状態が確保されるとみなせる耐震性能レベル | 支承部（支承本体、取付用鋼板、ボルト等の取付部材等）に変状や損傷が生じない。 | 支承部（支承本体、取付用鋼板、ボルト等の取付部材等）に変状や損傷が生じない。 | 支承部は破壊するため、機能を喪失する [※] 。桁かかり長と落橋防止構造により上部構造が下部構造頂部から逸脱しない。 | 支承部： レベル2地震動に対して機能確保できる支承部（必要に応じて、段差防止構造を設置） 落橋防止システム： 桁かかり長の確保 落橋防止構造の設置 |
| レベル2地震動により損傷が生じる部位があり、その恒久復旧は容易ではないが、橋としての機能の回復は速やかにい行得る状態が確保されるとみなせる耐震性能レベル | 支承部（支承本体、取付用鋼板、ボルト等の取付部材等）に変状や損傷が生じない。 | 既設の支承部（支承本体、取付用鋼板、ボルト等の取付部材等）に損傷又は変状が生じるため、支承部の恒久復旧は容易には行えないが、供用性に影響を及ぼす段差は生じない [※] 。また、水平力を分担する構造により水平力の伝達機能は確保されている。 | 支承部（水平力を分担する構造）は破壊するため、機能を喪失する。桁かかり長と落橋防止構造により上部構造が下部構造頂部から逸脱しない。 | 支承部： 既設の支承部をそのまま使用 レベル2地震動による水平力を分担する構造の追加設置（必要に応じて、段差防止構造を設置） 落橋防止システム： 桁かかり長の確保 落橋防止構造の設置 |
| レベル2地震動に対して落橋等の甚大な被害が防止されるとみなせる耐震性能レベル | 支承部（支承本体、取付用鋼板、ボルト等の取付部材等）に変状や損傷が生じない。 | 既設の支承部（支承本体、取付用鋼板、ボルト等の取付部材等）に損傷又は変状が生じるため、支承部は機能を喪失する。 | 桁かかり長と落橋防止構造により上部構造が下部構造頂部から逸脱しない。 | 支承部： 既設の支承部をそのまま使用 落橋防止システム： 桁かかり長の確保 落橋防止構造の設置 |

[※] 支承部に破壊が生じた場合にも、橋の速やかな機能の回復が求められる場合には、当該支承部の構造条件等によってはその破壊により路面に数百 mm の段差が生じる可能性がある場合もあるため、段差防止構造の設置等についても検討する。

6.5 落橋防止システム

- (4) 落橋防止システムは、予期できない構造系の破壊が生じても、上部構造の落下を防止できるように落橋防止システムを設置するものとする。
- (5) 設置する落橋防止システムの構造は、設計で考慮する移動方向に対して独立して動く適切なシステムを選定するものとする。

(3) 落橋防止システムの設計は、道路橋示方書・同解説 V耐震設計編(平成29年11月)によって実施する。

(4) 地震後の復旧の容易性や落橋といった最悪の事態を防止するためのものであり、破壊シナリオやフェールセーフの考えを踏まえ、**図-6.5.1**に示す構造より構成される。

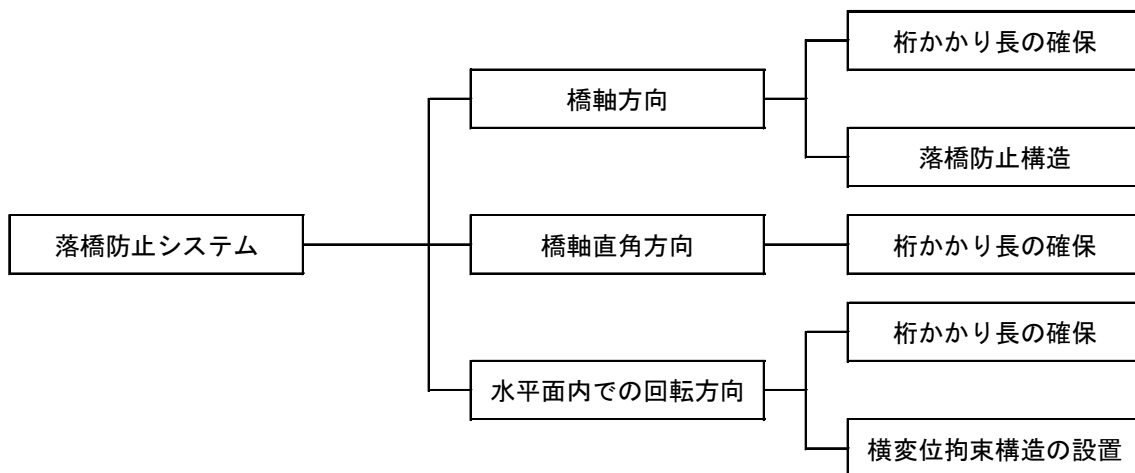


図-6.5.1 落橋防止システム



6.6 施工時の留意点

(1) 耐震補強は、既設構造物に部材を設置するものであることから、施工時に適切な配慮をするものとする。

(1) 耐震補強は既設構造物に部材を設置するものであることから、施工時に適切な配慮を行わないと、施工時の不具合、既設構造物の損傷および、新規設置部材に初期欠陥を生じる事となるため、留意が必要である。

1) 施工時の不具合回避のために実施する項目

- ・ 既設構造物の寸法確認
- ・ 既設鋼材位置の調査

2) 既設構造物の損傷回避のために実施する項目

- ・ 既設鋼材位置の調査

3) 新規設置部材の初期欠陥回避のために実施する項目

- ・ あと施工アンカー施工時の適切な管理
- ・ 新旧部材の付着確保のための適切な管理
- ・ 鉄筋コンクリート巻立工法における乾燥収縮ひびわれ回避
材料選定、養生方法、配筋に対する配慮

また、補強を行う既設構造に、不具合としてひびわれを生じている場合や、断面欠損を生じている場合が想定されるが、それらについては新部材設置前に既設構造物の処理について、適切な方法を選定しておく必要がある。

以下に鉄筋コンクリート巻立時の既設橋脚に生じた不具合の処理方法の例を示す。

■鉄筋コンクリート巻立工法施工時の既設橋脚処理方法

- ・ うきや脆弱部について確認し、除去する
- ・ ひびわれは処理しなくて良い
- ・ 断面欠損を生じている場合は以下の処理とする

鉄筋が露出していない場合：処理不要

鉄筋が露出している場合：鉄筋背面に粗骨材寸法相当分のあきを確保するよう、既設橋脚をはつる



第7章 耐荷力補強

7.1 耐荷力補強の基本方針

- (1) 本章で扱う耐荷力補強とは、活荷重に対する耐荷力不足の橋梁に対しての補強を対象とする。
- (2) 耐荷力の不足する橋梁については、損傷状況や交通状況も踏まえた上で、対策の要否を判定し、必要に応じて対策を実施する。
- (3) 補強にあたっては、現行の道路橋示方書に準拠することを基本とする。ただし、耐荷力補強により確保する活荷重強度については、路線の交通量や大型車の交通、補強規模を踏まえて設定する。
- (4) 補強工法の選定においては、構造的性、施工性、経済性および周辺環境への影響などの配慮し、比較検討の上、適切に設定する必要がある。
- (5) 補強設計の手順においては、[図-7.1.1](#)に示す実施フローを基本とする。

(1) 本章で扱う耐荷力補強は、車両大型化や交通量の増大により、設計当時の基準のままでは今後の安全な供用に問題が生じる場合について、耐荷力を向上するために実施する補強を対象とする。

(2) 耐荷力が不足していると懸念される橋梁については、適切に対策の要否を判定する必要がある。設計で考慮されている活荷重は、車両大型化にともない設計基準の改訂が行われていることから、現行の活荷重に比べて小さい事がほとんどである。この設計で考慮している活荷重強度のみを比較し、不足している橋梁の全てを補強することは、対策費が極端に増大し現実的ではない。

対象橋梁の交通状況から、設計で考慮している活荷重強度が発生していない場合や、設計で考慮していない地覆などの部材の影響から、もともとの橋梁の耐荷力が設計値よりも大きい場合など、現状のまま供用しても影響が少ない場合も多い。このことから、設計時の活荷重と現行基準の活荷重を比較し、一律に耐荷力補強を行うのではなく、各々の橋梁の状況を調査把握し、耐荷力補強の要否の判定を行う必要がある。



(3) 補強設計にあたっては、最新の知見を反映させた設計基準の改訂を踏まえる事と一旦補強した後の再補強が困難であることを勘案し、現行の道路橋示方書に準拠することを基本とした。ただし、道路協示方書を準拠したことにより、①大規模な補強が必要となる場合、②耐久性の低下を招く恐れがある場合、③下部工に著しく影響する場合、などは十分な検討を行なった上で、適切な工法を選定するものとする。また、維持管理計画にも十分留意し、新橋架替え計画などがあり明らかに暫定措置となる場合は、補強レベルについて費用対効果を考慮して適切に設定するものとする。

(4) 補強工法の選定における設計および施工上の留意点を以下に示す。

- 1) 損傷程度が著しい場合は、断面欠損やひびわれなどの影響による断面性能の低減などを反映した補修・補強検討を行い、適切な工法を選定するものとする。
- 2) 補修・補強にあたっては、現在健全である既設部材を傷めるなど、現行活荷重や耐久性を低下させるような無理な工法は採用しないよう留意するものとする。
- 3) 補修・補強の進展は目覚ましいものがあり、新技術・新工法の積極的な採用が望ましい。ただし、補修・補強技術は未だ確立されたものとは言えないため、実績がない工法の採用にあたっては、試験や実験などで事前に評価を行うとともに、必要に応じて実橋で載荷試験などを行い事後評価、さらには追跡調査（橋梁点検）を行うものとする。なお、事後評価を行う際には、施工前の状態も十分把握しておかなければならない。
- 4) 補強工事の実施まで時間を要する場合は、損傷状態に応じて耐久性を確保する補修工法も合わせて検討するものとする。
- 5) 補修・補強工法の選定においては、目的を十分満足する工法で経済的であることはもちろんだが、施工性も十分考慮するとともに、今後の維持管理にも十分に配慮し計画するものとする。
- 6) 補修・補強の施工は、既設橋梁の交通状況や橋下条件（交差物件や利用状況なども含む）、周辺環境などを十分検討した適切な工法を選定するものとする。
- 7) 交通規制については、作業期間だけでなく、養生期間も考慮して計画するものとする。
- 8) 施工計画にあたっては、既設部材に影響を及ぼす程度を検討して、最適な工法を選定するものとする。



表-7.1.1 補強工法の分類

| 分類 | 補強目的 |
|-------------|---|
| 接着工法 | 鋼部材では、応力集中箇所などに補強板を高力ボルトや溶接で接合し、耐荷力を向上させる。 コンクリート部材では、コンクリート表面に補強材を接着することにより、耐荷性の回復・向上を図る。 |
| 巻立て工法 | 耐荷力が不足した既設柱部材などの全周に補強材を巻立て、既設部材との一体化を図り合成構造とすることにより必要な性能の向上を図る。 |
| 部材の取替え工法 | 部材の一部もしくは全体を新たな部材と取り替え、耐荷性の回復・向上を図る。 |
| プレストレスの導入工法 | 部材の内部あるいは外部にケーブルを設置してプレストレスをあたえ、部材としての耐荷性の回復・向上を図る。 |
| 断面増厚工法 | コンクリート部材において、コンクリートやモルタルにより断面を増厚し、一体化することにより必要な性能の向上を図る。 |
| 部材増設（追加）工法 | 部材を追加することによって、荷重の分散や応力の分散を行い、構造物としての耐荷性の回復・向上を図る。 |

表-7.1.2 代表的な補強工法と適用部位の例

| 分類 | 補強工法 | 鋼橋 | | コンクリート橋 | RC床版 | コンクリート下部工 | | |
|-------------|----------------|----|-----|---------|------|-----------|---|----|
| | | 主桁 | 副部材 | | | 柱 | 壁 | はり |
| 接着工法 | 鋼板接着工法 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ |
| | 連続繊維シート接着工法 | | | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ |
| | 連続繊維板接着工法 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 巻立て工法 | 鋼板巻立て工法 | | | | | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 連続繊維シート巻立て工法 | | | | | ◎ | ◎ | ◎ |
| | RC巻立て工法 | | | | | ◎ | ◎ | ◎ |
| | PC巻立て工法 | | | | | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 吹付け巻立て工法 | | | | | ◎ | ◎ | ◎ |
| | プレキャストパネル巻立て工法 | | | | | ◎ | ◎ | ◎ |
| 部材の取り替え工法 | 打換え工法 | | | ◎ | ◎ | | | |
| | 取り替え工法 | | ◎ | | ◎ | | | |
| | 支承取り替え工法 | | | | | ○ | ○ | ○ |
| | 荷重軽減工法 | ○ | | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| プレストレス導入工法 | 外ケーブル工法 | ◎ | | ◎ | | | | |
| | 内ケーブル工法 | | | ◎ | | ○ | ○ | ○ |
| 断面増厚工法 | コンクリート増厚工法 | | | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 吹付け増厚工法 | | | | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 部材の増設（追加）工法 | はり（桁）増設工法 | ◎ | ○ | ◎ | ◎ | | | |
| | 支持点増設工法 | ◎ | | ◎ | ◎ | | | |
| | 補強材追加工法 | ◎ | ○ | | ○ | | | |

◎適合性が高い、○適合性がある。



(5)耐荷力補強を行なう場合には、対象とする部材により対策の規模が異なるため、部材毎に対策手順を決定した。

なお、主桁の照査Ⅰ・照査Ⅱにおいては、「既設橋梁の耐荷力照査実施要領（案）」に概略照査方法が例として示されている。また、実応力の照査方法については参考資料として「応力頻度測定要領（案）」がある。これらを参考にして橋梁の損傷状況や交通状況の総合的な観点から補強の要否を判定することが必要である。その他の部位についても現状で既にかかなりの損傷が見られる橋梁は、補修・補強が必要である。特に輪荷重が直接載荷する床版は、活荷重により損傷進行が早まると予想されるので留意を要す。また、特定部位（ゲルバーヒンジや桁端部切欠き部）は疲労の影響を受けやすいので、損傷がなくても補強することを原則とする。

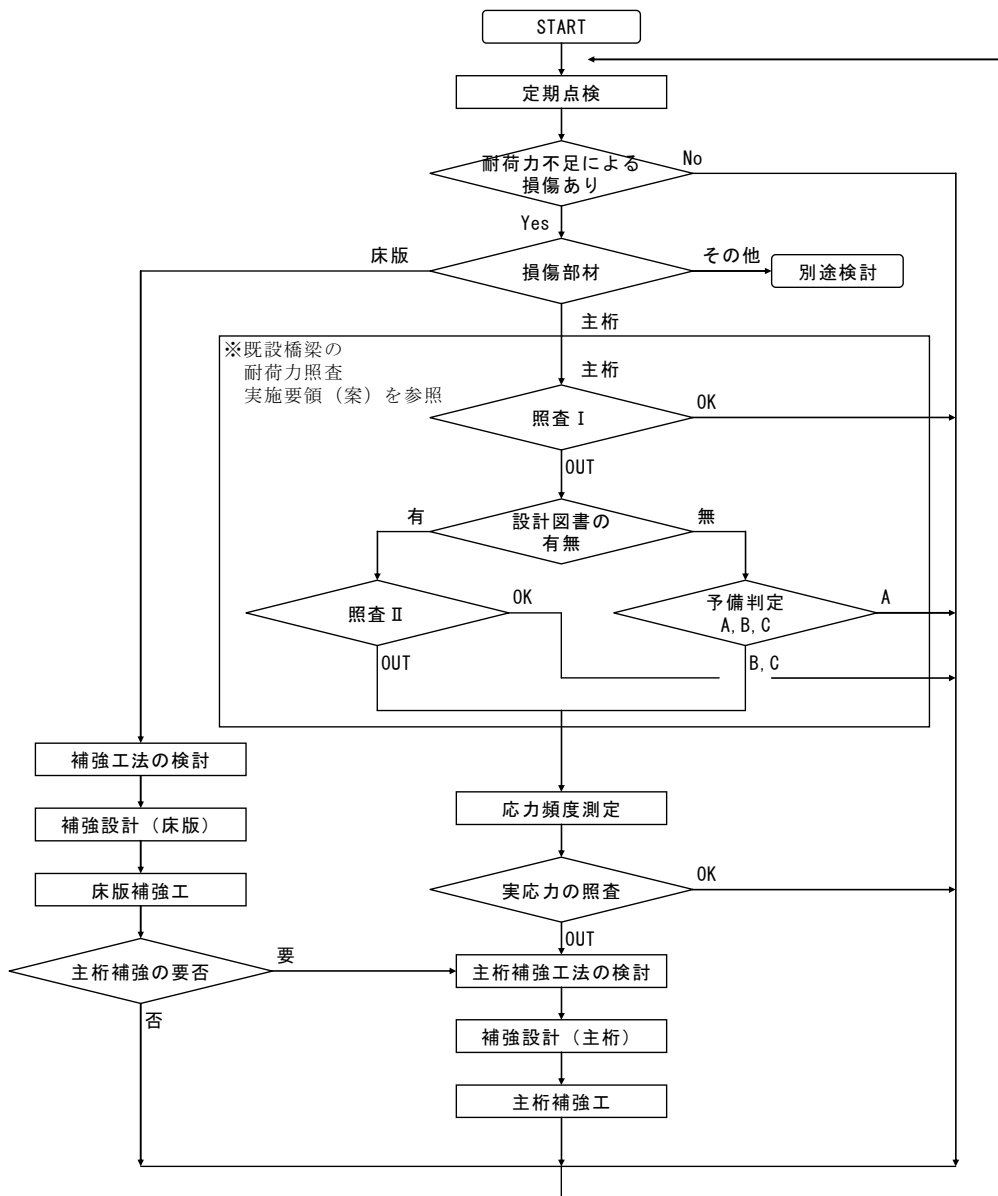


図-7.1.1 補強の実施フロー

床版については、炭素繊維シート工法など比較的補強しやすい工法が開発されている事、輪荷重を直接受ける事から損傷の進行が比較的早い事などから、損傷状況に応じて補強設計を行うものとした。また、床版補強により自重増加が懸念される場合は、その影響を考慮して、別途主桁の耐荷力照査を実施しなければならない。

主桁については、対策が大規模になりやすい事から、机上での簡易調査による耐荷性評価や現地での载荷試験を実施し、一律に大規模な対策を実施しないように配慮する。



7.2 鋼橋の補強

7.2.1 鋼橋の補強工法の選定

(1) 鋼桁の補強は、現場作業となることが多く、作業条件や施工管理の面などから、部材の連結には高力ボルトを用いることが多い。特に次のような場合には溶接を避けて高力ボルトを用いるのが良い。

- 1) 材質が不明な場合や材質に疑問がある場合
- 2) 材質は明らかであるが溶接性に問題がある場合
- 3) 現場の作業環境が、安定した状態での溶接作業を期待できない場合

ただし、構造上ボルトの孔あけが非常に困難な場合には溶接によっている場合もあるが、溶接工には熟練工を選定するのが望ましい。

(1) 既設橋の補強については、現場作業となることから、作業性や施工管理の面から高力ボルトを用いることが望ましい。

ただし、やむを得ず溶接による補強を行う場合には、既設材料の溶接性を確認する必要がある。既設材料が溶接性を確保されていない場合に、溶接を使用した補強を行った場合、溶接部の亀裂などの不具合が生じる可能性がある。このため、溶接を実施する場合には、溶接性の確認が重要である。

7.2.2 鋼橋の補強工法

(1) 鋼橋の補強工法として、主要な工法は以下のものがある。

- 1) 鋼板接着工法
- 2) 連続繊維板接着工法
- 3) 取替え工法
- 4) 外ケーブル工法
- 5) はり（桁）増設工法
- 6) 支持点増設工法
- 7) 補強材追加工法

(1) 鋼橋の補強工法

1) 鋼板接着工法

鋼板接着工法は、応力集中による亀裂の発生防止や既設部の変形防止、耐荷力の増大などを目的として実施される。

接着される鋼板が効果を示すのは、補強後に作用する活荷重のみであることから、死荷重比率が高い場合には、既設部材の残留応力が大きく、補強効果が小さい。

このような場合には、既設部材を支保工とジャッキ等により無応力状態にした上で補強を行なうと効果的である。ただし、ジャッキ等により無応力状態にする場合には、応力状態が現状から変化するため、床版などの既設部材への影響を確認しながら施工する必要がある。

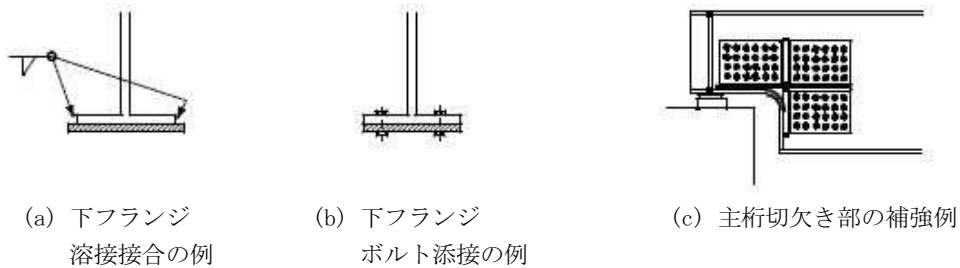


図-7.2.1 鋼板接着工法の例

2) 連続繊維板接着工法

連続繊維板接着工法は、部材の耐力向上や変形防止を目的として実施される。

軽量の連続繊維板を接着材により既設部材に取付けることで、施工性の向上を図ることが可能である。

ただし、補強範囲が添接板を跨ぐ場合には、取付けが困難となるため注意を要する。



図-7.2.2 連続繊維板接着工法の例

3) 取替え工法

鉄筋コンクリートを鋼床版に取替え、主桁などに作用する荷重を軽減して耐荷力を増大させる工法や、せん断変形状態を改善する目的で、せん断剛性の高い部材に取り替える工法などがある。

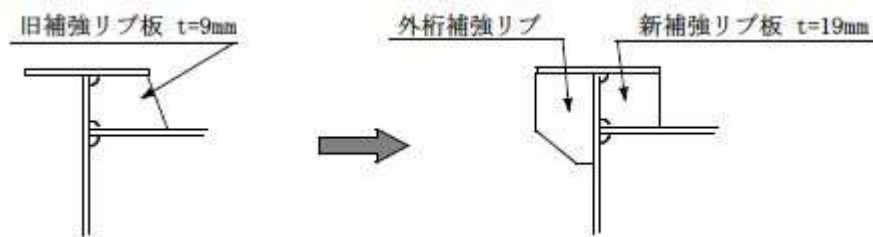


図-7.2.3 せん断変形改善対策の例

4) 外ケーブル工法

既設主桁などに緊張材を配置し、プレストレスを導入することによって、異常なたわみの防止や耐荷力（引張り応力度の低減）の増大を図る。プレストレスにより軸力も加わることから、圧縮応力度に留意する。

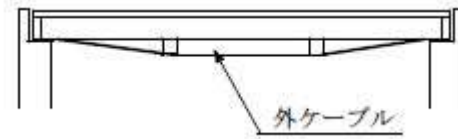


図-7.2.4 主桁補強の例

5) はり（桁）増設工法

既設主桁に隣接して補強主桁を増設し、異常なたわみの防止、作用力の分散、耐荷力の増大などを目的として実施する。

主桁が増設することによって床版の補強にもなるが、床版打換えと併用して実施される場合が多い。



図-7.2.5 縦桁増設の例

6) 支持点増設工法

主桁などの支間を短くすることによって、異常なたわみの防止、作用力の分散、耐荷力の増大などを目的として実施する。

支間が短くなるので曲げ耐力の増加に効果があるが、桁下空間の利用状況などを検討する必要がある。

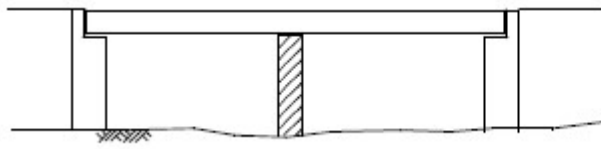


図-7.2.6 下部工増設による支間短縮の例

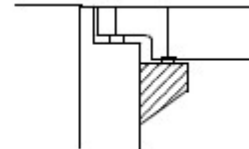


図-7.2.7 上部工反力分散の例

7) 補強材追加工法

主桁フランジ部の剛性を高めたり、主桁などの耐荷力の増大のために、補強材は活荷重に対して抵抗させる方法が一般的に用いられている。

溶接接合の場合は、溶接技術が必要であり、高力ボルト接合の場合は、ボルト孔の断面欠損を考慮しなければならない。

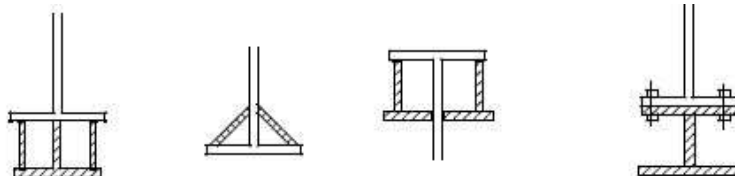


図-7.2.8 主桁補強の例

7.3 コンクリート桁の補強

7.3.1 コンクリート桁の補強工法の選定

- (1) コンクリート橋に発生する損傷の要因は複数によることが多く、その損傷の現象も複雑であり、詳細調査の結果および劣化予測などを十分把握して補強工法を選定する必要がある。
- (2) コンクリート橋では、一般的に桁下空間を利用した補強対策となり、時間的制約を受けるなど作業条件が悪い場合が多く、それらを考慮した補強工法を選定する。

- (1) コンクリート橋を補強する場合に、損傷状況や劣化予測を十分に把握しておかないと、補強により損傷の進行が確認できなくなる場合もあるため、注意が必要である。

7.3.2 コンクリート桁の補強工法

- (1) コンクリート桁の補強工法として、主要な工法は以下のものがある。

- 1) 鋼板接着工法
- 2) 連続繊維シート接着工法
- 3) 連続繊維板接着工法
- 4) 打換え工法
- 5) 外ケーブル工法
- 6) 内ケーブル工法
- 7) はり（桁）増設工法
- 8) 支持点増設工法

- (1) コンクリート桁の補強工法

1) 鋼板接着工法

コンクリート部材の引張り縁などに鋼板をエポキシ樹脂などで接着し、既設部材と一体化させて耐荷力の向上を図る。

部材剛性が向上するため、たわみの改善効果があり、ひびわれなどの耐久性向上の性能も改善されるが、鋼板の腐食対策が必要である。

主桁全体を鋼板で覆う場合には、路面からの浸透水が溜まらないように、橋面防水工を合せて施工する。

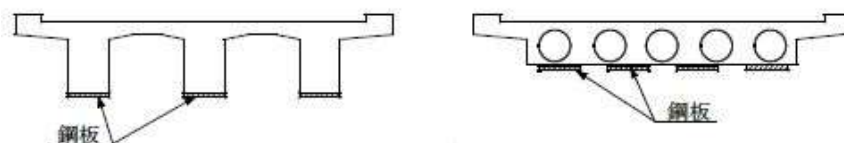


図-7.3.1 鋼板接着工法の例

2) 連続繊維シート接着工法

コンクリート部材の引張り応力や斜め引張り応力の作用面に連続繊維シートをエポキシ樹脂接着剤など含浸させながら積層し、既設部材と一体化させて耐荷力の向上を図る。

補強範囲については、連続繊維シートの定着長に配慮して設定する必要がある。特に桁高が低い橋梁のせん断補強を行う際には、連続繊維シートの定着長が確保しにくいため、留意が必要である。

主桁全体を連続繊維で覆う場合には、路面からの浸透水が溜まらないように、橋面防水工を合せて施工する。

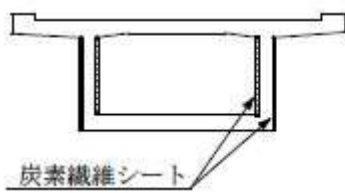


図-7.3.2 せん断耐力補強の例

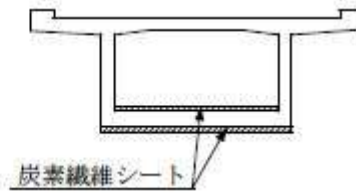


図-7.3.3 曲げ耐力補強の例

3) 連続繊維板接着工法

あらかじめ工場で製作した連続繊維板を引張り縁などに樹脂で接着し、既設部材と一体化させて耐荷力の向上を図る。

既設部材の設置面は、チッピングや不陸調整、面取りなどの前処理が必要である。

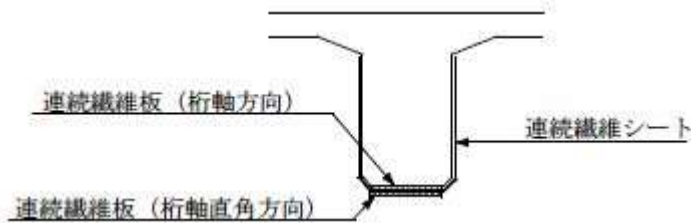


図-7.3.4 連続繊維板接着工法の例

4) 打換え工法

コンクリート部材の損傷が著しく耐荷力不足となり、著しい場合は部材の一部あるいは全体を撤去して、新しいコンクリート部材に取り替える工法である。

部分打換えの場合は、新旧コンクリートの打継目処理、鉄筋補強処理、短期間施工のための早強セメントや収縮抑制型のセメントなどの使用を検討する必要がある。

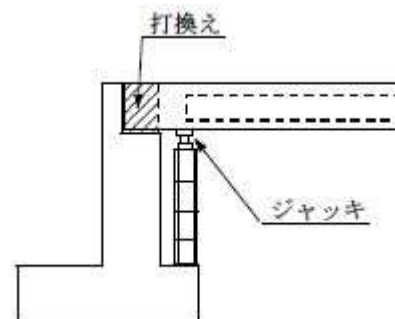


図-7.3.5 主桁端部打換えの例

5) 外ケーブル工法

コンクリート部材の外側にP C鋼材を配置して、プレストレスを与えることによって曲げ耐力の向上を図る。

偏向部の位置を工夫することによって、プレストレスの鉛直方向分力によりせん断耐力の向上、たわみ対策なども期待できる。

定着装置、偏向装置の固定方法によって、支圧、割裂、背面引張りなどの局部応力や局部的な曲げ・せん断に対して、十分な安全性を確認する必要があり、構造系によりプレストレスによる二次応力が発生することにも留意する必要がある。

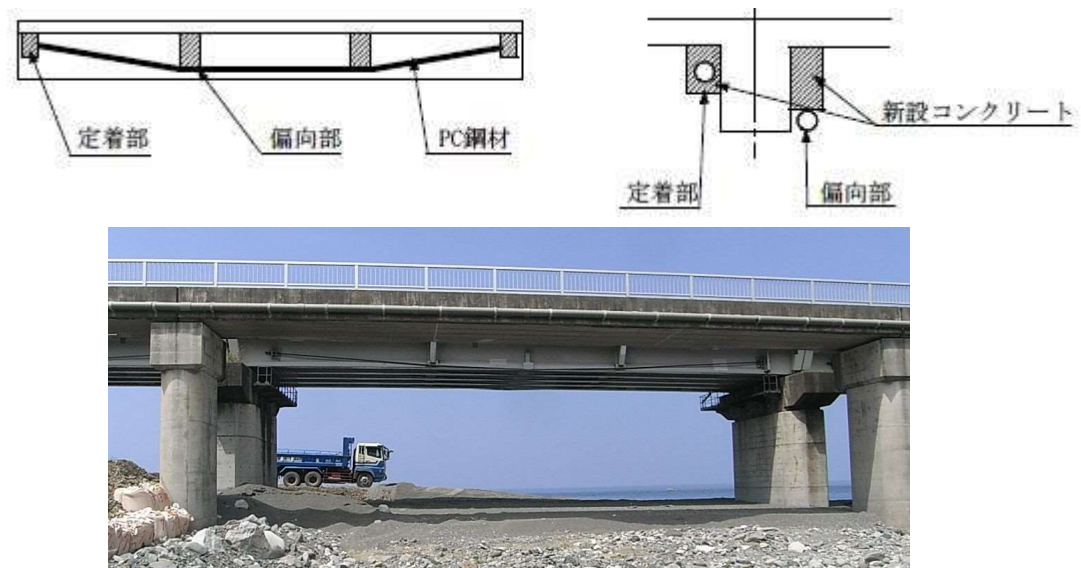


図-7.3.6 外ケーブル工法の例

6) 内ケーブル工法

コンクリート部材にP C鋼材を配置した新設コンクリートを増設し、プレストレスをあたえることによって曲げ耐力の向上を図る。

新設コンクリートが死荷重の増加につながるため実施例は少ない。

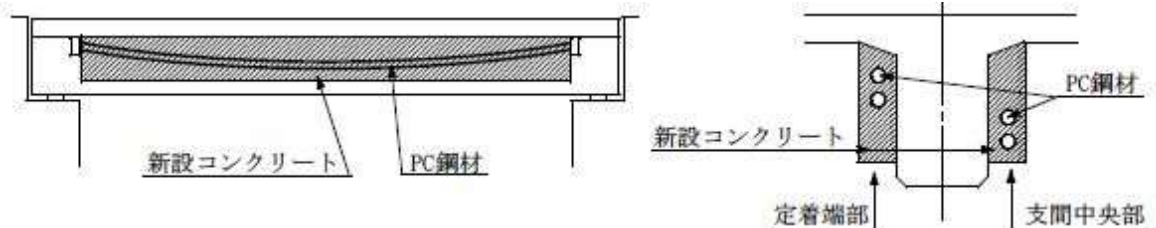


図-7.3.7 内ケーブル工法の例

7) はり（桁）増設工法

既設桁の下面などに桁を増設して耐荷力を向上する方法である。

合成構造とする場合は、クリープ、乾燥収縮によって新断面に引張り力、既設断面に圧縮力が作用するなどの影響で、新断面にひびわれが集中発生しないように配慮する必要がある。

新旧接触面に特別な処置を行わずに桁を重ねばりする場合は、断面力の分担などを検討して実施する。

桁の増設によって死荷重が増大するため、下部工、基礎工の安全性についても検討を行う必要がある。

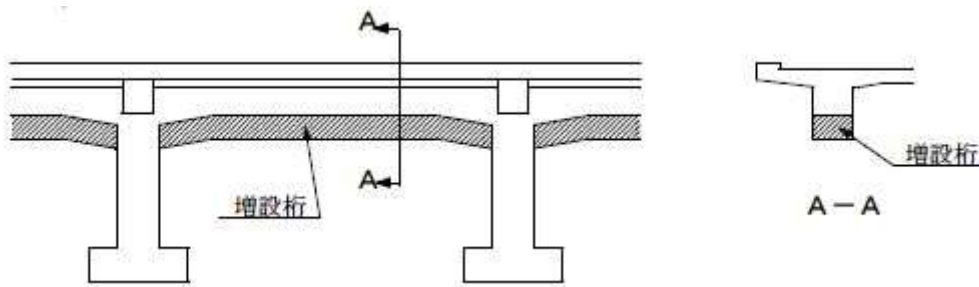


図-7.3.8 ラーメン橋の桁増設例（合成構造）

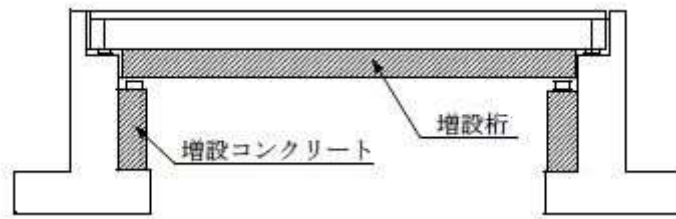


図-7.3.9 単純桁の桁増設例（重ねばり）

8) 支持点増設工法

主桁などの支間を短くすることによって、異常たわみの防止、作用力の分散、耐荷力の増大などを目的として実施する。

既設桁は、支点増により連続桁としての応力検討が必要であり、施工完了後の新設基礎の沈下変位などによる上部工からの荷重分担などの検討も必要となる。

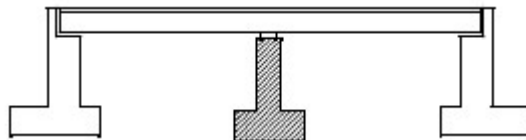


図-7.3.10 下部工増設の例



7.4 コンクリート床版の補強

7.4.1 コンクリート床版の補強工法の選定

- (1) 床版は繰返し荷重を直接受け、その影響による損傷が他の部位（部材）に比べて多いため、架橋時の設計基準や交通量（車両の大型化）の推移などを把握し、疲労による損傷であるのか、その他の環境、材料、施工、構造などに起因する損傷であるかを総合的に検討して、その損傷原因に合った補強工法を選定する必要がある。
- (2) 床版の補強工事に当たっては、車両交通の影響、桁下空間の施工条件、主桁や他の部材への影響などにも配慮して実施することが望ましい。
- (3) 床版の劣化には、雨水や融雪水の影響も大きく関与する。また、床版からの漏水によって主桁など床版下の部材の劣化も招くため、防水工についても十分に検討する。

- (1) 床版に補強工法を適用する場合には、損傷を招くに至らしめた原因を出来る限り軽減もしくは除去する対策をとることが重要である。

活荷重に起因する代表的な例として、下表に示すような対策がある。

表-7.4.1 活荷重に対する一般的な軽減対策

| 損傷を招くに至らしめた原因 | 軽減対策 |
|----------------------|----------------------------|
| 過大な輪荷重の作用 | 荷重制限 |
| 過大な衝撃の作用 | 舗装・伸縮装置の維持補修 |
| 輪荷重通行軌跡による過大モーメントの作用 | 車両通行帯の調整 (大型車の通行位置指定など) |

- (2) 鉄筋コンクリート床版は、輪荷重による繰返し荷重を直接受けることによる疲労が損傷の大きな原因である。

これらの原因により損傷が進行し、最悪の場合はコンクリートが抜け落ち、車両が通行できなくなるため、定期的な点検を実施し、早期に適切な対策を講じて長寿命化を図ることが重要である。

- (3) 表-7.4.2 は、ひびわれ状況とその密度によって補強対策緊急度の目安を参考として示したものである。また、表-7.4.3 には、ひびわれ状況とその密度に対する補強工法の目安を示すが、ひびわれ状況および維持管理優先順位などを総合的に検討して補強対策時期を決定するのが望ましい。



表-7.4.2 ひびわれ状況とその密度に対する補強対策の緊急度 (参考)

| m^2 当たりひび割れ量(m/m^2) ひび割れ状況 | 0.5 以下 | 0.5 ~2.0 | 2.0 ~3.0 | 3.0 ~5.0 | 5.0 以上 |
|--|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| 全ての幅が0.1mm未満 | D | D | C | C | B |
| ヘアークラックの他に部分的に 0.2mm程度の幅がある | D | D | C | B | A |
| 全体的に0.2mm程度の幅で部分的 に0.3~0.4mm程度の幅がある | D | C | B | B | A |
| 全体的に0.3~0.4mm程度の幅が ある | D | C | B | A | A |
| 全体的に幅0.3~0.4mm程度で部 分的にすりへり・角落ちがある | D | B | A | A | A |

- A : 緊急対策が必要
- B : 早期に対策が必要
- C : 定期的観測(追跡調査)が必要
- D : 対策の必要なし

表-7.4.3 ひびわれ状況とその密度に対する補強工法の目安 (参考)

| | A | B | C | D |
|-------------|-------|-------|---|---|
| 鋼板接着工法 | ----- | | | |
| 連続繊維シート接着工法 | | ----- | | |
| 連続繊維板接着工法 | | ----- | | |
| 打換え工法 | | | | |
| 取換え工法 | | | | |
| コンクリート増厚工法 | ----- | | | |
| 吹付け増厚工法 | ----- | | | |
| はり(桁)増厚工法 | ----- | | | |
| 補強材追加工法 | | | | |

注) ————— : 恒久的対策 - - - - - : 応急的対策

7.4.2 コンクリート床版の補強工法

(1) コンクリート床版の補強工法として、主要な工法は以下のものがある。

- 1) 鋼板接着工法
- 2) 連続繊維シート接着工法
- 3) 連続繊維板接着工法
- 4) 打換え工法
- 5) 取り替え工法
- 6) 上面増厚工法
- 7) 下面増厚工法
- 8) 吹付け増厚工法
- 9) はり（桁）増設工法
- 10) 補強材追加工法（荷重分配横桁補強工法）

(1) コンクリート床版の補強工法

1) 鋼板接着工法

床版コンクリートの引張り面に鋼板を接着し、既存と一体化させて活荷重に対する抵抗力を向上させる。

鋼板の接着にはエポキシ樹脂などによる圧着法と注入法があり、損傷の状態によって細幅鋼板、幅広鋼板の使い分けを考慮する。

床版下面の接着作業は、橋面の交通を供用しながら行えるが、樹脂が硬化するまでは、大型車両の通行規制を行うなどの配慮が必要である。

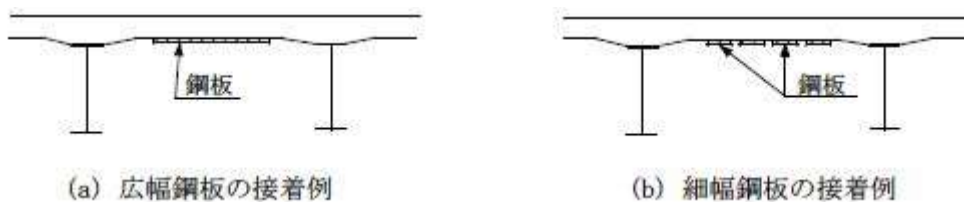


図-7.4.1 鋼板接着工法の例

2) 連続繊維シート接着工法

補強の目的は、鋼板接着工法と同じであるが、素材が柔軟で軽量であるため作業性が優れている。

しかし、コンクリート面との接着力によって一体化を図るため、コンクリート表面は良好な接着力発揮できるような状態にする必要がある。

一面にシートを接着した場合には、既設コンクリート面のその後の損傷が確認できなくなることから、帯状のシートを格子状に接着する方法もある。



図-7.4.2 連続繊維シート接着工法の例

3) 連続繊維板接着工法

あらかじめ工場で製作した連続繊維板を接着材で張付けるため、連続繊維シートの複数張りに比べて工期を短縮できる。



図-7.4.3 連続繊維板接着工法の例

4) 打換え工法

損傷の状況によって部分打換え、全面打換えがある。

部分打換えは、旧床版との打継ぎ処理を入念に行う必要があり、全面打換えの場合は現行示方書にしたがった新しい床版の設計・施工や、軽量コンクリートの使用による荷重軽減などの検討を行う。

確実に効果的な工法であるが、道路交通の規制がとれない、取り壊した床版の処理対策などの検討が必要である。

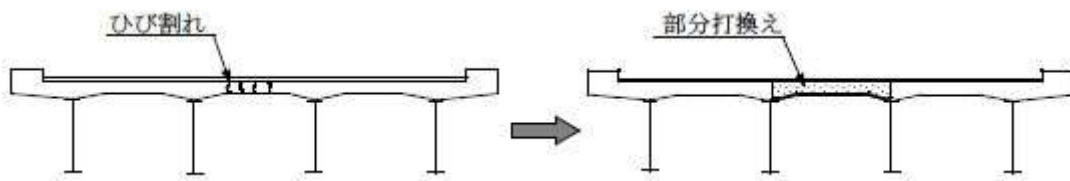


図-7.4.4 部分打換え工法の例

5) 取り替え工法

2方向に多数の貫通ひびわれが発生し、床版がブロック化しているような場合などは、全面打換え工法の採用が考えられるが、工期の短縮や軽量化、施工後の維持管理などを考慮して床版を他形式に取り替える工法である。

取替え後の床版形式には、鋼床版、プレキャストコンクリート床版、合成床版、鋼格子床版などがある。

6) 上面増厚工法

鋼繊維補強コンクリートまたは床版上面に鉄筋や鉄筋網などを沿わせてコンクリートを打設する工法である。

スパン中央部では圧縮側にコンクリートを打設するので曲げ耐力が上がり、押抜きせん断耐力も向上する。

施工時には、既設コンクリートの脆弱部を確実に除去したあとで補強する必要があり、補強厚が薄いと補強部材が割れて再劣化を起こすことから、必要厚を確認して補強する。

また、前後の道路との段差解消作業や伸縮装置の手直し、大幅な道路交通規制をとめない、死荷重増による主構造の検討が必要である。

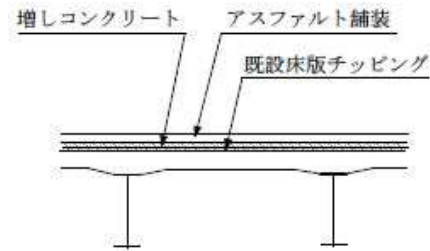


図-7.4.5 上面増厚工法の例

7) 下面増厚工法

床版下面にホールインアンカーなどを用いて格子状に組んだ鉄筋を床版に固定し、ポリマーモルタルなどを塗り込んで床版と一体化させる工法である。

床版の引張り鉄筋の増加および既設床版の鉄筋かぶりの増加によって耐荷力の向上を図る。

ポリマーセメントモルタルは、セメントモルタルに比べて乾燥収縮が小さく接着性に優れており、軽量タイプを用いると型枠が不要で施工できる。

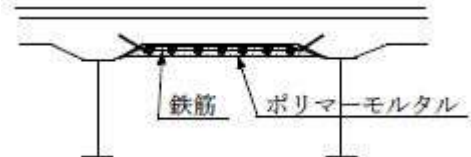


図-7.4.6 下面増厚工法の例

8) 吹付け増厚工法

床版下面に鉄筋を沿わせ、モルタルを吹き付けて既存床版と一体化させ、床版の引張り鉄筋の増加および既設床版の鉄筋かぶりの増加によって耐荷力の向上を図る。

既設床版の表面は、モルタルが付着しやすいように異物を十分に除去する必要があり、吹付けモルタルは、早期強度が高く乾燥収縮の少ないものを選定し、モルタルが硬化するまでに振動や変形を抑えるために通行規制などの配慮が必要である。

9) はり（桁）増設工法

損傷があまり進行していない場合に適しており、床版の支間長を短くすることによって床版に発生する曲げモーメントを減少させる。

増設縦桁は、床版の不等沈下の影響を考慮して十分な剛性を有するものを用いる必要があり、増設桁上の床版に負の曲げモーメントが発生する場合は、床版上面の配筋状態の安全を確認する必要がある。

増設桁の上フランジと床版の隙間への樹脂注入に当たっては、樹脂が硬化するまで振動や変形を抑えるために通行規制などの配慮が必要である。

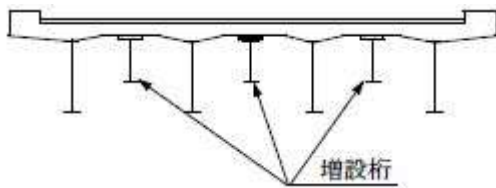


図-7.4.7 はり（桁）増厚工法の例

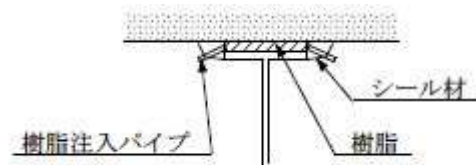


図-7.4.8 樹脂注入工法

10) 支持点増設工法

主桁などの支間を短くすることによって、異常たわみの防止、作用力の分散、耐荷力の増大などを目的として実施する。既設桁は、支点増により連続桁としての応力検討が必要であり、施工完了後の新設基礎の沈下変位などによる上部工からの荷重分担などの検討も必要である。

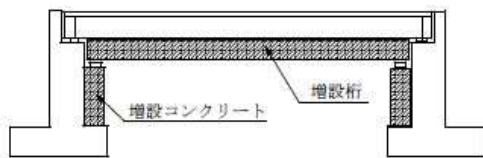


図-7.4.9 単純桁の桁増設例(重ねばり)

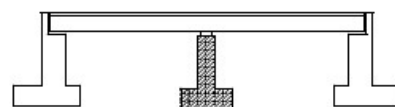


図-7.4.10 下部工増設の例

11) 補強材追加工法（荷重分配横桁補強工法）

既設主桁の不等沈下による床版損傷の場合は、対傾構、横構などの補強を行い、荷重分配効果を高め不等沈下を減少させる。

床版自体の補強ではないので、他の工法と併用して用いる必要がある。



7.5 下部工の補強

7.5.1 下部工の補強工法の選定

- (1) 下部工の補強に当たっては、損傷原因および損傷の程度、架橋時の諸条件など詳細調査の結果を十分に把握し、桁下空間の利用や交通規制などの施工条件に配慮した補強工法を選定する必要がある。
- (2) 下部構造の補強は、水中や土中の施工がともない、また桁下空間高さや用地の制約など施工条件によって補強に大きな費用が必要になる場合が多い。したがって、下部工の安定や強度不足などに対しては、下部工躯体に対して直接的な補強を行うよりも周辺地盤の改良や土圧などの荷重軽減による対策工の方が有利な場合がある。
- (3) 躯体断面を補強する場合は、すでに作用している上部工からの荷重や自重などにより既設部位に応力が発生しているので、補強断面には有効に作用しない。したがって、補強の目的に合わせて応力解放や荷重分担など慎重に検討して補強規模を決定する必要がある。

- (1) 下部工の補強は、荷重の増大、設計・施工の不良、材料の品質不良、地震の影響などによる下部工の安定または強度不足がある場合に、耐荷力の向上を目的として実施する。

7.5.2 下部工の補強工法

- (1) 下部工の補強工法として、主要な工法は以下のものがある。
 - 1) 接着工法
 - 2) 巻立て工法
 - 3) 部材の取り替え工法
 - 4) プレストレス導入工法（内ケーブル工法）
 - 5) 断面増厚工法

(1) 下部工の補強工法

下部工は柱部材と梁部材から成り立っているため、補強対象部材および補強目的によって様々な工法がある。ここでは、下部工の耐荷力補強特有の各工法について紹介する。

1) 鋼板接着工法

補強鋼板をエポキシ樹脂で取り付けて補強する方法。死荷重の増加は多少あるが、既設部材に与える影響が少ない。

2) 連続繊維シート接着工法

炭素繊維シートをエポキシ樹脂で取り付けて補強する方法で、曲げ補強、せん断補強に利用可能。死荷重の増加も少なく、既設部材に与える影響が少ない。しかし、使用枚数に限界があるため、補強量が大きい場合には適用できない場合がある。

3) 鋼板巻立て工法

耐力が不足した既設柱部材などの全周に鋼板を連続して配置し、既設部材との一体化を図り合成構造とすることにより必要な性能の向上を図る工法。現橋に合わせた鋼板の加工が必要で、現場溶接あるいは高力ボルト継手が必要である。

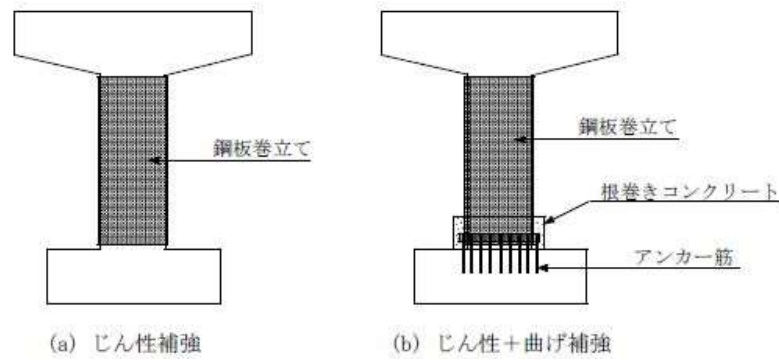


図-7.5.1 鋼板巻立て工法の例

4) 連続繊維シート巻立て工法

耐力が不足した既設柱部材などの全周に連続繊維シートなどを連続して配置し、既設部材との一体化を図り合成構造とすることにより必要な性能の向上を図る工法。材料が軽量で人力運搬ができ、複雑な断面形状でも対応できるが、車両の衝突や流石などの異常外力に対する防護工が必要である。

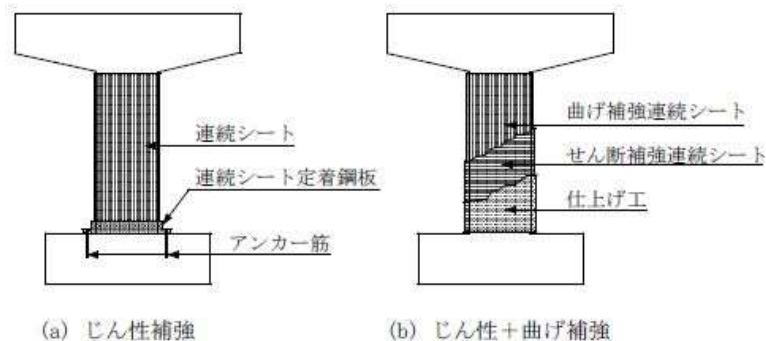


図-7.5.2 連続繊維シート巻立て工法の例

5) RC 巻立て工法

既設部材の周囲に鉄筋を配置し、コンクリートを打ち足し、断面を増加することにより必要な性能の向上を図る。一般的に用いられる工法であるが、既設コンクリートのチップングが必要である。

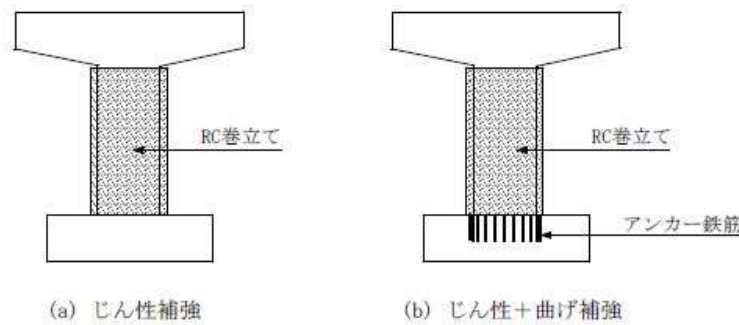


図-7.5.3 RC 巻立て工法の例

6) PC 巻立て工法

既設部材の周囲の巻立てでコンクリートにプレストレスを導入することにより、新旧コンクリートを一体化し必要な性能の向上を図る。

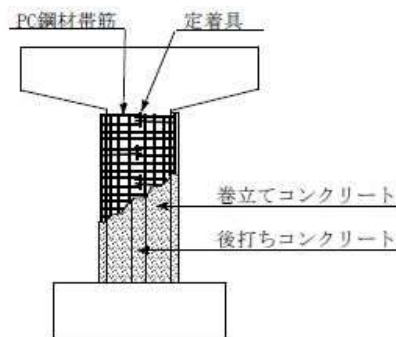


図-7.5.4 PC 巻立て工法の例

7) 吹付け巻立て工法

既設部材を鉄筋で補強し、モルタルを吹き付けて既設部材との一体化を図り、合成構造とすることにより必要な性能の向上を図る。スパイラル鉄筋を用いた場合はフックやフレアー溶接箇所が大幅に減少し配筋作業の効率化が図れるが、補強後の自重が増加するため基礎への影響を検討する必要がある。

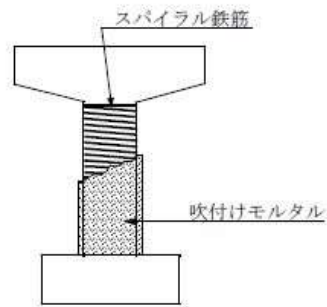


図-7.5.5 吹付け巻立て工法の例

8) プレキャストパネル巻立て工法

既設部材を、工場製作されたプレキャスト構造のパネルで巻き立てる工法

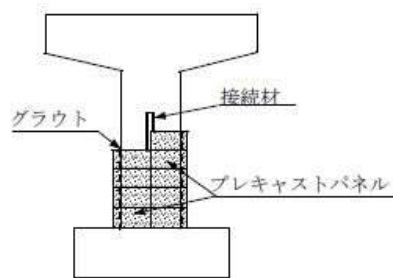


図-7.5.6 プレキャストパネル巻立て工法の例

9) 支承取り替え工法(同形式に取り替え工法)

支承の支持または移動機能が果たせない損傷で、補修前の形式で構造的に不具合が生じない場合に、同形式の新しい支承に取り替える。損傷原因が支承形式に起因していないことが前提条件である。

10) 支承取り替え工法(他形式に取り替え工法)

支承の支持または移動機能が果たせない損傷で、補修前の形式では損傷の原因を除去できずに、将来も同様の損傷が発生すると想定されるなど、損傷原因が支承形式に起因する場合に他形式の支承に取り替える。

他形式の支承に取り替えることにより既設計と支承条件が変わる場合には、損傷した支承のみ取り替えるのではなく、同一支承線上の支承全てを取り替える必要がある。また、支承変更後の移動量と遊間量の確認を行う。

11) 荷重軽減工法

軟弱地盤上の橋台などが、背面盛土の重量により移動や傾斜が生じる懸念がある場合に、橋台背面の盛土の重量を軽減して安定を向上させる工法。

橋台の各部位において断面耐力が不足する場合にも、土圧軽減することにより耐力を確保することがあるが、背面の掘削作業がとれない迂回路などの交通対策の検討が必要である。

背面盛土の荷重軽減としては、コルゲートパイプ、ボックスカルバート、軽量骨材、発泡スチロール、軽量コンクリートなど種々の工法がある。

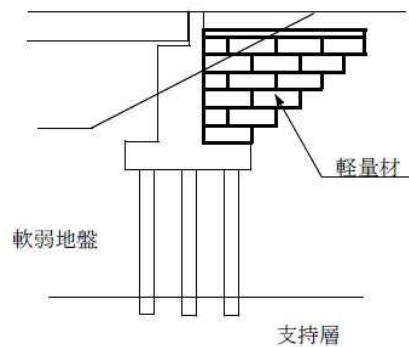


図-7.5.7 荷重軽減工法の例

12) プレストレス導入工法(外ケーブル工法)

コンクリート部材の外側に PC 鋼材を配置して、プレストレスを与え耐荷力の向上を図る。補強後に作用する荷重のみでなく、死荷重時の応力を改善することができる。

13) プレストレス導入工法 (内ケーブル工法)

ひびわれが発生したコンクリート部材に、樹脂注入処理後 PC 鋼材などを用いて圧縮力を与え、耐荷力の向上を図る。

定着装置や PC 鋼材の保護のためにコンクリートで保護する例が多い。

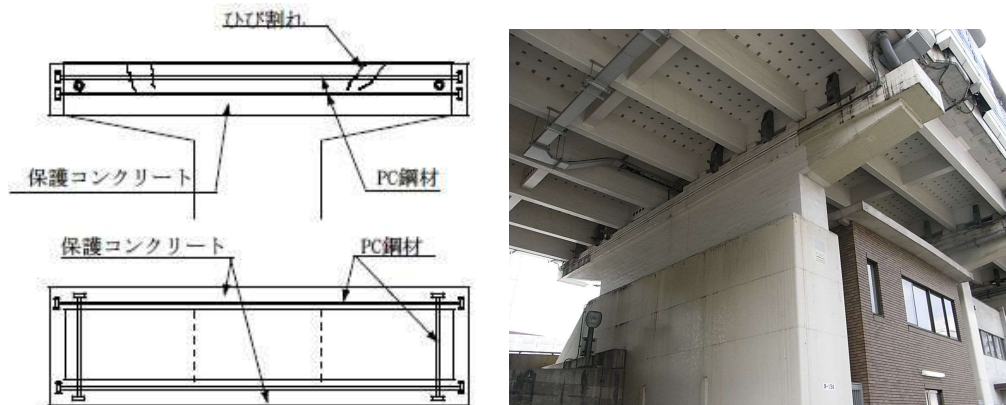


図-7.5.8 橋脚はりの内ケーブル工法の例



14) 増厚工

既設部材にモルタルおよび補強鉄筋を取り付けることで、曲げ補強、せん断補強を行う。新旧コンクリートの接着性を確保できるように丁寧な施工が必要となる。

15) 吹付け増厚工法

既設部材に鉄筋を沿わせ、モルタルを吹き付けて既設部材を増厚させることによって耐荷力の向上を図る工法。

7.6 施工時の留意点

(1) 耐荷力補強は、既設構造物に部材を設置するものであることから、施工時に適切な配慮をするものとする。

(1) 耐荷力補強は、既設構造物に部材を設置するものであることから、施工時に適切な配慮を行わないと、施工時の不具合、既設構造物の損傷および、新規設置部材に初期欠陥を生じる事となるため、留意点として取りまとめる必要がある。

1) 施工時の不具合回避のために実施する項目

- ・ 既設構造物の寸法確認
- ・ 既設鋼材位置の調査

2) 既設構造物の損傷回避のために実施する項目

- ・ 既設鋼材位置の調査

3) 新規設置部材の初期欠陥回避のために実施する項目

- ・ あと施工アンカー施工時の適切な管理
- ・ 新旧部材の付着確保のための適切な管理
- ・ 増厚工法における緩衝収縮ひびわれ回避（養生の方法や期間、配筋に対する配慮）

4) その他

鋼桁の補強は、現場作業となることが多く、作業条件や施工管理の面などから、部材の連結には高力ボルトを用いることが多い。特に材質が不明で溶接の品質が確保できない場合には溶接を避けて高力ボルトを用いるのが良い。

また、補強を行う既設構造に、不具合としてひびわれを生じている場合や、断面欠損を生じている場合が想定されるが、それらについては新部材設置前に既設構造物の処理について、適切な方法を選定しておく必要がある。



第 8 章 記録

8.1 目的

(1) 橋梁の維持管理に必要な調査結果、設計結果、工事履歴などについては、今後の維持管理に必要なデータの蓄積を目的として、適切に記録・保存するものとする。

(1) 適切な維持管理を行うにあたっては、過去の調査結果や設計結果、工事履歴を記録・保存しておく必要がある。

損傷箇所が発見された場合には、これらの記録を調査し、今までの損傷状況を整理することで、進行性の損傷であるか判断することも可能である。また、同様な損傷に対する過去の対策方法や、対策後の状況を調べる事で、最適な対策方法を選定することも可能であり、記録した情報を記録にとどめず、有効活用することが重要である。

8.2 記録する内容

(1) 記録する内容は、何時、どの箇所で、どんな目的で、何を行い、どの様な結果となったかをわかりやすく整理し、記録する必要がある。また、記録する内容は、以下の内容とする。

- 1) 点検結果
- 2) 詳細調査結果
- 3) 補修・補強の対策判定結果
- 4) 補修・補強設計の内容
- 5) 補修・補強工事の内容
- 6) 応急対策の内容
- 7) システムへの登録

(1) 点検、調査、補修・補強設計、補修・補強工事、応急対策の内容をわかりやすく記録することが重要である。記録は、以下の要領で行うこととする。

1) 点検結果

点検結果の記録は「静岡市道路橋点検要領」（令和 2 年 4 月、静岡市建設局）により行うこととする。



2) 詳細調査結果

詳細調査実施の際、既存の橋梁台帳の記載内容を確認し、必要により台帳の内容を更新、修正する。

詳細調査報告書を実施主体により保管する。また、調査結果の概要を橋梁台帳裏面の「変状調書」の欄などに簡潔に記載する。

3) 補修・補強の対策判定結果

対策判定結果報告書を実施主体により保管する。また、判定結果の概要を橋梁台帳裏面の「変状調書」の欄などに簡潔に記載する。

4) 補強設計の内容

耐震補強、耐荷力補強設計を行った場合は、橋梁台帳、橋梁設計調書を「静岡市道路橋計画・設計要領（令和3年6月、静岡市建設局道路部）」により作成し、定められた提出先に提出する。その際、作成費用を委託費に計上する。

5) 補修・補強設計の内容

①補修工事

工事内容の概要を橋梁台帳裏面の「橋歴調書」、「塗装調書」の欄などに簡潔に記載する。

②補強工事

工事内容の概要を橋梁台帳裏面の「橋歴調書」の欄などに簡潔に記載する。耐震補強、耐荷力補強工事を行った場合で、設計時と変更があったときは、設計時に作成した橋梁台帳、橋梁設計調書の修正もしくは作成を行う。

6) 応急対策の内容

対策内容を橋梁台帳の「橋歴調書」の欄などに簡潔に記載する。

7) システムへの登録

補修・補強工事を行ったときは、工事の内容を「道路施設共通データベースシステム」に入力する。



(記載例)

| 橋 歴 調 書 | | | 変 状 調 書 | | | 塗 装 調 書 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--|----------|---------|-----------------|--|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 年 月 | 記 事 | 工 費 | 年 月 | 調 査 対 象 | 調 査 事 由 | 塗 装 面 積 | 構 成 別 | 上 部 | 下 部 | 高 欄 | 橋 灯 | 計 | | | | | | | | | | | | | |
| 年 月 | 記 事 | 千 円 | 年 月 | 調 査 対 象 | 調 査 事 由 | m ² | 当 初 | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | m ² | | | | | | | | | | | | |
| H00 | 橋面防水工A=0000m ² 、橋面舗装工A=0000m ² OO建設 | 千円 OO | H00 | RC橋(主桁)の塩化物イオン量 | 1) 橋脚位置での塩化物イオン濃度(下り流) 2) 塗膜厚さを確かめ、塗膜の剥離を防止 | OOコンクリート | 当初 | OO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H00 | 断面修繕工A=000m ² OO建設 | 千円 OO | | | | | 変更 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | 塗装年月 | 下塗材 (二層) | 中塗材 | 上塗材 | 塗装箇所 (面積) | 塗装業者 | 塗装所 (面積) | 工費 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | H00 | 有機亜鉛 | ふっ素樹脂 | ふっ素樹脂 | A1~P1 (OOOO) | OO塗装 | OO | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | | | | | | | | | | | 千円 | | | | | | | | | | | |
| | | 千円 | | </ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



第9章 参考資料

9.1 業務の流れ

小規模橋梁は、点検結果を基に補修工法をフローにより選定し、補修・補強工事を実施する。

小規模以外の橋梁は、調査検討を行ったうえで、補修・補強工法を選定し、補修・補強工事を実施する。

小規模以外の橋梁で実施する調査検討では、各橋梁において、必要な調査内容が異なるため、必要な調査内容を抽出する必要がある。また、調査費用については、足場の種類や交通規制の方法などにより、差が生じることから、見積依頼を基本とする。このときに、必要な調査内容についても見積対象とする。

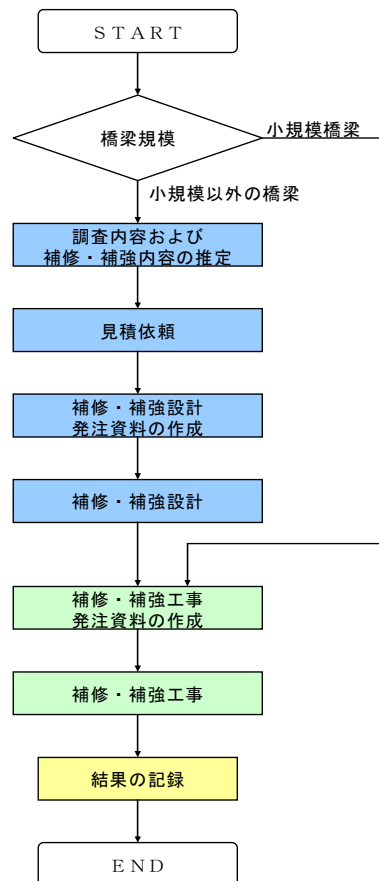


図-9.1.1 業務の実施フロー

9.2 補修・補強設計に関する見積り依頼の例

(1) 【補修設計】 見積り依頼（例）

以下のサンプル橋梁において、補修設計を行う場合の見積り依頼の例を示す。

| | |
|-------|-----------------------|
| 橋長 | 15.6m |
| 幅員 | 14.7m |
| 構造形式 | RC 中空床版 |
| 交差物 | 河川 |
| 一般図 | |
| 損傷の仮定 | 床版にひび割れ、鉄筋露出が発見されたと仮定 |

【注意事項】

- ・ 記載内容はあくまでも例ですので、内容を適宜修正の上、見積り依頼するようにしてください。
- ・ 見積り項目のなかに、歩掛りが存在するものもありますので、ご注意ください。（「設計業務等標準積算基準書（平成23年度版）」第3編、第2章（P3-2-59ほか）をご参照ください。）



1 見積の目的

下記橋梁について、橋梁点検により劣化損傷の顕在化が見られることから、交通の安全性の確保および橋梁の長寿命化を図ることを目的に、詳細調査および補修設計を実施するために、必要な工種の見積依頼を実施する。

なお、見積の内容に記載された詳細調査の他に、別途詳細調査が必要な場合は、見積依頼者宛その旨連絡するとともに、別途見積書を作成提出すること。

2 対象橋梁

| No | 橋梁名 | 路線名 | 場所 | 橋長 | 橋種、下部工 |
|----|-----|----------|-----------------------|-----|-----------|
| 1 | 〇〇橋 | 主要地方道〇〇線 | 〇区〇〇地内 (別紙位置図のとおり) | 〇〇m | 別紙一般図のとおり |
| 2 | △△橋 | 一般県道〇〇線 | 〇区〇〇地内 (別紙位置図のとおり) | 〇〇m | 〃 |
| 3 | □□橋 | 市道〇〇線 | 〇区〇〇地内 (別紙位置図のとおり) | 〇〇m | 〃 |

3 見積の内容

以下の見積内容について、前述した対象橋梁Noごとに作成、提出すること。

(1) 現況調査

① 現地踏査

架橋位置の現地踏査を行い、本仕様書に基づいた設計範囲及び貸与資料と現地との整合性を目視により確認するものとする。また、自然条件、交差条件等の周辺条件を十分に把握し、施工性の判断に必要な基礎的な現地状況を把握する。

② 調査・設計計画

貸与資料及び現地調査の結果に基づき、各種調査及び設計に関する実施計画書（業務計画書）を作成する。

③ 現況・損傷調査

作成した実施計画書に基づき、橋梁一般図の復元および橋梁諸元・条件の整理、劣化損傷原因の推定を行うために必要な調査を行う。なお、損傷原因の推定を目的として実施する詳細調査は、以下を予定しているが、別途調査が必要な場合は、監督員と協議の上決定する。

表1 調査項目一覧

| 調査箇所 | 調査内容 | 調査数量 |
|------------|---------------|------|
| 上部工（主桁、床版） | コンクリートの圧縮強度試験 | 3箇所 |
| | コンクリートの中性化試験 | 3箇所 |
| | RCレーダーによる配筋調査 | 3箇所 |



調査に当たっては、現地状況から必要な場合は点検車両等を使用する。なお、点検車両を使用する場合に交通規制を伴う場合は、関係機関と協議し、車両交通の安全に留意するものとする。

また、損傷調査は、「静岡県道路橋補修・補強要領（平成23年3月）」を参考に実施するものとし、支承の破損や変位、橋脚の破損、落橋防止構造の破損及び設置状況、及び既設橋梁設計図面との整合性を調査する。

④橋梁一般図復元

貸与資料及び各種調査結果を基に、補修・補強設計に用いる橋梁一般図を作成する。

(2) 橋梁補修設計等

①補修箇所、補修内容

橋梁本体、防護柵、伸縮装置等の橋梁付属物について、現況・損傷調査の結果、劣化・破損等により不具合が生じている場合、本橋にふさわしい最適工法を選定し、各構造の設計を行う。なお、補修箇所および補修内容は、以下を予定しているが、別途補修が必要な場合や補修方法が異なる場合は、監督員と協議の上決定する。

表2 補修設計対象箇所

| 部材 | 想定している補修内容 | 対象箇所 | 備考 |
|------|------------------|------------|----|
| 主桁 | ・ひび割れ注入 ・断面補修 | 全径間 | |
| 床版 | ・ひび割れ注入 ・断面補修 | 全径間 | |
| 支承 | ・塗装塗替え | A1, P1 | |
| 伸縮装置 | ・非排水形式への取替え | A1, P1, A2 | |
| 防護柵 | ・取替え | 全径間 | |
| 舗装 | ・橋面防水工、舗装打替え | 全径間 | |
| 下部工 | ・ひび割れ注入 | P1, A2 | |

②補修図面作成

補修工事に必要な図面を作成する。

③補修数量の算出

補修工事に必要な数量を算出する。

④施工計画

補修方法に応じた施工計画を作成する。施工計画には、施工手順の他に、施工足場の形状、資材搬入方法、施工工程表、概算工事費を記載するものとする。



⑤関係機関との協議資料作成

詳細調査および補修工事に調整が必要な関係機関に対して、協議を行うための資料を作成する。

(3) 成果物

上記の結果を報告書として取りまとめ、併せて業務の概要版を作成する。

成果物は、「静岡市電子納品要領・基準（平成29年10月）」に従い作成する。

(4) 設計協議

打合せ回数は、以下の段階で合計4回とし、業務着手時と成果品納品時には管理技術者が出席するものとする。

第1回打合せ（業務着手時）：業務内容および業務実施方針の確認

第2回打合せ（詳細調査前）：詳細調査内容の確認

第3回打合せ（補修・補強設計時）：補修・補強工法の確認

第4回打合せ（成果品納品時）：成果品の確認

(5) 直接経費

上記の業務に必要な経費を計上する。

なお、保安設備については道路工事保安施設設置基準によるものとする。

(6) 技術経費

技術経費率は20%とする。

(7) 貸与資料

①橋梁台帳

②橋梁点検結果

③橋梁一般図



| 直接経費内訳書 | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | | | | | | No.3 |
| 名 称 | 仕 様 | 単 位 | 数 量 | 単 価 | 金 額 | 摘 要 |
| 旅費交通費 | | | | | | |
| 旅費交通費 | | | | | | |
| ワゴン車 | | | | | | |
| | | | | | | |
| 調査機材費 | | | | | | |
| 橋梁点検車 | | | | | | |
| 〇〇調査機材損料 | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 保安設備 | | | | | | |
| 交通整理員 | | | | | | |
| 規制材 | | | | | | |
| | | | | | | |
| その他 | | | | | | |
| 電子成果品作成費 | | | | | | |
| 印刷費 | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 合 計 | | | | | | |



(2) 【耐震補強設計】見積り依頼（例）

以下のサンプル橋梁において、耐震補強設計を行う場合の見積り依頼の例を示す。

| 橋長 | 37.9m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|-----------|--|--|----|----|----|-------|-----|-----|------|-----|---------|------|-------|---|-----------|----------|---------|---------|----|---|-----------|-----|---------|------|---------|--|----|-----------|-----------|
| 幅員 | 6.0m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 構造形式 | RC T桁 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 交差物 | 河川 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 一般図 | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">橋 梁 一 般 図</th> </tr> <tr> <th>項目</th> <th>内容</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>都道府県名</td> <td>静岡県</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td>市町村名</td> <td>静岡市</td> <td>2/0/1/1</td> </tr> <tr> <td>道路種別</td> <td>主要地方道</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>路線名(路線分類)</td> <td>南アルプス公園線</td> <td>1/0/6/0</td> </tr> <tr> <td>現道・旧道区分</td> <td>現道</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>橋脚名(分脚番号)</td> <td>湯島橋</td> <td>3/4/2/3</td> </tr> <tr> <td>架設年次</td> <td>昭和42年3月</td> <td></td> </tr> <tr> <td>縮尺</td> <td>平面図 1/200</td> <td>断面図 1/100</td> </tr> </tbody> </table> | 橋 梁 一 般 図 | | | 項目 | 内容 | 備考 | 都道府県名 | 静岡県 | 2/3 | 市町村名 | 静岡市 | 2/0/1/1 | 道路種別 | 主要地方道 | 4 | 路線名(路線分類) | 南アルプス公園線 | 1/0/6/0 | 現道・旧道区分 | 現道 | 1 | 橋脚名(分脚番号) | 湯島橋 | 3/4/2/3 | 架設年次 | 昭和42年3月 | | 縮尺 | 平面図 1/200 | 断面図 1/100 |
| 橋 梁 一 般 図 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 項目 | 内容 | 備考 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 都道府県名 | 静岡県 | 2/3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 市町村名 | 静岡市 | 2/0/1/1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 道路種別 | 主要地方道 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 路線名(路線分類) | 南アルプス公園線 | 1/0/6/0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 現道・旧道区分 | 現道 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 橋脚名(分脚番号) | 湯島橋 | 3/4/2/3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 架設年次 | 昭和42年3月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 縮尺 | 平面図 1/200 | 断面図 1/100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

【注意事項】

- ・記載内容はあくまでも例ですので、内容を適宜修正の上、見積り依頼するようにしてください。
- ・見積項目のなかに、歩掛りが存在するものもありますので、ご注意ください。（「設計業務等標準積算基準書（平成23年度版）」第3編、第2章（P3-2-59ほか）をご参照ください。）



1 見積の目的

下記橋梁について、現行道路橋示方書（平成29年11月）で要求される安全性能（耐震性能）等に対する検証・照査を行い、不足する耐力等について補強することを目的に、耐震補強設計を実施するために、必要な工種の見積依頼を実施する。

なお、見積の内容に記載された詳細調査の他に、別途詳細調査が必要な場合は、見積依頼者宛その旨連絡するとともに、別途見積書を作成提出すること。

2 対象橋梁

| No | 橋梁名 | 路線名 | 場所 | 橋長 | 橋種、下部工 |
|----|-----|----------|-----------------------|-----|-----------|
| 1 | 〇〇橋 | 主要地方道〇〇線 | 〇区〇〇地内 (別紙位置図のとおり) | 〇〇m | 別紙一般図のとおり |
| 2 | △△橋 | 一般県道〇〇線 | 〇区〇〇地内 (別紙位置図のとおり) | 〇〇m | 〃 |
| 3 | □□橋 | 市道〇〇線 | 〇区〇〇地内 (別紙位置図のとおり) | 〇〇m | 〃 |

3 見積の内容

以下の見積内容について、前述した対象橋梁Noごとに作成、提出すること。

(1) 現況調査

① 現地踏査

架橋位置の現地踏査を行い、本仕様書に基づいた設計範囲及び貸与資料と現地との整合性を目視により確認するものとする。また、自然条件、交差条件等の周辺条件を十分に把握し、施工性の判断に必要な基礎的な現地状況を把握する。

② 調査・設計計画

貸与資料及び現地調査の結果に基づき、各種調査及び設計に関する実施計画書（業務計画書）を作成する。

③ 現況調査

作成した実施計画書に基づき、橋梁一般図の復元および橋梁諸元・条件の整理を行うために必要な調査を行う。

なお、詳細調査は、以下を予定しているが、別途調査が必要な場合は、監督員と協議の上決定する。

表1 調査項目一覧

| 調査箇所 | 調査内容 | 調査数量 |
|---------|---------------|------|
| 下部工（橋脚） | RCレーダーによる配筋調査 | 2箇所 |
| | 試掘（基礎形状等の調査） | 2箇所 |

④ 橋梁一般図復元

貸与資料及び各種調査結果を基に、耐震補強設計に用いる橋梁一般図を作成する。



(2) 下部工補強設計

①下部工性能照査

既設下部工（基礎工を含む）について、地震時における下部工の塑性域の地震時保有水平耐力や変形性能、エネルギー吸収を考慮して静的解析（地震時保有水平耐力法）により、耐震性能の照査を行う。そして、その照査結果から補強の要否を整理する。

②下部工補強工法検討・設計

既設下部工性能照査の結果に基づき、本橋にふさわしい耐震補強工法2～3案について設計、施工上の制約条件及び経済性・施工性を充分勘案して最適工法を選定し、各部材の設計を行う。

③仮設構造物設計

下部工の補強工事を施工する際に必要となる土留工等について、設置箇所の地盤条件、施工条件等を十分に考慮し設計を行う。

(3) 落橋防止システム設計

①落橋防止システム要否検討

けたかかり長及び落橋防止構造、変位制限構造からなる落橋防止システムの設置要否について、現況の落橋防止システムの状態等を踏まえ整理する。

②落橋防止システム設計

落橋防止システム要否検討の結果、設置等の必要が生じた場合、本橋にふさわしい最適工法を選定し、各構造の設計を行う。

なお、既存のシステムが存在し、撤去等が必要となる場合には検討の対象とする。

(4) 図面作成等

①補強図面作成

補強工事に必要な図面を作成する。

②補強数量の算出

補強工事に必要な数量を算出する。

③施工計画

補強方法に応じた施工計画を作成する。施工計画には、施工手順の他に、施工足場の形状、資材搬入方法、施工工程表、概算工事費を記載するものとする。

④関係機関との協議資料作成

調査および補強工事に調整が必要な関係機関に対して、協議を行うための資料を作成する。



(5) 成果物

上記の結果を報告書として取りまとめ、併せて業務の概要版を作成する。
成果品は、「静岡県電子納品要領・基準（平成29年10月）」に従い作成する。

(6) 調査結果等の作成

調査結果等は、「静岡県道路橋補修・補強要領（案）（平成23年3月）」により
橋梁台帳に記載する。（橋梁台帳がない場合は、橋梁台帳を作成する。）

(7) 設計協議

打合せ回数は、以下の段階で合計5回とし、業務着手時と成果品納品時には管理技術者が出席するものとする。

第1回打合せ（業務着手時）：業務内容および業務実施方針の確認

第2回打合せ（設計前）：既設橋梁一般図復元時

第3回打合せ（補強設計時）：補強計画策定時

第4回打合せ（補強設計時）：細部事項決定時

第5回打合せ（成果品納品時）：成果品の確認

(8) 直接経費

上記の業務に必要な経費を計上する。
なお、保安設備については道路工事保安施設設置基準によるものとする。

(9) 技術経費

技術経費率は20%とする。

(10) 貸与資料

- ①橋梁台帳
- ②橋梁点検結果
- ③橋梁一般図



見積様式 (例)

| | | | | | | | No.1 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|------|
| 名 称 | 仕 様 | 単 位 | 数 量 | 単 価 | 金 額 | 摘 要 | |
| 直接費 | | | | | | ①+② | |
| ①直接人件費 | | 式 | 1.0 | | | 内訳別紙 | |
| | | | | | | | |
| ②直接経費 | | 式 | 1.0 | | | 内訳別紙 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 間接費 | | | | | | ③+④ | |
| ③諸経費 | | 式 | 1.0 | | | ①×○○% | |
| ④技術経費 | | 式 | 1.0 | | | (①+③)×○○% | |
| | | | | | | | |
| 合 計 | | | | | | ①+②+③+④ | |
| | | | | | | 改め | |

| 直接人件費内訳書 | | | | | | | | No.2 |
|----------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 種 別 | 技師長 | 主任技師 | 技師A | 技師B | 技師C | 技術員 | 金 額 | 摘 要 |
| | 業務計画 | | | | | | | |
| 現地踏査および資料収集・整理 | | | | | | | | |
| 詳細調査 | | | | | | | | |
| ○○調査 | | | | | | | | |
| ○○調査 | | | | | | | | |
| 復元設計 | | | | | | | | |
| 補修・補強工法の選定 | | | | | | | | |
| 補強設計 | | | | | | | | |
| 補修・補強図面作成 | | | | | | | | |
| 補修・補強数量の算出 | | | | | | | | |
| 施工計画 | | | | | | | | |
| 関係機関との協議資料作成 | | | | | | | | |
| 報告書作成 | | | | | | | | |
| 設計協議 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 合 計 | | | | | | | | |



| 直接経費内訳書 | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | | | | | | No.3 |
| 名 称 | 仕 様 | 単 位 | 数 量 | 単 価 | 金 額 | 摘 要 |
| 旅費交通費 | | | | | | |
| 旅費交通費 | | | | | | |
| ワゴン車 | | | | | | |
| | | | | | | |
| 調査機材費 | | | | | | |
| 橋梁点検車 | | | | | | |
| 〇〇調査機材損料 | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 保安設備 | | | | | | |
| 交通整理員 | | | | | | |
| 規制材 | | | | | | |
| | | | | | | |
| その他 | | | | | | |
| 電子成果品作成費 | | | | | | |
| 印刷費 | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 合 計 | | | | | | |



9.3 補修・補強設計の特記仕様書の例

〇〇橋 補修設計 特記仕様書（案）

本特記仕様書は、静岡県〇〇事務所が委託発注する「〇〇補修設計業務委託（〇〇橋）」（以下「本業務」という。）に適用する。なお、本特記仕様書に定めた事項以外については、「静岡県土木業務委託共通仕様書」によるものとする。

1. 業務の目的

本業務は、〇〇号「〇〇橋（〇〇地内）」について、損傷が確認された事から損傷原因を特定し、構造物の長寿命化を図るための補修設計を実施することを目的とする。

業務にあたっては、既設橋に関する橋梁台帳等の資料を基に、橋梁諸元、設計・施工条件等を整理するものとする。なお、既設橋に関する設計当時の図書（設計計算書及び竣工図面等）は発注者が貸与する。

2. 業務の内容

(1) 現況調査

○現地踏査

架橋位置の現地踏査を行い、本仕様書に基づいた設計範囲及び貸与資料と現地との整合性を目視により確認するものとする。また、自然条件、交差条件等の周辺条件を十分に把握し、施工性の判断に必要な基礎的な現地状況を把握する。

○調査・設計計画

貸与資料及び現地調査の結果に基づき、各種調査及び設計に関する実施計画書（業務計画書）を作成する。

○現況・損傷調査

作成した実施計画書に基づき、橋梁一般図の復元および橋梁諸元・条件の整理、損傷原因の推定を行うために必要な調査を行う。なお、損傷原因の推定を目的として実施する詳細調査は、以下を予定しているが、別途調査が必要な場合は、監督員と協議の上決定する。

表1 調査項目一覧

| 調査箇所 | 調査内容 | 調査数量 |
|---------|----------------|------|
| 上部工（主桁） | コンクリートの圧縮強度試験 | 3箇所 |
| | コンクリートの中酸化試験 | 3箇所 |
| | R Cレーダーによる配筋調査 | 3箇所 |



調査に当たっては、現地状況から必要な場合は点検車両等を使用する。なお、点検車両を使用する場合に交通規制を伴う場合は、関係機関と協議し、車両交通の安全に留意するものとする。

また、損傷調査は、「静岡県道路橋補修・補強要領（平成23年3月）」を参考に実施するものとし、支承の破損や変位、橋脚の破損、落橋防止構造の破損及び設置状況、及び既設橋梁設計図面との整合性を調査する。

○橋梁一般図復元

貸与資料及び各種調査結果を基に、補修・補強設計に用いる橋梁一般図を作成する。

(2) 橋梁補修設計

橋梁本体、防護柵、伸縮装置等の橋梁付属物について、現況・損傷調査の結果、劣化・破損等により不具合が生じている場合、本橋にふさわしい最適工法を選定し、各構造の設計を行う。なお、補修箇所および補修内容は、以下を予定しているが、別途補修が必要な場合や補修方法が異なる場合は、監督員と協議の上決定する。

表2 補修・補強設計対象箇所

| 部材 | 想定している補修・補強内容 | 対象箇所 | 備考 |
|------|------------------|------------|----|
| 主桁 | ・ひび割れ注入 ・断面補修 | 全径間 | |
| 床版 | ・床版補強 | 全径間 | |
| 支承 | ・塗装塗替え | A1, P1 | |
| 伸縮装置 | ・非排水形式への取替え | A1, P1, A2 | |
| 防護柵 | ・取替え | 全径間 | |
| 舗装 | ・橋面防水工 | 全径間 | |
| 下部工 | ・ひび割れ注入 | P1, A2 | |

(3) 設計協議

○設計協議

中間打合せについては、詳細調査実施前、補修計画作成時、細部事項決定時の3回を標準とする。

3. 設計照査

設計照査は、静岡県「設計業務照査実施マニュアル」に基づいて実施するものとする。

照査要領は、あくまでも標準的なものであるため、当該業務の実情に応じて照査内容をよく検討して使用するものとする。また、対象工種がないものについては、「照査要領」を参考に別途照査の方法（様式）を定めるものとする。



4. 履行期間

本業務の履行期間は、契約日の翌日から平成〇〇年〇月〇日までとする。

5. 成果品

成果品は、「静岡市電子納品要領・基準（案）」に従い作成する。

6. その他

業務途中において、疑義等が生じた場合には、速やかに監督員と協議し、指示を受けるものとする。

（ 以上 ）



〇〇橋 補強設計 特記仕様書（案）

本特記仕様書は、静岡県〇〇事務所が委託発注する「〇〇補強設計業務委託（〇〇橋）」（以下「本業務」という。）に適用する。なお、本特記仕様書に定めた事項以外については、「静岡県土木業務委託共通仕様書」によるものとする。

1. 業務の目的

本業務は、〇〇号「〇〇橋（〇〇地内）」について、現行道路橋示方書（平成 29 年 11 月）で要求される安全性能（耐震性能）や耐久性能（劣化・破損等）等に対する検証・照査を行い、不足する耐力等について補強設計を実施することを目的とする。

業務にあたっては、既設橋に関する橋梁台帳等の資料を基に、橋梁諸元、設計・施工条件等を整理するものとする。なお、既設橋に関する設計当時の図書（設計計算書及び竣工図面等）は発注者が貸与する。

2. 業務の内容

（1）現況調査

○現地踏査

架橋位置の現地踏査を行い、本仕様書に基づいた設計範囲及び貸与資料と現地との整合性を目視により確認するものとする。また、自然条件、交差条件等の周辺条件を十分に把握し、施工性の判断に必要な基礎的な現地状況を把握する。

○調査・設計計画

貸与資料及び現地調査の結果に基づき、各種調査及び設計に関する実施計画書（業務計画書）を作成する。

○現況・損傷調査

作成した実施計画書に基づき、橋梁一般図の復元および橋梁諸元・条件の整理、損傷原因の推定を行うために必要な調査を行う。なお、損傷原因の推定を目的として実施する詳細調査は、以下を予定しているが、別途調査が必要な場合は、監督員と協議の上決定する。

表1 調査項目一覧

| 調査箇所 | 調査内容 | 調査数量 |
|---------|---------------|------|
| 上部工（主桁） | コンクリートの圧縮強度試験 | 3箇所 |
| | ひびわれ深さの調査 | 3箇所 |
| | 配筋調査（RCレーダー） | 3箇所 |
| 下部工（橋脚） | コンクリートの圧縮強度試験 | 3箇所 |
| | 配筋調査（RCレーダー） | 3箇所 |
| | 配筋調査（はつり） | 1箇所 |



調査に当たっては、現地状況から必要な場合は点検車両等を使用する。なお、点検車両を使用する場合に交通規制を伴う場合は、関係機関と協議し、車両交通の安全に留意するものとする。

また、損傷調査は、「静岡県道路橋補修補強要領（案）」を参考に実施するものとし、支承の破損や変位、橋脚の破損、落橋防止構造の破損及び設置状況、及び既設橋梁設計図面との整合性を調査する。

○橋梁一般図復元

貸与資料及び各種調査結果を基に、補修・補強設計に用いる橋梁一般図を作成する。

(2) 上部工補強設計

○上部工性能照査

既設上部工について、設計荷重作用時及び終局荷重作用時に、各部材に生じる応力度及び断面力が許容応力度及び断面耐力以下であることを照査する。次に、その照査結果から補強の要否を整理する。

○上部工補強工法検討・設計

既設上部工性能照査の結果に基づき、本橋にふさわしい補強工法2～3案について設計、施工上の制約条件及び経済性・施工性を十分勘案して最適工法を選定し、各部材の設計を行う。

(3) 下部工補強設計

○下部工性能照査

既設下部工（基礎工を含む）について、地震時における下部工の塑性域の地震時保有水平耐力や変形性能、エネルギー吸収を考慮して静的に（地震時保有水平耐力法による）、耐震性能の照査を行う。次に、その照査結果から補強の要否を整理する。

○下部工補強工法検討・設計

既設下部工性能照査の結果に基づき、本橋にふさわしい耐震補強工法2～3案について設計、施工上の制約条件及び経済性・施工性を充分勘案して最適工法を選定し、各部材の設計を行う。

○仮設構造物設計

下部工の補強工事を施工する際に必要となる土留工等について、設置箇所の地盤条件、施工条件等を十分に考慮し設計を行う。



(4) 落橋防止システム設計

○落橋防止システム要否検討

けたかかり長及び落橋防止構造、変位制限構造からなる落橋防止システムの設置要否について整理する。

○落橋防止システム設計

落橋防止システム要否検討の結果、増設等の必要が生じた場合、本橋にふさわしい最適工法を選定し、各構造の設計を行う。

(6) 設計協議

○設計協議

中間打合せについては、詳細調査実施前、補強計画作成時、細部事項決定時の3回を標準とする。

3. 設計照査

設計照査は、静岡市「設計業務照査実施マニュアル」に基づいて実施するものとする。

照査要領は、あくまでも標準的なものであるので、当該業務の実情に応じて照査内容をよく検討して使用するものとする。また、対象工種がないものについては、「照査要領」を参考に別途照査の方法（様式）を定めるものとする。

4. 履行期間

本業務の履行期間は、契約日の翌日から平成〇〇年〇月〇日までとする。

5. 成果品

成果品は、「静岡市電子納品要領・基準（平成29年10月）」に従い作成する。

6. その他

業務途中において、疑義等が生じた場合には、速やかに監督員と協議し、指示を受けるものとする。

(以上)



9.4 補修・補強工事の特記仕様書の例

〇〇橋補修工事 特記仕様書（例）

第1章 総 則

第1節 工事概要

1. 工事名

本工事の名称は「〇〇工事」と称する。

2. 工事箇所

静岡市〇〇〇

3. 工事内容

橋梁補修工事

- | | | |
|-------------|---------------|-------------------|
| (1) ひびわれ補修工 | ひびわれ注入 | 〇〇 m |
| (2) 断面修復工 | 断面修復工 | 〇〇 m ² |
| (3) 足場工 | 吊り足場(アンカータイプ) | 〇〇m ² |

第2節 一般事項

1. 適用範囲

- (1) この特記仕様書は、静岡市（以下「甲」という）が発注する〇〇工事の施工に適用する。また特に定めのない事項については静岡市土木工事共通仕様書を準拠するものとする。

2. 関係法令等の遵守

- (1) 請負者（以下「乙」という）は、建設工事請負契約書、建設業法、騒音規制法、労働基準法、職業安定法、労働者災害保険法及びその他の関係法令、並びに関係官公署の許可条件を遵守し、工事の円滑な進行を計らなければならない。
- 尚、これらの諸法令の運用適用は、「乙」の負担と責任において行う。

3. 疑義の解釈

- (1) 仕様書及び設計図書に疑義を生じた場合は、「甲」と協議し、必要に応じて設計変更を行うものとする。
- (2) 仕様書、設計図書に明示されていない事項があるときは、協議を受け「甲」が定めるものとする。
- ただし、明示されていないものであっても、当然必要と認められるものについては、「乙」の責任において施工しなければならない。

4. 書類の提出

関係書類の提出は「甲」が別に示す様式により、指定期日までに行うものとする。



5. 官公署に対する手続

工事施工のため必要な官公署への手続きは、すみやかに「乙」が行うものとする。
これに要する費用は「乙」の負担とする。尚、「乙」は、その結果を「甲」に報告しなければならない。

6. 瑕 疵

本工事は責任施工とするので、「乙」の責に帰すべき施工上の瑕疵による事故、破損等が発生した時、「乙」は無償で「甲」の指定する期間内に補修又は交換しなければならない。

第3節 工事施工

1. 一般事項

「乙」は、常に工事の進捗状況について注意し、予定の工事工程と比較して、工事の円滑な進行を図らなければならない。

2. 施工計画書

工事契約後、「乙」は本工事的目的・内容並びに工事箇所周辺の施工環境を十分に把握・検討した上で『施工計画書』を策定・提出し詳細な説明を行うものとする。

3. 写真撮影

- (1) 「乙」は、「甲」の指示にしたがい施工前、完成後の状況が対照できるように、工事過程を撮影しなければならない。
- (2) 工事完成後外部から明視できなくなる箇所の施工状況、重要な工事段階、出来形部分及び寸法等が確認できるように撮影し、監督が、随従閲覧できるよう整理、編集するとともに写真帳として、現場に備えて置き、工事完成後、「甲」に提出しなければならない。

4. 特許権の使用

工事の施工にあたり、特許権その他第三者の権利の対象となっている施工方法を使用する時、「乙」はその使用に関するいっさいの責任を負わなければならない。

5. 資・機材ヤード

「乙」は本工事に必要な資・機材の配置を計画した書面を提出し「甲」の承認を受けるものとする。書面には安全管理策を明記するものとする。

6. 仮 設 物

「乙」は工事施工に必要な詰所、工作小屋、材料置場等の仮設物を設ける場合は、設置位置 概要とその他について「甲」と協議し承認を受けなければならない。

7. 周辺への影響対策

周辺の家屋等各種施設については事前に影響調査を行い、工事の影響を最少限に押える処置を講じること。



8. 関連工事

本工事に平行して、同一敷地内で別途工事が実施されている場合は互いに連絡を密に行って支障がないよう努めること。

9. 細目事項

- (1) コンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊を工事現場から搬出する場合、再生資源利用促進計画を作成し、施工計画書に含め「甲」に提出すること。
- (2) 「乙は」、再生資源利用計画及び再生資源利用促進計画を作成した場合には、工事完了後速やかに実施状況を記録し「甲」に提出すること。
- (2) 産業廃棄物が搬出される工事に当たっては、産業廃棄物管理票（マニフェスト）により、適正に処理されていることを確認するとともに「甲」に提示すること。

10. 施工承諾申請図書

「乙」は工事施工に際しては、必要図書を提出し、「甲」の承諾を得てから着手すること。提出書類は、次の内容のものを各3部（A4版）とする。

- (1) 着手願（届）
- (2) 主任技術者、現場代理人届
- (3) 工事工程表
- (4) 施工計画書
- (5) 検査、試験、品質管理等実施品目一覧表
- (6) 検査、試験、品質管理等結果報告書
- (7) 機器、材料承諾願
- (8) 下請負業者願（届）
- (9) 施工体制台帳、施工体系図
- (10) その他必要な図面等

第4節 完成図書

「乙」は、工事竣工に際して、完成図書として次のものを提出すること。

- | | |
|--------------------|----|
| (1) 工事竣工図 | 3部 |
| (2) 試験成績証明書 | 3部 |
| (3) 出来形表 | 3部 |
| (4) 工事月報 | 1式 |
| (5) 工事写真 | 1部 |
| (6) 竣工写真 | 2部 |
| (7) 協議、承諾図書 | 3部 |
| (8) 工事打合わせ議事録 | 3部 |
| (9) 出来高調書 | 3部 |
| (10) 納品書等 | 1式 |
| (11) その他「甲」の指示するもの | 1式 |



第5節 検査及び試験

1. 立会検査

「乙」は資材、主要機器、構造物等の検査及び対象品目の一覧表を「甲」に提出し、承諾を受けるものとする。なお、実施に当たっては、「甲」の立会を要するものとする。

但し、「甲」が特に認めた場合は、「乙」が提出する検査記録（写真）または試験成績表に代えることができる。

2. 検査及び試験方法

検査及び試験は、あらかじめ「甲」の承諾を受けた検査（試験）要領書に基づき実施するものとする。

3. 検査及び試験の省略

公的、またはこれに準ずる機関の発行した証明書等で成績が確認できる機材については、検査及び試験を省略することができる。

4. 試験に要する費用はすべて「乙」の負担とする。

第6節 引渡し及び補償

引渡は関係官公署の立会検査の終了後引渡しを行うものとする。

上記引渡し後約2ヶ年以内に「乙」の責に起因する故障が生じた場合には、無償にて修理、取替えを行うものとする。



第2章 使用材料・機器類

第1節 使用材料・機器類の調達

本工事の使用材料・機器類は全て「乙」が適時に調達するものとし、使用材料は、基本的に契約図面に示された仕様と同等品以上の材料とする。

< 準拠規格 >

請負者は、次の法令仕様及び規格等に適合する製品で、かつ新品を使用するものとする。

1. 静岡市土木工事共通仕様書
2. 日本工業規格 (JIS)
3. コンクリート標準仕方書 (土木学会)
4. 道路構造令
5. 土木製図基準 (土木学会)
6. 道路技術基準 (国土交通省)
7. 道路土工指針 (日本道路協会)
8. 排水工指針 (日本道路協会)
9. 仮設構造物指針 (日本道路協会)
10. 道路橋示方書・同解説 (日本道路協会)
11. 建設工事公衆災害防止対策要綱の解説・土木工事編 ((旧) 建設省建設経済局建設業課) 現場対応において、上記以外で準拠・運用する法令仕様については「甲」と協議すること。

第2節 施工承認

主要な使用材料・機器類並びに工法について、「乙」はその詳細仕様、供給業者等について「甲」に「承認願い」を提出し承認を得るものとする。

第3節 材料検査

「甲」が必要と認めた使用材料・機器並びに工法については、その調達もしくは工事実施の前に、その性能、品質、形状寸法、数量等について「甲」が検査を行うことがある。この検査の対象については「乙」が工事前に提出する『施工計画書』で提案するものとする。



第3章 橋梁補修工事

第1節 概要

本工事は〇〇工事に伴い、〇〇橋の長寿命化を図るため補修を行う工事である。

第2節 ひびわれ補修工事

1. 工事に先立ち、構造物の現場寸法を確認の上、施工を実施するものとする。
2. ひびわれ補修は、注入工法により実施することを基本とするが、損傷の状況により、それによりがたい場合は、「甲」と協議し、適切な工法で実施するものとする。
3. ひびわれ注入材料の選定においては、「甲」と協議し、適切な材料を選定するものとする。
4. 施工に伴い発生するコンクリートガラや廃材の処分等については、「甲」と協議し、適切に実施するものとする。
5. 主桁および床版を補修する際の足場は、吊り足場を想定している。吊り足場は梁および床版にアンカーを設置して仮設するタイプを想定している。なお、これらの足場の設置においては、設置方法や足場の構造などの安全性について、十分な検討の上、適切に実施するものとする。

第3節 断面補修工事

1. 工事に先立ち、構造物の現場寸法を確認の上、施工を実施するものとする。
2. 断面補修工事においては、剥離箇所の周辺の脆弱化したコンクリートをはつきり落とした上で実施するものとする。また、鉄筋が露出している場合には、鉄筋の防錆処理を確実に実施するものとする。
3. 断面修復材料は、ポリマーセメント系のモルタルを用いるものとするが、使用材料選定においては、「甲」と協議し、適切な材料を選定するものとする。
4. 施工に伴い発生するコンクリートガラや廃材の処分等については、「甲」と協議し、適切に実施するものとする。
6. 主桁および床版を補修する際の足場は、吊り足場を想定している。吊り足場は梁および床版にアンカーを設置して仮設するタイプを想定している。なお、これらの足場の設置においては、設置方法や足場の構造などの安全性について、十分な検討の上、適切に実施するものとする。



第4節 その他

1. 本工事に関連する範囲の既設構造部を施工前に調査・把握し、本工事への影響を検討すること。また、本工事の期間には、平行して行われる他工事があるため、「乙」は、その内容や資機材の搬出を含めた行程等を把握し、本工事への影響を検討すること。これらの検討の結果、疑義が生じた場合には、「甲」と協議の上、対応を検討するものとする。
2. 本工事の実施においては、作業時の安全には十分に留意すること。特に高所からの転落や物資等の落下などの防止には、注意を払うものとする。

9.5 応急対応の例

橋梁点検等により著しい損傷が発見され、安全性に問題がある場合には、恒久的補修・補強を行なうまでの期間の安全性確保のため、早急に応急対応を実施する必要がある。

以下に、応急対応の例を示す。

(1)現場で資材を利用して早急に行う対応（A橋）

1) 橋梁概要

- ・ 竣工時期 昭和 29 年 3 月
- ・ 橋梁規模 橋長：4.1m、全幅員：8.9m
- ・ 構造形式 上部工：鋼 I 型桁橋、下部工：重力式橋台
- ・ 適用示方書 昭和 14 年（設計荷重 13t）
- ・ 補修履歴 昭和 29 年 3 月：竣工
平成 16 年 3 月：歩道部拡幅
- ・ 概略図

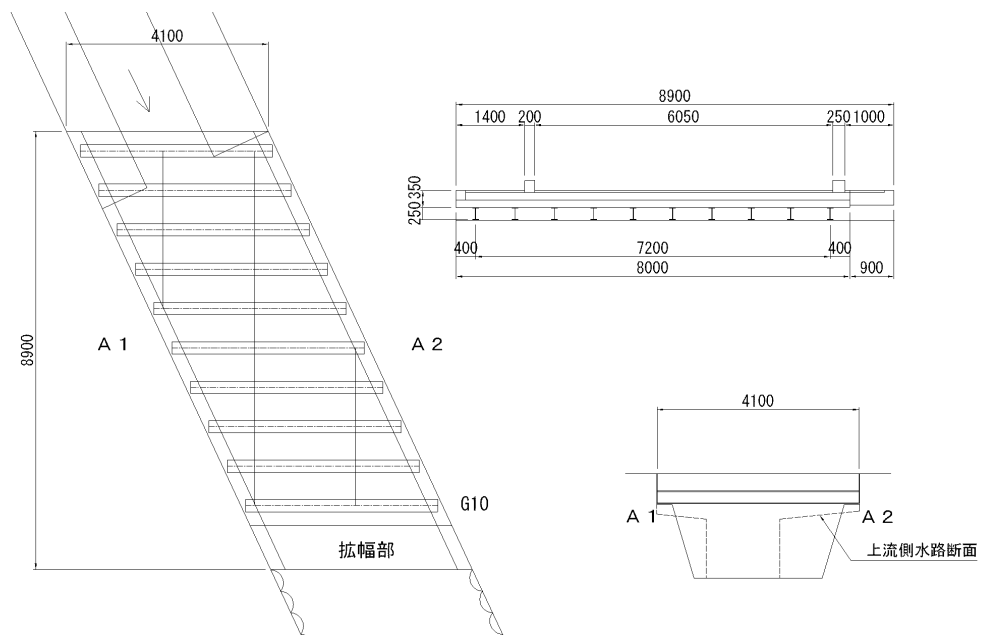


図-9.5.1 A橋概略図

2) 損傷状況

支承部の主桁ウェブの腐食が進行し、断面欠損（貫通）が生じている。

損傷が著しく貫通まで至っているのはG10桁1本であるが、その他の桁も腐食は進行している。



図-9.5.2 損傷写真

3) 損傷原因の推定

伸縮装置がない事による漏水と、土砂堆積による滞水により鋼桁の腐食が進行したものと考えられる。

4) 対応策（案）

緊急対応：G10桁について、主桁の座屈による路面の段差発生を回避するため、支点部にサンドルを設置する。

将来対応：横断している水路断面が小さい事から、将来の維持管理軽減に配慮し、ボックスカルバートへ改築を行う。

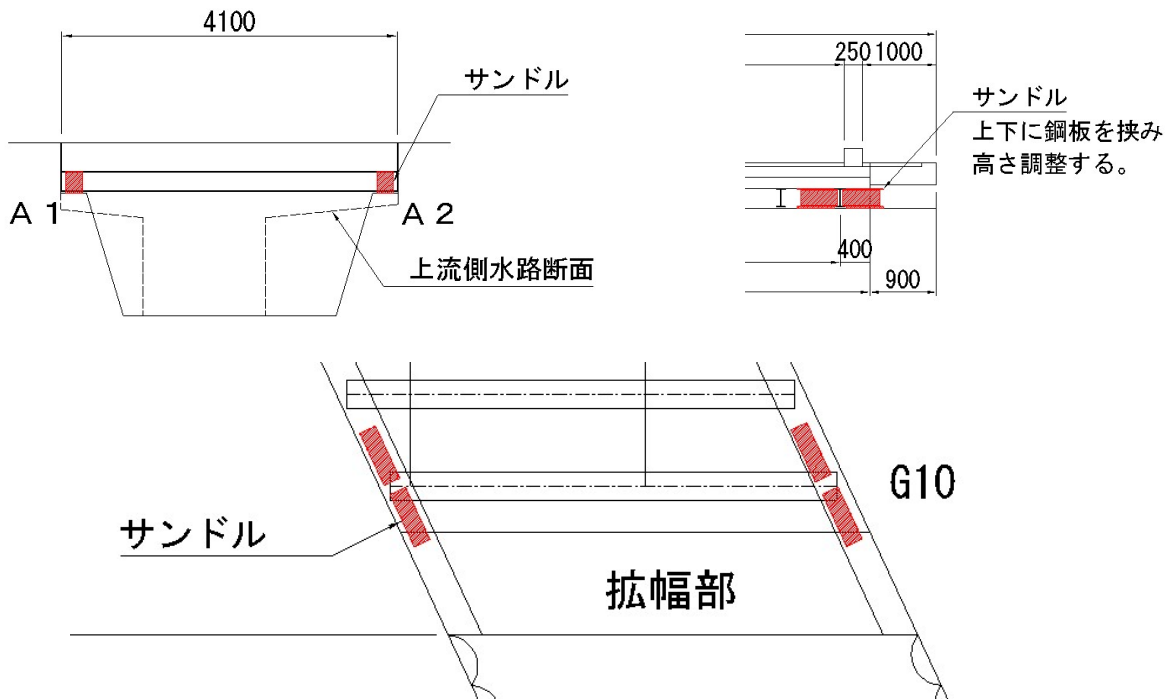


図-9.5.3 緊急対応案



(2)現場で資材を利用して早急に行う対応（B橋）

1) 橋梁概要

- ・ 竣工時期 昭和10年
- ・ 橋梁規模 橋長：6.1m、全幅員：9.3～9.8m
- ・ 構造形式 上部工：RC T桁橋、下部工：重力式橋台
- ・ 適用示方書 大正15年（設計荷重 不明）
- ・ 補修履歴 昭和10年：竣工
昭和52年：拡幅
- ・ 概略図

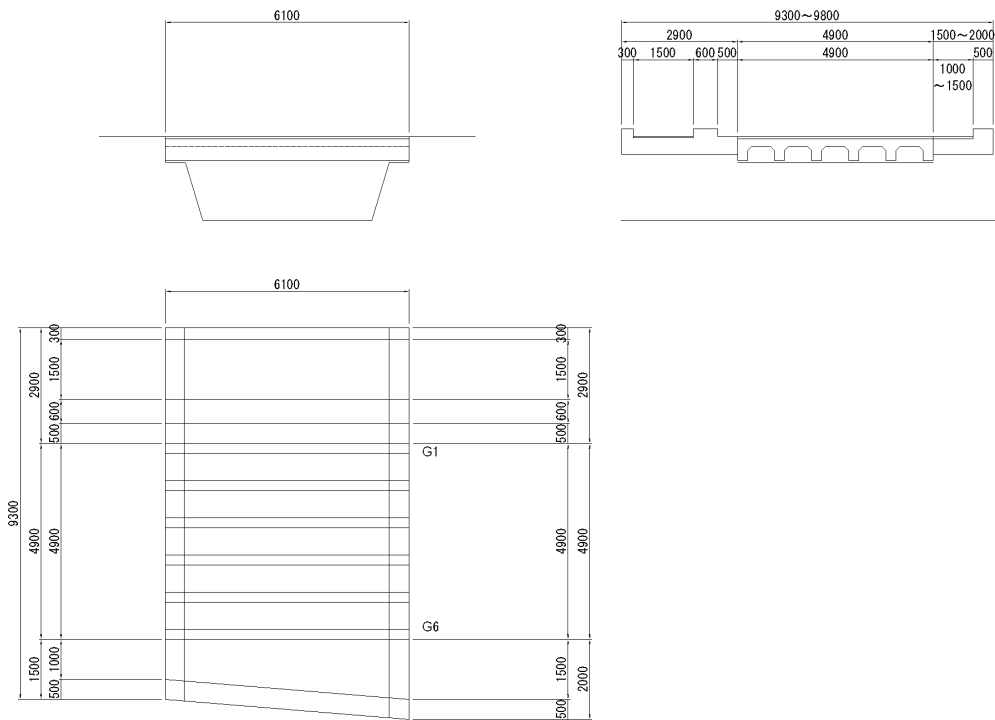


図-9.5.4 B橋概略図

2) 損傷状況

外桁(G1, G6)下面で鉄筋露出が確認された。特に G6 の損傷は著しく、スターラップの破断も生じている。

コンクリートの剥落は著しいが、曲げやせん断耐力の不足によるひび割れは発生していない。



図-9.5.5 損傷写真

3) 損傷原因の推定

かぶり不足と、拡幅目地からの漏水による損傷と考えられる。

4) 対応策 (案)

緊急対応：G1 桁と G6 桁の鉄筋露出部に防錆スプレーを散布し、腐食進行を抑制する。

また、万が一の G6 桁の落橋に備え、中央に仮支柱を設置する。

将来対応：架設が昭和 10 年と古く、既に 74 年を経過している事から、上部工の架替えを行う。

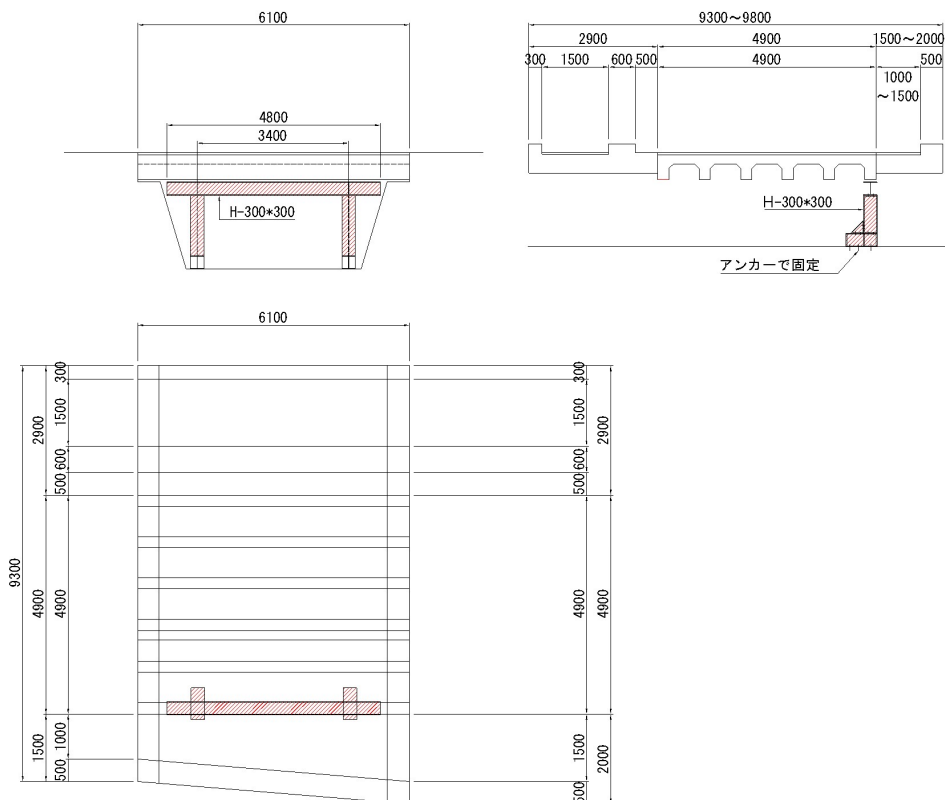


図-9.5.6 緊急対応案

(3) 交通規制、重量規制等

構造的な損傷が発見された場合には、安全確保の目的から交通規制を行う必要がある。その後の詳細調査により耐荷力が算出された場合には、重量規制を行なった交通開放を行う事が可能である。

部分的な損傷については、損傷部材に影響を与える範囲で車両が走行しないように、部分的な交通規制を行う事も考えられる。この損傷部材に影響を与える範囲とは、損傷部材そのものだけでなく、車両走行により荷重を与える範囲を示す。

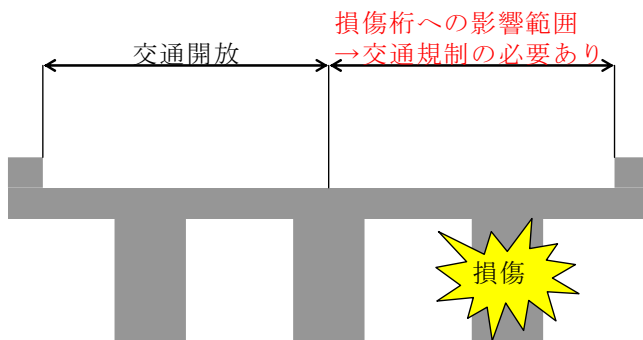


図-9.5.7 部分的な交通規制の例

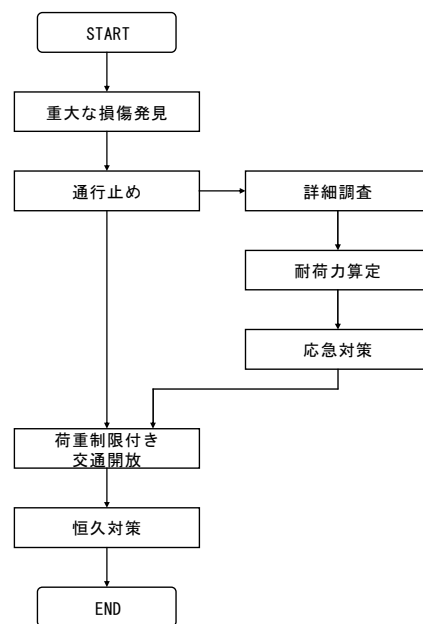


図-9.5.8 交通規制と応急対策・恒久対策の実施フロー例

(4) 簡易に施工可能な延命化の方法

点検で発見された損傷に対しては、対策を施すまでに時間を要する事から、対策までの期間の劣化進行を防ぐための最低限の対策を行う必要がある。

例えば、鉄筋露出などの場合には、発見時に防錆材を塗布する事で、対策までの劣化進行を防ぐ事ができる。

ただし、防錆材は、効果があるのは良い環境でも1年程度であるため、早期対策を行う必要がある。

9.6 損傷要因の特定・補修工法の選定事例

本要領の運用についてモデルケースを設定し、損傷要因の特定、補修工法の選定について検討した結果を参考事例として示す。

(1) ケース1 (コンクリート橋の剥離・鉄筋露出：原因-中性化)

1) 検討条件

- ・橋種等 : PC プレテン T 桁橋 (3 径間) + 鋼ばん桁橋 (5 径間)
橋長 210m、幅員 5.8m、架設年次 1977 年
- ・塩害区分 : 通常地域 (海岸からの距離 : 約 1,000m)
- ・凍結防止剤の使用 : ほとんど使用していない
- ・損傷状況 : PC プレテン T 桁橋の張出し床版部に「剥離・鉄筋露出」が発生している。(図-9.6.2 参照) 露出鉄筋はかぶりがほとんど無いことから、かぶり不足と考えられる。同様の剥離が 3 箇所発生している。



図-9.6.1 橋梁状況

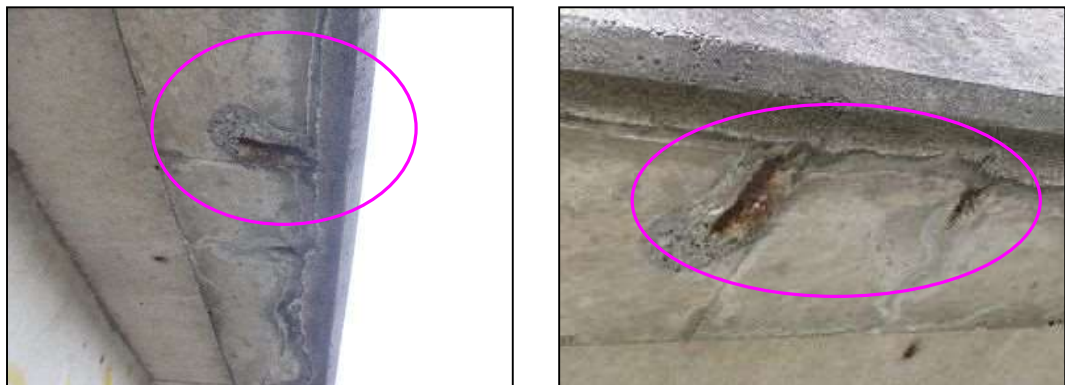


図-9.6.2 損傷状況

2) 詳細調査の実施

詳細調査項目選定フローにより調査項目を選定する。その結果、損傷原因は中性化の可能性が高く、共通試験の他、「かぶり調査」と「中性化深さ試験」を実施することとした。

また、損傷範囲を特定するために、併せて「打音調査」も実施した。

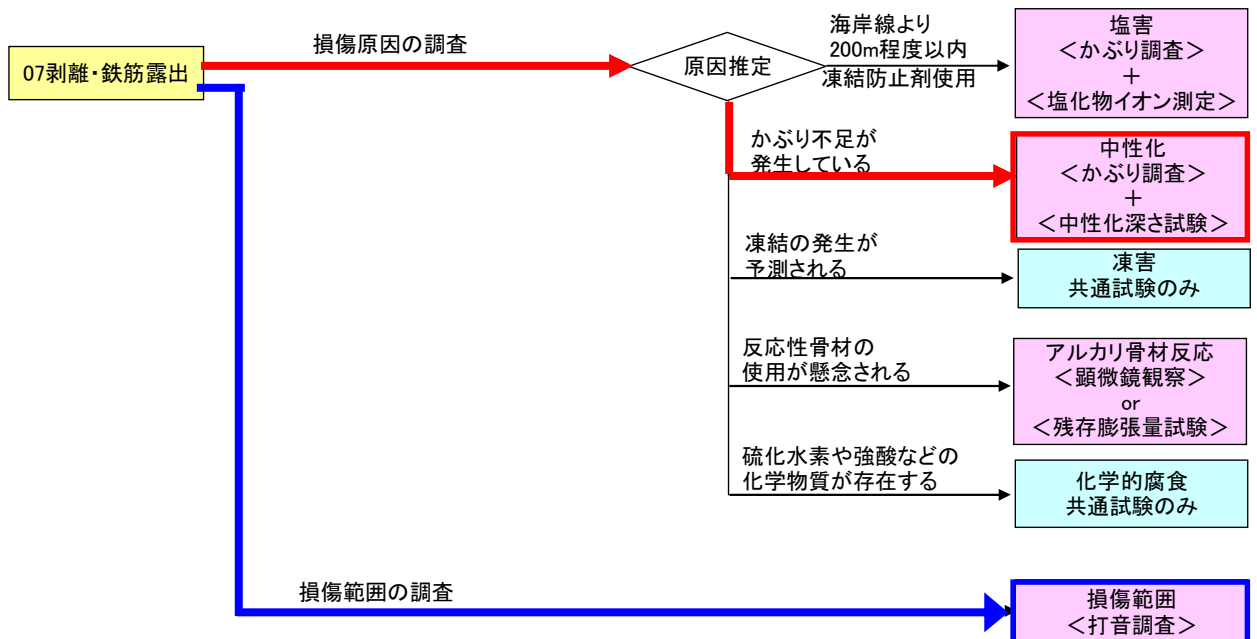


図-9.6.3 詳細調査項目選定フロー (p. 4-12 参照)

【実施調査項目】

①共通試験：外観目視調査（補修数量の確認）、コンクリート強度試験（リバウンドハンマ）

●外観目視調査

剥離が生じている3箇所について、損傷の大きさ、形状、深さ、露出鉄筋状態を記録する。なお、点検で認められた損傷以外の損傷の有無についても確認を行う。

●コンクリート強度試験

剥離箇所周辺のコンクリート強度を調査する。比較として、損傷がない健全な部分についても代表箇所として最低1箇所について試験を実施する。

②中性化試験：剥離している3箇所および健全な箇所1箇所について実施

●RCレーダによる鉄筋位置・かぶり調査

鉄筋位置は中性化試験を実施する際に、ドリル等で鉄筋を傷つけることがないように試験に先立ち実施する。

鉄筋のかぶりは、剥離が発生していない箇所についても不足している可能性があることから、張出し部については、全面で実施することとした。なお、



剥離が生じているのは3径間のうちの1径間のみであったので、1径間のみを対象に試験を実施した。

- ・ドリル法を実施する3箇所の鉄筋位置、かぶり深さの確認
- ・剥離が発生していない箇所のかぶりの確認（張出し部のみ）

●ドリル法による中性化深さ試験

中性化深さの測定は、構造物への影響を極力小さくするため、コア抜きではなく、ドリル法で実施することとした。

③打音試験：補修範囲の調査

剥離が発生している周辺のコンクリートについて打音試験を実施し、剥離は生じていないが脆弱化している部分の範囲を確認し、補修範囲を決めるためのデータを取得する。

【調査方法】

調査対象径間は河川敷上であるため、また地上からは調査が出来ないことから、高所作業車により調査を実施することとした。なお、安全確保のため、交通保安要員を1名配置した。

【調査費用】

調査業務の内容は下記の通りである。

- ・計画準備
- ・現地踏査、資料収集整理
- ・調査実施計画
- ・関係機関協議（河川管理者）
- ・調査の実施（外観目視、コンクリート強度、鉄筋位置・かぶり深さ、
中性化試験（ドリル法）、打音検査）
- ・結果の取りまとめ、評価
- ・補修設計（工法選定、設計、図面作成、数量計算、施工法の検討）
- ・報告書作成
- ・打合せ協議



<業務費用の積み上げ> 注) 下記の見積もりは、状況により変化するものであるため目安である。

| No.1 | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----------|
| 名 称 | 仕 様 | 単 位 | 数 量 | 単 価 | 金 額 | 摘 要 |
| 直接費 | | | | | | ①+② |
| ①直接人件費 | | 式 | 1.0 | | 947,260 | 内訳別紙 |
| | | | | | | |
| ②直接経費 | | 式 | 1.0 | | 270,200 | 内訳別紙 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 間接費 | | | | | 1,553,506 | ③+④ |
| ③諸経費 | | 式 | 1.0 | | 1,136,712 | ①×120% |
| ④技術経費 | | 式 | 1.0 | | 416,794 | (①+③)×20% |
| | | | | | | |
| 合 計 | | | | | 2,770,966 | ①+②+③+④ |
| | | | | | | 改め |



<直接人件費>

| 直接人件費内訳書 | | | | | | | | No.2 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 種 別 | 技師長 | 主任技師 | 技師A | 技師B | 技師C | 技術員 | 金 額 | 摘 要 |
| | 65,500 | 57,400 | 51,200 | 40,600 | 32,800 | 29,000 | | |
| 業務計画 | | | 0.2 | 1.0 | | | 50,840 | |
| 現地踏査および資料収集・整理 | | | 0.5 | 1.0 | 0.5 | | 82,600 | |
| 実施計画作成 | | | 0.2 | 0.5 | 1.0 | | 63,340 | |
| 関係機関協議 | | | | 1.0 | | | 40,600 | 調査に伴う協議 |
| 詳細調査 | | | | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 102,400 | |
| 結果の取り纏め・評価 | | | 0.5 | 1.0 | | 2.0 | 124,200 | |
| 補修・補強工法の選定 | | | 0.1 | 0.5 | | | 25,420 | |
| 補修・補強設計 | | | 0.1 | 0.5 | | | 25,420 | |
| 補修・補強図面作成 | | | | | 1.0 | 1.0 | 61,800 | 3枚作成 |
| 補修・補強数量の算出 | | | | 0.5 | | 0.5 | 34,800 | |
| 施工計画 | | | | 0.5 | | 0.5 | 34,800 | |
| 関係機関との協議資料作成 | | | | 0.5 | | 0.5 | 34,800 | 工事に伴う協議 |
| 報告書作成 | | | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 121,340 | |
| 設計協議 | | | 1.0 | 1.5 | 1.0 | | 144,900 | 3回 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 合 計 | | | 2.8 | 10.0 | 5.5 | 7.5 | 947,260 | |

<直接経費>

| 直接経費内訳書 | | | | | | | No.3 |
|------------|-----|-----|-----|---------|---------|-----|------|
| 名 称 | 仕 様 | 単 位 | 数 量 | 単 価 | 金 額 | 摘 要 | |
| 旅費交通費 | | | | | | | |
| 旅費交通費 | | 人日 | 6.0 | 1,000 | 6,000 | | |
| ワゴン車 | | 日 | 2.0 | 12,000 | 24,000 | | |
| 調査機材費 | | | | | | | |
| 高所作業車 | | 日 | 1.0 | 25,000 | 25,000 | | |
| 高所作業車(回送費) | | 往復 | 1.0 | 20,000 | 20,000 | | |
| ドリル調査機材損料 | | 日 | 1.0 | 10,000 | 10,000 | | |
| RCレーダ機材損料 | | 日 | 1.0 | 20,000 | 20,000 | | |
| 保安設備 | | | | | | | |
| 交通整理員 | | 人 | 1.0 | 15,200 | 15,200 | | |
| その他 | | | | | | | |
| 電子成果品作成費 | | 式 | 1.0 | 50,000 | 50,000 | | |
| 印刷費 | | 式 | 1.0 | 100,000 | 100,000 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 合 計 | | | | | 270,200 | | |



3) 調査結果

① 共通試験：外観目視調査（補修数量の確認）、コンクリート強度試験 （リバウンドハンマ）

● 外観目視調査

剥離が生じている3箇所についていずれも、損傷の大きさは100mm×100mm、深さは20mm程度で、露出鉄筋の腐食は軽微で断面欠損はほとんど生じていなかった。

● コンクリート強度試験

剥離箇所周辺および健全な箇所のコンクリート強度はともに設計基準強度を上回っており、品質は問題ないと判断した。

② 中性化試験：剥離している3箇所について実施

● RCレーダによる鉄筋位置・かぶり調査

- ・鉄筋露出が認められた3箇所のかぶり深さは、いずれも10mm程度でかぶり不足が生じていることが確認された。
- ・剥離が発生していない箇所のかぶりは35mm以上確保されており、剥離はかぶり不足箇所のみで発生していることが確認された。

● ドリル法による中性化深さ試験

中性化深さは15mm程度であり、かぶり不足箇所は鉄筋位置まで中性化が達しており、中性化により鉄筋が腐食していることが確認された。

一方、健全部は鉄筋位置まで中性化は達しておらず、また中性化が鉄筋位置に達するには相当の年月を要するものと考えられることから、損傷部以外は対策が不要であると判断された。

③ 打音試験：補修範囲の調査

剥離周辺の脆弱化部分を確認し、その領域を含め補修範囲を100mm×100mmと決定した。

4) 対策工法の選定

詳細調査の結果、鉄筋位置まで中性化していることが判明、劣化機構は「中性化」であることが確認された。対策工法をフローに従い選定した。劣化機構は「中性化」であり、損傷の範囲は「局所的」であることから、「断面修復工」を実施することとした。

また、工法は上向き施工で小面積であることから「左官工法」、材料は小面積であるため、ある程度付着性の良い材料で施工性に優れる「ポリマーセメントモルタル」を選定した。



<対策工法の選定>

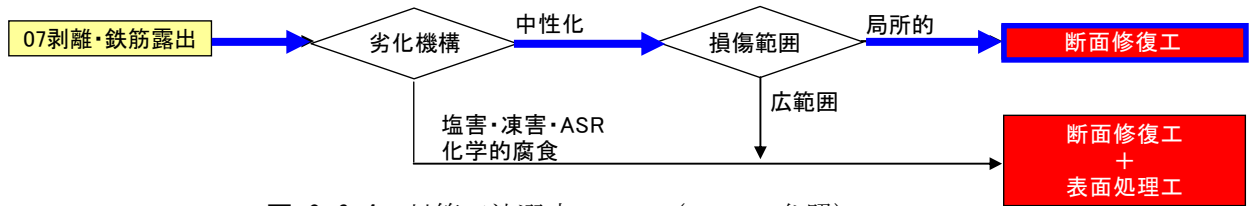


図-9.6.4 対策工法選定フロー (p.5-15 参照)

<施工方法の選定>

| 補修部位の位置 施工の方向 | 下面 | 側面 | 上面 |
|------------------|---------------|---------------|---------------|
| 補修面積 小 | 左官工法 吹付け工法 | 左官工法 吹付け工法 | 左官工法 充てん工法 |
| 大 | 充てん工法 | 充てん工法 | 吹付け工法 |

<材料の選定>

| | |
|--------------|---|
| セメントモルタル | <ul style="list-style-type: none"> 構造体コンクリートと同程度の強度、弾性係数、熱膨張係数を得られる。 練混ぜ、施工性が容易で大断面の施工にも適している。 電気抵抗性が低い。 |
| ポリマーセメントモルタル | <ul style="list-style-type: none"> 構造体コンクリートとの付着力が大きく乾燥収縮量が小さい。 練混ぜ、施工性が容易で大断面の施工にも適している。 乾燥収縮量が小さい。 曲げ及び引張強度が大きい。 劣化因子の侵入に対する抵抗性に優れる。 |
| ポリマーモルタル | <ul style="list-style-type: none"> 曲げおよび引張強度が高い、付着力が大きい。 水密性に優れ、耐凍結融解性がある。 耐磨耗性、耐衝撃性、耐薬品性に優れる。 電気絶縁性がある（電気防食には不適）。 |

| 期待される主な効果 | 要求性能 | 断面修復材の種類 | | |
|----------------------------|---------------------------|----------|--------------|----------|
| | | セメントモルタル | ポリマーセメントモルタル | ポリマーモルタル |
| 劣化因子および劣化部の除去および劣化・損傷断面の修復 | ①力学的性能 | ○ | ○ | ○ |
| | ②ひび割れ抵抗性 | △ | ○ | △ |
| 修復された断面における劣化因子の侵入抑制・防止効果 | ①中性化抑制 | ○ | ○ | ○ |
| | ②塩化物イオンの侵入抑制 | △ | △ | ○ |
| | ③凍結融解抵抗性 | ○ | ○ | ○ |
| | ④化学的侵食抑制 | △ | △ | ○ |
| | ⑤アルカリ骨材反応抑制 ^{#2} | △ | △ | ○ |
| 美観・景観 | 美観・景観に関する性能 | △ | △ | ○ |
| 第三者影響度に関する性能 | はく落抵抗性 ^{#3} | ○ | ○ | ○ |

注) 表中の○は適用対象、△は適用する場合検討が必要(他の工法との併用など)、一は適用対象外を示す。

・#1のアルカリ骨材反応抑制は、標準的な遮水性により判定した。#2は付着性を基本とした判定。

5) 概算工事費 (直接工事費)

| 工法名 | 単価 | 単位 | 数量 | 概算工事費 | 備考 |
|---------------|--------|-----|----|---------|----|
| 断面修復工 | 31,000 | 円/㎡ | 3 | 93,000 | |
| 足場工(片側朝顔防護足場) | 24,000 | 円/m | 10 | 240,000 | |
| 合計 | | | | 333,000 | |

(2) ケース2 (コンクリート橋のひび割れ：原因-塩害)

1) 検討条件

- ・ 橋種 : RC 橋 (2 径間)
橋長 20m、幅員 7.0m、架設年次 1965 年
- ・ 塩害区分 : 塩害地域 (海岸からの距離 : 50m)
- ・ 凍結防止剤の使用 : ほとんど使用していない
- ・ 損傷状況 : RC の主桁に「ひびわれ」が発生している。(図-9.6.5 参照)
ひびわれは鋼材と平行の方向に発生しており、錆汁は認められない。



図-9.6.5 損傷状況

2) 詳細調査の実施

詳細調査項目選定フローにより調査項目を選定する。鋼材と平行のひびわれが発生しており、また海岸線より 200m 以内に位置する橋梁であることから、損傷原因は塩害の可能性が高く、共通試験の他、「かぶり調査」と「塩化物イオン測定」を実施することとした。

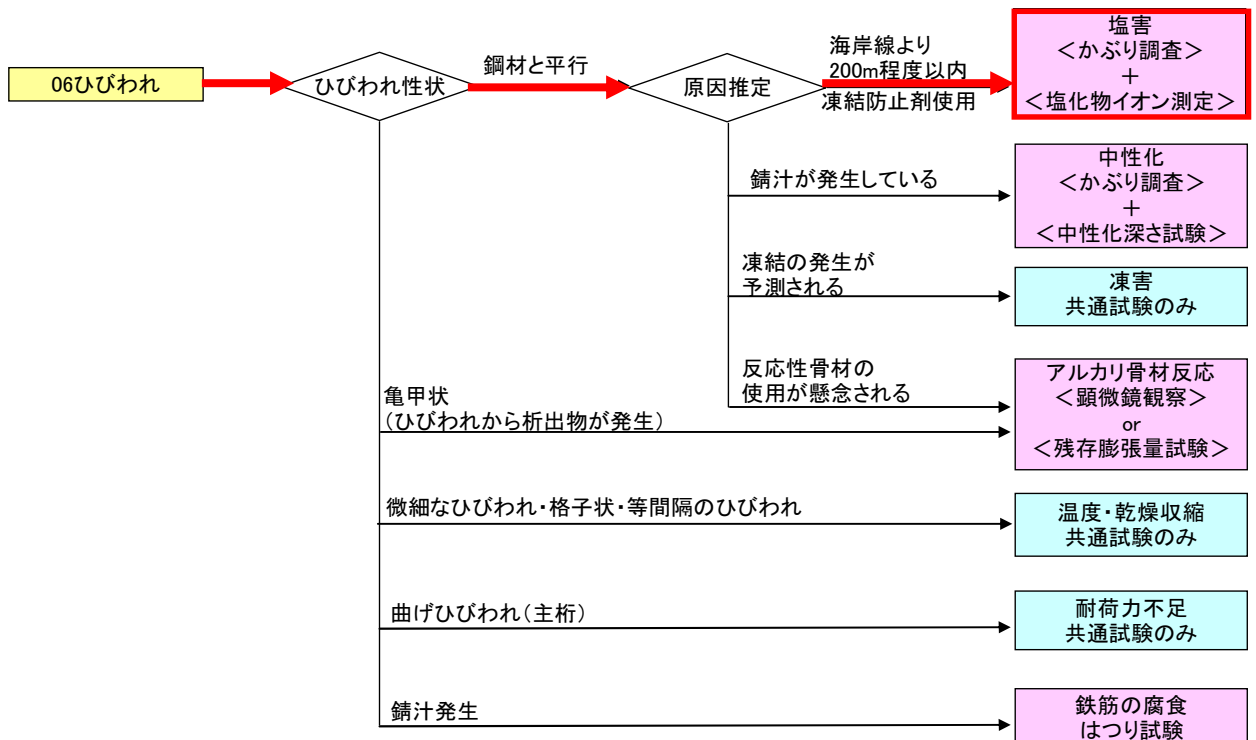


図-9.6.6 詳細調査項目選定フロー (p. 4-12 参照)



【実施調査項目】

**① 共通試験：外観目視調査（補修数量の確認）、コンクリート強度試験
（リバウンドハンマ）**

● 外観目視調査

ひび割れが生じている箇所について、ひび割れの長さ、幅を記録する。なお、点検で認められた損傷以外の損傷の有無についても確認を行う。

● コンクリート強度試験

ひび割れ周辺のコンクリート強度を調査する。比較として、損傷がない健全な部分についても代表箇所として最低1箇所について試験を実施する。

② 塩化物イオン測定：ひび割れ発生箇所および健全な箇所1箇所について実施

● RCレーダによる鉄筋位置・かぶり調査

鉄筋位置は塩化物イオン量測定の資料採取を実施する際に、ドリル等で鉄筋を傷つけることがないように試験に先立ち実施する。

鉄筋のかぶりは、ひび割れ発生箇所の周辺に加え、構造物全体のかぶりを把握するため、代表箇所として2～3箇所のかぶり測定を実施した。

- ・ドリル法を実施する箇所の鉄筋位置、かぶり深さの確認
- ・代表箇所のかぶりの確認

● ドリル法による塩化物イオン量の測定

塩化物イオン量の測定は、構造物への影響を極力小さくするため、コア抜きではなく、ドリル法で実施することとした。深さ方向に10mmずつ資料を採取し、鉄筋のかぶり+20mm程度の深さ（最低50mm）まで資料を採取した。

【調査方法】

調査対象径間は河道上であるため、また地上からは調査が出来ないことから、橋梁点検車により調査を実施することとした。そのため、橋梁上を交通規制して調査を実施した。



【調査費用】

調査業務の内容は下記の通りである。

- ・ 計画準備
- ・ 現地踏査、資料収集整理
- ・ 調査実施計画
- ・ 関係機関協議（河川管理者、道路管理者、所轄警察）
- ・ 調査の実施（外観目視、コンクリート強度、鉄筋位置・かぶり深さ、
塩化物イオン量測定（ドリル法）、塩分分析試験）
- ・ 結果の取りまとめ、評価
- ・ 補修設計（工法選定、設計、図面作成、数量計算、施工法の検討）
- ・ 報告書作成
- ・ 打合せ協議

<業務費用の積み上げ> 注) 下記の見積もりは、状況により変化するものであるため目安である。

| No.1 | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----------|
| 名 称 | 仕 様 | 単 位 | 数 量 | 単 価 | 金 額 | 摘 要 |
| 直接費 | | | | | | ①+② |
| ①直接人件費 | | 式 | 1.0 | | 1,208,060 | 内訳別紙 |
| ②直接経費 | | 式 | 1.0 | | 545,600 | 内訳別紙 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 間接費 | | | | | 1,981,218 | ③+④ |
| ③諸経費 | | 式 | 1.0 | | 1,449,672 | ①×120% |
| ④技術経費 | | 式 | 1.0 | | 531,546 | (①+③)×20% |
| | | | | | | |
| 合 計 | | | | | 3,734,878 | ①+②+③+④ |
| | | | | | | 改め |



<直接人件費>

| 直接人件費内訳書 | | | | | | | | No.2 | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|--|
| 種 別 | 技師長 | 主任技師 | 技師A | 技師B | 技師C | 技術員 | 金 額 | 摘 要 | |
| | 65,500 | 57,400 | 51,200 | 40,600 | 32,800 | 29,000 | | | |
| 業務計画 | | | 0.2 | 1.0 | | | 50,840 | | |
| 現地踏査および資料収集・整理 | | | 0.5 | 1.0 | 0.5 | | 82,600 | | |
| 実施計画作成 | | | 0.2 | 1.0 | 1.0 | | 83,640 | | |
| 関係機関協議 | | | | 1.0 | 1.0 | | 73,400 | 調査に伴う協議 | |
| 詳細調査 | | | | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 102,400 | | |
| 結果の取り纏め・評価 | | | 0.5 | 1.0 | | 2.0 | 124,200 | | |
| 補修・補強工法の選定 | | | 0.1 | 1.0 | | | 45,720 | | |
| 補修・補強設計 | | | 0.1 | 1.0 | 1.0 | | 78,520 | | |
| 補修・補強図面作成 | | | | | 2.0 | 3.0 | 152,600 | 5枚作成 | |
| 補修・補強数量の算出 | | | | 0.5 | | 1.0 | 49,300 | | |
| 施工計画 | | | | 0.5 | | 1.0 | 49,300 | | |
| 関係機関との協議資料作成 | | | | 0.5 | | 1.0 | 49,300 | 工事に伴う協議 | |
| 報告書作成 | | | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 121,340 | | |
| 設計協議 | | | 1.0 | 1.5 | 1.0 | | 144,900 | 3回 | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 合 計 | | | 2.8 | 11.5 | 8.5 | 11.0 | 1,208,060 | | |

<直接経費>

| 直接経費内訳書 | | | | | | | No.3 | |
|------------|-----|-----|-----|---------|---------|-----|----------|--|
| 名 称 | 仕 様 | 単 位 | 数 量 | 単 価 | 金 額 | 摘 要 | | |
| 旅費交通費 | | | | | | | | |
| 旅費交通費 | | 人日 | 6.0 | 1,000 | 6,000 | | | |
| ワゴン車 | | 日 | 2.0 | 12,000 | 24,000 | | | |
| 調査機材費 | | | | | | | | |
| 橋梁点検車 | | 日 | 1.0 | 95,000 | 95,000 | | | |
| 橋梁点検車(回送費) | | 往復 | 1.0 | 20,000 | 20,000 | | | |
| ドリル調査機材損料 | | 日 | 1.0 | 10,000 | 10,000 | | | |
| RCレーダ機材損料 | | 日 | 1.0 | 20,000 | 20,000 | | | |
| 塩分分析試験費 | | 試料 | 5.0 | 15,000 | 75,000 | | 深さ方向に5試料 | |
| 保安設備 | | | | | | | | |
| 交通整理員 | | 人 | 3.0 | 15,200 | 45,600 | | | |
| 安全施設 | | 式 | 1.0 | 100,000 | 100,000 | | 規制車・看板等 | |
| その他 | | | | | | | | |
| 電子成果品作成費 | | 式 | 1.0 | 50,000 | 50,000 | | | |
| 印刷費 | | 式 | 1.0 | 100,000 | 100,000 | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 合 計 | | | | | 545,600 | | | |



3) 調査結果

① 共通試験：外観目視調査（補修数量の確認）、コンクリート強度試験 （リバウンドハンマ）

● 外観目視調査

ひび割れ発生箇所について、ひび割れ長さ 1500mm、幅は 0.5mm で、錆汁は生じていなかった。

● コンクリート強度試験

ひび割れ周辺および健全な箇所のコンクリート強度はともに設計基準強度を上回っており、品質は問題ないと判断した。

② 塩化物イオン量測定：ひび割れ発生箇所および健全箇所について実施

● RC レーダによる鉄筋位置・かぶり調査

- ・ ひび割れ発生箇所のかぶり深さは、いずれも 35mm 程度でかぶり不足は生じていないことが認められた。
- ・ ひび割れ発生箇所以外のかぶりも 35mm 以上確保されており、問題のないことが確認された。

● ドリル法による塩化物イオン量の測定

塩分分析の結果、鉄筋位置における塩化物イオン量は 2.0kg/m^3 で鉄筋が腐食を生じると言われる 1.2kg/m^3 を上回っていることが確認された。よって、塩害により鉄筋が腐食し、その膨張圧によりひびわれが発生したことが確認された。

一方、ひび割れの発生していない箇所においては、鉄筋位置における塩化物イオン量は 1.5kg/m^3 であり発錆限界上回っており、今後、鉄筋の腐食が進行するものと判断された。

4) 対策工法の選定

詳細調査の結果、損傷箇所については、鉄筋位置まで塩化物イオンが浸透しており、鉄筋位置の塩化物イオン濃度が発錆限界を超えていることが判明、劣化機構は「塩害」であることが確認された。対策工法をフローに従い選定した。劣化機構は「塩害」であることから、損傷の補修だけでなく、今後の劣化を抑制するために塩分の浸透を遮断する必要がある。鉄筋位置の塩分浸透が発錆限界を超えていることから、塩分を取り除くために塩分の浸透したコンクリート部をはつり取った後に「断面修復工」を実施する。これに加え、補修後の塩分の浸透を遮断するために「表面処理工」を実施することとした。

施工方法としては、上向き施工で補修面積が大きいことから、「吹付け工法」を選定した。なお吹き付け工法は、供用しながらの施工となることから、振動下での施工が可能な乾式で実施する。

<対策工法の選定>

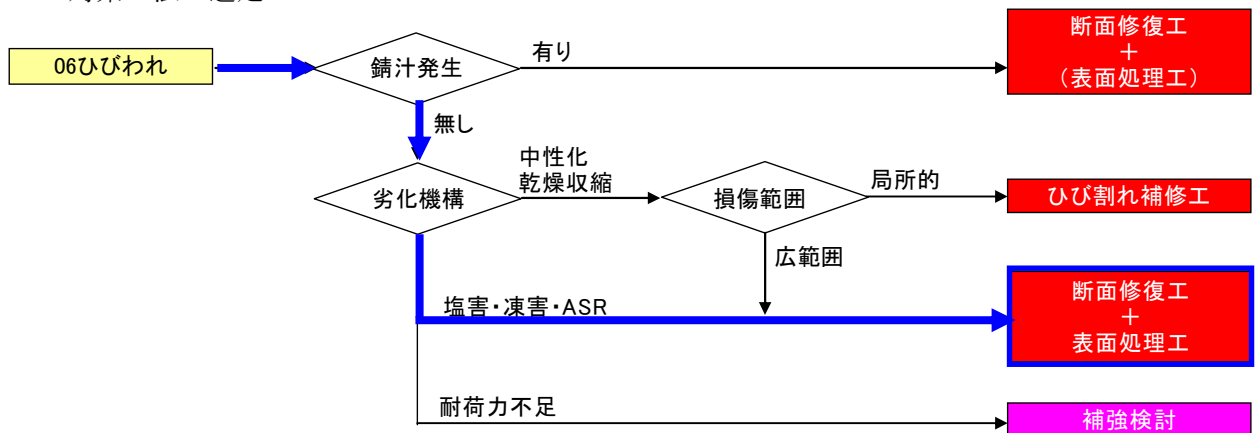
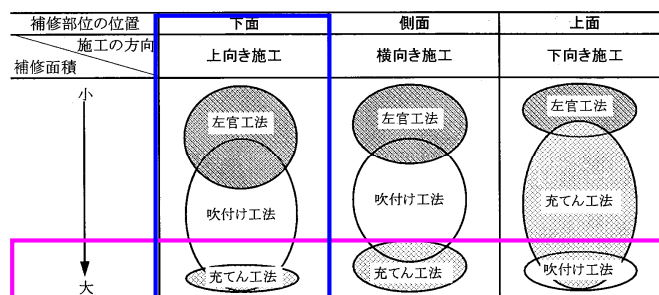


図-9.6.7 対策工法の選定フロー (p. 5-14 参照)

<施工方法の選定>



5) 概算工事費 (直接工事費)

| 工法名 | 単価 | 単位 | 数量 | 概算工事費 | 備考 |
|----------------|--------|-----|-----|------------------|----|
| 断面修復工 | 31,000 | 円/㎡ | 90 | 2,790,000 | |
| 表面被覆工 | 12,000 | 円/㎡ | 330 | 3,960,000 | |
| 足場工(吊足場部分、補修用) | 5,100 | 円/㎡ | 140 | 714,000 | |
| 合計 | | | | 7,464,000 | |

(3) ケース3 (鋼橋の腐食：原因-漏水)

1) 検討条件

- ・ 橋種 : 鋼ばん桁橋 (3 径間)
橋長 120m、幅員 10m、架設年次 1982 年
- ・ 塩害区分 : 通常地域 (海岸線からの距離 : 5,000m)
- ・ 凍結防止剤の使用 : 冬季は凍結防止剤が散布される
- ・ 損傷状況 : 主桁に「腐食」が発生している。(図-9.6.8 参照)
腐食箇所は板厚の減少が発生している。



図-9.6.8 損傷状況

2) 詳細調査の実施

詳細調査項目選定フローにより調査項目を選定する。腐食とそれに伴う板厚の減少が発生していることから、「寸法計測」と「超音波試験」を実施することとした。なお、腐食は排水タイプの伸縮装置からの漏水により促進されていると考えられる。

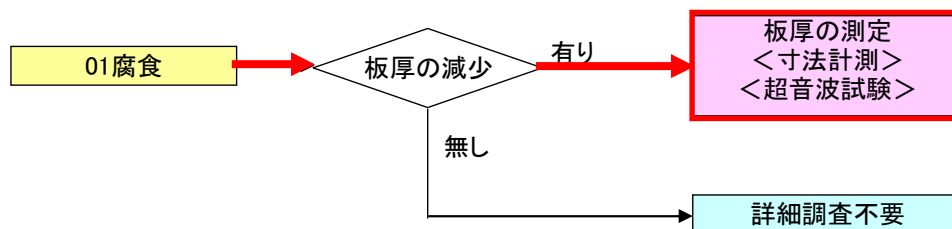


図-9.6.9 詳細調査項目選定フロー (p. 4-3 参照)

【実施調査項目】

①板厚の測定

●超音波試験

断面欠損が発生している可能性のある箇所について、欠損の有無や欠損生じている範囲を確認する。

●寸法計測

断面欠損の発生している面積や母材の板厚、形状寸法を確認する。



【調査方法】

調査対象径間は河川堤防上であるため、地上より調査を実施することが可能であった。安全確保のため、保安要員を1名配置した。

【調査費用】

調査業務の内容は下記の通りである。

- ・ 計画準備
- ・ 現地踏査、資料収集整理
- ・ 調査実施計画
- ・ 関係機関協議（河川管理者）
- ・ 調査の実施（外観目視、コンクリート強度、鉄筋位置・かぶり深さ、塩化物イオン量測定（ドリル法）、塩分分析試験）
- ・ 結果の取りまとめ、評価
- ・ 補修設計（工法選定、設計、図面作成、数量計算、施工法の検討）
- ・ 報告書作成
- ・ 打合せ協議

<業務費用の積み上げ> 注) 下記の見積もりは、状況により変化するものであるため目安である。

| No.1 | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----------|-----------|
| 名 称 | 仕 様 | 単 位 | 数 量 | 単 価 | 金 額 | 摘 要 |
| 直接費 | | | | | | ①+② |
| ①直接人件費 | | 式 | 1.0 | | 1,304,700 | 内訳別紙 |
| ②直接経費 | | 式 | 1.0 | | 215,200 | 内訳別紙 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 間接費 | | | | | 2,139,708 | ③+④ |
| ③諸経費 | | 式 | 1.0 | | 1,565,640 | ①×120% |
| ④技術経費 | | 式 | 1.0 | | 574,068 | (①+③)×20% |
| | | | | | | |
| 合 計 | | | | | 3,659,608 | ①+②+③+④ |
| | | | | | | 改め |



<直接人件費>

| 直接人件費内訳書 | | | | | | | | No.2 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|
| 種 別 | 技師長 | 主任技師 | 技師A | 技師B | 技師C | 技術員 | 金 額 | 摘 要 |
| | 65,500 | 57,400 | 51,200 | 40,600 | 32,800 | 29,000 | | |
| 業務計画 | | | 0.2 | 1.0 | | | 50,840 | |
| 現地踏査および資料収集・整理 | | | 0.5 | 1.0 | 0.5 | | 82,600 | |
| 実施計画作成 | | | 0.2 | 1.0 | 1.0 | | 83,640 | |
| 関係機関協議 | | | | 1.0 | 1.0 | | 73,400 | 調査に伴う協議 |
| 詳細調査 | | | | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 102,400 | |
| 結果の取り纏め・評価 | | | 0.2 | 0.5 | | 1.0 | 59,540 | |
| 補修・補強工法の選定 | | | 0.1 | 1.0 | | | 45,720 | |
| 補修・補強設計 | | | 0.1 | 0.5 | 1.0 | | 58,220 | |
| 補修・補強図面作成 | | | | | 2.0 | 5.0 | 210,600 | 7枚作成 |
| 補修・補強数量の算出 | | | | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 111,100 | |
| 施工計画 | | | | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 111,100 | |
| 関係機関との協議資料作成 | | | | 0.5 | | 1.0 | 49,300 | 工事に伴う協議 |
| 報告書作成 | | | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 121,340 | |
| 設計協議 | | | 1.0 | 1.5 | 1.0 | | 144,900 | 3回 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 合 計 | | | 2.5 | 10.5 | 10.5 | 14.0 | 1,304,700 | |

<直接経費>

| 直接経費内訳書 | | | | | | | No.3 |
|----------|-----|-----|-----|---------|---------|-----|------|
| 名 称 | 仕 様 | 単 位 | 数 量 | 単 価 | 金 額 | 摘 要 | |
| 旅費交通費 | | | | | | | |
| 旅費交通費 | | 人日 | 6.0 | 1,000 | 6,000 | | |
| ワゴン車 | | 日 | 2.0 | 12,000 | 24,000 | | |
| 調査機材費 | | | | | | | |
| 超音波測定器 | | 日 | 1.0 | 20,000 | 20,000 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 保安設備 | | | | | | | |
| 交通整理員 | | 人 | 1.0 | 15,200 | 15,200 | | |
| | | | | | | | |
| その他 | | | | | | | |
| 電子成果品作成費 | | 式 | 1.0 | 50,000 | 50,000 | | |
| 印刷費 | | 式 | 1.0 | 100,000 | 100,000 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| 合 計 | | | | | 215,200 | | |

3) 調査結果

①板厚の測定

●超音波試験

破断箇所以外においても断面欠損が発生しており、その範囲を確認した。

●寸法計測

断面欠損の発生している面積を確認し、2000mm×1000mm のあて板が必要であることが認められた。

4) 対策工法の選定

詳細調査の結果、腐食箇所の一部で板厚の減少が認められたことを踏まえ、対策工法をフローに従い選定した。劣化機構は「腐食」で板厚の減少が発生しており、また水により損傷が促進される状態にあることから、「あて板補強」、「塗替え塗装」および「防水工・止水工」を実施することとした。

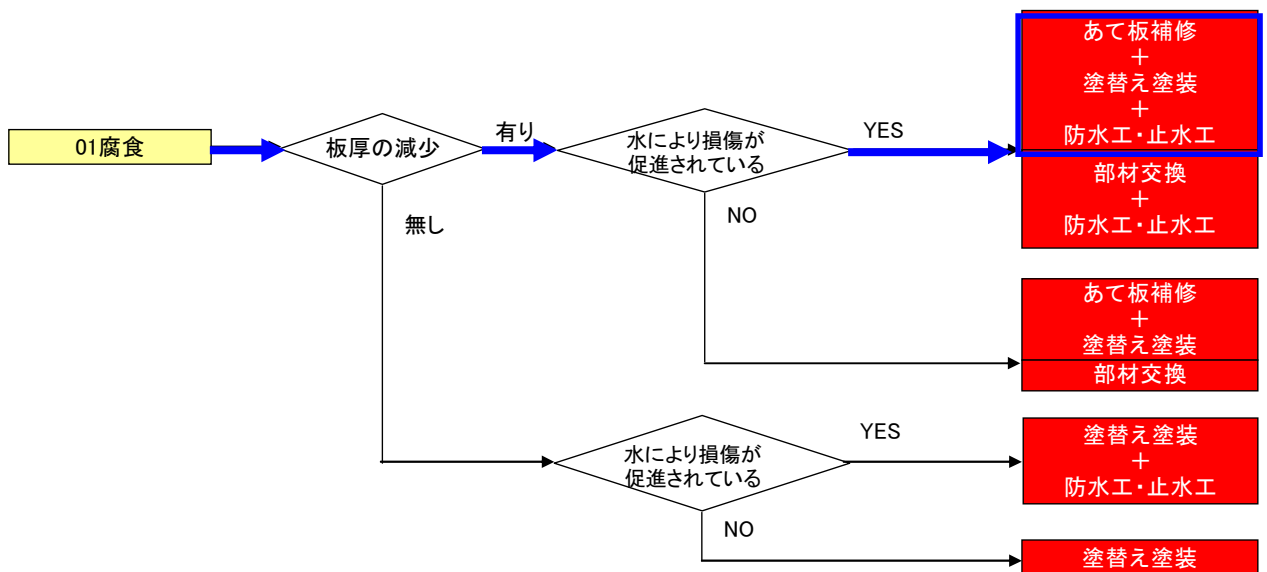


図-9.6.10 対策工法選定フロー (p.5-3 参照)

5) 概算工事費 (直接工事費)

| 工法名 | 単価 | 単位 | 数量 | 概算工事費 | 備考 |
|----------------|---------|------|------|-----------|----|
| 再塗装工(Rc-Ⅲ塗装系) | 3,500 | 円/㎡ | 3.75 | 13,125 | |
| 当て板補強工 | 110,000 | 円/箇所 | 1 | 110,000 | |
| 橋面防水工 | 6,000 | 円/㎡ | 1200 | 7,200,000 | |
| 足場工(吊足場部分、補修用) | 5,100 | 円/㎡ | 39 | 198,900 | |
| 合計 | | | | 7,522,025 | |



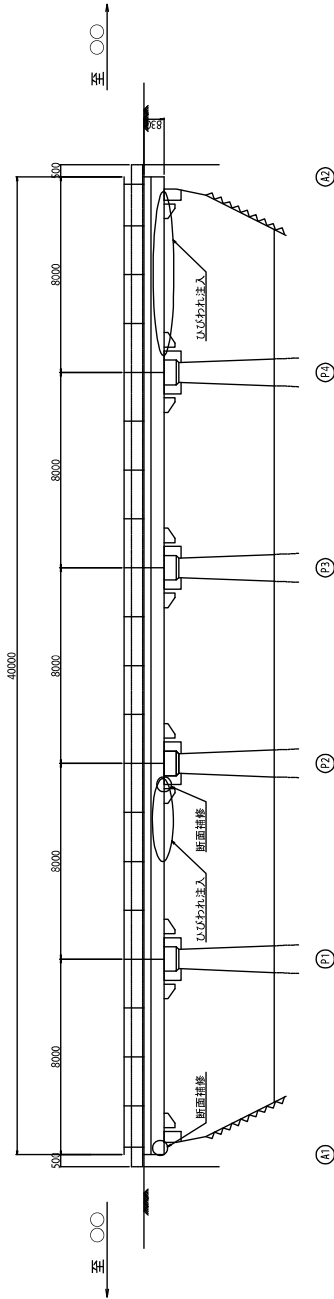
9.7 補修図面

以下に示す一般的な補修図面を次頁以降に添付する。

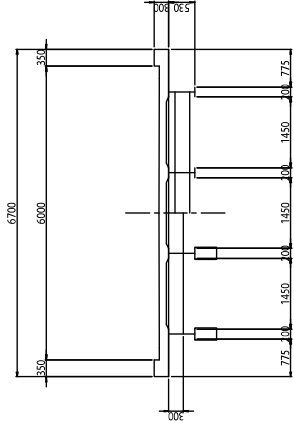
- ・ 断面修復
- ・ 鋼部材塗装塗り替え
- ・ 橋面防水工

〇〇橋 床版補修図

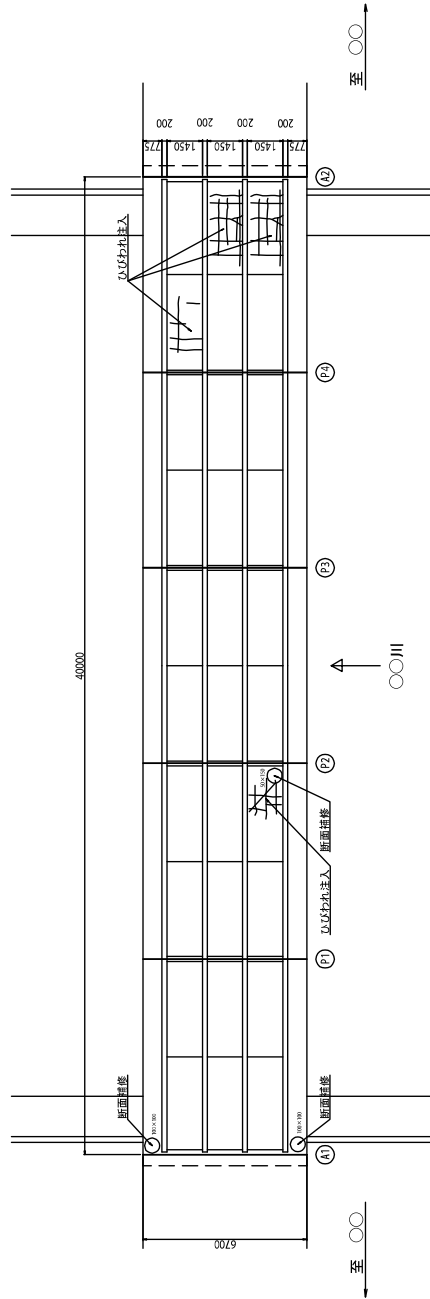
側面図 S=1:100



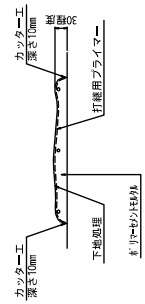
断面図 S=1:50



平面図 S=1:100



断面補修工詳細図 S=1:10



※下地処理のほつり量は、最終の箇所まで30mm程度を認定する。

- 注意事項
- ひび割れ図表は、定期点検の損傷図より算出した。
 - 施工時には清浄の範囲を再確認すること
 - 浮きの範囲は噴霧に除去し断面補修すること

ひび割れ補修工材料表

| 箇所 | 1箇所 | 2箇所 | 3箇所 | 4箇所 | 5箇所 | 合計 |
|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| ひび割れ補修 | 00.000 | 9.000 | 00.000 | 00.000 | 39.000 | 48.000 |
| ひび割れ延長 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.007 |
| ひび割れ注入量 | 0.000 | 0.153 | 0.000 | 0.000 | 0.663 | 0.816 |
| シーリング材 | 0.000 | 2.250 | 0.000 | 0.000 | 9.750 | 12.000 |

※ひび割れ注入量は0.07Kg/mを仮定した。

※ひび割れ注入材料は有機材料(珪石/樹脂)を使用する。

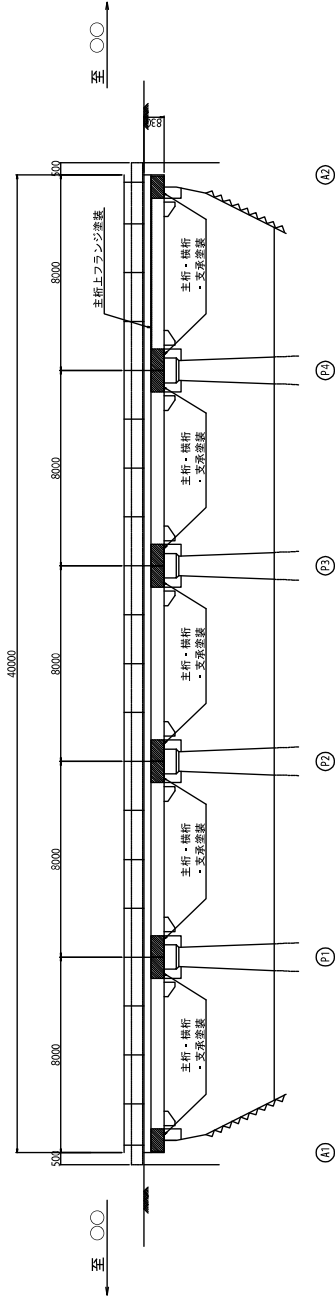
断面補修工材料表

| 寸法 (mm) | N (箇所) | 下地処理 (㎡) | 打撃用プライマー (㎡) | 材料の総量 (㎏) |
|------------|-----------|-------------|-----------------|--------------|
| 100x100 | 1 | 0.010 | 0.010 | 0.0003 |
| 100x100 | 1 | 0.010 | 0.010 | 0.0003 |
| 50x150 | 1 | 0.008 | 0.008 | 0.0002 |
| 合計 | 3 | 0.028 | 0.028 | 0.0008 |

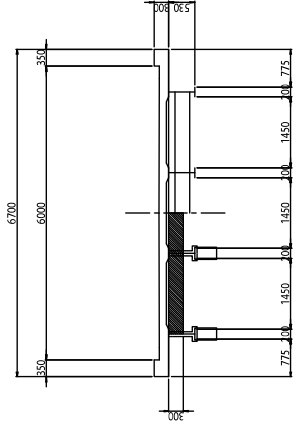
※材料の厚さは30mmを標準とする。

〇〇橋 橋梁塗装補修図

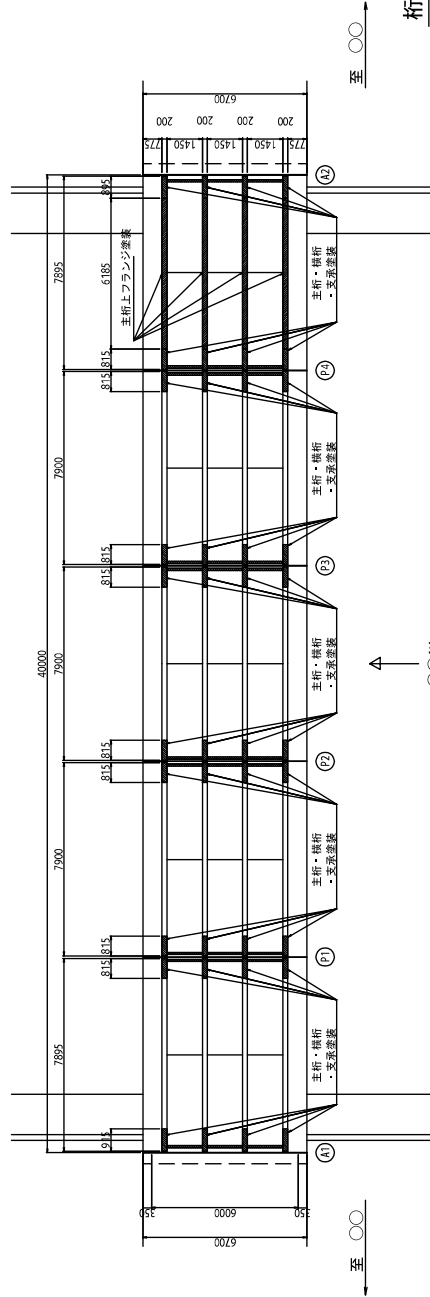
側面図 S=1:100



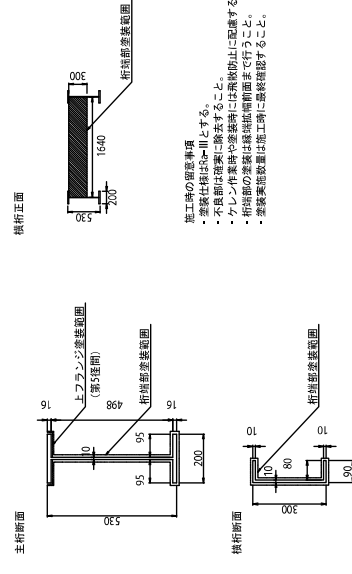
断面図 S=1:50



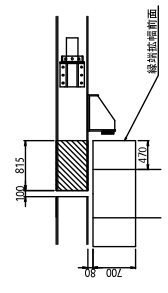
平面図 S=1:100



桁詳細図 S=1:40



桁端部塗装範囲図 S=1:40

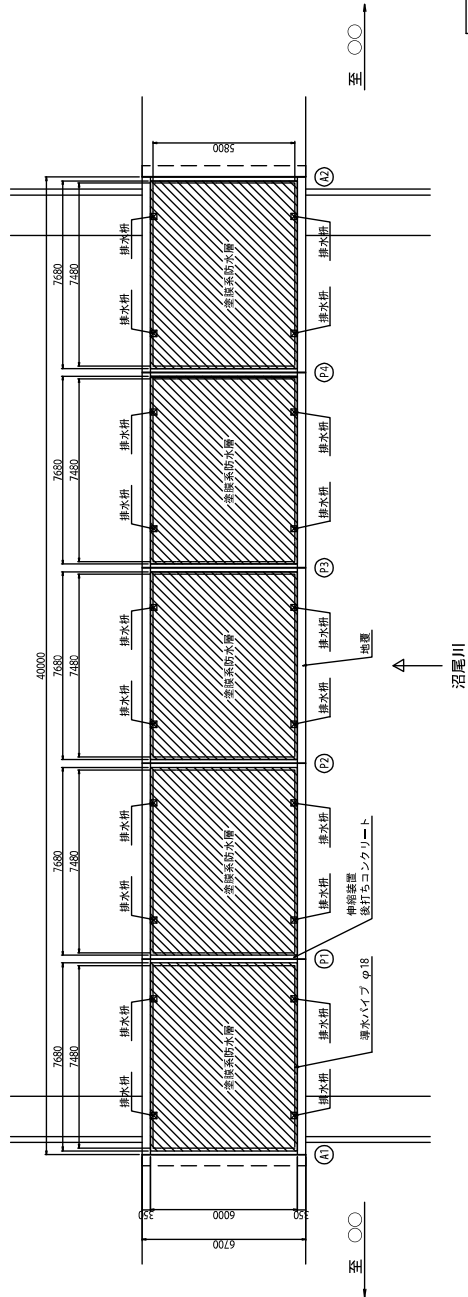


橋梁塗装数量表

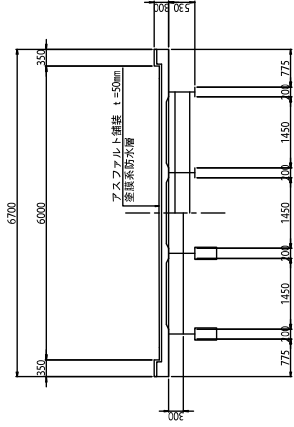
| 塗装箇所 | 塗装仕様 | 塗料数量 | | | | 合計 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | | 第1種用 | 第2種用 | 第3種用 | 第4種用 | |
| 主桁塗装部 | FR-III | 11,044 | 10,406 | 10,406 | 10,417 | 53,179 |
| 主桁上フランジ部 | FR-III | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 4,448 | 4,948 |
| 橋脚部の塗装 | FR-III | 20,480 | 18,832 | 18,832 | 25,311 | 105,557 |

〇〇橋 橋面防水工図

平面図 S=1:100



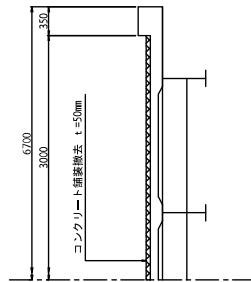
断面図 S=1:50



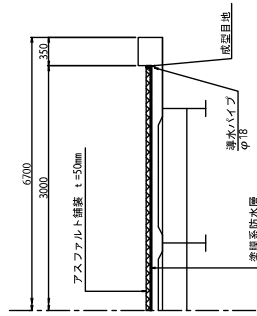
防水工材料表

| 名称 | 規格 | 単位 | 数量 | 摘要 |
|--------|-------------|----------------|---------|--------------|
| 橋面防水工 | 塗膜系防水 | m ² | 230,400 | |
| 排水パイプ | φ18 | m | 132,800 | |
| 止水材 | | m | 136,800 | |
| 舗装工 | t=50mm ※1 | m ² | 230,400 | |
| 撤去工 | アスファルト舗装切削工 | m ² | 227,400 | t=50mm ※2 ※3 |
| 排水管設置工 | モルタル | m ³ | | 管径不良部を想定 |

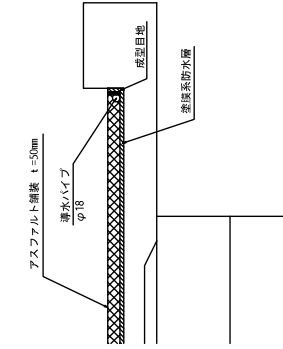
撤去詳細図 S=1:30



防水層詳細図 S=1:30



防水層詳細図 S=1:10



注意事項
 ・舗装層は起程に充分削削工前十分確認すること。
 ・防水工前にはプロシタリングに十分配慮し施工すること。
 ・排水パイプの流床は、既設の排水床とする。



9.8 技術基準の変遷

表-9.8.1 道路橋の活荷重の変遷

| 名称 | 橋の等級 | | 活 荷 重 | | | | 載荷の方法 | 衝撃係数 |
|-------------------------------------|--|-------|-------------------|----------------------------|--|--|--|--|
| | 道路の種類 | 等級 | 車 道 | | 歩 道 | 載荷の方法 | | |
| | | | 車 両 荷 重 | 等 分 布 荷 重 | | | | |
| | | 自 動 車 | 軽 貨 車 | (大正8年, 15年で) (は群集荷重とせず) | (昭和14年では, 等) (分布荷重とせず) | | | |
| 1886 (明19)年8月国原道の築造標準 (内務省訓令第13号) | 国道 | 規定なし | 規定なし | | 車道・歩道の区分なし 400kg/m ² (450kg/m ²) | | 橋上表面に分散する | 規定なし |
| 1919 (大正)年12月道路構造令および道路構造令 (内務省令) | 街路 | | 3,000貫 (11,250kg) | 15ft | 15貫/7尺 (=613kg/m ²) 陸間に応じ相当軽減することを得 | | | 規定なし |
| | 国道 | | 2,100貫 (7,875kg) | 12ft | 12貫/尺 (=490kg/m ²) 陸間に応じ相当軽減することを得 | | | |
| | 府県道 | | 3,700貫 (5,375kg) | 別に規定なし | 12貫/尺 (=490kg/m ²) 陸間に応じ相当軽減することを得 | | | |
| 1926 (大正15)年6月道路構造令に関する規則案 (内務省土木局) | 街路 | 一等橋 | 12ft | 14ft | ○主桁, 主橋 120,000 170+L ○主桁, 主橋以外 600kg/m ² | ○主桁, 主橋 100,000 170+L ○主桁, 主橋以外 500kg/m ² | 1. 自動車は橋梁の縦方向に1台とする 2. 転圧機は1橋につき1台とし他の車両と同時に載荷しない 3. 車両は橋の方向に4台まで 4. 群集荷重は自動車転圧機の左右前後に等分布する | $i = \frac{20}{50+L} \leq 0.3$ (群集荷重, 転圧機荷重は衝撃を生ぜしめない) |
| | 国道 | 二等橋 | 8ft | 11ft | ○主桁, 主橋 100,000 170+L ○主桁, 主橋以外 500kg/m ² | ○主桁, 主橋 80,000 170+L ○主桁, 主橋以外 400kg/m ² | | |
| | 府県道 | 三等橋 | 6ft | 8ft | 二等橋に同じ | | | |
| 1939 (昭和14)年2月道路構造設計示方書案 (内務省土木局) | 国道および小径(II)等以上の街路 | 一等橋 | 13ft | 17ft | L<30m 20m≤L≤120m | 500kg/m ² (545-1.5L)kg/m ² | 1. 自動車は縦方向に1台, 横方向に制限しない 2. 転圧機は1橋1台で他の活荷重と同時に載荷しない 3. 等分布荷重は自動車の前後左右に分布する。車道の保通方向の設計には考えない | $i = \frac{20}{50+L}$ (歩道の等分布荷重, 転圧機荷重は衝撃を生ぜしめない) |
| | 府県道および小径(II)等以上の街路 | 二等橋 | 9ft | 14ft | L<30m 30m≤L≤120m | 400kg/m ² (420-L)kg/m ² | | |
| | (注) 小径(II)等……幅員8m以上の街路 小径(II)等……幅員4m以上8m未満の街路 | | | | | | | |

| 名称 | 橋の等級 | | 活 荷 重 | | | | 載荷の方法 | 衝撃係数 | |
|--|-------------------------------|---------|---|---|--|--|---|---|----------|
| | 道路の種類 | 等級 | 車 両 荷 重 | 等 分 布 荷 重 | | 歩 道 | | | 載荷の方法 |
| | | | | 荷 重 | 軸荷重 | | | | |
| | | 支 間 (m) | L≤80 | 80<L≤130 | L>130 | | | | |
| 1956 (昭和31)年5月道路構造設計示方書 (建設省道路局長) | 一般国道, 二級国道, 主要地方道 | 一等橋 | 20ft(T-20) | L≤80 a×350 kg/m ² | L>80 a×(430-L) kg/m ² | 500kg/m ² 主桁 350kg/m ² | 1. 床版および床版の車道部はT荷重とし, 自動車は縦方向に1台, 横方向に制限しない 2. 主桁にはL荷重とし或荷重は制限しない。群集荷重は1橋につき1個 | $i = \frac{20}{50+L}$ (歩道の群集荷重は衝撃を生ぜしめない) | |
| | 都道府県道市町村道 | 二等橋 | 14ft(T-14) | 一等橋の70% | | | | | |
| (注) 床版および床版の設計……T荷重主桁の設計……L荷重 | | | (注) $a=1-\frac{L-5.5}{50}$ (12≤a≤0.75) $a=L$ 荷重の範囲 (m) | | | | | | |
| 1964 (昭和39)年8月道路構造設計示方書 (建設省道路局長) | 同上 | 同上 | 荷 重 | 主載荷重 (幅5.5m) L≤80 kg/m ² | 従従荷重 L<80 kg/m ² | 同上 | 同上 | 同上 | |
| 1972 (昭和47)年3月道路構造設計示方書 I 共通編 (建設省道路局長) | 一般国道, 都道府県道市町村道 | 一等橋 | 20ft(T-20) | 同上 | | 床版および床版 500kg/m ² 主桁は下設にする | 同上 | 鋼 橋 $i = \frac{20}{50+L}$ 鉄筋コンクリート橋 $i = \frac{20}{50+L}$ T荷重 $i = \frac{7}{20+L}$ L荷重 プレストレストコンクリート橋 $i = \frac{20}{50+L}$ T荷重 $i = \frac{10}{25+L}$ L荷重 | |
| | 都道府県道市町村道 | 二等橋 | 14ft(T-14) | 同上 | | | | | |
| | (注) 床版および床版の設計……T荷重主桁の設計……L荷重 | | | 支間 (m) | L≤80 | | | | 80<L≤130 |
| | | | 荷重 (kg/m ²) | 350 | 430-L | 300 | | | |
| 1973 (昭和48)年4月特定の路線にかかると。高面の道路等の技術基準について (建設省土木局長, 道路局長) | 府県道, 高速自動車国道, その他 | | 43ft(TT-43) | | | | | | |
| 1. 床版および床版の車道部はTT-43を縦方向1台, 横方向2台とし横方向にT-20を載荷する 2. 主桁にはL-20とし主載荷部はTT-43を横方向に2台載荷する | | | | | | | | | |



表-9.8.1 道路橋の活荷重の変遷

| 名称 | 橋の等級 | | 活荷重 | | | | | | 車荷の方法 | 衝撃係数 | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|------------|--------|---------------|----------|------|-----------------|--|-------|-----------------------|-----|
| | 道路の種類 | 等級 | 車道 | | | 歩道 | | | | | | |
| | | | 車両荷重 | 等分布荷重 | | 積集荷重 | | | | | | |
| 1980 (昭55) 年2月道路橋示方書Ⅰ共通編 (建設省都市局長, 道路局長) | 一般国道, 都道府県道, 市町村道 | 一等橋 | 20t (T-20) | 荷重 | 主載荷荷重 (幅5.5m) | | 従属荷重 | 床版および床版主桁は下設にする | 1. 床版および床版の車道部はT荷重とし, 自動車は縦方向に1台, 横方向に制限しない。主桁にはL荷重とし, 積集荷重は制限しない。積集荷重は1橋につき1個 | 橋 | 衝撃係数 | 備考 |
| | | | | | L-20 | 5,000 | | | | | | |
| | L-14 | 一等橋の70% | | | | | L≦80 | 80<L≦130 | | L>130 | i = $\frac{20}{20+L}$ | L荷重 |
| | | (注) 床版および床版の設計……T荷重 主桁の設計……L荷重 | | 支間 (m) | L≦80 | 80<L≦130 | | | | | | |
| 1990 (平2) 年2月道路橋示方書Ⅰ共通編 (建設省都市局長, 道路局長) | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 |

| 名称 | 道路の種類 | 活荷重 | | | | | | 車荷の方法 | 衝撃係数 | |
|--|-------------------------------|--------------|-------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------|---|---------------------------------------|-----|
| | | 設計自動車荷重 | T荷重 | L荷重 | | | 積集荷重 | | | |
| | | | | 等分布荷重 | | 支間長 L (m) | | | | |
| 1993 (平5) 年11月道路橋示方書Ⅰ共通編 (建設省都市局長, 道路局長) | 高速自動車国道, 一般国道, 都道府県道, 幹線市町村道等 | 25t | (1車)の 集中 荷重 | 主載荷荷重 (幅5.5m) | | | 従属荷重 | 床版および床版の車道部はT荷重とし, 橋軸方向に1台, 橋軸直角方向に制限しないで載荷する。主桁は等分布荷重および同じ | 同上 | 同上 |
| | | | | D (m) | 荷重 (kg/m ²) | 荷重 (kg/m ²) | | | | |
| | B活荷重 | 30 | 1,000 | | | | 2,200 | 350 | 430-L | 300 |
| | その他の市町村道 | A活荷重 | 20 | 5 | | | | | | |
| (注) 床版および床版の設計……T荷重 主桁の設計……L荷重 平成2年とT荷重, L荷重のモデルは異なる | | 部材の支間長 L (m) | | L≦4 | L>4 | 床版等の設計に用いる係数 (B活荷重のみ) | | 1.0 | $\frac{L}{32} + \frac{1}{8} \leq 1.5$ | |

出典: 多田宏行「橋梁技術の変遷」2000. 12



表-9.8.2 主要使用鋼材規格の変遷

付表-2 主要使用鋼材規格の変遷

| 示方書 形状 | 鋼道示 1939(昭14) | 鋼道示 1956(昭31) | 溶接鋼道示 1957(昭32) | 鋼道示 1964(昭39) | 溶接鋼道示 1964(昭39) |
|-----------|------------------------------|---------------------------|--|---|--|
| 鋼板・形鋼 | JES-20 SS 41 | JIS G 3101(1952) SS 41 | JIS G 3101(1952) SS 41 ----- JIS G 3106(1952) SM 41, SM 41 W | JIS G 3101(1959) SS 41 ----- JIS G 3106(1959) SM 41, SM 41 W, SM 50 A | |
| 接合用 | リベットは許容 応力のみ規定 | JIS G 3104(1953) SV 34 | | JIS G 3104(1953) SV 34, SV 41 | |
| | | | JIS G 3524(1950) 軟鋼用被覆アー ク溶接棒 注) 溶接鋼道示 ではこのように なっているが、 この時点では JIS Z 3211(1955) が制定されてい た。 | | JIS Z 3211(1960) 軟鋼用被覆アー ク溶接棒 JIS Z 3212(1961) 高張力鋼用被覆 アーク溶接棒 |
| 鍛造用 | JES-6 铸鋼 JES-134 铸铁 | JIS G 5101(1954) SC 46 | | JIS G 5101(1958) SC 46 JIS G 5501(1956) FC 15, 20&25 | |
| 鉄筋 | | | | JIS G 3110(1961) SSD 39, SSD 49 | |



表-9.8.2 主要使用鋼材規格の変遷

| 道示II鋼橋編 1973(昭48) | 道示II鋼橋編 1980(昭55) | 道示II鋼橋編 1990(平2) | 道示II鋼橋編 1994(平6) | 道示II鋼橋編 1996(平8) |
|---|---|--|--|--|
| JIS G 3101(1968) SS 41, SS 50 | JIS G 3101(1976) SS 41 | JIS G 3101(1991) SS 41 | JIS G 3101(1991) SS 400 | 鋼材規格の変更なし ただし SS 400 の溶接禁止 適用板厚拡大 50 → 100 mm 高機能鋼の活用方針 |
| JIS G 3106(1968) SM 41 A&B, SM 50 A&B, SM 50 YA&YB, SM 53 B&C, SM 58 | JIS G 3106(1976) SM 41 A&B&C, SM 50 A&B, SM 50 YA&YB, SM 53 B&C, SM 58 | JIS G 3106(1991) SM 41 A&B&C, SM 50 A&B, SM 50 YA&YB, SM 53 B&C, SM 58 | JIS G 3106(1991) SM 400 A&B&C, SM 490 A&B, SM 490 YA&YB, SM 520 B&C, SM 570 | SM 520 B 削除 |
| JIS G 3114(1968) SMA 41 A & 50, SMA 58 | JIS G 3114(1976) SMA 41 A & 50, SMA 58 | JIS G 3114(1988) SMA 41 AW&50 W, SMA 50 W | JIS G 3114(1988) SMA 400 AW&490 W, SMA 490 W | |
| JIS G 3104(1953) SV 34, SV 41 A | JIS G 3104(1976) SV 34, SV 41 | リベット材は使用実績がないため削除 | | |
| JIS B 1186(1964) F 8 T, F 10 T, F 11 T | JIS B 1186(1979) F 8 T(第1種), F 10 T(第2種) | JIS B 1186(1979) F 8 T, F 10 T, (F 11 T) 道路協会規格(1983) S 10 T | JIS B 1186(1979) F 8 T, F 10 T, (F 11 T) 道路協会規格(1983) S 10 T | JIS B 1186(1995) F 8 T, F 10 T 道路協会規格(1983) S 10 T |
| JIS Z 3211(1970) 軟鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3212(1970) 高張力鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3311 銅サブマージアーク溶接材料 JIS Z 3523(1964) 被覆アーク溶接棒心線 | JIS Z 3211(1978) 軟鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3212(1976) 高張力鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3311(1976) 銅サブマージアーク溶接材料 JIS Z 3523(1964) 被覆アーク溶接棒心線 | JIS Z 3211(1986) 軟鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3212(1982) 高張力鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3214(1987) 耐候性鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3351(1988) 炭素&低合金鋼用サブマージアーク溶接材料 JIS Z 3312, 3313(1980) 軟鋼&高張力鋼用溶接ワイヤ JIS Z 3315, 3320(1980) 耐候性鋼用溶接ワイヤ | JIS Z 3211(1991) 軟鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3212(1990) 高張力鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3214(1993) 耐候性鋼用被覆アーク溶接棒 JIS Z 3351, 3352(1988) 炭素&低合金鋼用サブマージアーク溶接材料 JIS Z 3312, 3313(1980) 軟鋼&高張力鋼用溶接ワイヤ JIS Z 3315, 3320(1980) 耐候性鋼用溶接ワイヤ | |
| JIS G 5101(1969) SC 46 JIS G 5102(1969) SCW 42&49 | JIS G 5101(1978) SC 46 JIS G 5102(1978) SCW 42&49 JIS G 4051(1979) S 30 C, S 35 C | JIS G 5101(1988) SC 46 JIS G 5102(1987) SCW 42&49 JIS G 4051(1979) S 35 C, S 45 C | JIS G 5101(1991) SC 46 JIS G 5102(1991) SCW 42&49 JIS G 4051(1979) S 35 C, S 45 C | |
| JIS G 5501(1956) FC 15&25 JIS G 5502(1971) FCD 40 | JIS G 5501(1976) FC 15&25 JIS G 5502(1975) FCD 40 | JIS G 5501(1976) FC 250 JIS G 5502(1982) FCD 40 | JIS G 5501(1989) FC 250 JIS G 5502(1989) FCD 400 | |
| JIS G 3112(1964) SR 24 SD 24, 30&35 | JIS G 3112(1964) SR 24, SD 24, 30&35 | JIS G 3112(1985) SR 24, SD 30 A&30 B, SD 35 | JIS G 3112(1985) SR 24, SD 30 A&30 B, SD 35 | |



表-9.8.3 RC床版の設計荷重・曲げモーメント算定式などの変遷

付表-3 RC床版の設計活荷重および曲げモーメント算定式などの変遷

| 基準 | 項目 | 橋の等級 道路の種類 | 等級 | 設計活荷重 (tf) ※1 | | 活荷重曲げモーメント式 (tf・m) L=支間長 (m) ※2 | | 鉄筋の許容応力度 (kgf/cm ²) | 最小版厚 (cm) ※3 | 配力筋量 | | | | | |
|---|--|-------------------|---|---------------|------|---|---|---|--|-------------------------|--|--|--|--|--|
| | | | | 自動車 | 転圧機 | 主筋方向 | 配力筋方向 | | | | | | | | |
| 1886 (明19) 年8月 国道の築造標準 (内務省訓令第13号) | 国道 県道 | 規定 なし | 規定 なし | 規定なし | | 規定なし | 規定なし | 規定なし | 規定なし | 規定なし | | | | | |
| | | | | 11.255 | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | 7.875 | 12 | | | | | | | | | | |
| 1919 (大8) 年12月 道路構造令及び街路 構造令(内務省令) | 街路 国道 府県道 | 規定 なし | 規定 なし | 11.255 | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | 7.875 | 12 | | | | | | | | | | |
| | | | | 6.375 | 規定なし | | | | | | | | | | |
| 1926 (大15) 年6月 道路構造に関する細 則案(内務省土木局) | 街路 国道 府県道 | 1等橋 2等橋 3等橋 | T-12, P=4.5 T-8, P=3.0 T-6, P=2.25 | 14 | 11 | 8 | 8 | 規定なし 1200 kgf/cm ² 程度 に抑えている | RC断面の2% 以上 または RC有効断面 の3%以上 | | | | | | |
| | | | | 17 | 14 | 同上 | 同上 | | | | | | | | |
| | | | | 14 | 14 | ただし、 $i=20/(50+L)$ | | | | | | | | | |
| 1939 (昭14) 年2月 鋼道路橋設計示方書 (案)(内務省土木局) | 国道 府県道 | 1等橋 2等橋 | T-13, P=5.2 T-9, P=3.6 | 17 | 14 | 同上 | 同上 | | | | | | | | |
| | | | | 14 | 14 | ただし、 $i=20/(50+L)$ | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1956 (昭31) 年5月 鋼道路橋設計示方書 (日本道路協会) | 一級国道 二級国道 主要地方道 都道府県道 市町村道 | 1等橋 2等橋 | T-20 P=8.0 T=14 P=5.6 | — | — | $2.0 < L \leq 4.0$ $M = (0.4 \times P \times (L-1) \times (1+i)) / (L+0.4)$ $i = 20/(50+L)$ | 規定なし | 規定なし | 有効厚 11 cm 以上 | 主鉄筋断面の 25%以上 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1964 (昭39) 年6月 鋼道路橋設計示方書 (日本道路協会) | 同上 | 同上 | 同上 | — | — | 同上 | 同上 | SSD 39 : 1800 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1967 (昭42) 年9月 鋼道路橋一方向鉄筋 コンクリート床版の 配力鉄筋設計要領(建 設省道路局長通達) | 同上 | 同上 | 同上 | — | — | 同上 | 同上 | | | 主鉄筋量の 70%以上 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1968 (昭43) 年5月 鋼道路橋の床版設計 に関する暫定基準 日本道路協会(案) | 一級国道 二級国道 主要地方道 都道府県道 市町村道 | 1等橋 2等橋 | T-20 P=8.0 T=14 P=5.6 | — | — | $2.0 < L \leq 4.0$ $M = 0.4 \times P \times (L-1) / (L+0.4)$ | 規定なし | 1400 | $h_0 =$ $3L + 11 \geq 16$ | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1971 (昭46) 年3月 鋼道路橋の鉄筋コン クリート床版の設計 について(建設省道路 局長通達) | 高速自動車 一般国道 都道府県道 市町村道 | 1等橋 2等橋 | T-20 P=8.0(9.6) T=14 P=5.6 | — | — | $M = 0.8 \times (0.12L + 0.07) \times P$ | $M = 0.8 \times (0.10L + 0.04) \times P$ | | $h_0 =$ $3L + 11 \geq 16$ | 左欄の曲げモ ーメント式よ り算出 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1973 (昭48) 年2月 道路橋示方書 (日本道路協会) | 同上 | 同上 | 同上 | — | — | 同上 | 同上 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1973 (昭48) 年4月 特定路線にかかると 高架の道路等の技術 基準(建設省都市局 長、道路局長通達) その他 | 特定路線 [湾岸道路] [高速自動車 道] その他 | 1等橋 | TT-43 P=6.5 | — | — | $L < 2.5 m$ $M = 0.8 \times (0.12L + 0.07) \times P \times K$ ただし $K > 1.0$ | $L > 2.5 m$ $M = 0.8 \times (0.10L + 0.04) \times P \times K$ ただし $K > 1.0$ | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1978 (昭53) 年4月 道路橋鉄筋コンクリ ート床版の設計、施 工について(建設省企 画課長) | 高速自動車 一般国道 都道府県道 市町村道 | 1等橋 2等橋 | T-20 P=8.0(9.6) T=14 P=5.6 | — | — | $M = 0.8 \times (0.12L + 0.07) \times P$ | $M = 0.8 \times (0.10L + 0.04) \times P$ | 許容応力度 1400 kgf/cm ² に対して 200 kgf/cm ² 程度余 裕を持たせる | $h_0 = 3L + 11$ $i = h_0/h_1$ h_2 : 交通量係 数 h_3 : 付加モー メント係数 | 同上 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1980 (昭55) 年2月 道路橋示方書 (日本道路協会) | 同上 | 同上 | 同上 | — | — | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1994 (平6) 年2月 道路橋示方書 (日本道路協会) | 高速自動車 一般国道 都道府県道 基幹道路に 関連する市 町村道 その他市町 村道 | B 荷重 A 荷重 | $P_0 = 10.0$ $P = k \times P_0$ $L \leq 4 m$ $k = 1.0$ $L > 4 m$ $k = L/32 + 7/8$ 床版に関しては ABとも同じ | — | — | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1996 (平8) 年12月 道路橋示方書 (日本道路協会) | 同上 | 同上 | 同上 | — | — | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | 同上 | | | | | |

注) ※1 : 大型車が1方向1000台/日以上の場合の設計活荷重を()で示す。
 ※2 : 連続版で主鉄筋が車両進行方向に直角の場合
 ※3 : i : 床版厚 (cm) (小数第1位を四捨五入する。ただし h_0 を下回らないこと)
 h_0 : 道路橋示方書に規定される床版最小厚 (cm) (小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで求める)
 h_1 : 大型車の1日交通量による係数
 h_2 : 床版を支持する桁の剛性が著しく異なるために生じる付加曲げモーメントの係数。



表-9.8.4 道路橋の耐震性に関する諸規定の変遷

付表-4 道路橋の耐震性に関する諸規定の変遷

| | | 大正15年 | 昭和14年 | 昭和31年 | 昭和39年 | 昭和39年 | 昭和41年 | 昭和43年 | 昭和45年 | 昭和47年 | 昭和48年 | 昭和51年 | 昭和55年 | 平成2年 |
|------------|----------------------------|-----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|---------------------------|-------|--|-------|--------------------------------|-------|--|-------|----------------------|
| | | 道橋細則 | 鋼道示案 | 鋼道示 | 杭基礎 | 鋼道示 | 調査設計 | 橋脚 | ケーソン | 耐震設計 | 指針 | 場所打ち杭 | 杭基礎 | 道示 |
| 地震 | 設計水平震度 | 最強地震力 $k_h = 0.2$ | | $k_h = 0.1 \sim 0.35$ | | | | | | $k_h = 0.1 \sim 0.3$ | | | | $k_h = 0.1 \sim 0.3$ |
| | 荷重 | 梁橋地点に 応じて増減 | | 地域と地盤条件 により増減 | | | | | | 設計水平震度の標準化 修正震度法の導入 | | 修正震度法の 適用範囲の改訂 | | 震度法と修正 震度法の統合 |
| 鉄筋コンクリート躯体 | 基礎の曲げ | 現行と同様の計算法で設計 されていたようである。 | | | | 具体的な計算法の 導入 | | | | | | | | |
| | せん断 | ラーメン、中空断面等断面の小さい躯体 に対する影響は大きい。 | | | | せん断力の照査に 関する記述 | | | | | | 具体的な計算式の導入 許容せん断応力度の低減 | | |
| 鉄筋コンクリート躯体 | 主鉄筋の中間 定着(主鉄筋 の段落とし) | | | | | | | | | | | 中間定着鉄筋の定着長の延長 | | |
| | 地震時保有 水平耐力 | | | | | | | 一般にコンクリート断面の大きい橋脚に 対する影響は少ない。 | | | | 変形性能照査 地震時保有水平耐力 の照査 | | |
| フーチング | | | | | | 具体的な設計法の導入 (片持ち版として設計) | | | | | | 有効幅・せん断の検討の導入 | | |
| 杭基礎 | | 鉛直支持力の検討は 行われていたようである。 | | 具体的な計算法の導入 (鉛直支持・水平支持) | | | | | | | | 杭頭の構造細目の規定 特殊条件(斜面上の基礎、圧密沈下・側方移動を受ける基礎) | | |
| 直接基礎 | | 安定計算(転倒・滑動)は 行われていたようである。 | | | | 具体的な設計法の導入 (支持力、安定計算法) | | | | | | | | |
| ケーソン基礎 | | | | 昭和45年下部指針と同様の検討は 行われていたようである。 | | | | 具体的な設計法の導入 | | | | | | |
| 地盤の液状化 | | | | | | | | 計算上支持力を無視する土層の導入 | | 液状化判定法の 導入と液状化層の 具体的取扱い法 | | 細粒分の 影響を考慮 | | |
| 支承部 | 支承部 | 支承、ローラ、アンカーボルト等 鋼製支承の設計法の導入 | | | | | | | | | | 支承における地震力の伝達方法の規定 | | |
| | 落橋防止構造 | | | | | 支承縁端距離 S の規定の導入 | | 移動制限装置、落橋防止構造 (S 、桁間連絡、かけ違い長)の導入 | | | | 移動制限装置、落橋防止構造 (S_e 、落橋防止装置)の導入 | | |

出典:多田宏行「橋梁技術の変遷」2000.12



表-9.8.5 道路橋下部構造設計基準の変遷

付表-5 道路橋下部構造設計基準の変遷

| No | 年・月 (西暦) | 道路橋下部構造設計指針 道路橋示方書 | 内容 | | |
|----|-------------------|--------------------------------------|-------|---------|-----------|
| | | | (分冊編) | ○ (共通編) | □ (下部構造編) |
| 1 | S 39・03 (1964) | 道路橋下部構造設計指針 くい基礎の設計篇 | ・ | ○ | □ |
| 2 | S 41・11 (1966) | 道路橋下部構造設計指針 調査および設計一般篇 | ・ | ○ | □ |
| 3 | S 43・03 (1968) | 道路橋下部構造設計指針 橋台・橋脚の設計篇 直接基礎の設計篇 | ・ | ○ | □ |
| 4 | S 43・10 (1968) | 道路橋下部構造設計指針 くい基礎の施工篇 | ・ | ○ | □ |
| 5 | S 45・03 (1970) | 道路橋下部構造設計指針 ケーソン基礎の設計篇 | ・ | ○ | □ |
| 6 | S 48・01 (1973) | 道路橋下部構造設計指針 場所打ちくい設計施工篇 | ・ | ○ | □ |
| 7 | S 51・08 (1976) | 道路橋下部構造設計指針・同解説 くい基礎の設計篇改訂 | ・ | ○ | □ |
| 8 | S 52・12 (1977) | 道路橋下部構造設計指針・同解説 ケーソン基礎の施工篇改訂 | ・ | ○ | □ |
| 9 | S 55・05 (1980) | 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 | ・ | ○ | □ |
| 10 | S 59・02 (1984) | 鋼管矢板基礎設計指針 | ・ | ○ | □ |
| 11 | H 2・02 (1990) | 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 | ・ | ○ | □ |
| 12 | H 3・07 (1991) | 地中連続壁基礎設計施工指針 | ・ | ○ | □ |
| 13 | H 6・02 (1994) | 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 | ・ | ○ | □ |
| 14 | H 8・12 (1996) | 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 | ・ | ○ | □ |
| 15 | H 9・12 (1997) | 鋼管矢板基礎設計施工便覧 | ・ | ○ | □ |



表-9.8.5 道路橋下部構造設計基準の変遷

| No | 年・月 (西暦) | 共通 活荷重 | 許容応力度 | | 設計 | | | | | | | | | | 施工 | | | | | | | |
|----|-------------------|---------------------------------------|--|---|----------|--------|---------|---------|-----------|--------|------------|----------------|----------------|-----------------|----------|-----------------|-----------------------------------|-------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | | | コンクリート 曲げ圧縮 軸圧縮 210 240 270 300 | 鉄筋 | 直接 基礎 | 木 杭 | RC 杭 | PC 杭 | 場所 打ち杭 | 鋼 杭 | H 杭 鋼管杭 | ケー ソン 基礎 | 鋼管 矢板 基礎 | 地中 連続壁 基礎 | 直接 基礎 | 既製杭 打込み 杭 | 中掘 り杭 | 場所打ち 掘削杭 | 打ち杭 深礎 工法 | ケー ソン 基礎 | 鋼管 矢板 基礎 | 地中 連続壁 基礎 |
| 1 | S 39・03 (1964) | | | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | |
| 2 | S 41・11 (1966) | 鋼道路橋設計 示方書に示す TL 荷重 | | SR 24 1400 SD 24 1400 SR 30 1400 SD 30 1600 単位 kg/cm ² | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | | |
| 3 | S 43・03 (1968) | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | S 43・10 (1968) | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | |
| 5 | S 45・03 (1970) | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | |
| 6 | S 48・01 (1973) | | 180~200 200~240 240~ σ _{容許} 100 以下 σ _{容許} 75 以下 単位 kg/cm ² | SD 24 1400 SD 30 1800 | | | | | ○ | | | | | | | | オールケ ーシング リバス アース ドリル | ○ | | | | |
| 7 | S 51・08 (1976) | | | | | | 除外 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | | |
| 8 | S 52・12 (1977) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ○ |
| 9 | S 55・05 (1980) | 一等橋 TL-20 二等橋 TL-14 特定 TT-43 | 70 80 90 100 55 65 75 85 単位 kg/cm ² | SR 24 SD 24 1400 SD 30 1800 SD 35 1800 単位 kg/cm ² | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 10 | S 59・02 (1984) | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | | |
| 11 | H 2・02 (1990) | S 55年と同じ | 70 80 90 100 55 65 75 85 単位 kg/cm ² | SR 24 1400 SD 30 A 1800 SD 30 B 1800 SD 35 1800 単位 kg/cm ² | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 12 | H 3・07 (1991) | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | ○ |
| 13 | H 6・02 (1994) | A 荷重 B 荷重 S 55年の制定の 荷重はすべて廃止 | H 2年と同じ 単位 kg/cm ² | SR 235 1400 SD 235 A 1800 SD 235 B 1800 SD 315 1800 単位 kg/cm ² | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 14 | H 8・12 (1996) | | H 6年と同じ | H 2年と同じ | H 6年と同じ | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 15 | H 9・12 (1997) | | | | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | | ○ |

出典:多田宏行「橋梁技術の変遷」2000.12



9.9 参考文献

保全技術、コンクリートの劣化機構の基礎知識に関する代表的な文献を表-9.9.1 に、橋梁維持管理に関する文献を表-9.9.2 に示す。

表-9.9.1 基礎知識に関する代表的な文献

| 文献名 | 発行機関 | 発行年 |
|--|-----------------------------|----------|
| 道路橋の定期点検に関する参考資料 －橋梁損傷事例写真集－ (国総研資料196号) | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 | 平成16年12月 |
| 道路橋の補修・補強計算例 | (財)道路保全技術センター | 平成19年11月 |
| 橋梁点検ハンドブック | (財)道路保全技術センター 道路構造物保全研究会 | 平成18年12月 |
| コンクリート標準示方書「維持管理編」 | (社)土木学会 | 平成19年12月 |
| 道路橋補修・補強事例集 | (社)日本道路協会 | 2009年度版 |
| コンクリート診断技術'10[基礎編]、[応用編] | (社)日本コンクリート工学協会 | 平成22年2月 |

表-9.9.2 橋梁維持管理に関する参考資料

| Nb. | 文献名 | 発行機関 | 発行年 | 対策区分 |
|-----|--|---------------------|----------|------|
| 1 | 第230号 コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書(Ⅱ) －炭素繊維シート接着工法によるコンクリート部材の補強効果に関する研究－ | 建設省土木研究所 | 平成11年10月 | 耐荷力 |
| 2 | 第235号 コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書(Ⅲ) －炭素繊維シート接着工法による道路橋コンクリート部材の補強に関する設計・施工指針(案)－ | 建設省土木研究所 | 平成11年12月 | 耐荷力 |
| 3 | 第18号 塩害により損傷を受けたコンクリート構造物の補修方法に関する共同研究報告書(Ⅰ) | 建設省土木研究所 | 昭和63年9月 | 老朽化 |
| 4 | 第90号 塩害により損傷を受けたコンクリート構造物の補修方法に関する共同研究報告書(Ⅱ) －コンクリート橋の補修方法に関する調査結果－ | 建設省土木研究所 | 平成6年9月 | 老朽化 |
| 5 | 第256号 海洋構造物の耐久性向上に関する共同研究報告書 －新設コンクリート橋への電気防食適用に関する研究成果と新設コンクリート橋の電気防食マニュアル(案)－ | 建設省土木研究所 | 平成12年12月 | 老朽化 |
| 6 | 非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル | 建設省土木研究所 | 平成17年7月 | 全般 |
| 7 | 橋梁点検要領(案) | 国土交通省 道路局 国道・防災課 | 平成16年3月 | 全般 |
| 8 | 橋梁の維持管理の体系と橋梁管理カルテ作成要領(案) | 国土交通省 道路局 国道・防災課 | 平成16年3月 | 全般 |
| 9 | 橋梁における第三者被害予防措置要領(案) | 国土交通省 道路局 国道・防災課 | 平成16年3月 | 全般 |
| 10 | 道路橋のアルカリ骨材反応に対する維持管理要領(案) | 国土交通省 道路局 国道・防災課 | 平成15年3月 | 老朽化 |



表-9.9.2 橋梁維持管理に関する参考資料

| Nb. | 文献名 | 発行機関 | 発行年 | 対策区分 |
|-----|--|----------------------|----------|------------|
| 11 | コンクリート橋の塩害に関する特定点検要領(案) | 国土交通省 道路局 国道・防災課 | 平成16年3月 | 老朽化 |
| 12 | 補修・補強工事調書の記入要領(案) | 国土交通省 道路局 国道・防災課 | 平成16年3月 | 全般 |
| 13 | 道路橋に関する基礎データ収集要領(案) | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 | 平成19年5月 | 全般 |
| 14 | 国総研資料 第196号 道路橋の定期点検に関する参考資料 -橋梁損傷事例写真集- | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 | 平成16年12月 | 全般 |
| 15 | 国総研資料 第28号 道路橋床版の疲労耐久性に関する試験 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 | 平成14年3月 | 耐荷力 老朽化 |
| 16 | 国総研資料 第55号 コンクリート橋の塩害対策資料集 -実態調査に基づくコンクリート橋の塩害対策の検討- | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 | 平成14年11月 | 老朽化 |
| 17 | 既設橋梁の耐震補強マニュアル(案) | 国土交通省 関東地方整備局 | 平成17年2月 | 耐震 |
| 18 | 橋梁塩害対策検討委員会 塩害橋梁維持管理マニュアル(案) | 橋梁塩害対策検討委員会 | 平成20年4月 | 老朽化 |
| 19 | アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に関する補修補強ガイドライン(案) | ASPIに関する対策検討委員会 | 平成20年3月 | 老朽化 |
| 20 | 炭素繊維シートによる鋼製橋脚の補強工法ガイドライン(案) | (財)土木研究センター | 平成14年7月 | 耐荷力 |
| 21 | 建設省総合技術開発プロジェクト「コンクリート耐久性向上技術の開発」 | (財)土木研究センター | 平成元年5月 | 全般 |
| 22 | 既設橋梁の耐震補強工法事例集 | (財)海洋架橋・橋梁調査会 | 平成17年4月 | 耐震 |
| 23 | 道路橋マネジメントの手引き | (財)海洋架橋・橋梁調査会 | 平成16年8月 | 全般 |
| 24 | コンクリートゲルバー橋補強対策マニュアル(案) 工法選定の考え方、設計・施工の留意点 | (財)道路保全技術センター | 平成8年3月 | 耐荷力 |
| 25 | 既設橋梁の破損と対策 | (財)道路保全技術センター | 平成6年3月 | 老朽化 |
| 26 | 橋梁点検ハンドブック | (財)道路保全技術センター | 平成18年12月 | 全般 |
| 27 | 既設橋梁の補修・補強 事例集 橋梁補強検討委員会審議橋梁 | (財)道路保全技術センター | 平成6年12月 | 耐荷力 老朽化 |
| 28 | 道路橋の補修・補強計算例 | (財)道路保全技術センター | 平成19年11月 | 全般 |
| 29 | 既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案) | (財)道路保全技術センター | 平成5年5月 | 耐荷力 |
| 30 | コンクリート標準示方書「設計編」 | (社)土木学会 | 平成19年12月 | 全般 |



表-9.9.2 橋梁維持管理に関する参考資料

| Nb. | 文献名 | 発行機関 | 発行年 | 対策区分 |
|-----|---|-----------|----------|------------|
| 31 | コンクリート標準示方書「維持管理編」 | (社)土木学会 | 平成19年12月 | 老朽化 |
| 32 | コンクリート標準示方書「施工編」 | (社)土木学会 | 平成12年1月 | 老朽化 |
| 33 | コンクリートライブラリー101 連続繊維を用いたコンクリート構造物の補強補修設計 | (社)土木学会 | 平成12年7月 | 耐荷力 |
| 34 | コンクリートライブラリー123 吹付けコンクリート指針(案) 補修補強編 | (社)土木学会 | 平成17年7月 | 耐荷力 老朽化 |
| 35 | コンクリートライブラリー119 表面保護工法 設計施工指針(案) | (社)土木学会 | 平成17年4月 | 老朽化 |
| 36 | 鋼構造シリーズ15 高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針(案) | (社)土木学会 | 平成18年12月 | 老朽化 |
| 37 | コンクリートライブラリー107 電気化学的防食工法 設計施工指針(案) | (社)土木学会 | 平成13年11月 | 老朽化 |
| 38 | 鋼構造シリーズ17 道路橋支承部の改善と維持管理技術 | (社)土木学会 | 平成20年5月 | 老朽化 |
| 39 | 鋼構造シリーズ14 歴史的鋼橋の補修・補強マニュアル | (社)土木学会 | 平成18年10月 | 耐荷力 老朽化 |
| 40 | 鋼橋における劣化現象と損傷の評価 | (社)土木学会 | 平成8年12月 | 全般 |
| 41 | コンクリート構造物の補強設計・施工の将来像 | (社)土木学会 | 平成10年9月 | 耐荷力 老朽化 |
| 42 | 道路橋示方書・同解説 I～V | (社)日本道路協会 | 平成14年3月 | 全般 |
| 43 | 道路橋補修便覧 | (社)日本道路協会 | 昭和54年2月 | 老朽化 |
| 44 | 鋼道路塗装・防食便覧 | (社)日本道路協会 | 平成17年12月 | 老朽化 |
| 45 | 鋼橋の疲労 | (社)日本道路協会 | 平成9年5月 | 老朽化 |
| 46 | 鋼道路橋の疲労設計指針 | (社)日本道路協会 | 平成14年3月 | 老朽化 |
| 47 | 道路橋の塩害対策指針(案)・同解説 | (社)日本道路協会 | 昭和59年2月 | 老朽化 |
| 48 | 道路橋床版防水便覧 | (社)日本道路協会 | 平成19年3月 | 老朽化 |
| 49 | 既設道路橋の耐震補強に関する参考資料 | (社)日本道路協会 | 平成9年8月 | 耐震 |
| 50 | 道路橋支承便覧(改訂版) | (社)日本道路協会 | 平成16年4月 | 全般 |



表-9.9.2 橋梁維持管理に関する参考資料

| Nb. | 文献名 | 発行機関 | 発行年 | 対策区分 |
|-----|--|-----------------|----------|------------|
| 51 | 既設道路橋基礎の補強に関する参考資料 | (社)日本道路協会 | 平成12年2月 | 耐震 |
| 52 | 道路橋補修・補強事例集(2009年版) | (社)日本道路協会 | 平成21年11月 | 耐震 |
| 53 | 既設橋梁落橋防止システム設計の手引き | (社)日本橋梁建設協会 | 平成17年3月 | 耐震 |
| 54 | 既設橋梁落橋防止システム現場施工の手引き | (社)日本橋梁建設協会 | 平成17年4月 | 耐震 |
| 55 | 支承部補修・補強工事施工の手引き(改訂2版) | (社)日本橋梁建設協会 | 平成18年12月 | 老朽化 |
| 56 | 鋼橋の補修・補強事例集 | (社)日本橋梁建設協会 | 平成14年10月 | 耐荷力 老朽化 |
| 57 | 鋼橋保全技術の紹介 | (社)日本橋梁建設協会 | 平成17年4月 | 全般 |
| 58 | 鋼橋の損傷と点検・診断(点検・診断に関する調査報告書) | (社)日本橋梁建設協会 | 平成12年5月 | 全般 |
| 59 | 鋼道路橋点検マニュアル | (社)日本橋梁建設協会 | 平成7年5月 | 全般 |
| 60 | 鋼道路橋点検マニュアル 写真及び判定事例集 | (社)日本橋梁建設協会 | 平成7年5月 | 全般 |
| 61 | プレストレストコンクリート構造物の補修の手引き [断面修復工法](案) | (社)PC建設業協会 | 平成21年5月 | 老朽化 |
| 62 | PC鋼材損傷対応マニュアル | (社)PC建設業協会 | 平成13年4月 | 老朽化 |
| 63 | コンクリート構造診断技術 | (社)PC建設業協会 | 平成19年7月 | 全般 |
| 64 | PC橋の支承および落橋防止システムに関する設計資料(案)(改訂版) | (社)PC建設業協会 | 平成17年7月 | 耐震 |
| 65 | 塩害に対するプレキャストPCIげたの設計・施工資料 | (社)PC建設業協会 | 平成17年7月 | 老朽化 |
| 66 | 標準積算要領(PCケーブル補強工法)2004年版 | (社)PC建設業協会 | 平成16年9月 | 耐荷力 |
| 67 | PC技術の変遷 | (社)PC建設業協会 | 平成15年11月 | 全般 |
| 68 | 土木鋼構造物の点検・診断・対策技術 | (社)日本鋼構造協会 | 平成19年改訂 | 全般 |
| 69 | コンクリートのひび割れ調査・補修・補強指針-2009- | (社)日本コンクリート工学協会 | 平成21年2月 | 耐荷力 老朽化 |
| 70 | コンクリート診断技術'10[基礎編]、[応用編] | (社)日本コンクリート工学協会 | 平成22年2月 | 耐荷力 老朽化 |



表-9.9.2 橋梁維持管理に関する参考資料

| No. | 文献名 | 発行機関 | 発行年 | 対策区分 |
|-----|--------------------------------|---|----------|------------|
| 71 | コンクリート片はく落防止対策マニュアル | 日本道路公団 | 平成12年11月 | 老朽化 |
| 72 | 設計要領 第二集 橋梁保全集 | 東日本高速道路株式会社 中日本高速道路株式会社 西日本高速道路株式会社 | 平成12年7月 | 全般 |
| 73 | 構造物施工管理要領 | 東日本高速道路株式会社 中日本高速道路株式会社 西日本高速道路株式会社 | 平成12年7月 | 全般 |
| 74 | ASR構造物の維持管理マニュアル | 阪神高速道路株式会社 | 平成19年2月 | 老朽化 |
| 75 | 保全基準・要領(第1編～第5編) | 福岡北九州高速道路公社 | 平成14年4月 | 耐荷力 老朽化 |
| 76 | PC橋点検補修マニュアル(案) | 高速道路調査会 | 平成6年12月 | 耐荷力 老朽化 |
| 77 | 九州地区における橋梁の維持管理の現状と課題 | 九州橋梁・構造工学研究会 | 平成19年7月 | 耐荷力 老朽化 |
| 78 | 設計施工マニュアル(案)[道路橋編] | 国土交通省 東北地方整備局 | 平成28年3月 | 全般 |
| 79 | 新設橋の排水計画の手引き(案) | 国土交通省 東北地方整備局 | 平成26年10月 | 全般 |
| 80 | 東北地方におけるコンクリート構造物設計施工ガイドライン(案) | 国土交通省 東北地方整備局 | 平成21年3月 | 全般 |
| 81 | 東北地方における道路橋の維持・補修の手引き(案)【改訂版】 | 国土交通省 東北地方整備局 | 平成29年8月 | 全般 |