
道路橋長寿命化修繕計画

【個別施設計画】

当初版 令和 1 年 3 月
改訂版 令和 5 年 3 月

福 島 県 喜多方市建設部

— 目 次 —

1. 背景と目的	1
1.1. 背 景	1
1.2. 目 的	1
2. 計画策定	1
2.1. 計画方針	1
2.2. 計画期間	1
3. 道路橋編	2
3.1. 長寿命化計画策定の基本方針	2
3.2. 道路管理区分に関する方針	2
3.3. 緊急輸送路に関する方針	3
3.4. 集約・撤去に関する方針	3
3.5. 個別施設計画の目的	3
3.6. 個別計画策定の効果	6
4. 道路橋梁施設計画の策定方針	7
4.1. 個別施設計画	7
4.2. 老朽化対策の基本方針	7
4.3. 災害時の対応方針	8
4.4. 新技術等の利活用	8
5. 個別施設計画の対象橋梁	9
5.1. 対象橋梁	9
5.2. 道路橋梁の分類	9
5.3. 橋梁基礎資料	10
5.3.1. 全橋梁 (N=389 橋)	10
6. 劣化予測曲線	23
6.1. 劣化予測曲線の作成	23
6.2. 劣化予測曲線（コンクリート橋）	25
6.3. 劣化予測曲線（鋼 橋）	28
6.4. 劣化進行が速い橋梁	30
7. ライフサイクルコスト（LCC）	32
7.1. ライフサイクルコスト算出の手順	32
7.2. 評価対象	33
7.3. 評価単位	33
7.4. LCC算出の基本方針	34
7.5. 修繕時期の決定	35
8. 補修・補強の実施方針	37
8.1. 施設重要度と維持管理レベル	37
8.2. 施設重要度に応じた優先順位	37
8.3. 今後の取組みの方向性(参考資料)	38
8.4. 橋梁長寿命計画修正	39
8.4.1. 工種・管理 別分類	39
8.5. 管理区分変行	40
8.5.1. 補修による管理区分変移	40
8.6. コンクリート構造物の補修・補強工法	41
8.6.1. 損傷と損傷原因	41

8.6.2.	部材の適用補修・補強工法	42
8.6.3.	桁の補修・補強選定	43
8.6.4.	床版の補修・補強選定	45
8.6.5.	下部工(橋台・橋脚)の補修・補強選定	47
8.6.6.	部材補修・補強の特徴および留意点	49
8.7.	鋼構造物の補修・補強工法	78
8.7.1.	損傷と損傷原因	78
8.7.2.	部材の適用補修・補強工法	79
8.7.3.	補強・補修工法の選定手順	80

1. 背景と目的

1.1. 背景

社会資本の道路は、安全・安心な市民生活を営みに直結するものです。道路の機能維持には、道路橋梁、トンネルおよびシェッド等の道路施設があります。

昭和の高度成長期に建設された道路施設は、50 年以上経過し老朽化が社会問題となっています。平成 24 年 12 月中央自動車道笹子トンネルの天井板落下事故は、公共施設の安全確保には維持・管理の重要性を知らせるものでありました。

本市が維持管理する公共施設は、道路橋梁 389 橋、トンネル 1 施設、シェッド 2 施設です。また、少子・高齢化に伴う人口減少、税収減少により公共施設の維持費も減少し、市民生活の安全・安心を確保に対する大きな課題となっています。

1.2. 目的

この課題には、従来の「事後対処」維持管理から 5 年毎の法定点検結果に基づき、損傷が大きくなる前に修繕する「予防保全」維持管理に移行することが求められています。それにより、老朽化による事故防止や維持管理予算の平準化やコスト縮減の実現を目的とするものです。

2. 計画策定

2.1. 計画方針

公共施設の長寿命化を目的とした計画策定は、「個別施設」策定により実現するものであり、本市における、個別施設計画は、下記 3 施設です。

1. 道路橋梁の個別施設計画
2. トンネルの個別施設計画
3. シェッドの個別施設計画

2.2. 計画期間

計画期間は、下記としました。

1. 道路橋梁は、令和 1 年度(2019 年)から令和 5 年度(2023 年)の 5 ヶ年間
2. トンネルは、令和 3 年度(2021 年)から令和 7 年度(2025 年)の 4 ヶ年間
3. シェッドは、令和 3 年度(2021 年)から令和 7 年度(2025 年)の 4 ヶ年間

3. 道路橋編

3.1. 長寿命化計画策定の基本方針

道路は住民生活に密着しています。道路機能の一部である橋梁(389 橋)は、機能維持に不可欠な施設です。施設の損傷が進行した場合、長期間の通行止めなどの住民生活への影響が懸念されます。そのため、損傷が深刻化してから修繕を行う事後保全から、定期的に点検を実施し損傷が深刻化する前に修繕を行う予防保全へ転換すると共に、橋梁施設の長寿命化計画(個別施設計画)の策定が必要です。

3.2. 道路管理区分に関する方針

管理区分を設定ための条件は、下記の通りです。

- ・道路法上の橋梁は延長 2.0m 以上です。
- ・福島県防災会議「福島県地域防災計画 震災対策編」で指定する緊急輸送路は、以下の通りです。

・第 1 次確保路線

国道 121 号 (栃木県境～山形県境)

・第 2 次確保路線

国道 459 号 (国道 115 号～喜多方会津坂下線)

主要地方道 喜多方西会津線 (喜多方停車場全～会津坂下山都線)

(国道 49 号～上郷舟渡線)

喜多方会津坂下線(国道 459 号～喜多方停車場線)

会津坂下山都線 (喜多方西会津線～山都柳津線)

猪苗代塩川線 (全線)

一般県道 山都柳津線 (国道 49 号～会津坂下山都線)

喜多方停車場線 (国道 121 号～喜多方西会津線)

上郷舟渡線 (山都柳津線～喜多方西会津線)

熱塩加納山都西会津線

(国道 121 号～喜多方市総合支所熱塩加納総合支所)

市町村道 喜多方市道 上高額桜が丘線(喜多方合同庁舎を結ぶ)・・・路線 1107
押切西線 (喜多方水道局を結ぶ)・・・路線 13116

桜が丘稲村線 (喜多方合同庁舎を結ぶ)・・・路線 1108

東四谷新町線 (へりポートを結ぶ)・・・路線 1109

一中通り線 (喜多方第一中学校を結ぶ)・・・路線 11047

・第 3 次確保路線

市町村道 喜多方市道 図書館東線 (喜多方第一中学校を結ぶ)・・・路線 11032

3.3. 緊急輸送路に関する方針

緊急輸送道路は、災害や避難・救助等で物資供給等の活動に緊急車両の通行を確保する重要路線で高速自動車国道や一般国道及びこれらを連絡する幹線的な道路です。

※【災害時の路線確保】は、次頁に資料として添付します。

○災害時の重要とする路線と橋梁

発災時には、喜多方市役所(本庁)と4支所(熱塩加納、山都、高郷、塩川)は対応拠点となり、本庁と各支所間の路線確保は必要です。

また、緊急輸送路や県道を補完する路線の機能向上や縦・横の交通網構築と洪水時に橋梁が流失して孤立集落となる可能性がある橋梁を重要橋梁とします。

○災害時の応急組立橋

平成19年3月「福島県橋梁調査点検マニュアル(案)」には、橋長や架橋状況により下記区分されています。

- ①橋長15m以上は道路統計年報で調査対象とする橋長
- ②橋長15m未満は、万一著しい損傷が発生した場合においても、迅速な対応が可能
- ③本計画では、災害時の応急対応には「応急組立橋」とし橋長は30m

3.4. 集約・撤去に関する方針

市が維持管理する橋梁(389橋)は、社会経済情勢や施設利用の状況変化、施設周辺の道路整備状況により、橋梁の集約・撤去および機能縮小等による維持管理費の縮減を図るべき橋梁があり、以下の取組方針とします。

○利用頻度の低下

新道完成後、旧道に架かる橋梁等は、利用状況や迂回距離、災害時の避難、隣接家屋・施設へのアクセス状況を踏まえ、集約・撤去により維持管理の縮減を行います。

○小規模橋梁の更新

老朽化した小規模橋梁(橋長5m未満)の更新は、施工性・維持管理が容易なボックスカルバートへの移行により施工費、維持管理費の縮減を行います。

3.5. 個別施設計画の目的

橋梁の個別施設計画は、施設の老朽化が進行した場合には大規模な修繕が必要になるほか、更に修繕ができない状態まで進行した場合には「撤去・新設」となります。これらの対応には多くの事業費が必要になると伴に、長期間の通行止めで住民生活への影響が懸念されます。定期点検を踏まえた施設の維持管理費(LCC)の縮減、予算の平準化を図りつつ第三者に対する安全性・信頼性の確保することが、個別施設計画の目的です。

【１】災害時における「本庁と支所」との路線確保の検討

1. 目的：発災時、市民の安全・安心を確保する必要があります。そのため拠点となる本庁と各支所(熱塩加納・山都・高郷・塩川)との路線確保に重要な橋梁選定を目的とします。
2. 条件：①発災の種類、「洪水(氾濫)、崖崩れ(土石流)、地震」等です。
②路線確保は、本庁と支所の路線確保を目的とします。(支所間の路線確保はしません)
③路線を分断する河川(阿賀川、只見川、濁川、押切川)を想定します。
3. 検討路線：発災時の路線確保には、平成 26 年 11 月策定「喜多方市地域防災計画」および 福島県防災会議「福島県地域防災計画」等の緊急輸送路です。
4. 対象橋梁：上記の路線を分断する河川に架かる橋梁を対象とします。
5. 選定結果：本庁と各支所間貫の路線確保は、緊急輸送路(第 1 ～ 3 次)の確保路線(下図 ①～④)および県道に架かる橋梁(下図 ⑤～⑨)により確保されると判断しました。
6. 選定内容：各支所間の選定内容は、下記です。

支所との分断河川は、阿賀川、只見川です。
この河川に架かる市管理の橋梁は「無い」ため
県管理の「②見頃橋、③濁川橋、④太田橋」に
より路線は確保されています。

支所との分断河川は、阿賀川、只見川です。
この河川に架かる市管理の橋梁は「無い」ため
県管理の「②見頃橋、③濁川橋、④太田橋」に
より路線は確保されています。

支所との分断する河川はありません。
そのため、路線は確保されています。

支所との分断河川は、濁川、押切川です。
この河川に架かる橋梁は、緊急輸送路の第1次確保路線 国121号および第2次確保路線 国道459号に架かる①吉志田北橋、②見頃橋と県道日中喜多方線に架かる⑤吉志田大橋があるため路線は確保されています。

この地図は、福島県喜多方市にある濁川（濁川）とその支流の分布を示しています。濁川は、喜多方市の中心部を流れる主要な河川で、その流域は広く農業や工業に利用されています。支流には、阿賀川、利根川、相模川などが含まれます。また、濁川の河口付近には、喜多方市役所や喜多方駅などの重要な施設が立地しています。この地図は、濁川とその支流の全長、およびその流域の広さを把握するのに役立ちます。

【2】災害時の重要路線と橋梁選定

1. 目的：重要路線は市管理道路のうち、災害時の「緊急輸送路」機能補完や孤立集落を防ぐことを目的に「路線」と「橋梁」の選定が目的です。
2. 検討範囲：①喜多方市の広域的対策は、「緊急輸送路」を基本とし人口が集中している市街地を範囲とします。
②人口過疎地や災害時に孤立する可能性のある集落は、範囲とします。
③緊急輸送路や県道補完により、路線の機能向上や縦・横の交通網が構築可能となる地域を範囲とします。
3. 範囲選定：人口が密集している「喜多方・塩川の市街地」を包括する範囲(下図 ①)とします。
4. 対象橋梁：災害時の孤立集落を防ぐ橋梁は、下図(②橋爪橋、③第一早稲谷橋、④大橋)とします。
5. 機能向上：機能補完する橋は、国道 459 号と県道喜多方西会津線の ⑤寺内橋、県道熱塩加納会津坂下線と県道大平喜多方線の ⑥半在家橋です。
6. 選定内容：選定内容は、下記です。

【市街地の軸線】

緊急輸送路縦軸は、第 1 次確保路線の 国道 121 号、横軸は第 2 次確保路線の国道 459 号です。喜多方市街地は、第 3 次確保路線の上高嶺桜が丘線（縦軸）、桜が丘稲村線（横軸）、東四谷新町線（横軸）があります。その範囲は上部(北)側で、塩川町周辺の下部(南)側にはありません。そこで、県道熱塩加納会津坂下線と県道北山会津若松線を結ぶ「横軸」を新に設けました。上記の緊急輸送路である 5 橋（桜が丘橋、稲村橋、天神大橋、新町橋、幸橋）は指定橋梁です。横軸「西田原橋～田原橋～弾正の橋～上窪橋」を重要橋梁としました。

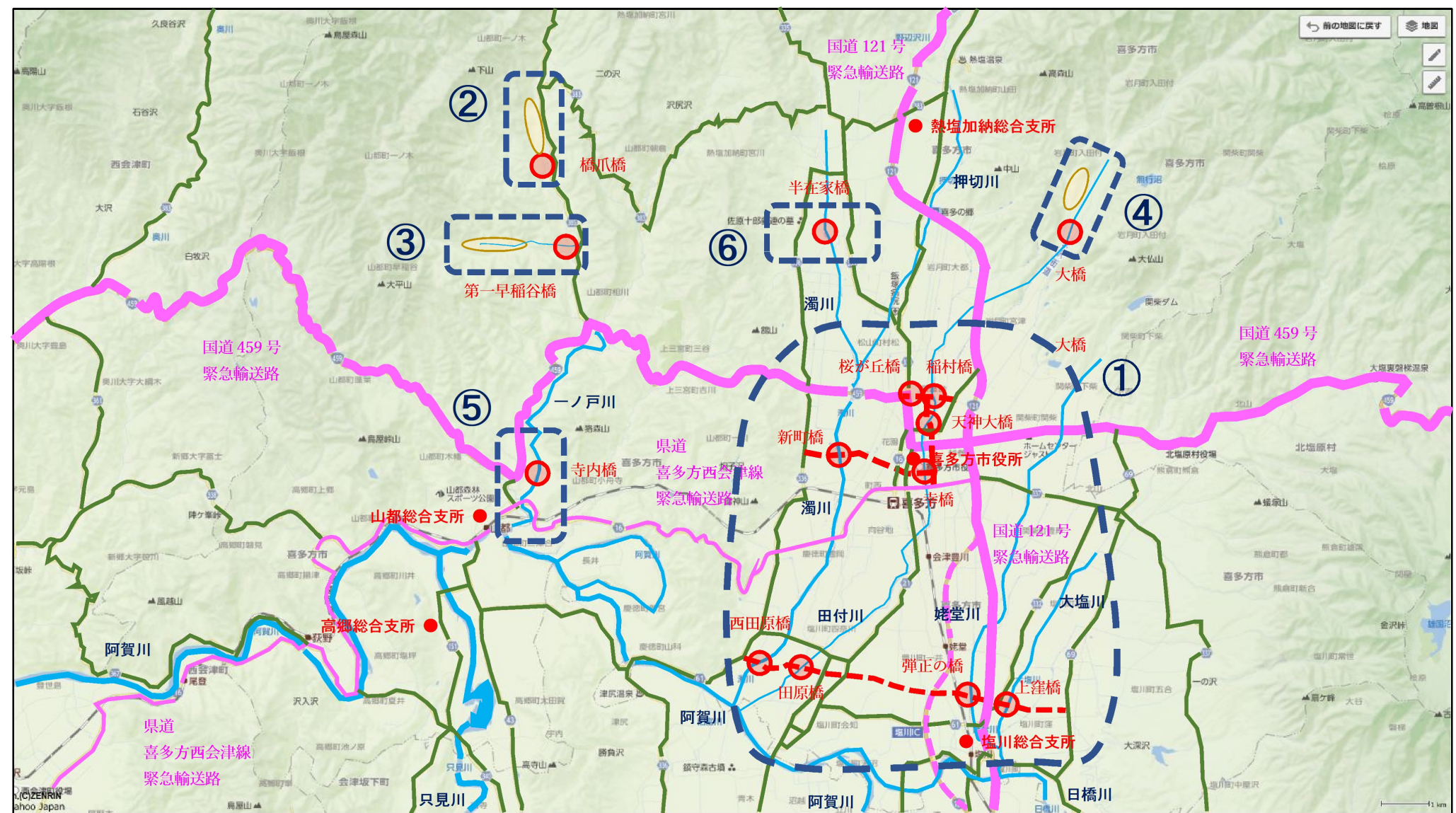
【孤立集落を防ぐ橋梁】

洪水等により橋梁流失で孤立する可能性がある集落は、(②一ノ木、③早稲谷、④入田付) 3 集落です。この集落に架かる「橋爪橋、第一早稲谷橋、大橋」を重要橋梁としました。

【機能を補完する橋】

右図、⑤寺内橋、⑥半在家橋は、緊急輸送路で国道 459 号と県道喜多方西会津線および熱塩加納会津坂下線と大平喜多方線の県道の路線の補完するための重要橋梁としました。

図表 災害時対応の重要路線と橋梁の選定図



3.6. 個別計画策定の効果

長寿命化修繕計画に基づく修繕を実施することで、以下の効果が期待できます。

○健全度の向上

定期点検を実施し現状を把握しながら、適切な修繕を計画的に実施することで、施設の安全性が確保され、道路機能施設の信頼性が確保できます。

○維持管理費の縮減

事後的な修繕・架替から、予防的な修繕や計画的な架替に移行ことで、効果的な維持管理費の縮減が実現されます。

○予算の平準化

修繕・架替に掛かる費用を予測することで、予算の平準化を考慮した修繕計画を策定が可能となります。

4. 道路橋梁施設計画の策定方針

4.1. 個別施設計画

市が維持管理する橋梁の個別施設計画策定方針は、下記に示します。

(1) 施設計画策定の期間

修繕・架替の措置の優先順位や事業費を基に約 30 年間の道路橋個別施設計画を策定します。

(2) 措置の優先順位

措置の優先順位は、健全性、社会的な影響度を総合的な条件を考慮して設定します。

(3) 橋梁毎の点検時期、措置の内容・時期

点検時期および措置の内容・時期は、道路橋個別施設計画に示すとおりですが、今後の点検や診断の結果により、緊急的な予防措置等を踏まえ計画を見直す場合があります。

(4) ボックスカルバートは、道路を横断し橋梁と同様に機能する構造物として設置されています。

定期点検要領「シェッド、大型カルバート等」で大型カルバートは「内空に 2 車線以上…」とあります。本、計画策定では 2 車線を $(2 \times 2.75\text{m} = 5.50\text{m})$ 5.00m としました。

(5) 橋梁の評価項目は、橋長、幅員、供用年数、材質、構造形式、環境等があります。

(6) 路線の重要度は、生活確保路線、バス路線、除雪路線等の地域特性により評価します。

(※生活確保路線とは、住民の生活を確保するために不可欠な路線のことです)

(7) 個別施設計画による効果

事後的な修繕・架替から、損傷が軽微な状態での予防的な修繕や計画的な架替へと移行することで橋梁の安全性・信頼性を確保し、長期的な維持管理費(LCC)を縮減します。

4.2. 老朽化対策の基本方針

老朽化する施設が増加する現状を踏まえ、基本方針は下記とします。

(1) 維持管理サイクルの構築

定期的な点検・診断により橋梁の状態を把握し、診断結果や社会的な影響度等により対策の年次計画を策定するとともに、計画に基づく予防的な修繕を行う一連の流れの維持管理サイクルを構築します。

(2) 点検情報の利活用

点検・診断や修繕・更新等の情報は、個別施設計画の策定や橋梁を維持管理していく上で重要な情報であることから、各種関連情報を保存するとともに、様々な場面で利活用します。

4.3. 災害時の対応方針

災害時対応方針は、下記とします。

(1) 目的

喜多方市は、平成 18 年 1 月の合併（旧 喜多方市、塩川町、山都町、高郷村、熱塩加納村）により広範囲の中山間地に多数の“溪流”や阿賀川・只見川の“大河川”があり、現在 389 橋を管理しています。

(2) 現状・課題

我が国は台風等による風水害が毎年多発しています。平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨が発生しました。この「新潟・福島豪雨」では、只見川に架かる橋桁流出や鉄橋崩落し住民生活に大きな影響を与えました。災害発生時、住民生活の影響を少なくする目的のため橋梁の応急対応が必要となります。

(3) 対応策

「福島県橋梁調査点検マニュアル（案）」架橋状況では、下記区分がされています。

- ①橋長 15m 以上は道路統計年報で調査対象とする橋長
 - ②橋長 15m 未満は、万一著しい損傷が発生した場合においても迅速な対応が可能
 - ③点検困難（高速道の跨線橋、橋長 100m 以上で大河川に架かる橋、多径間の河川橋）
- 平成 30 年 1 月改定された同マニュアルには橋長 15m の記載がありません。
- そのため、災害時には下記の新技術による応急対応が必要となります。

4.4. 新技術等の利活用

年々進歩する新技術の進歩を踏まえ、利活用の方針は下記とします。

(1) 新技術等の利活用

厳しい財政状況等を踏まえ、橋梁の維持管理の効率化や費用縮減を図るには新技術・新工法の利活用が必須です。そのため道路橋梁には、点検時のドローン、赤外線カメラによる精度・効率の向上および補修工事の新技術・新工法を積極的に採用します。

(2) 補修工事等での利活用

補修工事は、全ての橋梁で設計段階での新技術・新工法の積極的な利活用を検討し、今後 30 年間で補修予定橋梁 97 橋において、約 21% の費用縮減を目指します。

(3) 応急組立橋の新技術

国土交通省では、地震、洪水等により被災した道路や橋梁の代わり現地で短時間に組立てできる「応急組立橋」に関する知識、架設技術の構築を目指します。応急組立橋は仮設橋のことで、緊急車両や災害対策車両の輸送路を確保する重要な役割を持っています。

5. 個別施設計画の対象橋梁

5.1. 対象橋梁

本市が維持管理する対象橋梁は 389 橋で、分類は以下に示します。

5.2. 道路橋梁の分類

分類項目は(材質)、(橋長、支間長、径間)、(健全度)、(構成部材)としました。

1. 材質による分類

- (1) Co 橋 (全 328 橋) ① Box 橋 : 64 橋、② RC 桁橋 : 120 橋、③ PC 桁橋 : 144 橋
- (2) 鋼製橋 (全 51 橋) ① 鋼桁橋 : 50 橋、② トラス橋 : 1 橋
- (3) 木製橋 (全 6 橋) : 木材橋
- (4) その他 (全 4 橋) : 石材橋 1 橋、複合材橋 3 橋

2. 橋長、支間長、径間による分類

- (1) Co 橋 (328 橋)
 - ・ Box 橋 (64 橋) : (支間長 5m 未満) 58 橋、(支間長 5m 以上) 6 橋
 - ・ RC 桁橋 (120 橋) : (支間長 5m 未満) 99 橋、(支間長 5m 以上) 21 橋
 - ・ PC 桁橋 (144 橋) : (支間長 15m 未満) 104 橋、(支間長 15m 以上、25m 未満) 30 橋
(支間長 25m 以上) 10 橋
- (2) 鋼製橋 (51 橋)
 - ・ 鋼桁橋 (50 橋) : (支間長 25m 未満) 36 橋、(支間長 25m 以上、50m 未満) 13 橋
(支間長 50m 以上) 2 橋
 - ・ トラス橋 (1 橋) : (支間長 50m 以上) 1 橋
- (3) 木製橋 (7 橋) : (木材橋)
- (4) その他 (3 橋) : (石材橋 1、複合橋 3)

3. 管理区分による分類

図表 5.2-1 管理区分の内容と橋梁数

管理区分	区 分 内 容	橋梁数	健全度Ⅲの橋 (主部材)	方 針
重要管理	緊急路線の橋、災害時重要橋	14	6	橋梁主部材の修繕
予防保全	重要管理橋以外で橋長 30m 以上の橋	36	6	
簡易予防保全	5m 以上 30m 未満の橋、5m 未満で生活確保路線の橋	163	18	
事後保全	橋長 5m 未満の橋、またはボックスカルバート	169	20	補修の直営で対応
計		389	50	

5.3.1. 全橋梁(N=389 橋)

平成30年度「長寿命化計画策定報告書」を1巡目健全度評価値での補足箇所

N=(001~030) その(01/13)

多市管理全橋梁 N=389橋

[illegible]

市道の区分項目			橋梁の所在項目			健全度の評価項目										橋梁の補元項目										管理区分		備考																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
No	路線番号	路線名称	橋梁番号	橋梁名称	所在地	点検日 (年・月・日)	[4] 健全性の判定区分										[5] 橋長 (m)					[6] 幅員 (m)					[7] 橋梁及上部工形式					[8] 下部工(橋台形式)					[9] [10]	[11]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
						主桁	橋脚	橋脚基礎	下部工	上部工	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	橋脚	橋脚基礎	

喜多市管理 全橋梁 N-399橋

N=(361~389) その(13/13)

平成30年度「長寿命化計画策定報告書」を1 巡目健全度評価値での補足箇所

市道の区分項目			橋梁の所在項目										健全度の評価項目										橋梁の補元項目										管理区分	
No	[1] 路線情報		橋梁名称	所在地	点検日 (年・月・日)	(4) 健全性の判定区分					[5] 橋長 (m)		[6] 幅員 (m)		[7] 構造及上部工形式			[8] 下部工 (橋台)形式		[9] [10] 経過 年数	[11] 補修 状況	[15] 備考												
	路線 番号	路線名称				主桁 種類	橋脚 形式	基礎 形式	下部 工	支保 部	その他	延長	最大 支保長	歩道	橋面 (幅)	形式	形式	形式	形式				形式											
361	4107	上林・小市道線	4506	寺前橋	山都町木崎字家ノ下8	2016.10.25	II	I	I	I	II	I	II	63.40	30.83	2	10.00	6.00	2.50	0.50	1.00	○	○	1991	27	2	有	〔高梁〕-II	H28					
362	4101	石田坂・藤沢坂	4507	阪下原橋	山都町福川字阪下原甲2730	2016.10.19	I	I	I	I	II	II	II	51.20	25.20	2	5.00	4.00	0.50	0.50	○	○	1997	21	1	有	〔高梁〕-II	H28						
363	4106	下川内橋	4511	下川内橋	山都町小舟寺字寺川南甲1948-1	2016.10.31	II	II	II	II	I	II	II	51.40	24.96	2	7.00	5.50	0.75	0.75	○	○	1987	31	2	有	〔高梁〕-II	H28						
364	4103	小市道線	4512	坂田橋	山都町小舟寺字寺島ノ沢山ノ2550	2017.12.05	I	I	I	I	II	I	II	18.04	17.30	1	5.02	4.00	0.51	0.51	○	○	1982	36	1	有	〔高梁〕-II	H29						
365	4101	山・田道線	4531	川入橋	山都町小舟寺字寺川ノ入2505	2016.10.14	II	II	II	II	II	II	II	15.46	15.00	1	3.02	2.52	0.25	0.25	○	○	1969	49	1	無	〔高梁〕-II	H28						
366	4207	上田戸・京口橋	4532	京口橋	山都町小舟寺字寺川ノ2387-1	2016.10.13	II	I	II	I	II	I	II	17.00	7.90	2	3.60	3.00	0.30	0.30	○	○	1961	57	1	有	〔高梁〕-II	H28						
367	4203	小市道線	4533	川田橋	山都町小舟寺字寺川ノ22019	2016.10.21	I	I	II	II	II	II	II	21.00	20.24	1	5.02	4.00	0.51	0.51	○	○	1978	40	1	無	〔高梁〕-II	H28						
368	4204	中坂・早野谷橋	4534	橋田橋	山都町小舟寺字寺川ノ5548	2016.10.24	I	I	II	I	II	I	II	18.05	17.45	1	5.01	4.00	0.51	0.50	○	○	1978	40	1	無	〔高梁〕-II	H28						
369	4104	上田戸・京口橋	4535	上田橋	山都町福川字寺島ノ2697-1	2016.10.19	II	I	II	I	II	I	II	20.00	19.60	1	4.00	3.00	0.50	0.50	○	○	1977	41	1	無	〔高梁〕-II	H28						
370	4101	上田戸・京口橋	4536	木崎橋	山都町福川字寺島ノノ上2697-1	2016.10.17	II	I	II	II	II	I	II	28.00	28.00	1	3.00	2.50	0.25	0.25	○	○	1968	50	1	有	〔高梁〕-II	H28						
371	4101	本木・早野谷橋	4537	京田橋	山都町福川字寺島ノ113-1	2016.10.13	II	II	II	II	II	I	II	22.46	22.00	2	3.00	2.50	0.25	0.25	○	○	1968	50	1	有	〔高梁〕-II	H28						
372	4106	砂子道線	4544	砂子田橋	山都町小舟寺字寺島ノ1387-1	2016.10.18	III	II	II	II	II	II	II	34.00	16.60	2	3.03	2.53	0.25	0.25	○	○	1966	50	1	有	〔高梁〕-III	H28						
373	4101	山・田道線	4555	田代橋	山都町小舟寺字寺島ノ林32林道お小田	2016.10.14	II	I	II	I	II	I	II	15.00	14.54	1	3.00	2.50	0.25	0.25	○	○	1970	48	1	無	〔高梁〕-II	H28						
374	4103	高野原・高野原	4556	高野原橋	山都町小舟寺字寺島ノ22324	2018.11.12	III	I	III	I	II	I	II	30.68	12.90	2	2.23	1.73	0.25	0.25	○	○	1964	54	1	有	〔高梁〕-III	H30						
375	4210	木管・三木松橋	4557	江戸橋	山都町字江戸橋683-2	2016.10.24	III	I	III	I	II	I	II	15.45	15.05	1	3.60	3.00	0.30	0.30	○	○	1970	48	1	有	〔高梁〕-III	H28						
376	4200	木管・上林橋	4558	小原橋	山都町字江戸橋704-3	2016.10.25	II	I	II	I	II	I	II	32.86	19.36	3	4.58	3.57	0.51	0.50	○	○	1979	39	1	有	〔高梁〕-II	H28						
377	4102	台田橋	4560	台田橋	山都町小市字寺島ノ12103-2	2016.10.20	I	I	I	I	I	I	I	28.10	27.30	1	5.00	4.00	0.50	0.50	○	○	1990	28	1	無	〔高梁〕-I	H28						
378	4109	橋本・無井橋	4561	無井橋	山都町小舟寺字寺島ノ666-3	2016.11.12	III	I	III	I	II	I	II	48.26	11.84	4	2.71	2.21	0.25	0.25	○	○	1934	84	1	有	〔高梁〕-III	H30						
379	4104	宮倉橋	4562	宮倉橋	山都町高倉寺字寺島ノ1804-9	2016.10.19	II	II	I	II	I	II	I	17.40	16.80	1	4.55	3.00	0.78	0.77	○	○	1973	45	1	無	〔高梁〕-II	H28						
380	4201	山都・濃原橋	4566	山都大橋 (念仏坂下町)	山都町小舟寺島高林林道お小田	2016.10.28	II	II	II	II	I	II	I	152.70	109.80	3	6.54	5.50	0.52	0.52	○	○	1980	38	1	有	〔高梁〕-不明							
381	4103	ノノ木橋	4567	橋本橋	山都町小舟寺島高林林道お小田	2016.10.28	II	II	II	II	I	II	I	34.47	10.95	3	6.13	4.00	1.00	1.13	○	○	1936	82	1	有	〔高梁〕-III	H28						
382	4101	藤沢橋	4568	藤沢橋	山都町小舟寺島高林林道お小田	2016.10.21	II	II	II	II	I	II	I	30.80	14.70	2	5.50	3.00	1.25	1.25	○	○	1969	49	1	有	〔高梁〕-III	H28						
383	4203	宮倉・深沢橋	4569	宮倉橋	山都町高倉寺島ノ高3109-4	2016.10.24	II	I	II	II	II	I	II	23.00	22.54	1	5.00	4.00	0.50	0.50	○	○	1986	32	1	有	〔高梁〕-II	H28						
384	4105	早野谷・上川道橋	4570	早野谷大橋	山都町高倉寺島小田川原658	2016.10.20	II	II	II	II	I	II	I	18.40	18.00	1	4.00	3.00	0.50	0.50	○	○	1988	50	1	有	〔高梁〕-II	H28						
385	4204	高野原・高野原	4571	東野原橋	山都町小舟寺島高林林道お小田ノ1808-4	2016.10.21	I	I	I	I	II	I	II	25.00	24.40	1	5.00	4.00	0.50	0.50	○	○	1992	26	1	有	〔高梁〕-I	H28						
386	4104	高野原橋	4572	第二高野原橋	山都町小舟寺島高林林道お小田ノ2615	2016.10.18	III	II	III	II	II	I	II	40.00	9.60	4	3.60	2.50	0.55	0.55	○	○	1935	83	1	有	〔高梁〕-III	H28						
387	4101	藤山・川原橋	4573	第三高野原橋 (藤山・川原)	山都町高倉寺島川原256-1	2016.11.18	I	I	I	I	I	I	I	30.70	14.10	4	1.97	1.47	0.25	0.25	○	○	1989	29	1	有	〔高梁〕-不明							
388	2102	日中・坂ノ上橋	9008	坂ノ上橋	山都町高倉寺島高林林道お小田ノ1804-1	2016.11.18	I	I	I	I	I	I	I	22.00	21.30	1	5.00	4.00	0.50	0.50	○	○	1989	29	1	無	〔高梁〕-II	H28						
389	24127	金崎・坂ノ上橋	1807	西金崎橋	山都町高倉寺島高林林道お小田ノ1804-1	2017.10.20	I	I	I	I	I	I	I	22.00	21.30	1	3.50	3.50			○	○	2004	14	1	有	〔高梁〕-II	H29						
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計			計										計										計											
計																																		

6. 劣化予測曲線

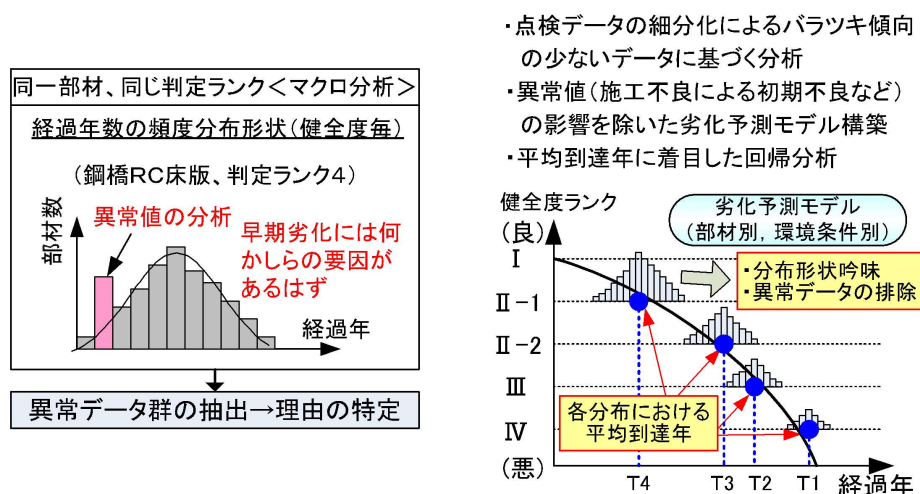
6.1. 劣化予測曲線の作成

(1) 劣化予測曲線の作成手順

劣化予測曲線は、健全度評価結果を用いて、以下の手順で作成します。

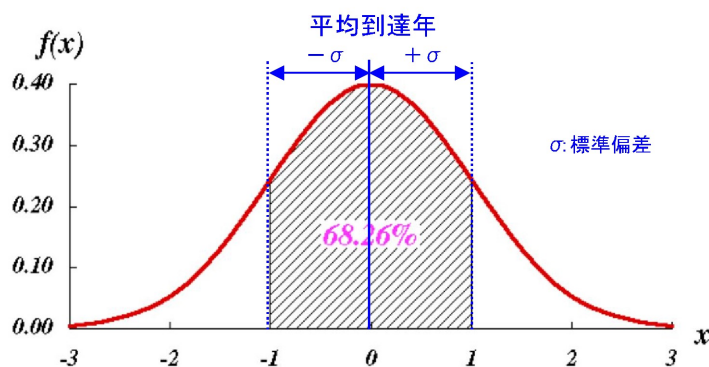
- ① 橋梁ごとの既存の健全度の評価値をコンクリート橋、鋼製橋に分類
- ② 橋梁ごとに分類した健全度の評価値を用いて、経過年数分布を作成
- ③ 各健全度の評価値に至る経過年数の平均値を算出
- ④ 経過年数の平均値を回帰分析し、劣化曲線を作成

図表 6.1-1 劣化予測曲線の作成



(2) 劣化予測値のばらつき評価

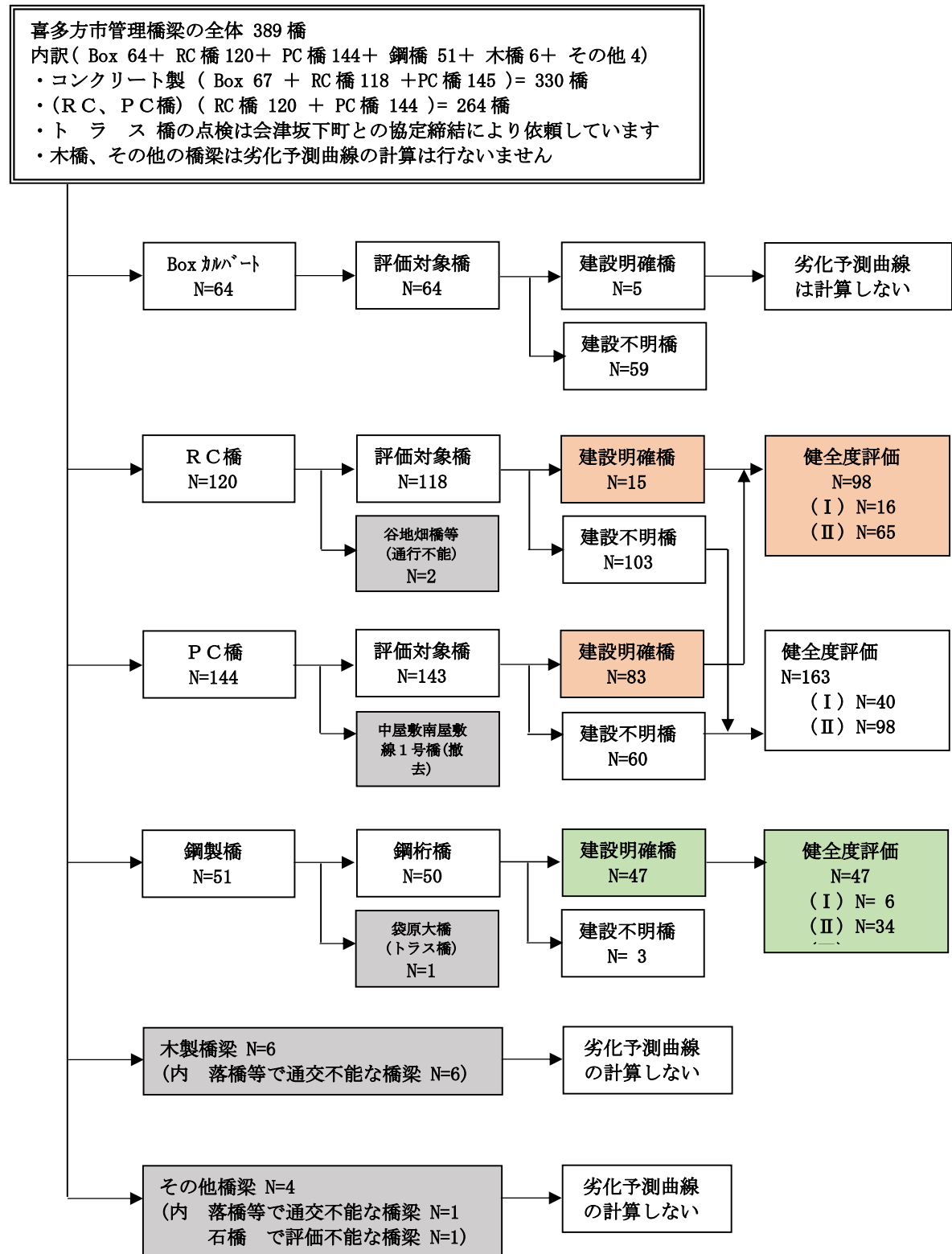
作成する劣化予測値の「ばらつき」を評価する指標の1つとして、健全度評価値毎の経過年数分布における標準偏差 σ （分散 σ^2 ）を算出します。



図表 6.1-2 平均到達年から $\pm 1\sigma$ の範囲に含まれる割合(正規分布)

(3) 健全度評価値別の標準偏差

健全度評価値別の標準偏差を求めるためには母集団(計算対象となる集合体)を作成します。



図表 6. 1-3 橋梁工種別の健全度数区分

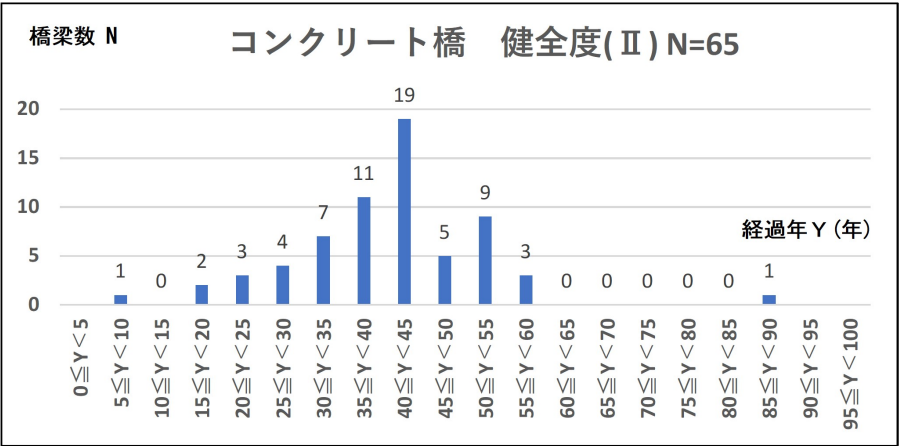
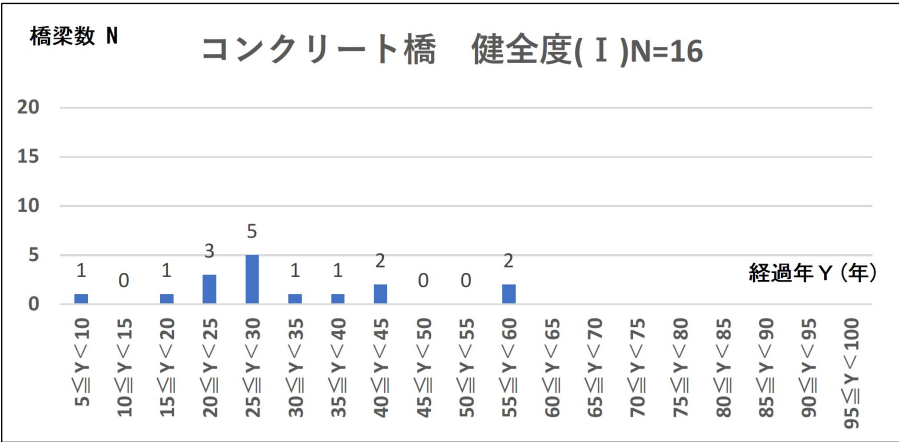
6.2. 劣化予測曲線（コンクリート橋）

図表 6-10 コンクリート橋(N=98)の健全度と経過年区分図

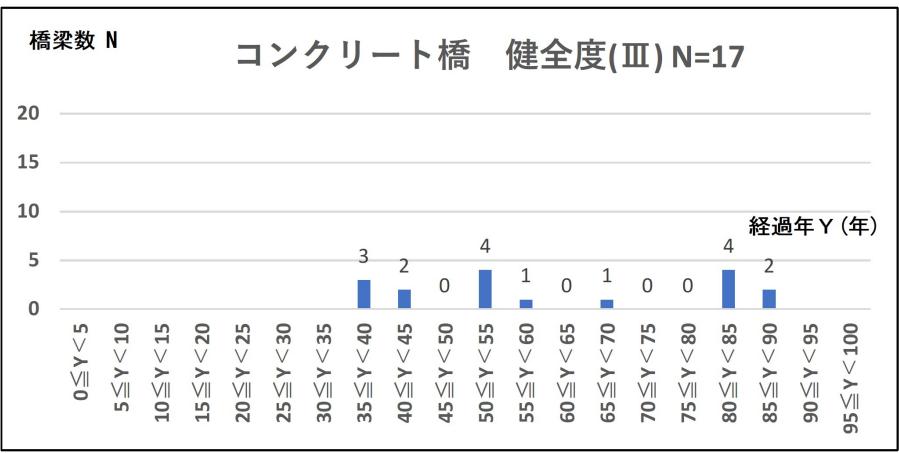
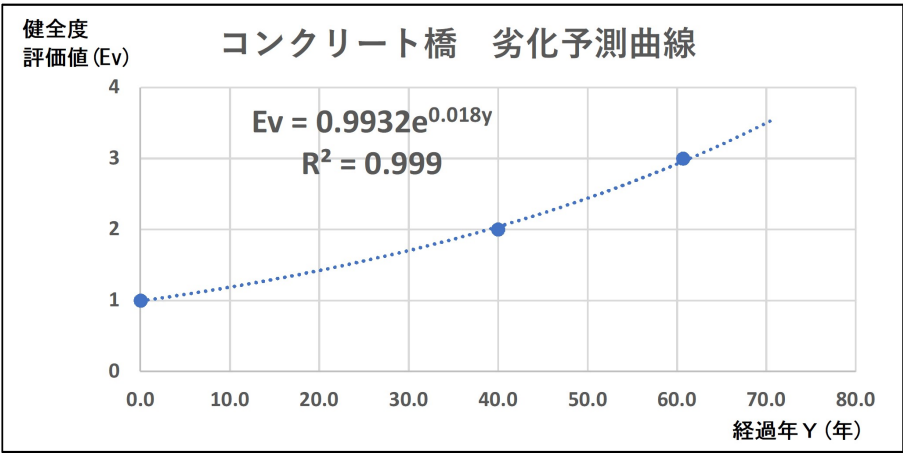
コンクリート橋 健全度(Ⅰ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率(%)
0≦Y<5		
5≦Y<10	1	6.3
10≦Y<15	0	0.0
15≦Y<20	1	6.3
20≦Y<25	3	18.8
25≦Y<30	5	31.3
30≦Y<35	1	6.3
35≦Y<40	1	6.3
40≦Y<45	2	12.5
45≦Y<50	0	0.0
50≦Y<55	0	0.0
55≦Y<60	2	12.5
60≦Y<65		
65≦Y<70		
70≦Y<75		
75≦Y<80		
80≦Y<85		
85≦Y<90		
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	16	100.0
平均経年	31.00	
標準偏差	13.41	

コンクリート橋 健全度(Ⅱ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率(%)
0≦Y<5		
5≦Y<10	1	1.5
10≦Y<15	0	0.0
15≦Y<20	2	3.1
20≦Y<25	3	4.6
25≦Y<30	4	6.2
30≦Y<35	7	10.8
35≦Y<40	11	16.9
40≦Y<45	19	29.2
45≦Y<50	5	7.7
50≦Y<55	9	13.8
55≦Y<60	3	4.6
60≦Y<65	0	0.0
65≦Y<70	0	0.0
70≦Y<75	0	0.0
75≦Y<80	0	0.0
80≦Y<85	0	0.0
85≦Y<90	1	1.5
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	65	100.0
平均経年	40.00	
標準偏差	11.88	

コンクリート橋 健全度(Ⅲ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率(%)
0≦Y<5		
5≦Y<10		
10≦Y<15		
15≦Y<20		
20≦Y<25		
25≦Y<30		
30≦Y<35		
35≦Y<40	3	17.6
40≦Y<45	2	11.8
45≦Y<50	0	0.0
50≦Y<55	4	23.5
55≦Y<60	1	5.9
60≦Y<65	0	0.0
65≦Y<70	1	5.9
70≦Y<75	0	0.0
75≦Y<80	0	0.0
80≦Y<85	4	23.5
85≦Y<90	2	11.8
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	17	100.0
平均経年	60.70	
標準偏差	18.96	



時間	評価値
0.0	1
40.0	2
60.7	3

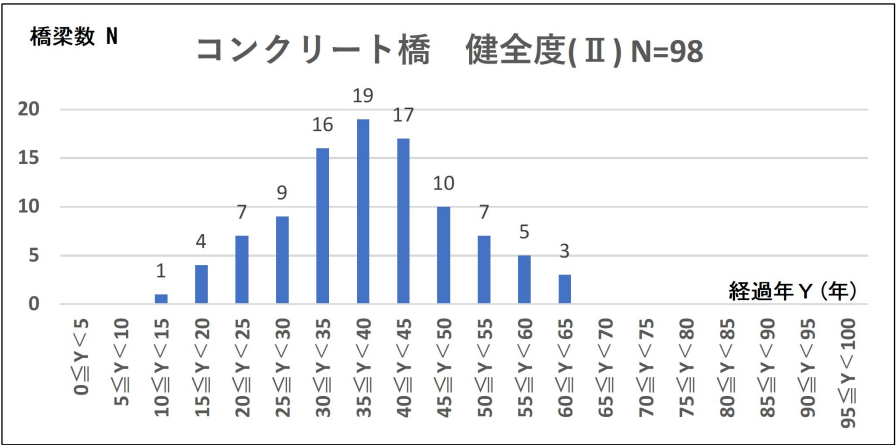
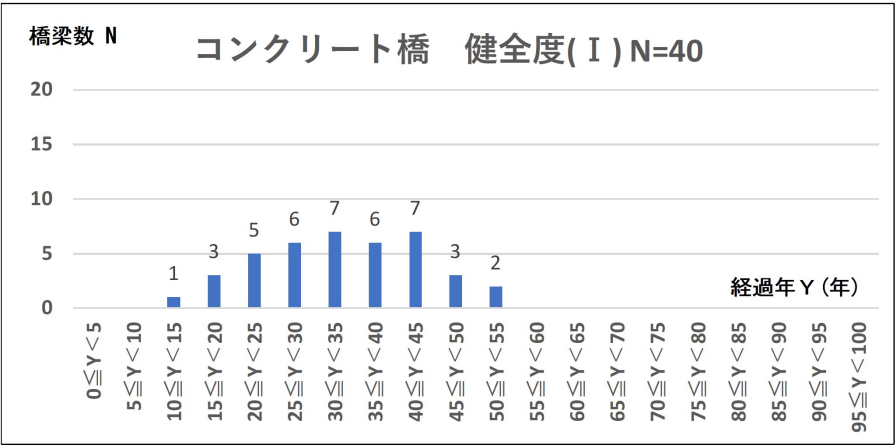


図表 6-11 建設年不明コンクリート橋 (N=163) の健全度による推定分布図

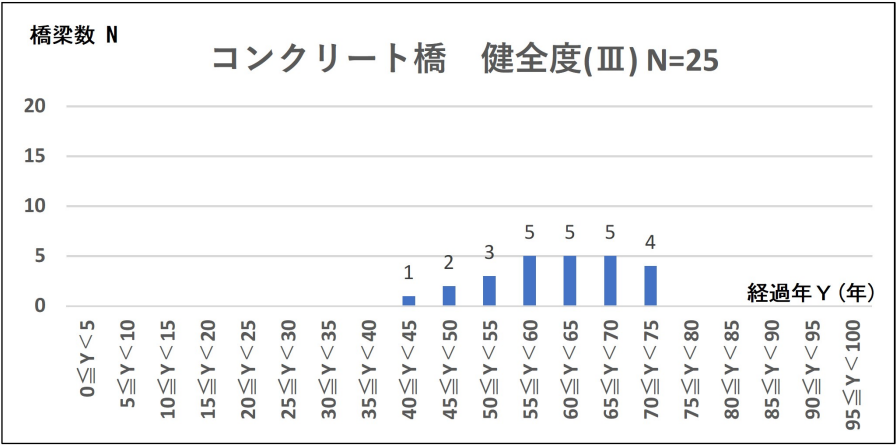
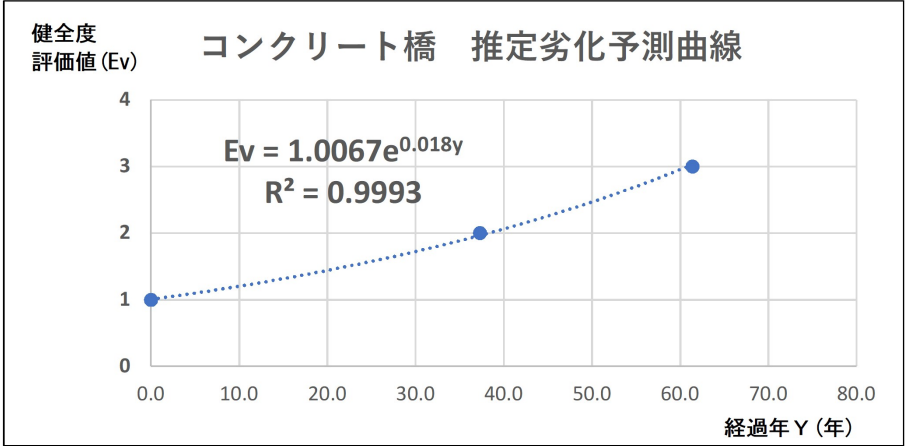
コンクリート橋 健全度(Ⅰ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率 (%)
0≦Y<5		
5≦Y<10		
10≦Y<15	1	2.5
15≦Y<20	3	7.5
20≦Y<25	5	12.5
25≦Y<30	6	15.0
30≦Y<35	7	17.5
35≦Y<40	6	15.0
40≦Y<45	7	17.5
45≦Y<50	3	7.5
50≦Y<55	2	5.0
55≦Y<60		
60≦Y<65		
65≦Y<70		
70≦Y<75		
75≦Y<80		
80≦Y<85		
85≦Y<90		
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	40	100.0
平均経年	33.00	
標準偏差	10.17	

コンクリート橋 健全度(Ⅱ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率 (%)
0≦Y<5		
5≦Y<10		
10≦Y<15	1	1.0
15≦Y<20	4	4.1
20≦Y<25	7	7.1
25≦Y<30	9	9.2
30≦Y<35	16	16.3
35≦Y<40	19	19.4
40≦Y<45	17	17.3
45≦Y<50	10	10.2
50≦Y<55	7	7.1
55≦Y<60	5	5.1
60≦Y<65	3	3.1
65≦Y<70		
70≦Y<75		
75≦Y<80		
80≦Y<85		
85≦Y<90		
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	98	100.0
平均経年	37.30	
標準偏差	11.04	

コンクリート橋 健全度(Ⅲ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率 (%)
0≦Y<5		
5≦Y<10		
10≦Y<15		
15≦Y<20		
20≦Y<25		
25≦Y<30		
30≦Y<35		
35≦Y<40		
40≦Y<45	1	4.0
45≦Y<50	2	8.0
50≦Y<55	3	12.0
55≦Y<60	5	20.0
60≦Y<65	5	20.0
65≦Y<70	5	20.0
70≦Y<75	4	16.0
75≦Y<80		
80≦Y<85		
85≦Y<90		
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	25	100.0
平均経年	61.40	
標準偏差	9.50	



時間	評価値
0.0	1
37.3	2
61.4	3

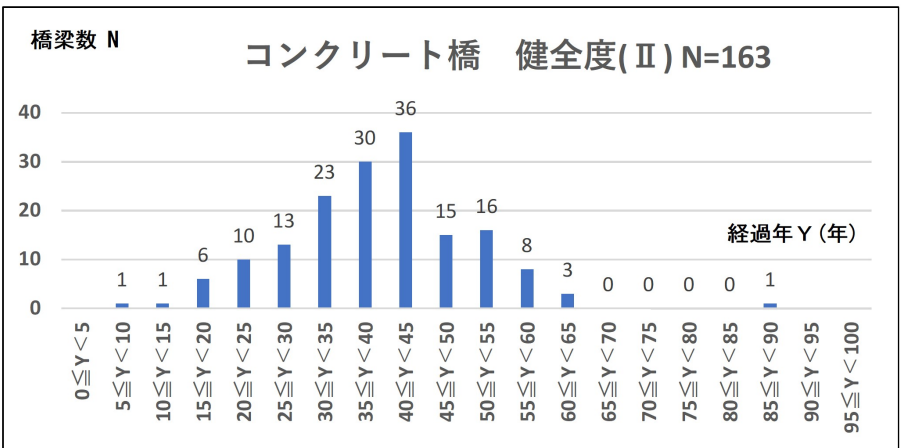
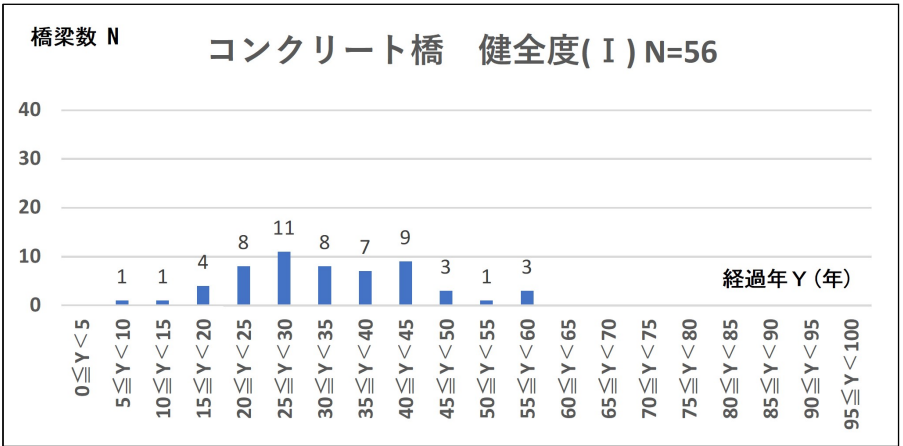


図表 6-12 全コンクリート橋 (N=261) の健全度による経過年推定区分図

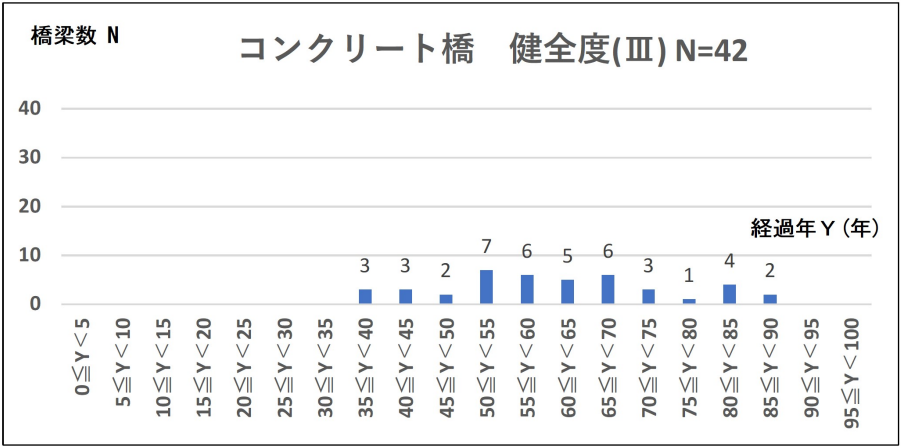
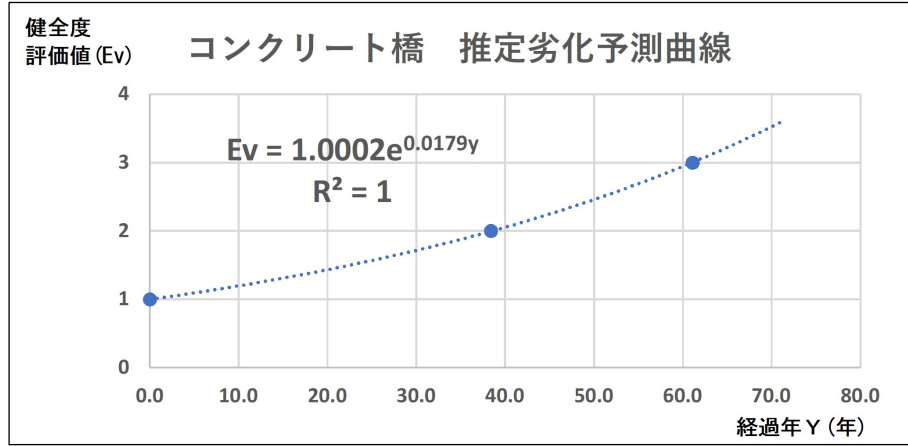
コンクリート橋 健全度(Ⅰ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率(%)
0≦Y<5		
5≦Y<10	1	1.8
10≦Y<15	1	1.8
15≦Y<20	4	7.1
20≦Y<25	8	14.3
25≦Y<30	11	19.6
30≦Y<35	8	14.3
35≦Y<40	7	12.5
40≦Y<45	9	16.1
45≦Y<50	3	5.4
50≦Y<55	1	1.8
55≦Y<60	3	5.4
60≦Y<65		
65≦Y<70		
70≦Y<75		
75≦Y<80		
80≦Y<85		
85≦Y<90		
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	56	100.0
平均経年	32.40	
標準偏差	11.23	

コンクリート橋 健全度(Ⅱ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率(%)
0≦Y<5		
5≦Y<10	1	0.6
10≦Y<15	1	0.6
15≦Y<20	6	3.7
20≦Y<25	10	6.1
25≦Y<30	13	8.0
30≦Y<35	23	14.1
35≦Y<40	30	18.4
40≦Y<45	36	22.1
45≦Y<50	15	9.2
50≦Y<55	16	9.8
55≦Y<60	8	4.9
60≦Y<65	3	1.8
65≦Y<70	0	0.0
70≦Y<75	0	0.0
75≦Y<80	0	0.0
80≦Y<85	0	0.0
85≦Y<90	1	0.6
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	163	100.0
平均経年	38.40	
標準偏差	11.46	

コンクリート橋 健全度(Ⅲ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率(%)
0≦Y<5		
5≦Y<10		
10≦Y<15		
15≦Y<20		
20≦Y<25		
25≦Y<30		
30≦Y<35		
35≦Y<40	3	7.1
40≦Y<45	3	7.1
45≦Y<50	2	4.8
50≦Y<55	7	16.7
55≦Y<60	6	14.3
60≦Y<65	5	11.9
65≦Y<70	6	14.3
70≦Y<75	3	7.1
75≦Y<80	1	2.4
80≦Y<85	4	9.5
85≦Y<90	2	4.8
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	42	100.0
平均経年	61.10	
標準偏差	14.12	



時間	評価値
0.0	1
38.4	2
61.1	3



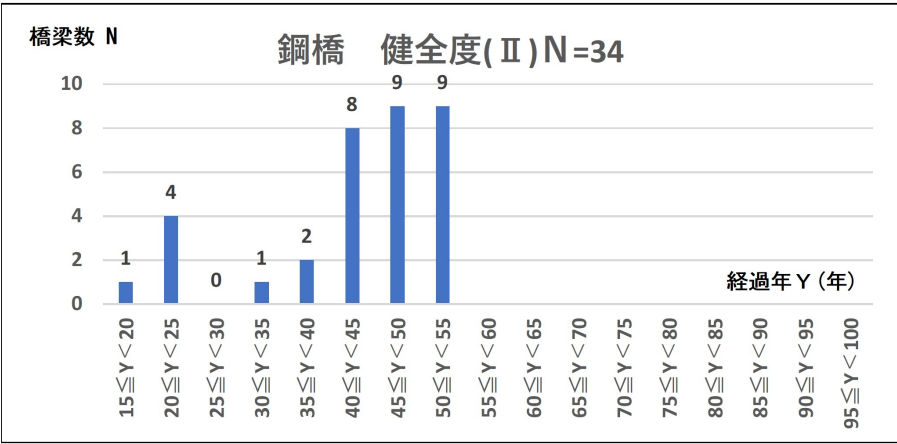
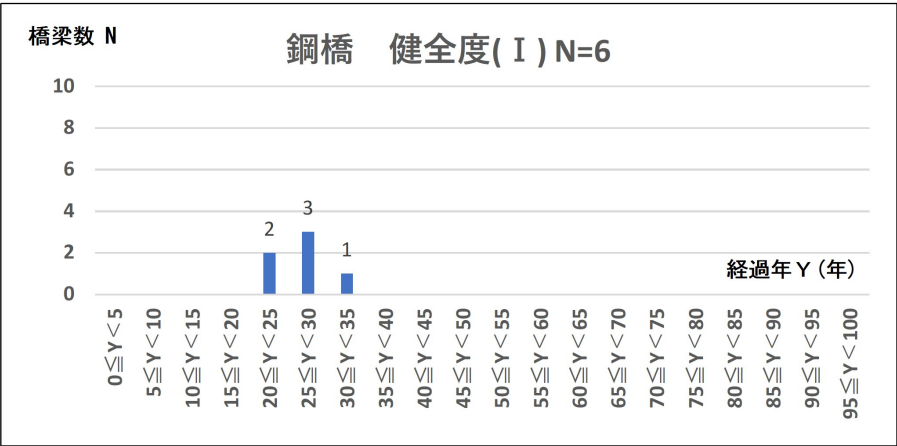
6.3. 劣化予測曲線（鋼 橋）

図表 6-13 鋼橋 (N=47) の健全度と経過年区分図

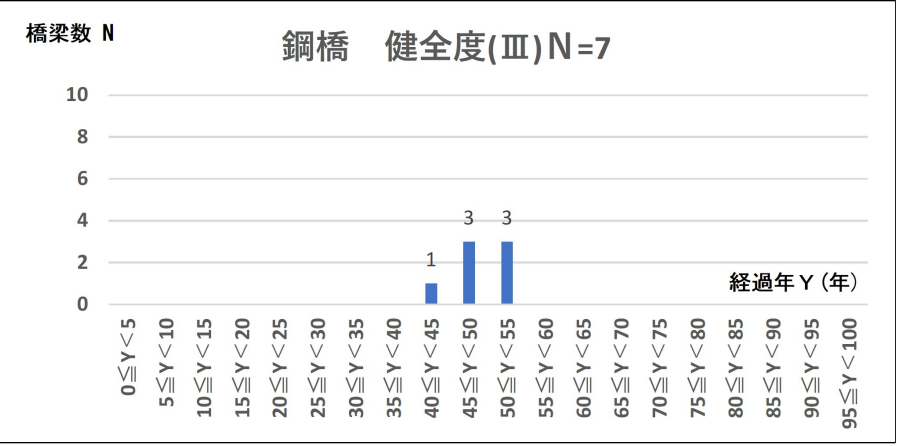
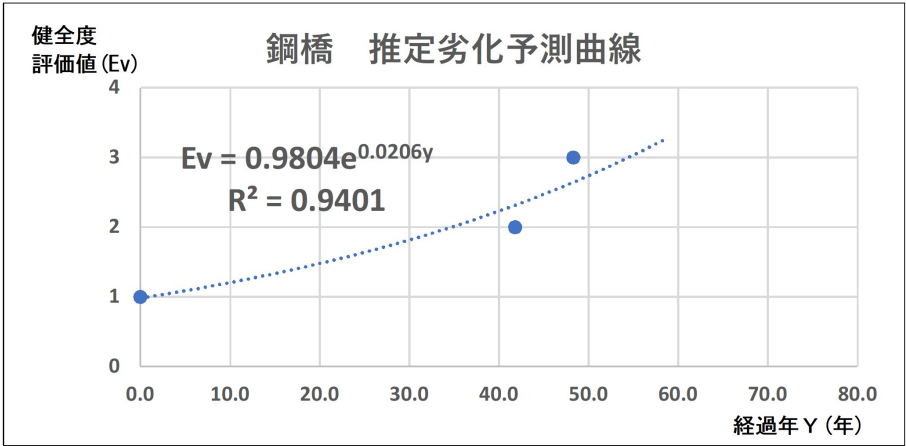
鋼橋 健全度(Ⅰ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率(%)
0≦Y<5		
5≦Y<10		
10≦Y<15		
15≦Y<20		
20≦Y<25	2	33.3
25≦Y<30	3	50.0
30≦Y<35	1	16.7
35≦Y<40		
40≦Y<45		
45≦Y<50		
50≦Y<55		
55≦Y<60		
60≦Y<65		
65≦Y<70		
70≦Y<75		
75≦Y<80		
80≦Y<85		
85≦Y<90		
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	6	100.0
平均経年	26.20	
標準偏差	2.73	

鋼橋 健全度(Ⅱ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率(%)
0≦Y<5		
5≦Y<10		
10≦Y<15		
15≦Y<20	1	2.9
20≦Y<25	4	11.8
25≦Y<30	0	0.0
30≦Y<35	1	2.9
35≦Y<40	2	5.9
40≦Y<45	8	23.5
45≦Y<50	9	26.5
50≦Y<55	9	26.5
55≦Y<60		
60≦Y<65		
65≦Y<70		
70≦Y<75		
75≦Y<80		
80≦Y<85		
85≦Y<90		
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	34	100.0
平均経年	41.80	
標準偏差	10.26	

鋼橋 健全度(Ⅲ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率(%)
0≦Y<5		
5≦Y<10		
10≦Y<15		
15≦Y<20		
20≦Y<25		
25≦Y<30		
30≦Y<35		
35≦Y<40		
40≦Y<45	1	14.3
45≦Y<50	3	42.9
50≦Y<55	3	42.9
55≦Y<60		
60≦Y<65		
65≦Y<70		
70≦Y<75		
75≦Y<80		
80≦Y<85		
85≦Y<90		
90≦Y<95		
95≦Y<100		
計	7	100.0
平均経年	48.30	
標準偏差	2.86	



時間	評価値
0.0	1
41.8	2
48.3	3

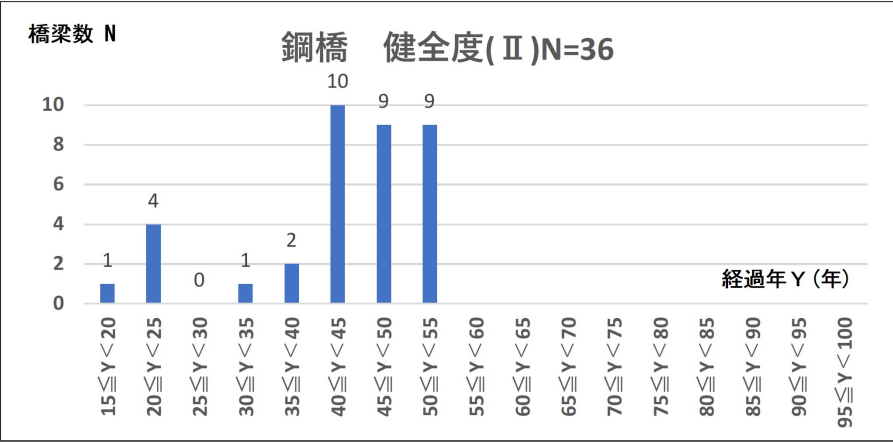
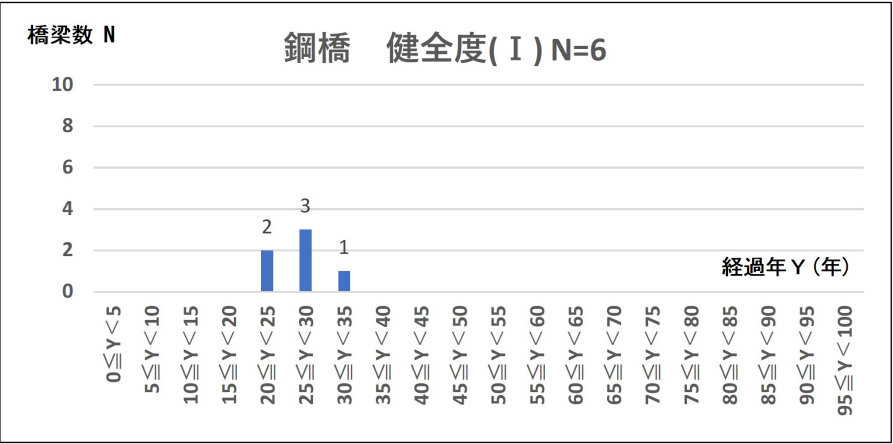


図表 6-14 全鋼橋 (N=49) の健全度と経過年区分図

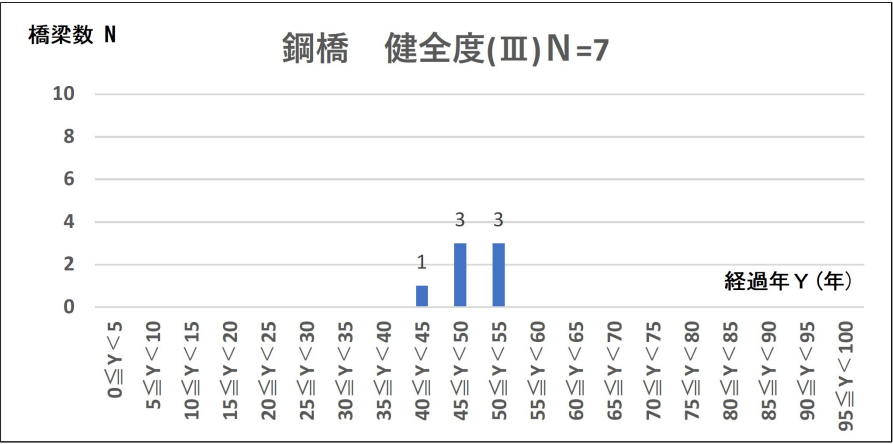
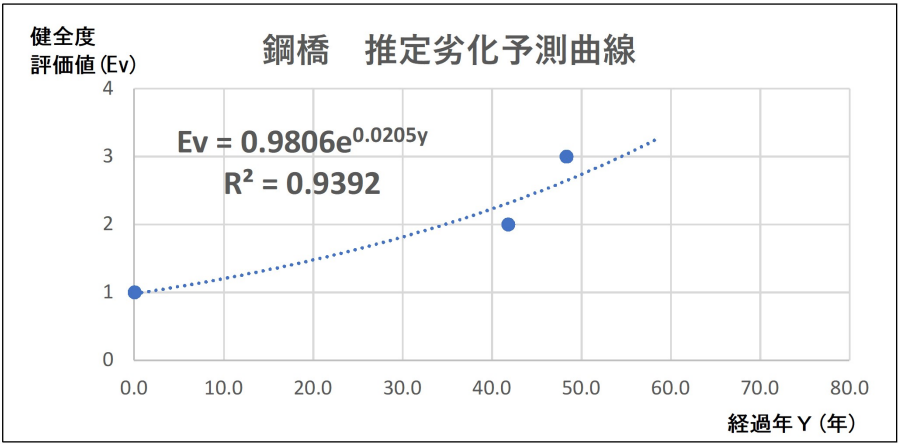
鋼橋 健全度 (Ⅰ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率 (%)
0 ≤ Y < 5		
5 ≤ Y < 10		
10 ≤ Y < 15		
15 ≤ Y < 20		
20 ≤ Y < 25	2	33.3
25 ≤ Y < 30	3	50.0
30 ≤ Y < 35	1	16.7
35 ≤ Y < 40		
40 ≤ Y < 45		
45 ≤ Y < 50		
50 ≤ Y < 55		
55 ≤ Y < 60		
60 ≤ Y < 65		
65 ≤ Y < 70		
70 ≤ Y < 75		
75 ≤ Y < 80		
80 ≤ Y < 85		
85 ≤ Y < 90		
90 ≤ Y < 95		
95 ≤ Y < 100		
計	6	100.0
平均経年	26.20	
標準偏差	2.73	

鋼橋 健全度 (Ⅱ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率 (%)
0 ≤ Y < 5		
5 ≤ Y < 10		
10 ≤ Y < 15		
15 ≤ Y < 20	1	2.8
20 ≤ Y < 25	4	11.1
25 ≤ Y < 30	0	0.0
30 ≤ Y < 35	1	2.8
35 ≤ Y < 40	2	5.6
40 ≤ Y < 45	10	27.8
45 ≤ Y < 50	9	25.0
50 ≤ Y < 55	9	25.0
55 ≤ Y < 60		
60 ≤ Y < 65		
65 ≤ Y < 70		
70 ≤ Y < 75		
75 ≤ Y < 80		
80 ≤ Y < 85		
85 ≤ Y < 90		
90 ≤ Y < 95		
95 ≤ Y < 100		
計	36	100.0
平均経年	41.80	
標準偏差	9.97	

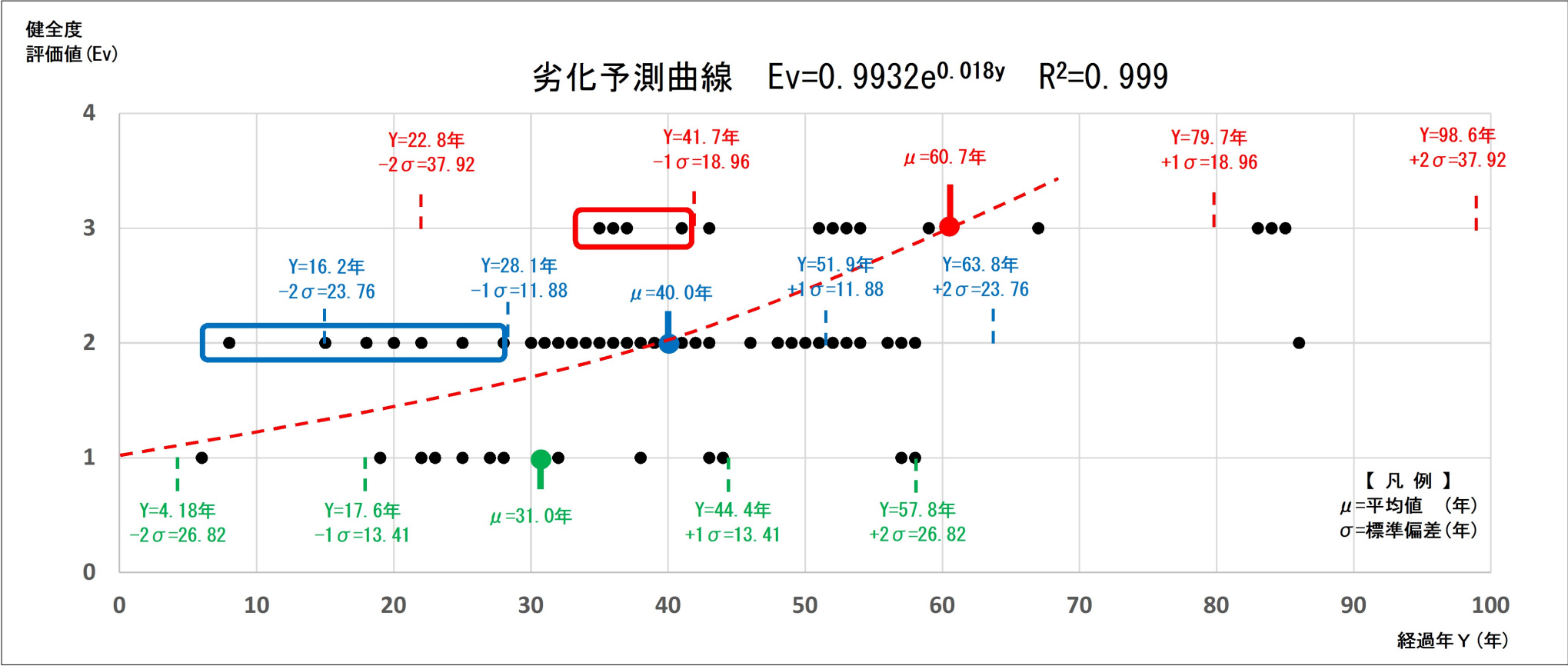
鋼橋 健全度 (Ⅲ)		
経過年 Y	橋梁数 N	比率 (%)
0 ≤ Y < 5		
5 ≤ Y < 10		
10 ≤ Y < 15		
15 ≤ Y < 20		
20 ≤ Y < 25		
25 ≤ Y < 30		
30 ≤ Y < 35		
35 ≤ Y < 40		
40 ≤ Y < 45	1	14.3
45 ≤ Y < 50	3	42.9
50 ≤ Y < 55	3	42.9
55 ≤ Y < 60		
60 ≤ Y < 65		
65 ≤ Y < 70		
70 ≤ Y < 75		
75 ≤ Y < 80		
80 ≤ Y < 85		
85 ≤ Y < 90		
90 ≤ Y < 95		
95 ≤ Y < 100		
計	7	100.0
平均経年	48.30	
標準偏差	2.86	



時間	評価値
0.0	1
41.8	2
48.3	3



図表 6-15 コンクリート橋 (N=98) の健全度と経過年区分図

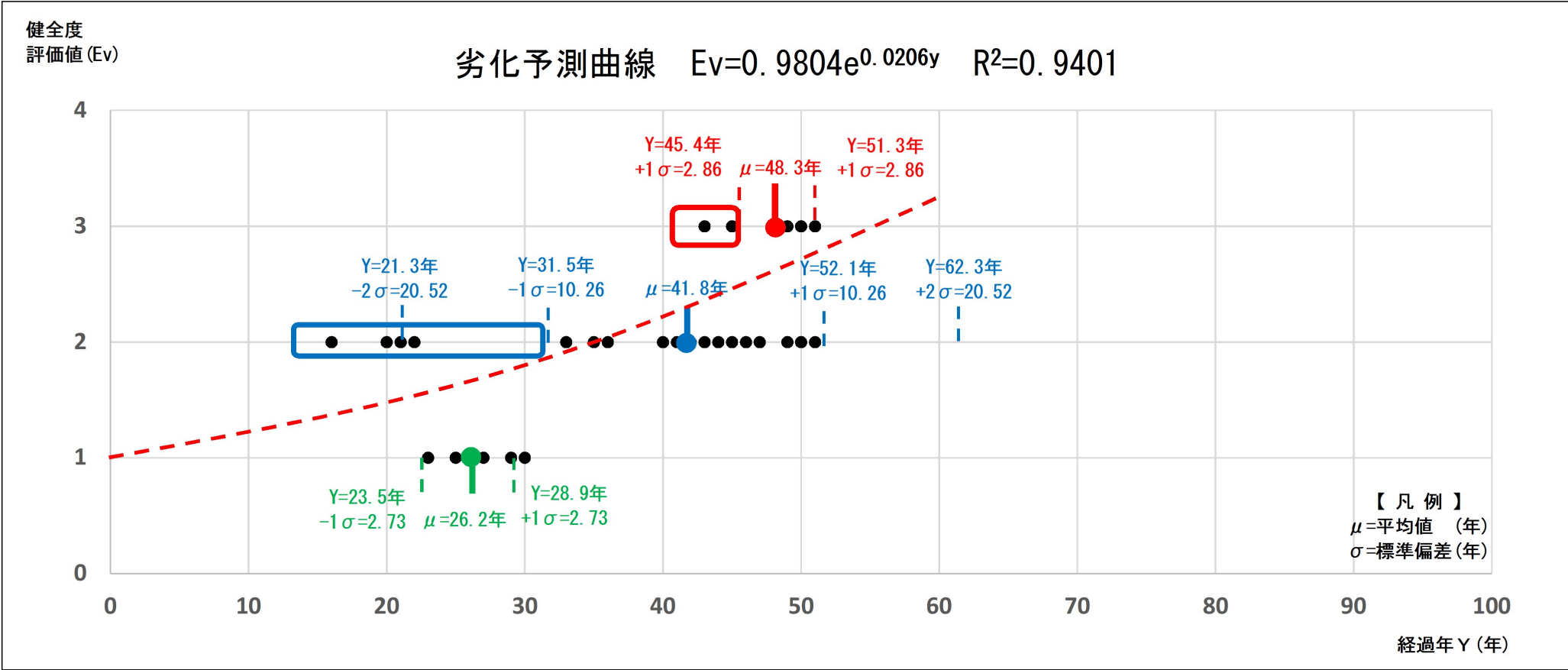


健全度評価値(Ⅱ) : 1σ (Y=28.1年)より経過年短い橋梁				
整理番号	橋梁名称	建設年	経過年	備考
0111	桜ガ丘橋	1994	25	
0224	新田橋	2001	18	
0421	天神上橋	1997	22	
2009	幸橋	2011	8	
2016	稲村橋	1991	28	
2051	山崎橋	1997	22	
2057	新井堰橋	1999	20	
4462	館の内橋	1994	25	
4506	寺内橋	1991	28	
1807	西金森橋	2004	15	

健全度評価値(Ⅲ) : 1σ (Y=41.7年)より経過年短い橋梁				
整理番号	橋梁名称	建設年	経過年	備考
0368	萱場橋	1983	36	
0389	諏訪後橋	1982	37	
0630	深沢向井山線1号橋	1984	35	
4311	半在家橋	1978	41	

(注) 劣化の進展が速い、青枠内(10橋)、赤枠内(4橋)の橋梁は、
短い期間の点検による経過観察を提案します。

図表 6-16 鋼橋 (N=47) の健全度と経過年区分図



健全度評価値(Ⅱ) : 1 σ (Y=31.5年)より経過年短い橋梁				
整理番号	橋梁名称	建設年	経過年	備考
4503	第二早稲谷線	2003	16	
4502	第一早稲谷橋	1999	20	
2065	天神大橋	1999	20	
0422	天神中橋	1998	21	
4507	辰ヶ原橋	1997	22	

健全度評価値(Ⅲ) : 1 σ (Y=45.4年)より経過年短い橋梁				
整理番号	橋梁名称	建設年	経過年	備考
4401	西田原橋	1976	43	
2056	三豊橋	1974	45	

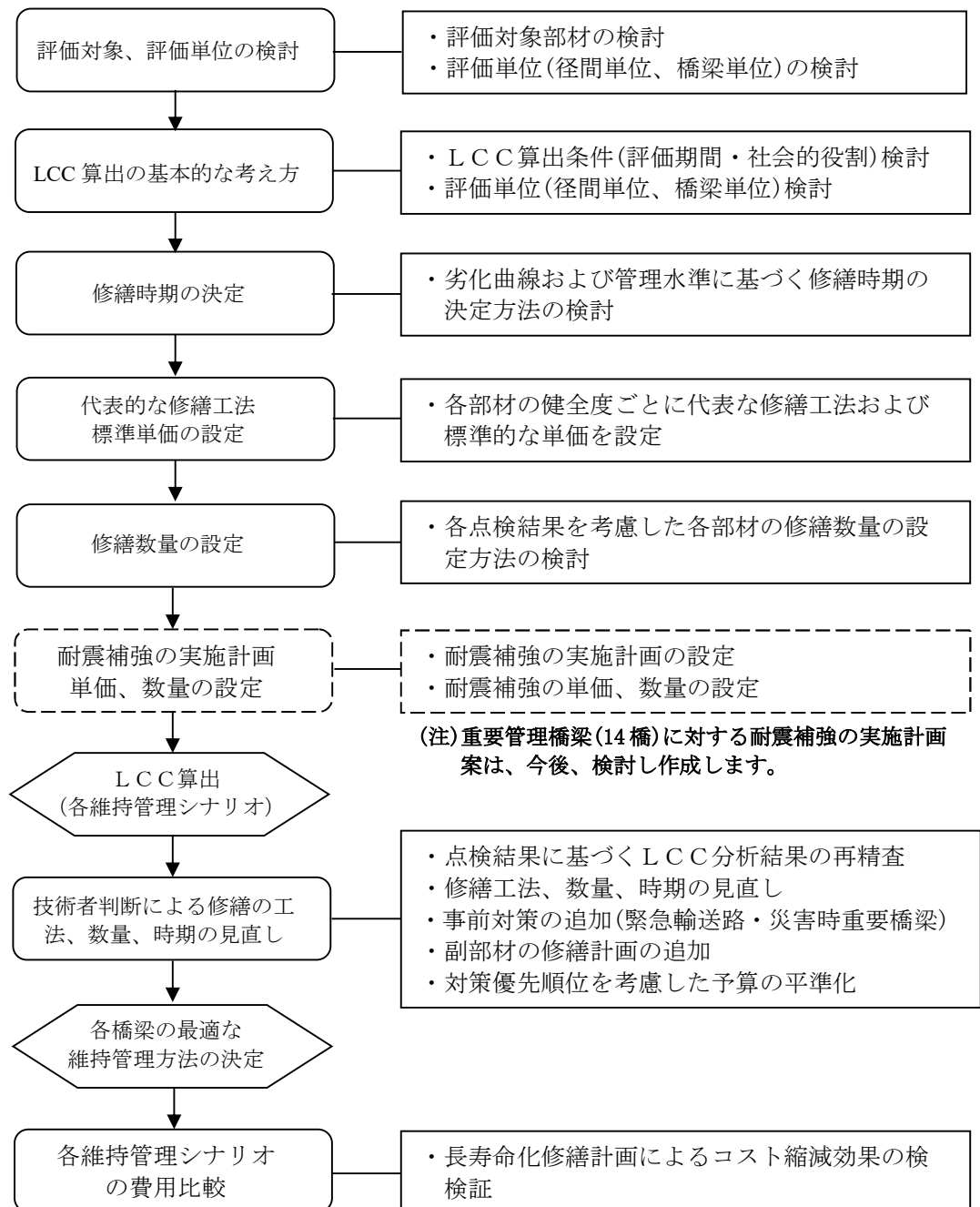
(注) 劣化の進展が速い、青枠内(5橋)、赤枠内(2橋)の橋梁は、
短い期間の点検による経過観察を提案します。

7. ライフサイクルコスト（LCC）

7.1. ライフサイクルコスト算出の手順

市の管理橋梁(389 橋)は、橋梁機能を保持し市民生活維持や災害時対応には、日常点検や定期点検を行うとことで、安全確保となる維持管理費を予測する目的でライフサイクルコスト（LCC）算出を行います。

図表 7.1-1 ライフサイクル（LCC）算出手順



7.2. 評価対象

ＬＣＣ算出は、橋梁を構成する主要部材を対象として算出します。

【対象とする主要部材】

- ・主桁（コンクリート床版橋の主桁を含む）
- ・床版（コンクリート床版橋の張出し床版を除く）
- ・下部工躯体

【対象外とする部材】（※）

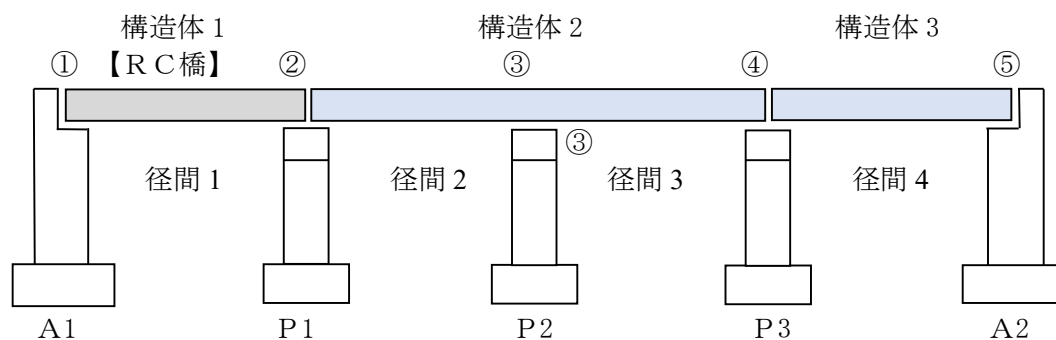
- ・横桁、縦桁
- ・支承本体
- ・伸縮装置
- ・コンクリート橋の張出し床版
- ・基礎工
- ・路面、高欄・防護柵、排水装置、その他付属物
- ・アンカーボルト、落橋防止装置、モルタル

（※）修繕の工法、数量、時期は、専門技術者による見直しを必要に応じて行います。

7.3. 評価単位

ＬＣＣ算出の評価単位は、下図のとおり、同一の上部工材料（鋼橋、ＲＣ橋、ＰＣ橋）単位で部材ごとに集約します。（混合橋以外は橋梁単位）

図表 7.3-1 ＬＣＣ算出の評価単位例



評価部材	評価単位 1	評価単位 2
主桁・床版	径間 1（ＲＣ桁）	径間 2～4（鋼製桁）
橋台・橋脚	A1、P1 の径間 1 側の面	P1 の径間 2 側の面、P2、P3、A2
支 承	—	—
伸縮装置	—	—

7.4. LCC算出の基本方針

LCC算出の基本方針は、下記です。

- ① LCCは、部材ごとに設定した評価単位ごとに計算を行います。
- ② 各部材の健全度ごとに代表的な工法および標準的な単価、修繕数量を設定します。
- ③ 維持管理シナリオごとにLCCを算出します。

維持管理シナリオ1として長寿命化計画策定によるメリハリのある維持管理（維持管理・修繕シナリオ マニュアルの内容に相当）

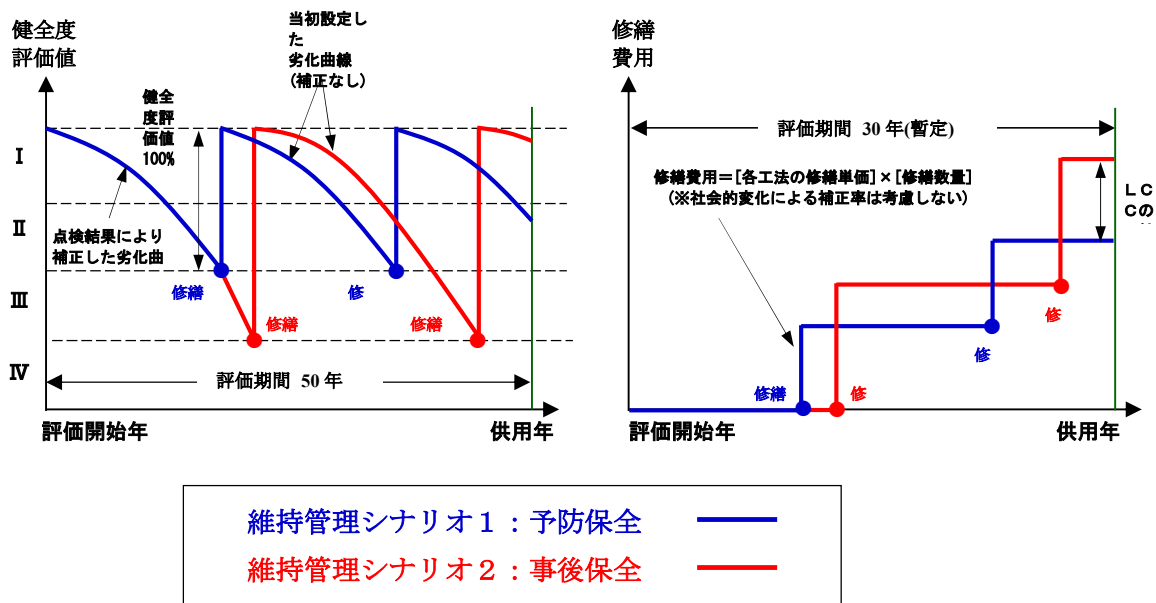
維持管理シナリオ2として従来型の事後保全型の維持管理を想定しています。

- ④ LCC計算の期間は、一般的には30～50年間ですが、暫定期間として30年間とします。
- ⑤ 社会的変化による補正率は、考慮しないものとします。
- ⑥ 修繕後の健全度は、100%の回復（健全度ランクⅠに回復）するものとし、その後の劣化速度当初設定した劣化曲線（傾き補正なし）に従うものとします。
（同一部材間の設計基準の違いによる回復度合いの差別化は行わず、すべて、健全度ランクⅠまでの回復）

※修繕時期や修繕工法の違いによる劣化曲線の傾き補正について

- ・ 本来、早い段階でより有効な延命化対策を実施することにより、修繕後の劣化曲線の傾きは当初設定した劣化曲線（補正なし）よりも緩い傾きとなると想定されます。
 - ・ 現段階において修繕後の劣化曲線について十分な知見が蓄積されていないため、安全側の評価として、当初設定した劣化曲線（補正なし）を用いるものとしました。
- ⑦ 計算時工事費の諸経費率LCCは、部材ごとに設定した評価単位ごとに計算を行います。
 - ・ LCC計算により得られた直接工事費を次式により工事費に換算します。
工事費＝直接工事費×（1+α）
ここで、αは工事費計算時の諸経費率（共通仮設費、一般管理費等）です。

図表 7.4-1 LCC縮減のイメージ図

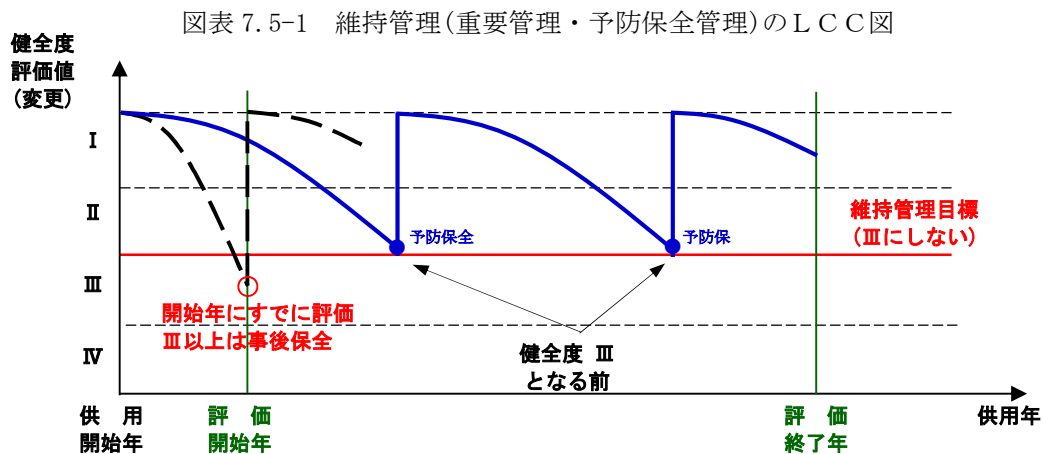


7.5. 修繕時期の決定

LCC算出の修繕時期は、各部材の劣化曲線および管理水準に基づき決定します。

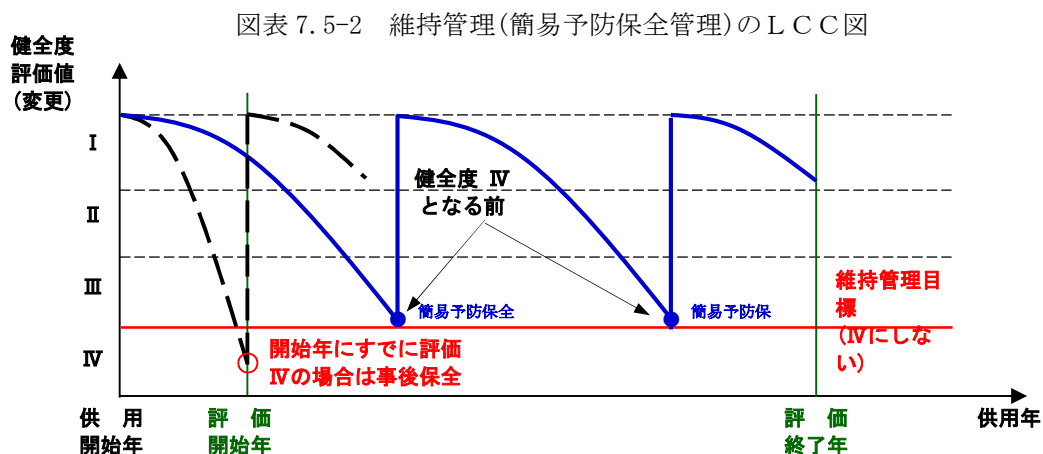
①維持管理(重要管理・予防保全管理：図表 7.5-1 健全度評価値と維持管理基準を参照)

- ・健全度評価 III に到達する**以前**に予防保全を実施
- ・評価開始年にすでに健全度評価 III の場合は評価開始年に事後保全を実施
- ・健全度評価 IV の場合は評価開始年に架替または取替を実施



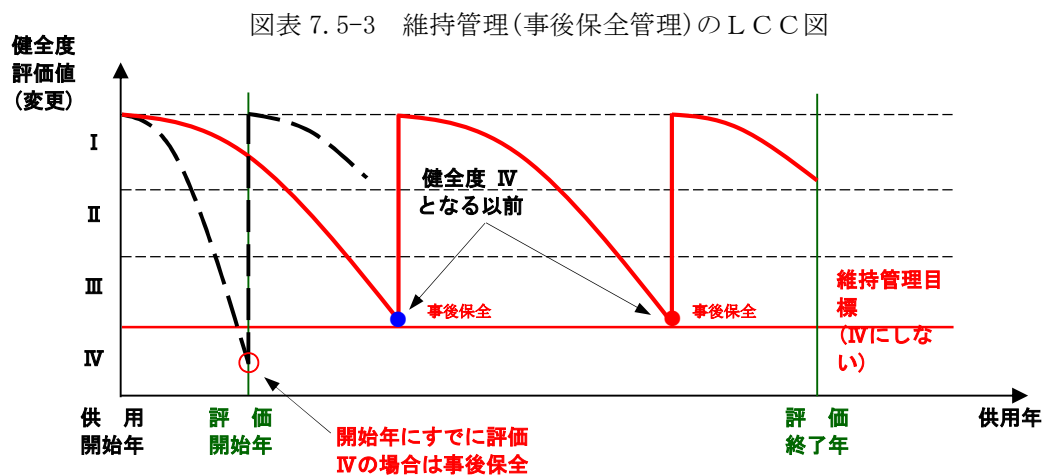
②維持管理(簡易予防保全管理：図表 7.5-2 健全度評価値と維持管理基準を参照)

- ・簡易な予防保全を行いながら健全度評価 IV に到達する**以前**に修繕を実施
- ・評価開始年にすでに健全度評価 IV の場合は評価開始年に架替または取替を実施



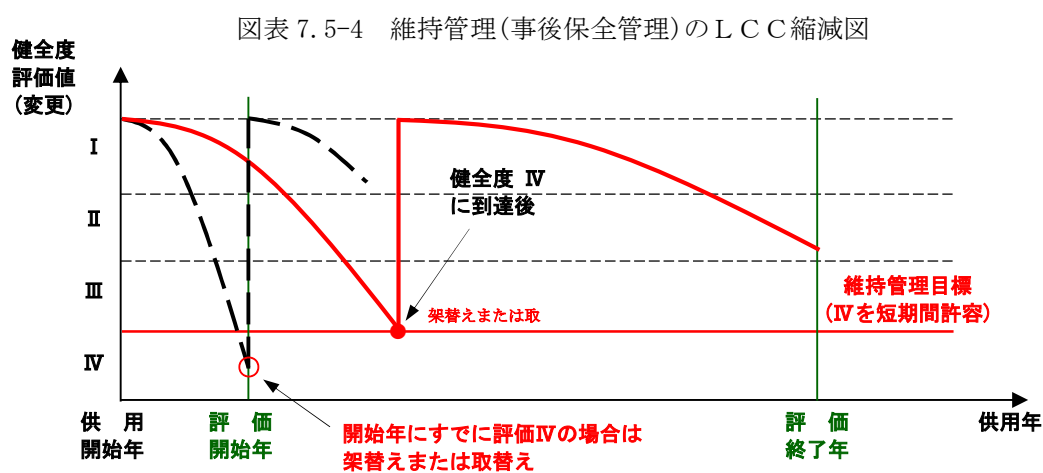
③維持管理(事後保全管理：図表 7.5-3 健全度評価値と維持管理基準を参照)

- ・健全度評価 IV に到達する以前に、事後保全を実施
- ・評価開始年にすでに健全度評価 IV の場合は評価開始年に架替または取替を実施



④維持管理(事後保全管理：図表 7.5-4 健全度評価値と維持管理基準を参照)

- ・健全度評価 IV に到達した翌年に、架替えまたは取替を実施
- ・評価開始年にすでに健全度評価 IV の場合は評価開始年に架替または取替を実施



8. 補修・補強の実施方針

8.1. 施設重要度と維持管理レベル

福島県道路長寿命化計画では施設の重要度に応じて、維持管理レベルを設定しメリハリある維持管理の実現を目指しています。

下図表は、橋梁の重要度と維持管理レベルの関係について示します。

図表 8.1-1 施設重要度と維持管理レベル

橋梁の重要度	維持管理レベル	内容
重要度：大 [グループA]	予防保全型(予防保全を 基にした維持管理)	(1) 劣化が顕著化した後では、対策が困難なもの。 (2) 劣化が外へ表れては困るもの。 (3) 設計耐用期間が長いもの。
重要度：中 [グループB]	事後保全型(事後保全を 基にした維持管理)	(1) 劣化が外に表れてからでも対策が可能なもの。 (2) 劣化が外へ表れても機能に影響しないもの。
重要度：小 [グループC]	観察保全型(目視観察を 主体とした維持管理)	(1) 可能な限り使用し続けるもの。 (2) 第三者影響度に関する安全性を確保できるもの。

8.2. 施設重要度に応じた優先順位

各年度の補修計画は、各部材に対して、次のように部材の健全度ランク、橋梁の重要度に基づき優先順位付けをしました。

図表 8.2-1 施設重要度と補修・補強の優先順位

健全度 ランク	状態	対策工法の優先順位(施設重要度別)		
		重要度：大 [グループA]	重要度：中 [グループB]	重要度：小 [グループC]
1	損傷無し	—	—	—
2	軽微な損傷	—	—	—
3	損傷あり (維持工事に対応可)	③予防保全	予防保全	予防保全
4	安全性に影響をおよぼす損傷あり	②事後保全	④事後保全	事後保全
5	安全性が著しく損なわれている	①緊急対策	①緊急対策	①緊急対策 または更新

○内の数字は優先順位

8.3. 今後の取組みの方向性(参考資料)

国土交通白書 2020 「第2節 持続可能なインフラメンテナンスサイクルの実現のために」では今後の取組の方向性について、下記内容が記載されています。

(1) 予防保全の徹底：「事後保全」から「予防保全」への転換

インフラメンテナンスについては、施設に不具合が生じてから対策を行う「事後保全」から、施設に不具合が生じる前に対策を行う「予防保全」への転換や新技術の導入等により、今後増加が見込まれる維持管理・更新費の縮減を図ることが重要である。

国土交通省が所管するインフラを対象に将来の維持管理・更新費を推計したところ、「事後保全」の場合、1年当たりの費用は2048年度（令和30年度）には2018年度の約2.4倍となった。一方、「**予防保全**」の場合、1年当たりの費用は2048年度には「事後保全」の場合と比べて約5割減少し、30年間の累計でも約3割減少する見込みとなった（図表 I-3-2-8）。

（国土交通白書 2020：図表 I-3-2-8 将来の維持管理・更新費の推計結果）

	2018年度	5年後 (2023年度)	10年後 (2028年度)	20年後 (2038年度)	30年後 (2048年度)	30年間合計 (2019～2048年度)
①平成30年度推計 (予防保全を基本)	5.2	[1.2] 5.5 ～ 6.0	[1.2] 5.8 ～ 6.4	[1.3] 6.0 ～ 6.6	[1.3] 5.9 ～ 6.5	176.5 ～ 194.6
②平成30年度試算 (事後保全を基本)	5.2	[1.6] 7.6 ～ 8.5	[1.6] 7.7 ～ 8.4	[1.9] 8.6 ～ 9.8	[2.4] 10.9 ～ 12.3	254.4 ～ 284.6
長寿命化等による 効率化の効果 ((①-②/②))	-	▲29%	▲25%	▲32%	▲47%	▲32%

凡例：〔 〕の値は2018年度に対する倍率

資料) 国土交通省

これまで、道路施設、河川管理施設など様々な分野で点検を行っており、早急に対策を実施する必要があるインフラが多数存在していることが判明しています。

これらの施設の機能を回復させることが、予防保全への本格転換の第一歩です。

(2) 「予防保全」転換による効果

次頁 図表 8.4.1-1 における事後保全数(N=177)：〔Co 桁橋 175(62+90+23)+鋼桁橋 2〕です。
全橋梁(389)から木製橋(7)、その他(石橋 1、形式不明 2)を除いた事後保全比率は、

$$(\text{比率}) = (\text{事後保全} : 177) / \{(\text{Co 桁橋} : 328) + (\text{鋼桁橋} : 51)\} \times 100 = 46.7(\%)$$

長寿命化計画の修正業務では、(新技術)採用と共に(事後保全→予防保全への転換)とする方針変更により、補修工事費 約2～4割の維持管理費縮減が見込める可能性があります。

8.4. 橋梁長寿命計画修正

8.4.1. 工種・管理 別分類

(1) 全橋梁(389 橋)の分類

 全橋梁(N=389).xlsx
 A_コンクリート桁橋(N=328).xlsx
 B_鋼製橋(N=51).xlsx
 C_木製橋(N=7).xlsx
 D_その他(N=3).xlsx

図表 8. 4. 1-1 橋梁工種別の(管理・評価)区分表

管理区分 (N=389)		コンクリート桁橋			鋼製橋 (N=51)	木製橋 (N=7)	その他	
		Box 橋 (N=64)	RC 桁橋 (N=122)	PC 桁橋 (N=142)			石 橋 (N=1)	その他 (N=2)
事後保全	I	25	25	6				
	II	36	52	13	2		1	
	III	1	13	4		1		
	IV							
	計	62	90	23	2	1	1	
簡易予防保全	I	2	6	14	2			
	II		17	57	18			
	III		5	10	2			
	IV							
	計	2	28	81	22			
予防保全	I		1	3	4			
	II		2	21	13			
	III		1	4	3			
	IV							
	計		4	28	20			
重要管理	I							
	II			5	3			
	III			4	2			
	IV							
	計			9	5			
評価不明					(トラス橋) 1			
形式不明								(形式不明) 2
撤去・落橋				(撤去) 1		(落橋) 4		
通行・車両 不可					(通行不可) 1	(車両不可) 2		
合 計		64	122	142	51	7	1	2
		328					3	
		N = (328 + 51 + 7 + 3) = 389						

8.5. 管理区分変行

8.5.1. 補修による管理区分変移

図表 8.7.1-1 補修(前・後)による管理区分変移表

管理区分	評価値		補修の対象部材と実施内容		備 考
	区分	対象	対象部材	実施内容	
事後保全	I				・事後保全は構造物の損傷が深刻化して初めて大規模な修繕を実施。 構造物を使用限度まで使用する。
	II				
	III	★	主 部 材 (主桁・横桁・床版・下部工)	主部材評価値(Ⅲ→Ⅳ)への進展を注視しつつ大規模修繕、架替え工法を目標とする	
	IV				
簡易予防保全	I				
	II				
	III	★	主 部 材 (主桁・横桁・床版・下部工)	評価値(Ⅲ)の主部材に対し簡易的補修法により(Ⅳ)進展防止し、評価値(Ⅲ)の現状保全を補修目標とする	
	IV				
予防保全	I				
	II	◎	主 部 材 (主桁・横桁・床版・下部工)	評価値(Ⅱ、Ⅲ)の主部材に対し標準的補修法により(Ⅳ)進展防止し、評価値(Ⅱ)を補修目標とする	
	III	★			
	IV				
重要管理	I				
	II	◎	主 部 材 (主桁・横桁・床版・下部工) 支承部・その他	評価値(Ⅱ、Ⅲ)の全部材に対し標準的補修法により(Ⅳ)進展防止し、評価値(Ⅱ)を補修目標とする	
	III	★			
	IV				

凡例：☆は補修前の評価値、◎は補修後の評価値を示す。

8.5.2. 施設重要度別の補修変移

図表 8.7.2-1 施設重要度と補修の優先順位(再表示)

健全度 ランク	状態	対策工法の優先順位(施設重要度別)		
		重要度:大 [グループA]	重要度:中 [グループB]	重要度:小 [グループC]
1	損傷無し	—	—	—
2	軽微な損傷	—	—	—
3	損傷あり (維持工事で対応可)	③予防保全	予防保全	予防保全
4	安全性に影響をおよぼす損傷あり	②事後保全	④事後保全	事後保全
5	安全性が著しく損なわれている	①緊急対策	①緊急対策	①緊急対策 または更新

○内の数字は優先順位

8.6. コンクリート構造物の補修・補強工法

8.6.1. 損傷と損傷原因

図表 8.8.1-1 コンクリート構造物の主な損傷と損傷原因

主な損傷	主な推定原因					主な発生部位
	外 力 作 用	環 境	材 料 劣 化	製作・施工	構 造	
ひびわれ	繰返し荷重、 持続荷重、衝突、 偏土圧・圧密沈下、 洗掘・侵食、地震、火災	乾燥収縮・ 温度変化、 塩害、 凍害、 化学的腐食	アルカリ 骨材反応、 中性化、 品質不良	製作・ 施工不良、 防水・ 排水工不良	構造形式・ 形状不良	主桁、床版、 橋脚、橋台、 壁高欄、地覆 など
剥離・ 鉄筋露出	繰返し荷重、衝突、 偏土圧・圧密沈下、 洗掘・侵食、地震、火災					
漏水・遊離石灰	—					
豆板・空洞	—	乾燥収縮・ 温度変化、 塩害、凍害	品質不良		—	
変色・劣化	火災	乾燥収縮・ 温度変化、 塩害、 化学的腐食				
抜落ち	繰返し荷重、衝突、 地震	塩害、凍害	アルカリ 骨材反応、 中性化、 品質不良	製作・ 施工不良、 防水・ 排水工不良	構造形式・ 形状不良	床版、 壁高欄、 地覆など
変形・傾斜、 沈下・移動	繰返し荷重、衝突、 偏土圧・圧密沈下、 洗掘・侵食、地震	—	品質不良	製作・ 施工不良		橋脚、 橋台など

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P.27

8.6.2. 部材の適用補修・補強工法

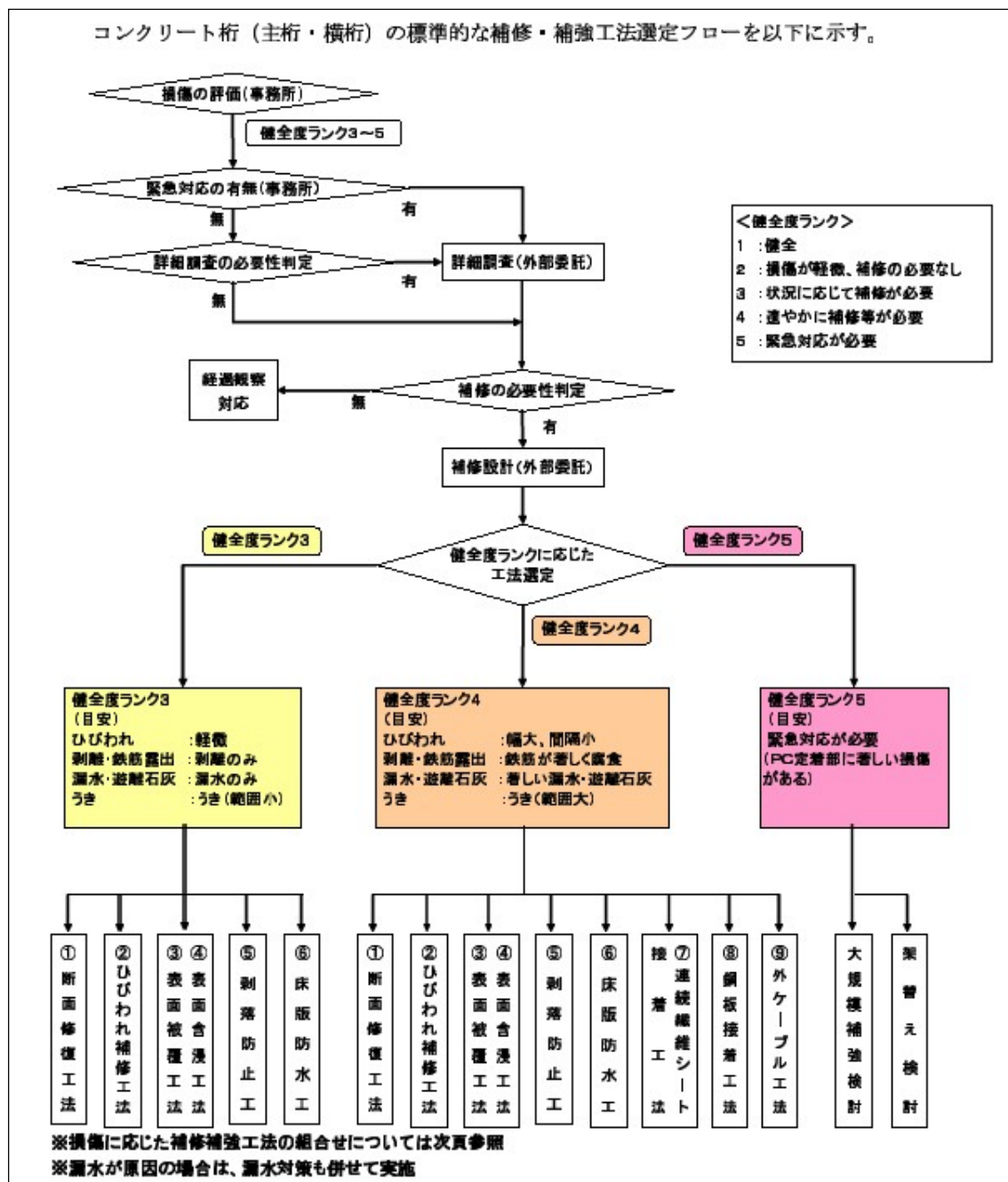
図表 8.8.2-1 コンクリート部材の適用可能な補修工法の概要

補修補強工法	概要	主な対応損傷
①断面修復工法	鉄筋の発錆等により生じた既設コンクリート構造物の剥離、剥落や劣化部を取り除いた断面欠損部に対して前処理を施した後、コンクリートやポリマーセメントモルタル等の断面修復材により復旧する工法	剥離・鉄筋露出
②ひびわれ補修工法 ・被覆工法 ・注入工法 ・充填工法	ひびわれ箇所に対し、エポキシ樹脂材、ポリマーセメントなどの補修材料を注入あるいは充填し、水分や塩化物などの浸入を防止する工法	ひびわれ 床版ひびわれ
③表面被覆工法	コンクリート構造物(合成樹脂塗料やポリマーセメント塗布材など)で被覆し、コンクリートや内部の鋼材を劣化させる外部環境因子(酸素、水、炭酸ガス等)の浸透を遮断する工法	(劣化の進展抑制)
④表面含浸工法	所定の効果を発揮する表面含浸材をコンクリート表面から含浸させることで、コンクリート表面の組織を改質し、コンクリート表層部へ特殊機能(防水性、アルカリ性、表層部の固化等)を付与することでコンクリート構造物の耐久性向上を図る工法	(劣化の進展抑制)
⑤剥落防止工法	剥落防止を目的として、主桁下面、床版下面、下部工躯体、地覆など、剥落による第三者への被害を防止しなければならない箇所に表面被覆を適用する工法	剥離・鉄筋露出 うき
⑥床版防水工法	橋面から浸入した雨水等が床版内部に浸透しないように床版上面に防水シートを接着または防水材を塗布する工法	漏水・遊離石灰
⑦連続繊維シート 接着工法	コンクリート部材に対して、引張応力や斜め引張応力作用面に連続繊維シートを1方向あるいは2方向に配置し、既設部材と一体化させることにより、必要な性能の向上を図る工法	ひびわれ 床版ひびわれ
⑧鋼板接着工法	コンクリート部材に対して、引張応力や斜め引張応力作用面に鋼板を接着し、既設部材と一体化させることにより、必要な性能の向上を図る工法	ひびわれ 床版ひびわれ
⑨外ケーブル工法	コンクリート部材にPC鋼材などの緊張材を配置してプレストレスを導入することにより応力を改善し、曲げモーメントやせん断力に対する耐荷性能を向上させる目的で適用される工法	ひびわれ
⑩床版打換え工法	床版の劣化が橋梁全体に及んでいる場合に、床版全体を取り除き、道路橋示方書に準じた床版に取替える工法	床版ひびわれ 漏水・遊離石灰
⑪電気防食工法	電気防食工法は、コンクリートに設置した陽極システムから鋼材へ電流を流すことにより鋼材の電位をマイナス方向へ変化させ、鋼材の腐食を電気化学的に抑制する工法	ひびわれ 剥離・鉄筋露出
⑫電気化学的工法	外部電極を仮設し、コンクリート内の鉄筋との間に直流電流を流して、コンクリート内の塩分を取り出す工法	ひびわれ 剥離・鉄筋露出

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成25年3月(平成29年8月一部改訂) P.34

8.6.3. 桁の補修・補強選定

図表 8.8.3-1 コンクリート桁(主桁・横桁)の選定手順



(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成25年3月(平成29年8月一部改訂) P.35

図表 8.8.3-2 コンクリート桁の損傷と補修工法の目安

損 傷	補修工法										その他 漏水対策		
	①断面修復工法	②ひびわれ補修工法	③表面被覆工法※1	④表面含浸工法※1	⑤剥落防止工法※1	⑥床版防水工法	⑦連続繊維シート接着工法※2	⑧鋼板接着工法※2	⑨外ケーブル工法	⑪電気防食工法	⑫電気化学的工法	桁端部等の漏水対策	排水装置補修
ひびわれ	○	◎	○	○		○	○	○	○			○	○
剥離・鉄筋露出	◎		◎	◎	○	○	○	○	○	－	－	○	○
遊離石灰・漏水	○	○	◎	◎		◎	○			－	－	○	○
抜け落ち	◎		◎	◎	○	○		○		－	－	○	○
変色・劣化	○		○	○		○				－	－	○	○

◎：主に適用、○：適用検討、—：原則適用しない

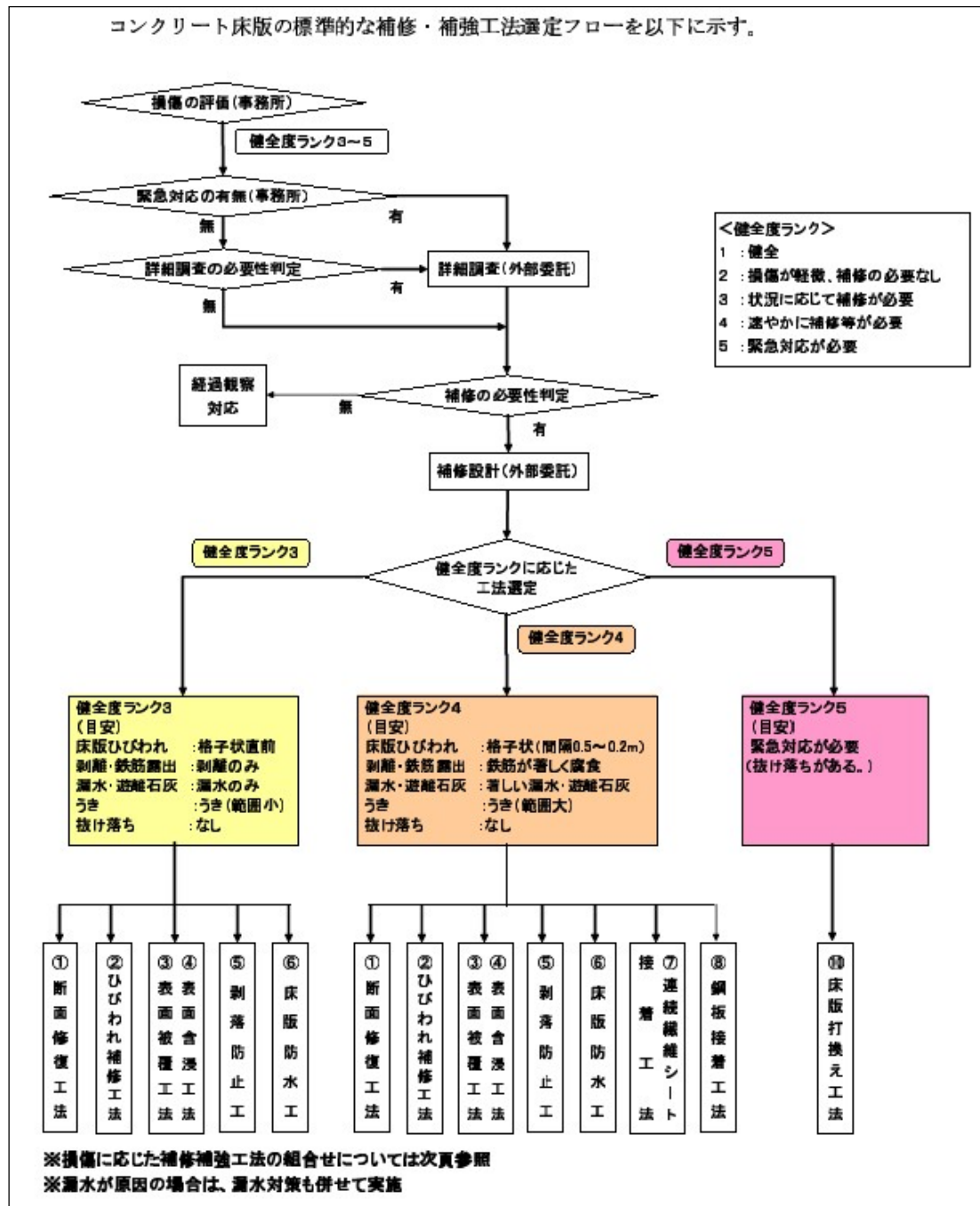
※1：原則的に同一部材内で併用することはない。

※2：原則的に同一部材内で併用することはない。

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 36

8.6.4. 床版の補修・補強選定

図表 8.8.4-1 コンクリート床版の選定手順



(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成25年3月(平成29年8月一部改訂) P.37

図表 8.8.4-2 コンクリート床版の損傷と補修工法の目安

損 傷	補修工法										その他 漏水対策		
	①断面修復工法	②ひびわれ補修工法	③表面被覆工法※1	④表面含浸工法※1	⑤剥落防止工法※1	⑥床版防水工法	⑦連続繊維シート接着工法※2	⑧鋼板接着工法※2	⑩床版打換え工法※3	⑪電気防食工法	⑫電気化学的工法	桁端部等の漏水対策	排水装置補修
ひびわれ	○	◎	○	○		○	○	○	○	—	—	○	○
剥離・鉄筋露出	◎		◎	◎	○	○	○	○	○	—	—	○	○
遊離石灰・漏水	○	○	◎	◎		◎	○			—	—	○	○
抜け落ち	◎		◎	◎	○	○		○		—	—	○	○
変色・劣化	○		○	○		○				—	—	○	○

◎：主に適用、○：適用検討、—：原則適用しない

※1：原則的に同一部材内で併用することはない。

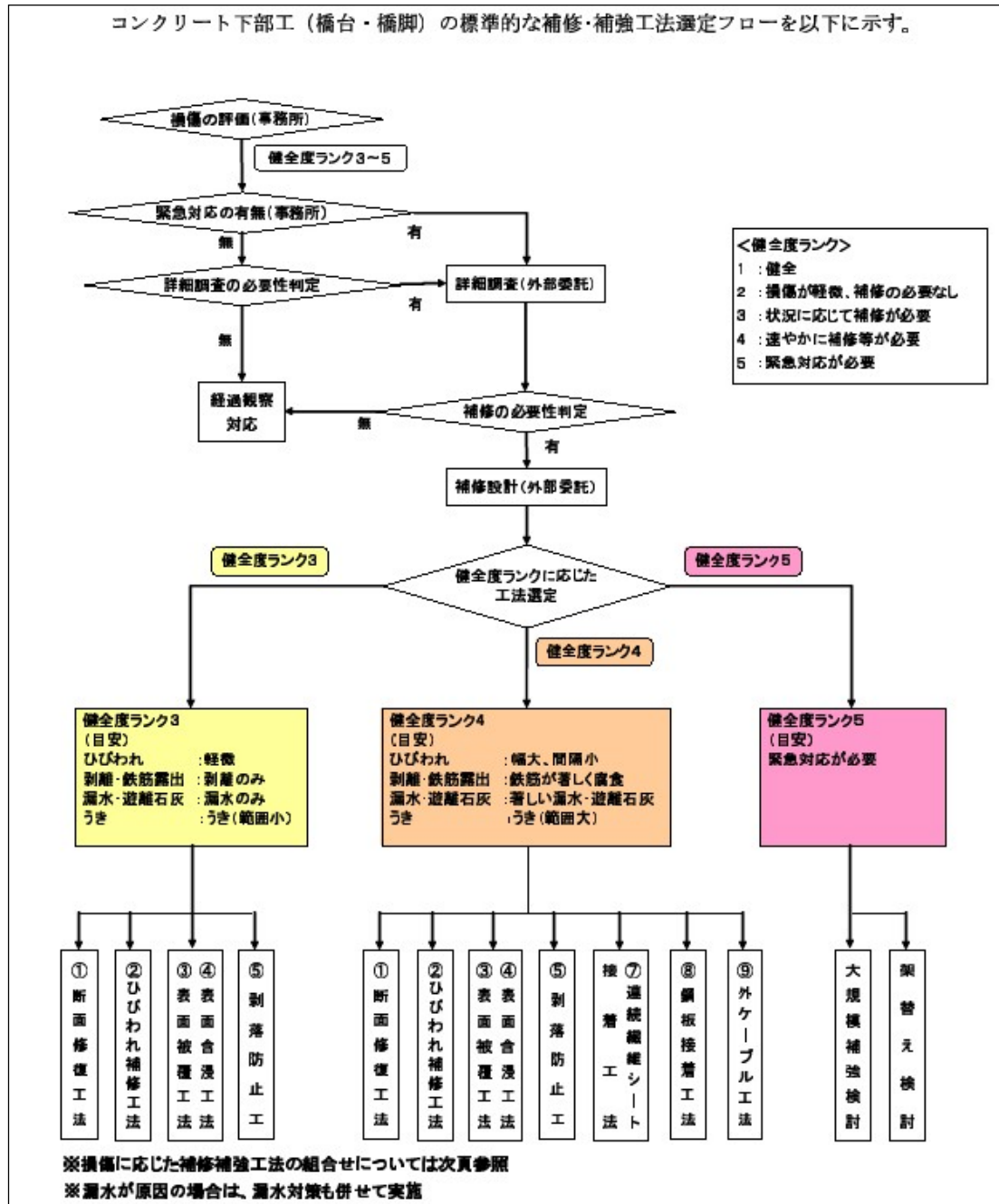
※2：原則的に同一部材内で併用することはない。

※3：原則的に他の補修補強工法と併用しない。

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 38

8.6.5. 下部工(橋台・橋脚)の補修・補強選定

図表 8.8.5-1 コンクリート下部工(橋台・橋脚)の選定手順



(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 39

図表 8.8.5-2 コンクリート下部工(橋台・橋脚)の損傷と補修工法の目安

損 傷	補修工法										その他 漏水対策	
	①断面修復工法	②ひびわれ補修工法	③表面被覆工法※1	④表面含浸工法※1	⑤剥落防止工法※1	⑦連続繊維シート接着工法※2	⑧鋼板接着工法※2	⑨外ケーブル工法	⑪電気防食工法	⑫電気化学的工法	桁端部等の漏水対策	排水装置補修
ひびわれ	○	◎	○	○		○	○	○	—	—	○	○
剥離・鉄筋露出	◎		◎	◎	○	○	○	○	—	—	○	○
遊離石灰・漏水	○	○	◎	◎		○			—	—	○	○
抜け落ち	◎		◎	◎	○		○		—	—	○	○
変色・劣化	○		○	○					—	—	○	○

◎：主に適用、○：適用検討、—：原則適用しない

※1：原則的に同一部材内で併用することはない。

※2：原則的に同一部材内で併用することはない。

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成25年3月(平成29年8月一部改訂) P.40

8.6.6. 部材補修・補強の特徴および留意点

図表 8.8.6-1 コンクリートの補修・補強工法と適用可能部材

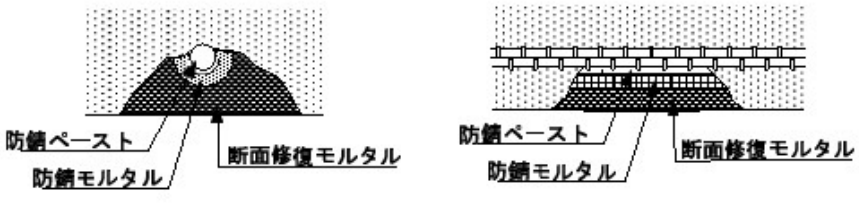
補修補強工法	適用部材
①断面修復工法	コンクリート桁、コンクリート床版、コンクリート下部工
②ひびわれ補修工法	同上
③表面被覆工法	同上
④表面含浸工法	同上
⑤剥落防止工法	同上
⑥床版防水工法	コンクリート桁の上面、コンクリート床版の上面
⑦連続繊維シート接着工法	コンクリート桁、コンクリート床版、コンクリート下部工
⑧鋼板接着工法	同上
⑨外ケーブル工法	コンクリート主桁、コンクリート下部工(梁部)
⑩床版打換え工法	コンクリート床版
⑪電気防食工法	(福島県の管理橋梁で採用実績無し)
⑫電気化学的工法	(福島県の管理橋梁で採用実績無し)

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 41

① 断面修復法

a) 工法の特徴

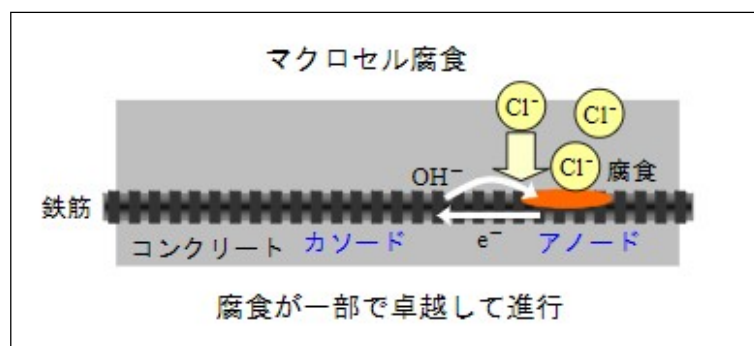
図表 8.8.6-2 ①断面修復法

工法名	断面修復工法
対象部材	主桁、床版、下部工躯体
工法概要	・断面修復工法は、鉄筋の発錆等により生じた既設コンクリート構造物の剥離、剥落や劣化部を取り除いた断面欠損部に対して前処理(下地処理、プライマーまたは防錆ペースト塗布)を施した後、コンクリートやポリマーセメントモルタル等の断面修復材により復旧する工法 
要求性能	・剥離や有害なひびわれが発生せず、鉄筋背面に充填可能な性能 ・劣化因子に対する抵抗性能:耐久性能 ・設計断面として考慮する場合における力学的性能:耐荷性能
施工性	・施工が容易で、作業スペースが確保できればすべての部位に適用可能 ・施工規模、施工方向、環境条件、供用条件、施工条件、使用材料等を勘案して適切な施工法(左官工法、吹付け工法、充填工法)を選定する。 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷卸しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・鉄筋の腐食が認められる場合は、鉄筋の防錆処理工法も併用して施工する必要がある。 ・樹脂系の材料は線膨張係数や弾性係数が既設コンクリートと大きく異なることや耐久性の問題等から、使用する際は十分な検討が必要である。 ・断面修復の範囲は、損傷原因、環境条件、施工方法、使用材料を考慮して適切に検討する必要がある(例:塩害損傷に対する断面修復で補修範囲が適切でない場合、鋼材にマクロセルが生じ、鉄筋の発錆が促進される場合がある)。
使用材料	・断面修復材料:ポリマーセメントモルタル、エポキシ樹脂モルタル、無収縮モルタルなど

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 42

b) 工法選定時の留意点

- ・橋面からの雨水が損傷原因の場合は、床版防水工法、伸縮装置からの雨水対策なども併せて検討する必要があります。
- ・鉄筋の腐食が認められる場合は、鉄筋の防錆処理工法後、断面修復工法を適用します。
- ・部材の耐荷力が不足している場合は、あわせて補強工法として炭素繊維接着工法、鋼板接着工法、外ケーブル工法などの併用を検討する必要があります。
- ・樹脂系の注入材は、漏水の著しい箇所での施工は適しません。
- ・断面修復の範囲は、損傷原因、環境条件、施工方法、使用材料を考慮して適切に検討が必要（例：塩害損傷に対する断面修復で補修範囲が適切でない場合、鋼材にマクロセルが生じ、鉄筋の発錆が促進される場合がある）。→多量の塩化物イオンを含むコンクリートは該当範囲をすべて除去します。



図表 8.8.6-3 マクロセル腐食のイメージ図

<施工方法>

施工規模に応じて「左官工法」、「吹付工法」、「充填工法」を使い分けます。

図表 8.8.6-4 断面修復の施工方法

	左官工法	吹付け工法	充填工法
概要	型枠を設置せず、コテを用いて人力にて断面修復材を塗付ける。	型枠を設置せず、圧縮空気や遠心力により断面修復材を吹付ける。	型枠を設置し、流動性を有する断面修復材を流し込む。
施工規模	0.5～1.0 m³/箇所 小規模断面に適しており、複雑な断面形状でも施工可能	～10 m³/箇所 中～大規模の施工に適している。	数10 m³/箇所 大規模断面の補修に適している。型枠の設置が必要。
締固め方法	人力	圧縮空気による吹付け力	振動機が標準。高流動材料による自己充填方式も可能
仮設備	特に必要としない	ミキサー・コンプレッサ・吹付け機の設備設置ヤードを要する。	ミキサーおよびポンプの設置ヤードが必要である。
経済性	○	×	△

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成25年3月(平成29年8月一部改訂) P.43

＜断面修復材＞

断面修復工法に用いられる断面修復材は、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の中から選択される。これらの断面修復材は、その品質の安定化、均一性および使用性を考慮し、必要な粉体材料と粒状体材料（細骨材）があらかじめ適量に配合された材料（プレミックス材料）の形態として用いられる場合が多く、各断面修復材の期待される性能と断面修復材の適用効果との関係を下表に示します。

図表 8.8.6-5 断面修復工法に期待される性能と適用効果

期待される性能	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
力学的性能	○	○	○
ひびわれ抵抗性	○	○	○
中性化抑制	○	○	○
塩化物イオンの侵入抑制	△	△	○
凍結融解抵抗性	○	○	○
化学的侵食抑制	△	△	○
アルカリ骨材反応抑制※ ¹	△	△	○
美観・景観に関する性能	△	△	○
剥落抵抗性※ ²	○	○	○

注）表中の○は適用効果あり、△は適用効果を期待する場合検討が必要（他の工法との併用など）を示す

※¹：アルカリ骨材反応抑制は、標準的な遮水性による判定

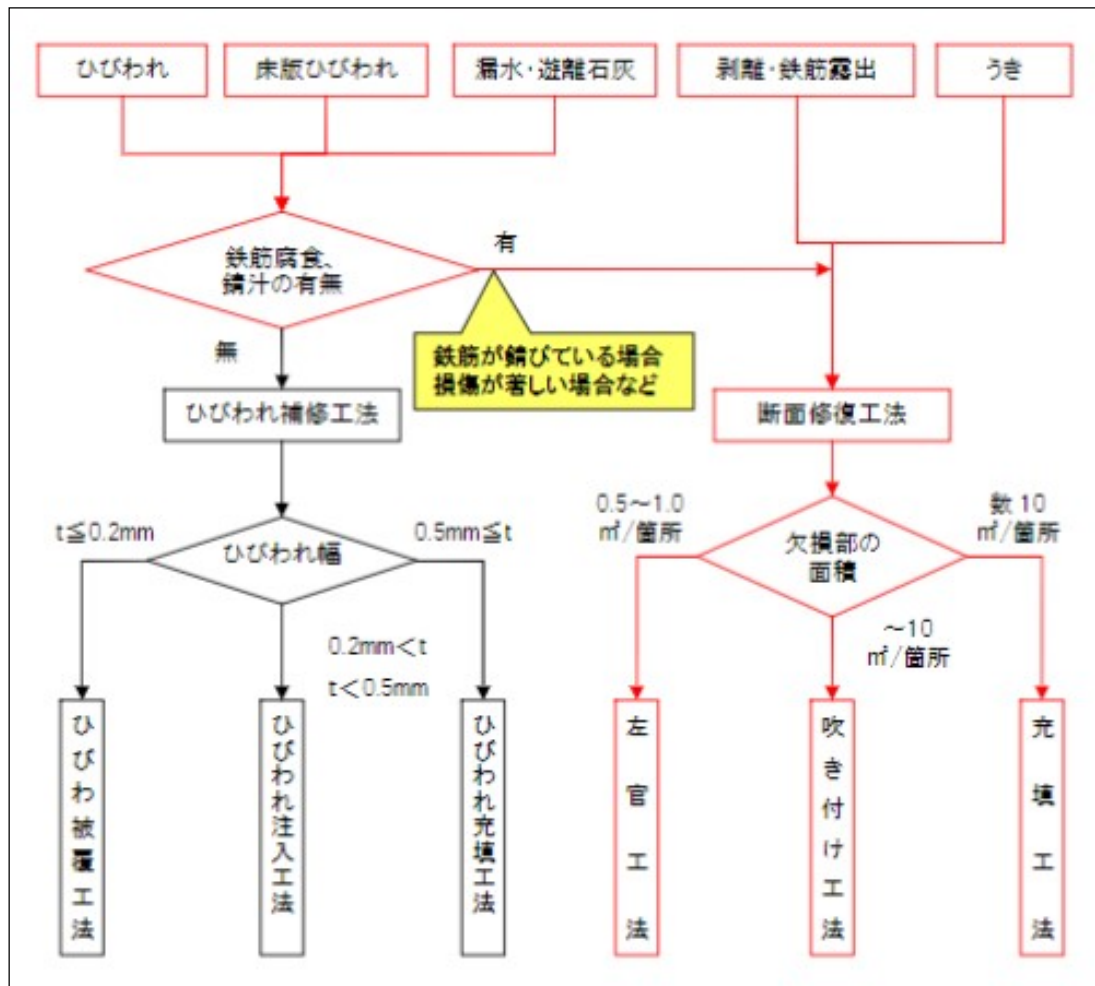
※²：付着性状による判定

（出典）福島県 橋梁補修調査設計要領（案）平成 25 年 3 月（平成 29 年 8 月一部改訂）P. 44

<断面修復工法の選定手順>

断面修復工法の選定手順を下図に示します。

図表 8.8.6-6 断面修復工法の選定手順図



(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 45

② ひび割れ補修工法

a) 工法の特徴

図表 8.8.6-7 ②ひび割れ補修工法

工法名	ひびわれ補修工法
対象部材	主桁、床版、下部工躯体
工法概要	・ひびわれ箇所に対し、エポキシ樹脂材、ポリマーセメントなどの補修材料を注入あるいは充填し、水分や塩化物などの浸入を防止する工法 ・中性化や塩害などの損傷原因により、ひびわれ周辺のコンクリート劣化部分を除去する必要がある場合は、断面修復工法の併用を検討 a) ひびわれ被覆工法 b) ひびわれ注入工法 c) ひびわれ充填工法
要求性能	・ひびわれ部からコンクリート内部への通気および通水を遮断する性能
施工性	・施工が容易で、作業スペースが確保できればすべての部位に適用可能 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷卸しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・進展性ひびわれは、ひびわれの拡大に材料が追従できないため、一般的にひびわれ注入工は適さない。 ・樹脂系の注入材は、漏水の著しい箇所での施工は適さない。 ・5℃以下の低温の場合、エポキシ樹脂が硬化しないため、施工には注意が必要

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月 (平成 29 年 8 月一部改訂) P. 46

b) 工法選定時の留意点

- ・橋面からの雨水が損傷原因の場合は、床版防水工法、伸縮装置からの雨水対策なども併せて検討する必要があります。
- ・鉄筋の腐食が認められる場合は、鉄筋の防錆処理工法後、断面修復工法を適用します。
- ・部材の耐荷力が不足している場合は、あわせて補強工法として炭素繊維接着工法、鋼板接着工法、外ケーブル工法などの併用を検討する必要があります。
- ・樹脂系の注入材は、漏水の著しい箇所での施工は適さないです。
- ・5℃以下の低温の場合、エポキシ樹脂やポリマーセメント系材料の硬化が遅くなるため、施工には注意が必要です。

<施工方法>

ひび割れ補修工法は、補修対象ひびわれの幅、ひびわれ部の挙動を考慮し、適切な工法、補修材料を選定する必要があります。

ひび割れ充填工法を適用する場合、ひびわれに沿ってU字型にカットすることを原則とするV字型にカットした場合、カット部の処理が不十分となりカット部と充填部との隙間から水の浸透により、充填材を劣化させる要因になりかねないためです。

図表 8.8.6-8 ②ひび割れ補修工法

	ひびわれ部の挙動小			ひびわれ部の挙動大		
びわれ幅	0.2mm 以下	0.2～1.0mm	1.0mm 以上	0.2mm 以下	0.2～1.0mm	1.0mm 以上
補修工法	ひびわれ被覆工法	注入工法	充填工法	ひびわれ被覆工法	注入工法	充填工法
補修材料	塗膜弾性防水材 or ポリマーセメントペースト	エポキシ樹脂系注入材 or アクリル樹脂系注入材 or 注入用ポリマーセメント	ポリマーセメントモルタル or 可とう性エポキシ樹脂	塗膜弾性防水材	(軟質形)エポキシ樹脂系注入材 or アクリル樹脂系注入材	シーリング材(ウレタン樹脂) or 可とう性エポキシ樹脂

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 47

<補修材料>

旧建設省 総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」では、ひび割れの進行区分とひびわれ幅によって、使用する注入材の品質規格を規定している。下表に、注入材および充填材の品質規格を示します。

図表 8.8.6-9 ひび割れ注入材と充填材の品質規格法

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	土木補修用充填材 ポリアセメント系	土木補修用充填材 シーラント系
ひびわれ進行区分※1	B		A	B	A、B
ひびわれ幅 (mm)	0.2～5.0			5.0<	
粘度 (mPa・s)	1 000 以下	4±1※2	1 000 以下	10 000 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 10mm 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＝ひびわれが進行している、B＝ひびわれの進行が止まった

※2：チキントロビック係数 2rpm/20rpm の粘度であらわす

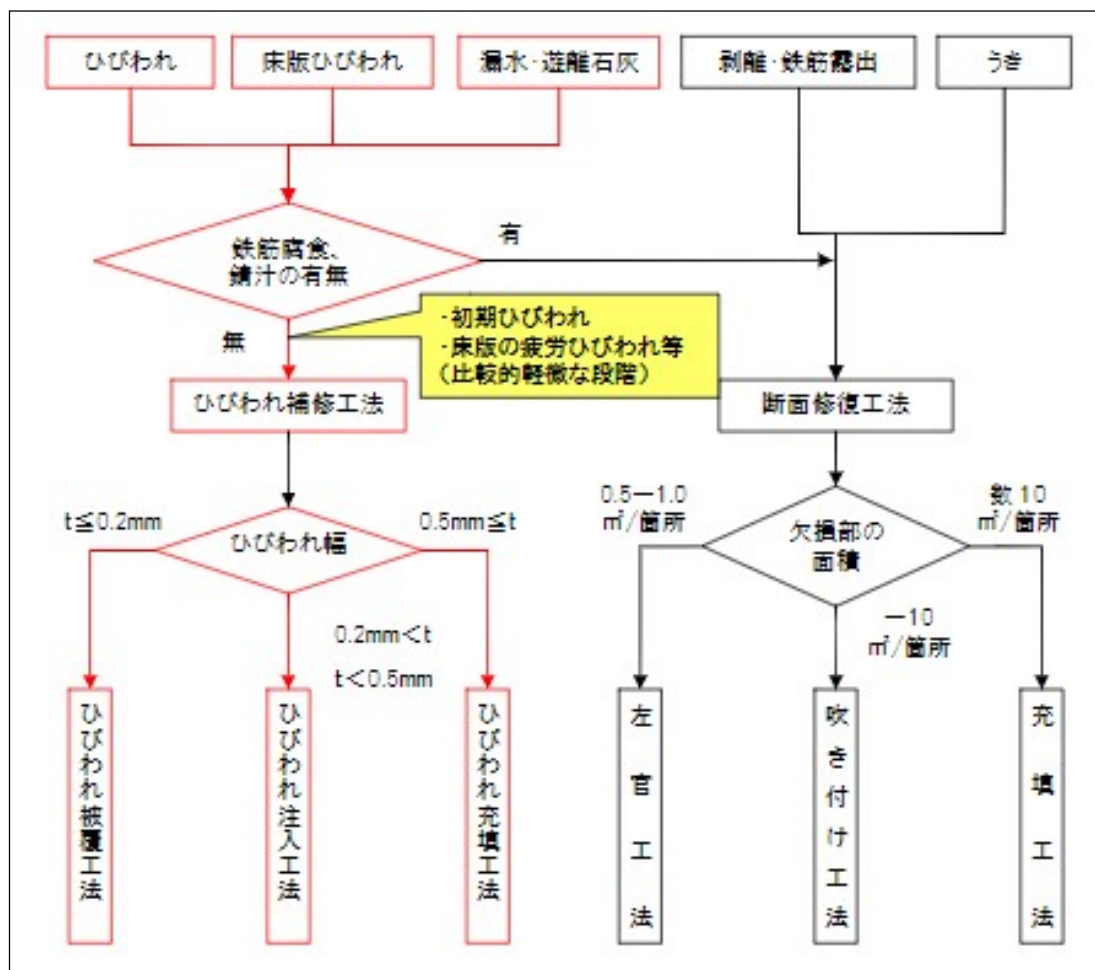
※3：規格に対する百分率

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 48

<ひび割れ補修工法の選定手順>

ひび割れ補修工法の選定手順を下図に示します。基本的に鋼材が腐食していない場合に適用可能な工法です。

図表 8.8.6-10 ひび割れ補修工法の選定手順図

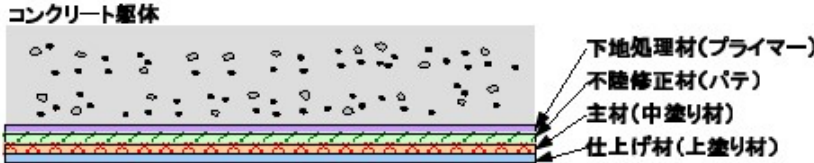


(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 49

③ 表面被覆工法

a) 工法の特徴

図表 8.8.6-11 ③表面被覆工法

工法名	表面被覆工法
対象部材	主桁、床版、下部工躯体
工法概要	・表面被覆は、コンクリート構造物(合成樹脂塗料やポリマーセメント塗布材など)で被覆し、コンクリートや内部の鋼材を劣化させる外部環境因子(酸素、水、炭酸ガス等)の浸透を遮断する工法 ・塩害、中性化、凍害などで劣化したコンクリート構造物の劣化速度を抑制するために行う場合や、厳しい環境に建設されたコンクリート構造物の耐久性の確保を目的に行われる。 ・表面被覆材は、コンクリート表面に被膜を形成するもので、a)下地処理材(プライマー)、b)不陸調整材(パテ)、c)中塗り材、d)上塗り材などで構成される。 ・コンクリートに劣化、損傷がある場合には、ひびわれ補修工法や断面修復工法を先行して行う。  コンクリート躯体 下地処理材(プライマー) 不陸修正材(パテ) 主材(中塗り材) 仕上げ材(上塗り材)
要求性能	・劣化要因を遮断する性能: 劣化因子のコンクリート構造物内部への侵入を遮断 ・ひびわれに追従する性能: 活荷重および温度変化等の影響によるひびわれの開閉に追従 ・性能を維持する耐久性能: 所定の期間内において上記の性能を維持
施工性	・表面被覆材の施工において、コンクリートの下地処理が最も重要となる。下地処理が不十分な場合は、表面被覆材のふくれ、はがれ等が生じやすくなる。そのため損傷状況に応じて適切な前処理を行う必要がある。 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷卸しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・中性化など劣化が顕在化した後からでも、その補修効果が期待できる場合と、塩害や凍害のように劣化が顕在化した後では、その補修効果が十分に期待できない場合がある。 ・適用に当たっては、劣化の原因、範囲を特定するための十分な調査を行い、構造物の現状を把握し、今後の劣化予測や維持管理の難易度などを考慮して適用を検討する必要がある。 ・対象とする劣化機構により、塗装材料に求められる特性が異なる。例えば塩害対策に用いる塗装材は、特に高い遮塩性、高いひびわれ追従性が必要となる。 ・ひびわれなどの損傷が隠され、劣化の進行が確認できない。 ・橋面からの雨水が損傷原因の場合は、床版防水工法、伸縮装置からの雨水対策なども併せて検討する必要がある。
使用材料	・有機系材料: エポキシ樹脂、アクリル樹脂系、ポリウレタン樹脂系など ・無機材料系: ポリマーセメント塗布材など

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 50

b) 工法選定時の留意点

＜表面被覆工法の材料＞

表面保護工法は、有機系または無機系の被覆材により被覆を施し、劣化因子の侵入を抑制・防止する工法（表面被覆工法）と、コンクリート表面に塗布した表面含浸材がコンクリート内部に含浸して、劣化因子の侵入抑制、または新たな性能を付与する効果をもたらす工法（表面含浸工法）があります。

ここでは前者である表面被覆工法に着目し、各表面処理材の期待される性能と適果との関係を下表（無機系被覆工法）、（有機系被覆工法）に示します。

＜無機系被覆工法＞

- ・有機系被覆材に比較して紫外線劣化に対する抵抗や耐久性や難燃性に優れる。反面、ひび割れ追随性に劣ります。
- ・中塗り（主材）として使用する無機系被覆材は、ポリマーセメント系の実績が多い。
- ・中塗りだけの被覆を施した「単層による塗布工法」、中塗り及び上塗り材で構成される「複層による塗布工法」、中塗り中にメッシュを入れた剥落防止効果を有する「メッシュ工法」の3種類があります。

図表 8.8.6-12 無機系被覆工法に期待される性能と適用効果

期待される性能	単層による塗装工法		複層による塗装工法		メッシュ工法 ^{※3}
	柔軟形	標準形	柔軟形	標準形	*
中性化抑制	○	○	○	○	*
塩化物イオンの侵入抑制	○	○	○	○	*
凍結融解抵抗性	○	○	○	○	*
化学的侵食抑制	△	—	△	△	*
アルカリ骨材反応抑制 ^{※1}	△	—	△	△	*
ひびわれ追随性	○	△	○	△	*
美観・景観に関する性能	△	△	○	○	*
剥落抵抗性 ^{※2}	—	—	—	—	○

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

※1：アルカリ骨材反応抑制は、標準的な遮水性による判定

※2：剥落抵抗性は付着性を基本に判定した

※3：メッシュ工法の「*」については、単層および複層による塗布工法と併用して使用するために、その適用範囲は、使用する無機系被覆の各工法の適用範囲に準ずることを示す。

（出典）福島県 橋梁補修調査設計要領（案）平成 25 年 3 月（平成 29 年 8 月一部改訂）P. 51

＜有機系被覆工法＞

- ・「塗装工法」と「シート工法」に大別されます。
- ・一般には作業性に優れる塗装工法を適用します。
- ・剥落防止を主目的とする場合、シート工法を選択します。
- ・湿潤面等での施工に制約があります。
- ・工程（プライマー工、パテ工、中塗り工、上塗り工）が長期間です。
- ・水蒸気透過性がないことにより膨れが生じ易いです。

図表 8.8.6-13 有機系被覆工法に期待される性能と適用効果

	塗装工法				シート工法 ^{※2}					
	中塗り材の種類				塗布接着形シート工法 (クロスシート、メッシュシート、等)					張付け接着形 シート工法
	標準形	厚膜形	柔軟形	柔軟圧膜形						
樹脂およびシートの種類 ^{※1}	エポキシ	エポキシ、 アクリル、 ビニルエス テル、ポリ エステル、 アクロイル	エポキシ、 ポリウレタ ン、フッ素	エポキシ、ポリ ウレタン、ア クリルゴム、クロ ロブレンゴム、 ポリブタジエ ン、ポリウレタ	ガラス繊維 シート1層 /2層/エポキ シ	ビニロン織 維シート/エ ポキシ、ア クリル、ク ロロブレン ゴム	アラミド織 維シート/エ ポキシ	カーボン織 維シート/エ ポキシ、ア クリル	ガラスマッ ト ^{※3} 1層/2 層/エポキシ /ビニルエス テル/ポリエ ステル	ラミネートシー ト/エポキシ
膜厚(μm)	100未満	100以上	100未満	100以上	500 /1000	500	700	積層数に より変化	1000～ 2000	1000
期待される性能										
中性化抑制	○	○	○	○	*	*	*	*	*	*
塩化物イオンの 侵入抑制	○	○	○	○	*	*	*	*	*	*
凍結融解抵抗性	△	△	△	○	*	*	*	*	*	*
化学的侵食抑制	△	○	△	○	○	—	*	○	○	*
アルカリ骨材反 応抑制	△	△	△	△	*	*	*	*	*	*
ひびわれ追従性	△	△	○	○	*	*	*	*	*	*
美観・景観に関 する性能	○	○	○	○	*	*	*	*	*	*
剥落抵抗性	—	—	—	—	○	○	○	○	*	○

注) 期待される効果は主要なもののみ示した。表中の○は適用対象、△は適用する場合に検討が必要(他の工法との併用など)、—は適用の対象外を示す

※1：樹脂系に記載のものは全てではなく、市販の代表的な有機系被覆材を載せた

※2：剥落防止を主目的とする。*印は、同様の樹脂系のものを用い、かつ膜厚が同じ場合は、塗装工法と同様の適用効果を期待できることを示す。膜厚は目安を示した。

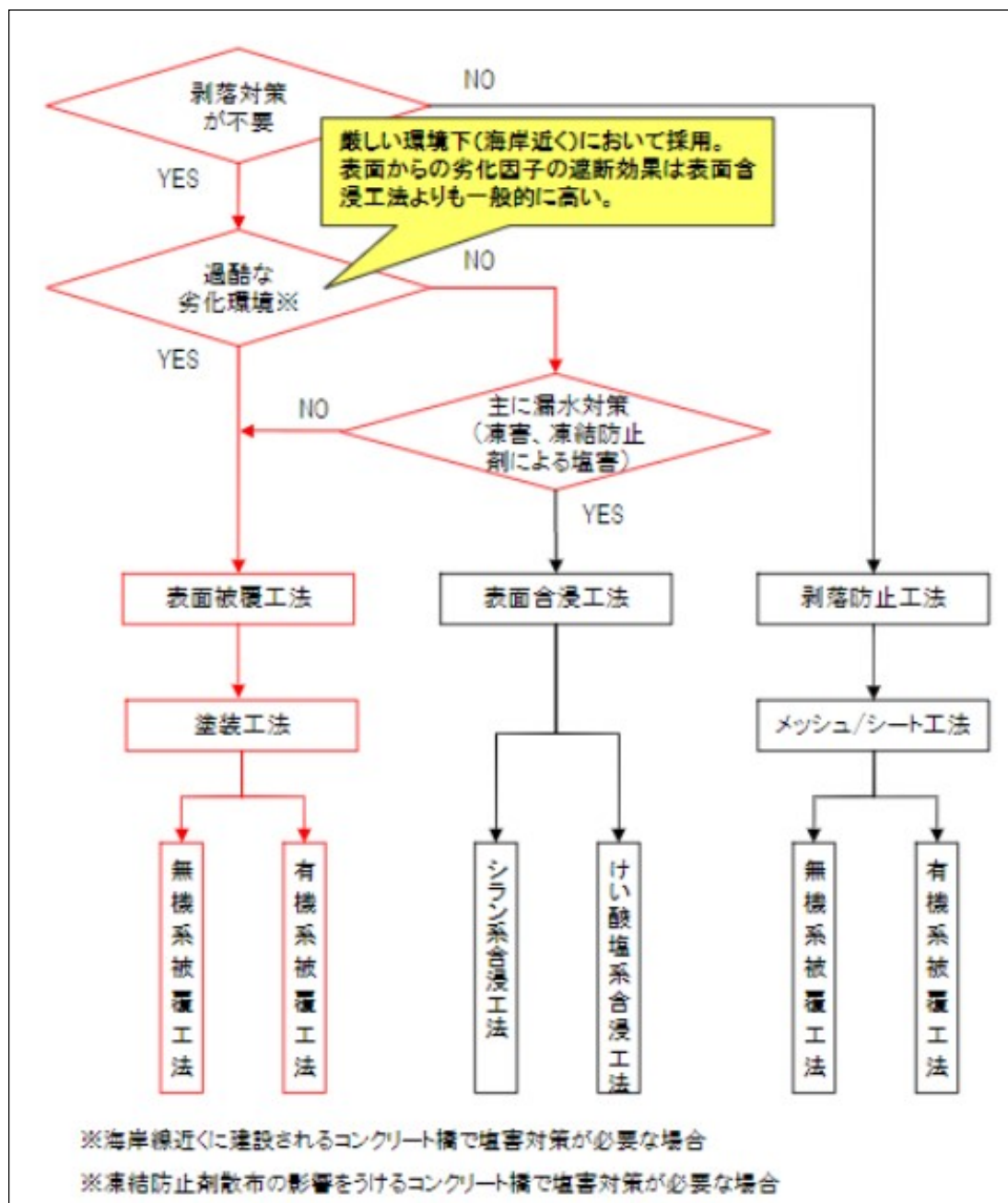
※3：ガラスマットについては、日本下水道事業団編「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術指針・同マニュアル(平成14年12月)」を参照した。

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成25年3月(平成29年8月一部改訂) P.52

<表面被覆工法の選定手順>

表面被覆工法の選定手順を、下図に示します。

図表 8.8.6-14 表面被覆工法の選定手順図

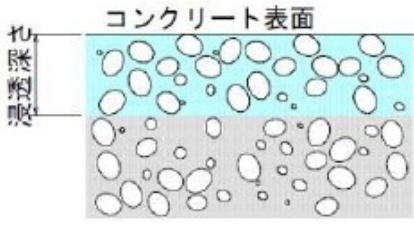


(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P.53

④ 表面含浸工法

a) 工法の特徴

図表 8.8.6-15 ④表面含浸工法

工法名	表面含浸工法
対象部材	主桁、床版、下部工躯体
工法概要	・表面含浸工法は、所定の効果を発揮する表面含浸材をコンクリート表面から含浸させることで、コンクリート表面の組織を改質し、コンクリート表層部へ特殊機能(防水性、アルカリ性、表層部の固化等)を付与することでコンクリート構造物の耐久性向上を図る工法 ・表面含浸材は、撥水タイプのシラン系と固化タイプのけい酸塩系に大別される。 ・シラン系では表層が緻密化されないため、水の圧力に対する抵抗性を求める場合や水の滞留が懸念される環境の場合は、けい酸塩系表面含浸材の採用の可否を検討する必要がある。 ・けい酸塩系は、施工で生じた微細なひびわれを充填する対策として有効であるが、ひびわれの追従性を有していないため、進展性のひびわれへの採用には留意する必要がある。 
要求性能	・劣化要因を遮断する性能:劣化因子のコンクリート構造物内部への侵入を遮断 ・ひびわれに追従する性能:活荷重および温度変化等の影響によるひびわれの開閉に追従 ・性能を維持する耐久性能:所定の期間内において上記の性能を維持
施工性	・表面被覆工法のような複数の材料の重ね塗りが不要で、表面含浸材を数回(1～3回)程度含浸させることでよい。 ・施工後の品質が技能者の熟練度に左右されにくく、比較的簡単に施工でき、施工管理も容易 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷卸しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・表面含浸材の適用対象は、材料の種類により、中性化、塩害、凍害、アルカリ骨材反応環境下におかれるコンクリート構造物である。 ・表面含浸工法は、下地となるコンクリート表層部が多量の水分を含む場合、コンクリート組織が相当に緻密である場合およびコンクリート表層部の脆弱化が相当に進んでいる場合などは、性能を十分に発揮できない場合もあるため適用にあたっては十分な注意が必要である。 ・橋面からの雨水が損傷原因の場合は、床版防水工法、伸縮装置からの雨水対策なども併せて検討する必要がある。

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 54

b) 工法選定時の留意点

<表面含浸工法の材料>

表面保護工法は、有機系または無機系の被覆材により被覆を施し、劣化因子の侵入を抑制・防止する工法（表面被覆工法）と、コンクリート表面に塗布した表面含浸材がコンクリート内部に含浸して、劣化因子の侵入抑制、または新たな性能を付与する効果をもたらす工法（表面含浸工法）があります。

ここでは後者である表面被覆工法に着目し、各表面処理材の期待される性能と適用効果との関係を下表に示します。

表面含浸工法には多くの製品があり、製品の種類や成分によってコンクリート表層の改質機構が異なる。更に、適用する箇所の環境条件により、発揮される性能・効果や適用範囲が異なってくるため製品の選定時に留意する必要があります。

<工法選定時の留意点>

- ・コンクリート断面の損傷が著しい場合、断面修復工法と併用します。
- ・表面含浸材は、撥水タイプの「シラン系」と固化タイプの「ケイ酸塩系」に大別される。
- ・シラン系では表層が緻密化されないため、水の圧力に対する抵抗性を求める場合や水の滞留が懸念される環境の場合は、ケイ酸塩系表面含浸材の採用を検討します。
- ・ケイ酸塩系は、施工で生じた微細なひびわれを充填する対策として有効であるがひび割れの追従性を有していないため、進展性のひび割れへの採用には留意が必要です。

図表 8.8.6-16 表面含浸工法に期待される性能と適用効果

期待される性能	シラン系	けい酸塩系		その他系
		けい酸リチウム系	けい酸ナトリウム系	
中性化抑制	△	△	○	
塩化物イオンの侵入抑制	○	－	○	
凍結融解抵抗性	△	－	△	
化学的侵食抑制	－	－	－	
アルカリ骨材反応抑制 ^{※1}	△	△	－	
美観・景観に関する性能	－	－	－	
剥落抵抗性 ^{※2}	△	－	△	

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：アルカリ骨材反応抑制は、標準的な遮水性による判定

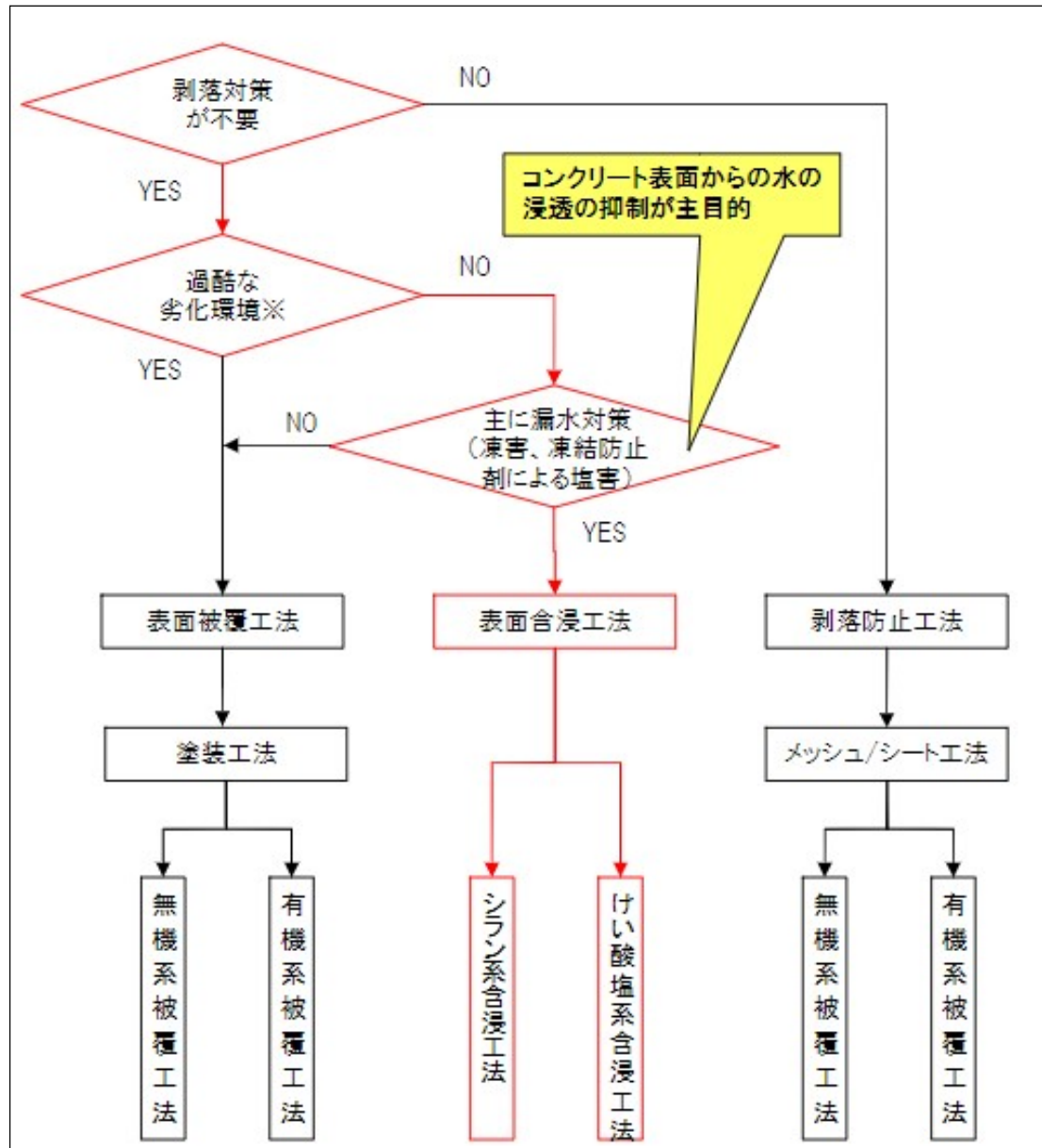
※2：剥落抵抗性は付着性を基本に判定した

（出典）福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 55

<表面含浸工法の選定手順>

表面含浸工法の選定手順を、下図に示します。

図表 8.8.6-17 表面含浸工法の選定手順図



(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 56

⑤ 剥落防止工法

a) 工法の特徴

図表 8.8.6-18 ⑤剥落防止工法

工法名	剥落防止工法
対象部材	主桁、床版、下部工躯体、地覆など
工法概要	・剥落防止を目的として、主桁下面、床版下面、下部工躯体、地覆など、剥落による第三者への被害を防止しなければならない箇所に表面被覆を適用する工法 ・塗装系やメッシュ状のネットを設置する工法等がある。 ・一般に表面被覆と同様の工程で行われるが、主材(中塗り)塗布工程の際、塗膜に強度と変形追従性能を持たせるため、現場でエポキシ樹脂系接着剤などを、各種連続繊維シート・ネットに含浸してコンクリート表面に貼り付け、剥落防止層を形成する。
要求性能	・剥落等により落下しようとするコンクリート片を剥落させない性能 ・構造物の予定供用期間中に、鋼材腐食を助長させる劣化因子の侵入を防止した上で、上記性能を維持する性能(耐久性能)
施工性	・施工に足場が必要 ・低温時の施工における樹脂の温度管理が必要 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷卸しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・剥落防止工法は、施工時の気温、湿度や養生条件、施工規模によっては性能を確保できない場合がある。そのため施工条件に留意した上で、性能を満足する工法や材料を選定する必要がある。 ・橋面からの雨水が損傷原因の場合は、床版防水工法、伸縮装置からの雨水対策なども併せて検討する必要がある。
使用材料	ビニロンメッシュなど

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成25年3月(平成29年8月一部改訂) P.57

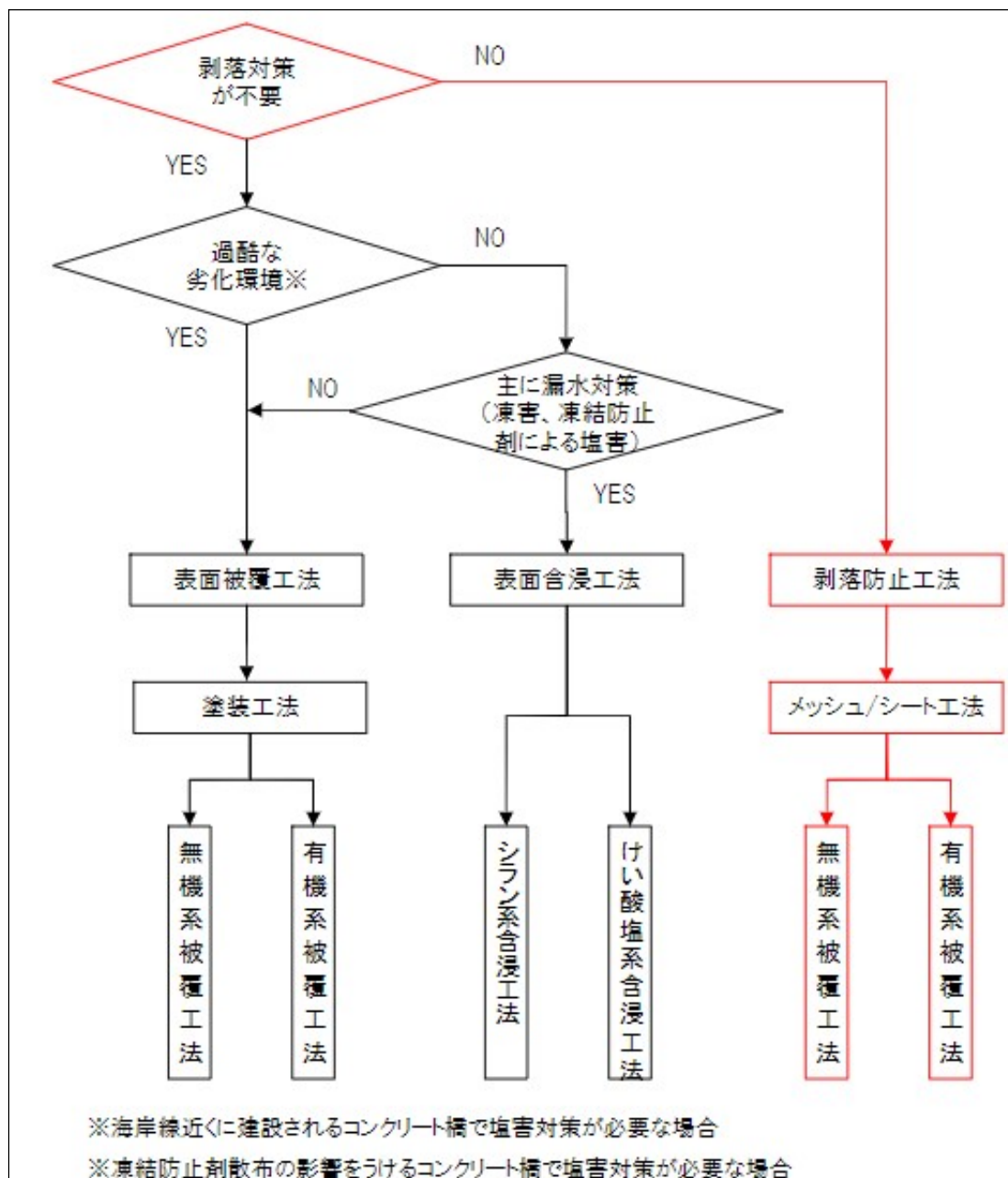
b) 工法選定時の留意点

留意点については、表面被覆工法を参照して下さい。

＜剥落防止工法の選定手順＞

剥落防止工法の選定手順を、下図に示します。

図表 8.8.6-19 剥落防止工法の選定手順図

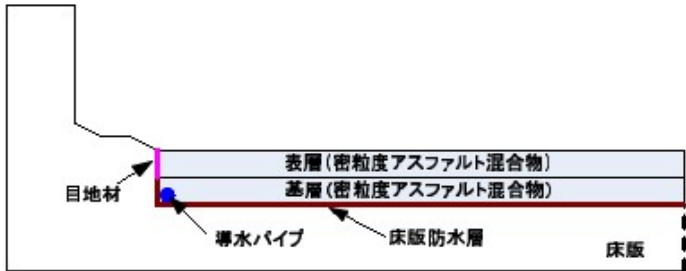


(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 58

⑥ 床版防水工法

a) 工法の特徴

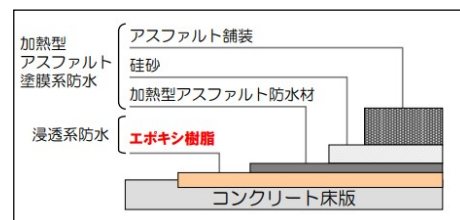
図表 8.8.6-20 ⑥床版防水工法

工法名	床版防水工法
対象部材	コンクリート床版
工法概要	・橋面から浸入した雨水等が床版内部に浸透しないように床版上面に防水シートを接着または防水材を塗布する工法 <設置例：導水パイプを用いる場合の設置例¹⁾> 
要求性能	・防水性能: 水を通さない性能 ・接着性能: 床版防水層が舗装および床版とはがれたりずれたりしない性能 ・遮塩性能: 塩化物を通さない性能 ・ひびわれ追従性能: ひびわれ開閉に対する追従性能 ・雨水処理性能: 橋面の雨水を速やかに排水する性能
施工性	・主として路面上の施工となるため、通行規制が必要 ・鋼床版や床版上面に連続繊維シート接着工法が施工された床版では別途検討が必要
適応性および留意点	・縁石等との境界部では防水装置を立ち上げる必要がある。 ・地覆部に導水層、排水マスを設置し、防水層上の滞留水を適切に排出する必要がある。 ・床版からの漏水が鋼材の腐食を招くこともあるので、床版防水工が設置されていない床版は、防水工を設置することが望ましい。 ・既設舗装撤去後の床版上面の不陸等を考慮し、適切な防水層(シート系、塗膜系)を選定する必要がある。
使用材料	シート系: 流し貼り型、加熱溶着型、常温粘着型 塗膜系: アスファルト加熱型、ゴム溶剤型、反応樹脂型、ウレタン樹脂系、エポキシ樹脂系など 複合防水: 含浸系材料-塗膜系防水層

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 59

b) 工法選定時の留意点

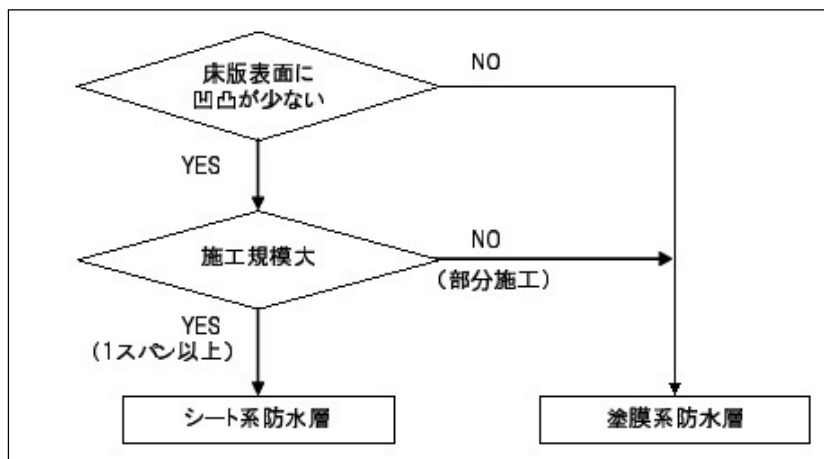
- ・橋梁点検結果から、床版のひびわれから漏水の跡が確認された場合には、原則として床版防水工を施すものとします。
- ・ひびわれ、漏水などが確認されない場合でも、舗装の打換えと同時に、床版防水工を施すことが望ましいです。
- ・コンクリート桁やコンクリート床版を下面から補修・補強する場合に、路面から漏水があると、部材内に滞水することとなり更に劣化が進行しやすくなるため、防水層を必ず設置するものとします。
- ・床版防水工は、シート系と塗膜系の2種類が多く用いられます。
- ・不透水性に対する性能、床版および舗装との接着性、床版のひびわれに対する追随性など、シート系が優位であり耐久性が高いです。
- ・ブリスタリング(空気だまり)発生の可能性は塗膜系(加熱型)が比較的低い。舗装厚の薄い舗装には、ブリスタリングが生じる可能性の高いシート系の適用は避けた方がよいです。
- ・施工性は重ね塗りを必要とするが、塗膜性が良好でありシート系に比べて施工が早いです。
- ・床版の不陸に対する施工性に関して、塗膜系が良好です。
- ・シート系は車道部での施工実績が多く、塗膜系は歩道部で多いです。
- ・シート系は塗膜系に対し、信頼度はあるが多少割高です。
- ・以上より車道部では信頼性の高いシート系を基本とするが、橋面の不陸や時間的な制約などによりシート系の採用が困難な場合は塗膜系を用いることができます。塗膜系を用いる場合、下図に示す「③コンクリート床版の複合防水工」複合防水工を採用するなどの信頼性を確保するための検討が必要です。



図表 8.8.6-21 複合防水工イメージ

<防水層選定フロー(アスファルト舗装)>

図表 8.8.6-22 防水層選定手順



(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 60

<コンクリート舗装>

コンクリート舗装の場合は、切削によるアスファルトへの打換（防水層設置）や含浸材等による防水を検討します。

<鋼床版>

防水層は設置しません。

かわりに舗装の基層に不透水性の高い、グースアスファルト混合物を使用します。

図表 8.8.6-23 コンクリート床版防水層の選択基準の目安

道路区分	選択条件	要因	防水層の選択基準の目安
車 道	舗装撤去 床版面	防水層施工 後の養生	工程的に十分な時間がとれない場合は、養生時間の短いものを選ぶ。
		床版表面の 状態	床版面の不陸に対する施工性の良いものを選ぶ。
	交通条件	重交通路線	せん断強度の高いものを選ぶ
	道路構造	曲線部 坂 路	車両による遠心力や加速、制動に伴うせん断力が大きいことを考慮しせん断強度の高いものを選ぶ
	気象条件	温暖地	夏季の路面温度を考慮し、せん断強度および引張接着強度の高いものを選ぶ
		寒冷地	冬季の路面温度を考慮し、低温時のせん断強度および伸び、引張接着強度の高いものを選ぶ。
歩 道			車道に比べて舗装厚が薄いため、プスタリングが生じにくいものを選ぶ

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 61

c) 橋面舗装

車道部の橋面舗装は、原則としてアスファルト舗装とします。なお、舗装構成は、2層構造として、舗装厚は8 cmを標準とします。また、鋼床版における舗装厚はボルト高を考慮して8 cmを標準とします。

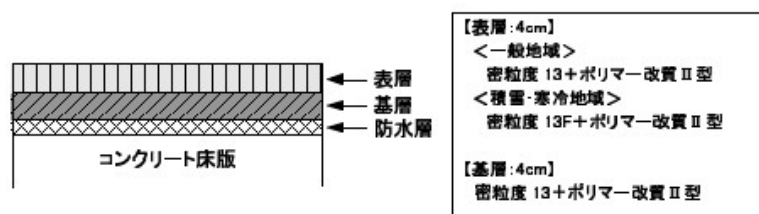
<コンクリート床版上の舗装構成>

コンクリート床版上の舗装構成は下図を標準とします。

ただし、現状舗装厚が5 cm 以下の場合は、

○一般地域：密粒度 G13 + ポリマー改質Ⅰ型(1層)

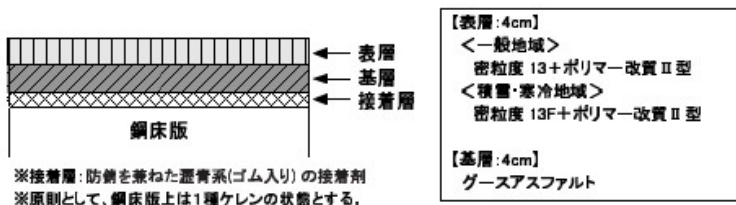
○積雪・寒冷地域：密粒度 G13F+ポリマー改質Ⅰ型(1層)



図表 8.8.6-24 コンクリート床版上の舗装構成

<鋼床版上の舗装構成>

鋼床版上の舗装構成は下図を標準とします。



図表 8.8.6-25 鋼床版上の舗装構成

<歩道部の舗装>

歩道部の橋面舗装は、原則としてアスファルト舗装とする。コンクリート床版上は細粒度アスコン、鋼床版上ではグースアスファルトを用い、舗装厚は3 cmを標準とします。

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 62

d) 床版の水抜き

床版の水抜き孔とは、床版上や床版防水層上の滞留水、導水パイプや導水帯によって集水された水を床版下面に排水するための、床版を貫通する鉛直方向の排水装置です。床版の不陸により床版上面に凹部があり滞水が避けられない場所にも床版の水抜き孔の設置を検討します。

床版下面での流末処理は、排水管に接続するなど適切に行う必要があります。

床版の水抜き孔は、縦断勾配に応じて設置する必要があるため、床版の水抜き孔の設置間隔の例は、図表 8.8.6-26 に示します。

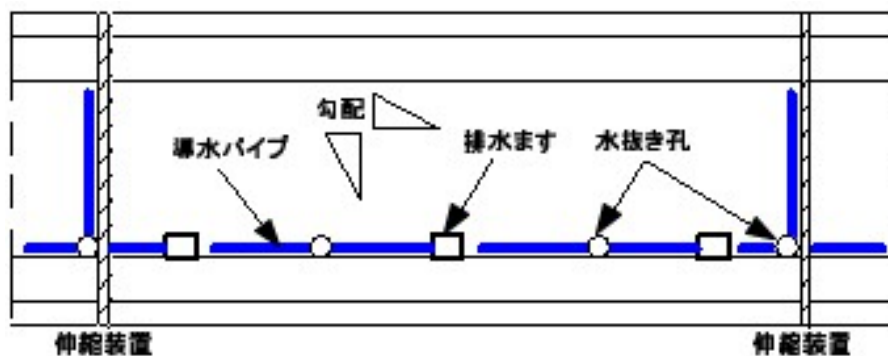
水抜き孔は、直径が 30～60mm 程度のパイプで材質にはステンレス製や樹脂製などがあります。設置例は、図表 8.8.6-27 に示します。

詳細については、福島県 土木設計マニュアル〔橋梁編〕に準ずるものとします。

図表 8.8.6-26 床版の水抜き孔設置間隔の規定例

縦断勾配	設置間隔 (m)
1 %以下	5
1 %を超える場合	10

図表 8.8.6-27 床版の水抜き孔の設置例



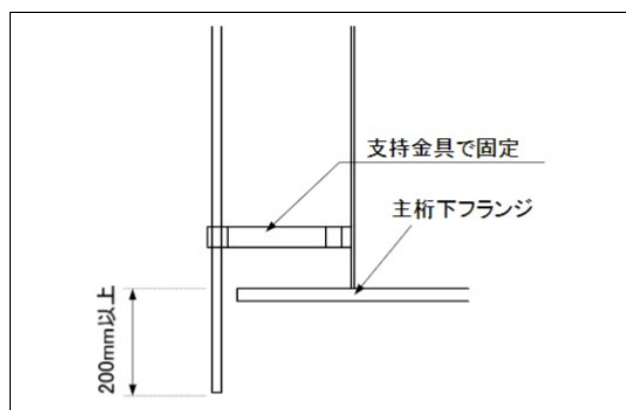
(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P.63

e) 床版下面での流末処理

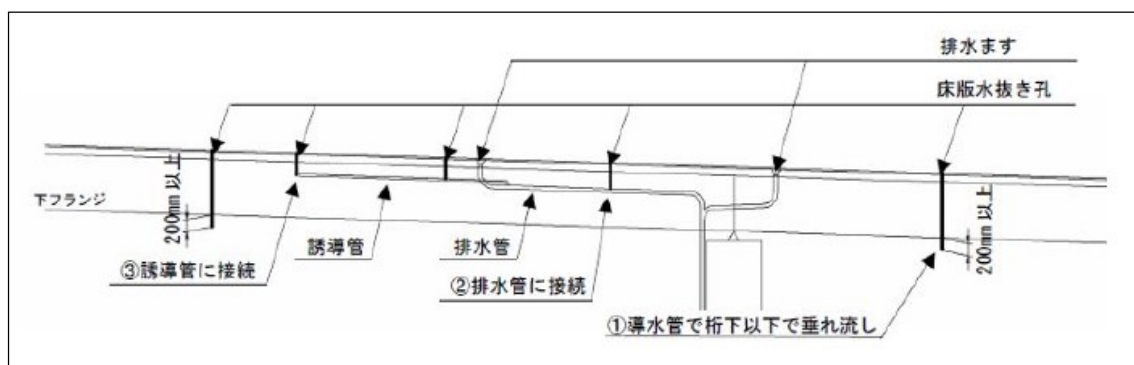
床版水抜き孔からの排水による床版の劣化損傷を防止するため、水抜き孔の流末の構造の留意点を以下に示します。

- ①垂れ流しの部の水抜き孔の流末は、上部工桁下へ導水し突出させるとともに、上部工に確実に固定するものとします。
- ②垂れ流しが出来ない区間（跨線部や跨道部）は、導水管等で排水管に接続します。
- ③排水管が近傍に無い場合は誘導管を設置し、排水管まで導水された水を床版下面に流します。

図表 8.8.6-28 導水管の下フランジへの固定方法例(垂流しの場合)



図表 8.8.6-29 床版水抜きの流末処理の例(垂流しが出来ない場合)

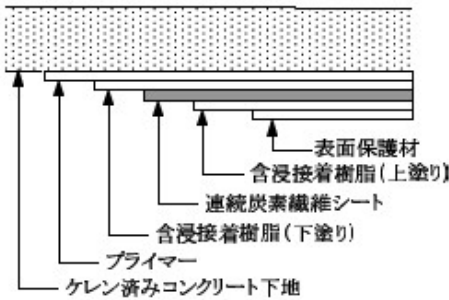


(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 64

⑦ 連続繊維シート接着工法

a) 工法の特徴

図表 8.8.6-30 ⑦連続繊維シート接着工法

工 法 名	連続繊維シート接着工法
対象部材	主桁、床版、下部工
工法概要	・コンクリート部材に対して、引張応力や斜め引張応力作用面に連続繊維シートを1方向あるいは2方向に配置し、既設部材と一体化させることにより、必要な性能の向上を図る工法 
要求性能	・以下の効果を発揮する適切な強度、弾性係数を有すること ○コンクリート部材の曲げモーメント作用方向に適用することにより、鉄筋の応力低減および応力分散効果 ○T桁橋や箱桁橋のウェブに適用することによるせん断補強効果 ・連続繊維シート接着工法に用いる上塗材は、耐候性に優れていること
施工性	・桁下の全面吊足場が必要 ・低温時の施工における樹脂の温度管理が必要 ・炭素繊維シートは、軽量であり、現場成形が容易であるため作業性に優れる。 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷卸しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・耐食性に優れ、塩害地域のコンクリート構造物の補強にも適用できる。 ・ひびわれ拘束効果、耐荷性能の向上効果が期待でき、積層数の調節により適正補強量を選定可能 ・一定間隔をもって格子状に貼付けることにより、ひびわれの進展観察が可能となり、部材内の滞水も免れる。 ・断面剛性の増加が小さい。 ・損傷が著しい場合の補強効果については、別途検討が必要である。
使用材料	連続繊維シート：炭素繊維、アラミド繊維

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 65

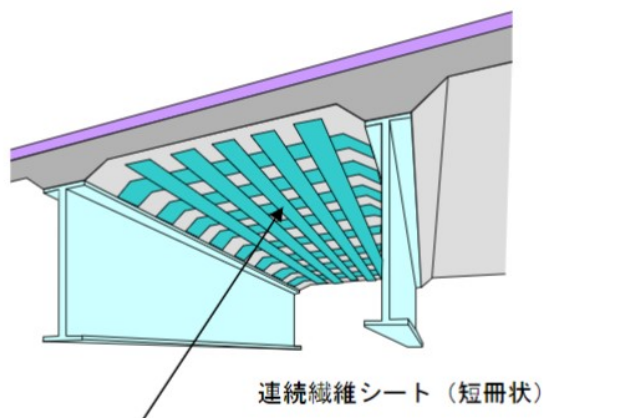
b) 工法選定時の留意点

連続繊維シート接着工法において、補強前に既に作用している永久荷重は、補強前の既設断面が負担するものとし、活荷重および補強後に作用する永久荷重は補強後の断面が負担するとして、これらの荷重による応力度の合成応力度により照査が必要です。

接着方法

連続繊維シート接着工法の貼り付けは、以前は床版下面全面に貼り付けていたが、近年は以下の理由により短冊状に貼り付けることが多くなっており、本要領においてもこの方法を基本とします。

- ・シート補強を床版全面に実施して路面から漏水があると、床版内に滞水することになり、更に劣化が進行しやすいです。路面の防水工を実施することで漏水を防止できますが、長期にわたり完全に防止できない場合も想定されます。短冊状に貼り付けることで、水の逃げ道を確保しておくことができます。
- ・短冊状に貼り付けることで、連続繊維シートを貼っていない箇所での床版の損傷（ひび割れ、遊離石灰等）の進行状況が確認できます。損傷の進行が確認できることにより、抜け落ち等の大きな損傷に至る前に必要な対策を講じることが可能です。



図表 8.8.6-31 連続繊維シート接着工法の概要

適用可能な損傷程度

連続繊維シート接着工法は、シートの面外方向のせん断剛性のない材料であるため、床版の損傷が格子状に進展して遊離石灰が見られるなど、せん断耐力が著しく低下した段階には適用できません。連続繊維シート接着工法が採用できる目安としては、二方向のひび割れが発生し角落ちが生じていない段階までです。

土木研究所で行った輪荷重走行試験では、この損傷段階に対して連続繊維シート接着工法で補強することにより、疲労耐久性の大幅な改善が認められています。

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 66

連続繊維シート接着工法の材料

連続繊維シート接着工法の材料として一般的に用いられているCFRP（炭素繊維）シートについて、材料の諸定数の標準値を下図表に示します。

図表 8.8.6-32 炭素繊維シートのヤング係数および繊維目付量断面積、厚さの標準値

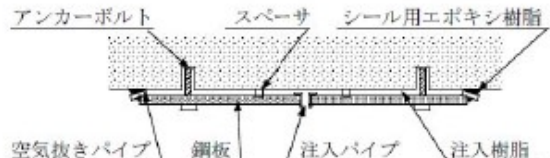
分類	ヤング係数 E_{cf} (kN/mm ²)	繊維目付量 W_{cf} (g/m ²)	断面積 A_{cf} (mm ² /m)	厚さ t_{cf} (mm)
高強度	245	200	111	0.111
		300	167	0.167
中弾性	390	300	165	0.165
	440	300	163	0.163
高弾性	540	300	143	0.143
	640	300	143	0.143

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成25年3月(平成29年8月一部改訂) P.67

⑧ 鋼板接着工法

a) 工法の特徴

図表 8.8.6-33 ⑧鋼板接着工法

工法名	鋼板接着工法
対象部材	主桁、床版、下部工
工法概要	・コンクリート部材に対して、引張応力や斜め引張応力作用面に鋼板を接着し、既設部材と一体化させることにより、必要な性能の向上を図る工法 ・アンカーボルトを用いて、鋼板をコンクリート面に取付け、エポキシ樹脂の充填によりコンクリート面に密着 
施工性	・桁下の全面吊足場が必要 ・低温時の施工における樹脂の温度管理が必要 ・鋼板は重量が大きいため、軽量の炭素繊維シート接着工法よりも作業性は劣る。 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷下しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・鋼板と既設部材が確実に一体化するように施工時に十分な注意が必要 ・コンクリートとの接着面は表面処理が必要 ・既設コンクリートの変状が著しく進行している場合は、事前に適切な補修(断面修復など)が必要 ・塩害地域等の環境条件の厳しいコンクリート構造物の補強には適用できない。 ・コンクリート面を鋼板で覆うため、ひびわれなどの変状の進行が確認しづらい。 ・上面からの水が滯水することもあるため、水抜き孔を設ける、短冊状の鋼板を接着するなどの配慮を行う場合もある。
使用材料	鋼板: 一般構造用鋼材 接着剤: 作業性に優れ、機械的強度が安定し、収縮の小さいもの

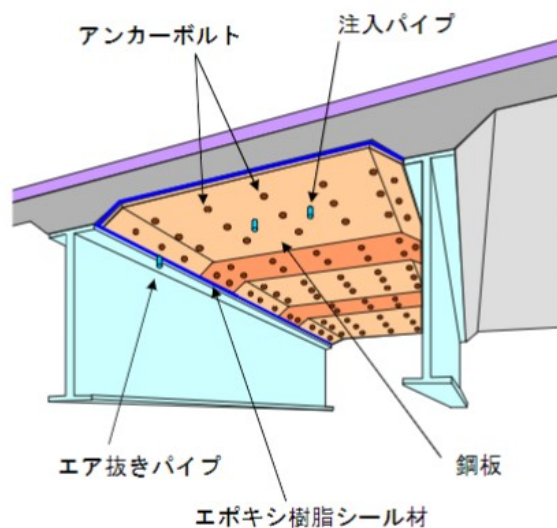
(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 68

b) 工法選定時の留意点

連続繊維シート接着工法において、補強前に既に作用している永久荷重は、補強前の既設断面が負担するものとし、活荷重および補強後に作用する永久荷重は補強後の断面が負担するとして、これらの荷重による応力度の合成応力度により照査する必要があります。

以下に、施工時に留意すべき事項を示します。

- ・ 鋼板の接着はエポキシ樹脂の注入によるものとし、樹脂厚は 3mm 程度とします。
- ・ 鋼板の最小厚は樹脂の注入圧による変形防止や施工性を考慮して 4.5mm 程度以上とします。
- ・ 鋼板配置は、断面の急変による応力集中の影響を低減するため、ハンチ下端まで延ばして固定する。なお、その端部はシール材の施工を考慮し 20mm 程度あけておきます。
- ・ アンカーボルトは M8×30 を標準とし配置は 7 本/m² 程度以上、ピッチは 500mm 程度以下とします。



図表 8.8.6-34 鋼板接着工法の概要

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P.66

8.7. 鋼構造物の補修・補強工法

8.7.1. 損傷と損傷原因

図表 8.9.1-1 鋼部材の主な損傷と損傷原因

主な損傷	主な推定原因					主な発生部位
	外 力 作 用	環 境	材料劣化	製作・施工	構 造	
防食機能劣化 ・ 腐食	火災 (防食機能劣化)	塩害、 化学的腐食	品質不良	製作・ 施工不良 防水・ 排水工不良	構造形式・ 形状不良	主桁、 副部材、 他鋼部材全般
き裂、破断(破損)	繰返し荷重、衝突、 地震	――		製作・ 施工不良		
ゆるみ、脱落						
変 形	繰返し荷重、衝突、 偏土圧・圧密沈下、 洗掘・侵食、地震、 火災	――		――		製作・ 施工不良
異常振動	繰返し荷重、地震		主桁他			

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P.76

8.7.2. 部材の適用補修・補強工法

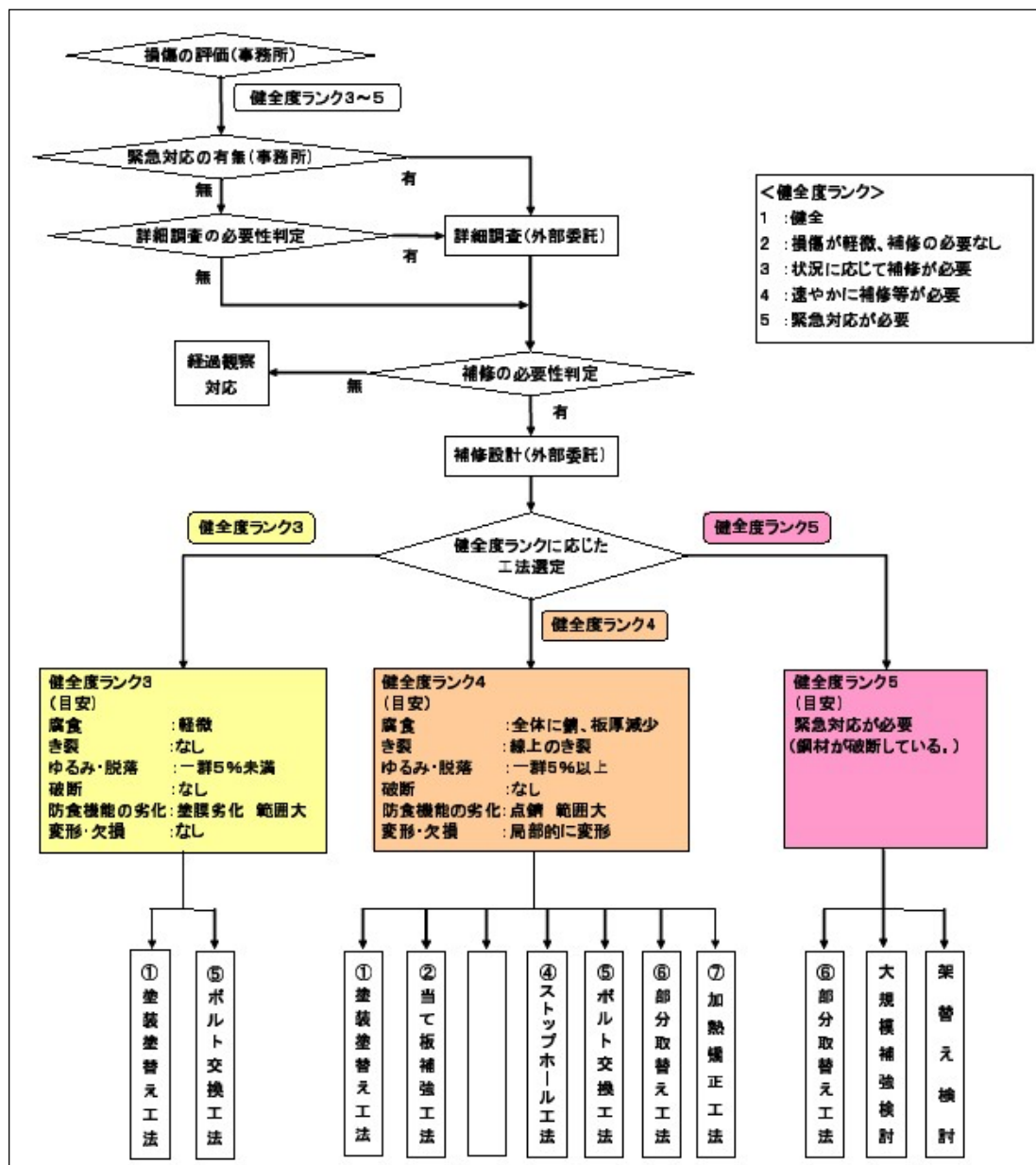
図表 8.9.2-1 鋼部材の適用可能な補修・補強工法の概要

補修補強工法	概要	対象損傷
①塗装塗替え工法	錆の発生箇所をケレンし、補修塗装を行い、鋼材の腐食を防止、部分的に著しい塗膜劣化の生じている箇所は、部分塗替えを検討	・防食機能の劣化 ・腐食
②当て板補強工法	激しい腐食による鋼部材の減厚が生じた箇所は、腐食箇所を取り囲むように当て板(添接板)を施し、高力ボルトを用いて摩擦接合	・腐食による鋼部材の減厚
③溶接補修工法	溶接部に発生したき裂部分を除去し再溶接する。再溶接部の止端部は十分に仕上げを行って疲労強度を向上させる。	・き裂
④ストップホール工法	応急的な対策として用いられる工法で、き裂の先端に丸い孔を削孔し、き裂先端部の応力集中を除去することで、き裂の進展を防止	・き裂
⑤ボルト交換工法	著しく腐食しボルト断面が欠損している場合、ボルトが破断し欠損している場合、遅れ破壊が認められる F11T を使用している場合などにボルトを交換	・ボルトのゆるみ・脱落
⑥部材取替え工法 (一部、全部)	主に二次部材が、腐食などによって損傷し、断面欠損が著しい場合は、損傷した部材全体を取外して新しい部材と取替える。	・腐食による鋼部材の減厚 ・き裂
⑦加熱矯正工法	変形した鋼部材を加熱後、一般にジャッキを用いて変形の大きい箇所から始めて、小さいほうに向かって徐々に矯正し、これを何回も繰り返す。	・変形

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P.85

8.7.3. 補強・補修工法の選定手順

図表 8.9.3-1 鋼部材の補修・補強工法の選定手順



(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成25年3月(平成29年8月一部改訂) P.86

図表 8.9.3-2 鋼構造物における損傷と補修工法の目安

損 傷	補修工法							その他 漏水対策		
	①塗装塗替え工法	②当て板補強工法	③溶接補修工法	④ストップホール工法	⑤ボルト交換工法	⑥部材取替え工法	⑦加熱矯正工法	床版防水工法	桁端部等の漏水対策	排水装置補修
腐食	◎	◎				◎		○	○	○
き裂		◎	◎	◎		◎		○	○	○
ゆるみ・脱落					◎			○	○	○
破断		◎				◎		○	○	○
防食機能の劣化	◎					○		○	○	○
変形・欠損						○	◎	○	○	○

◎：主に適用、○：適用検討、－：原則適用しない

各補修工法の特徴および留意点

各補修補強工法の特徴および工法選定時の留意点を十分に把握した上で、各橋梁に対して適切な工法を選定します。以下に補修補強工法と適用可能部材を示します。

図表 8.9.3-3 鋼部材の補修・補強工法と適用可能部材

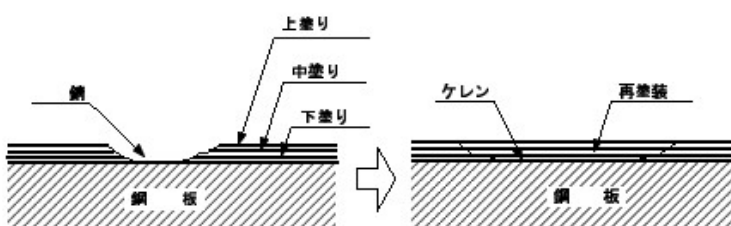
補修補強工法	適用部材
①塗装塗替え工法	鋼主桁・主構、鋼床版、鋼製橋脚
②当て板補強工法	同上
③溶接補修工法	同上
④ストップホール工法	同上
⑤ボルト交換工法	同上
⑥部材取替え工法(一部、全部)	同上
⑦加熱矯正工法	同上

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 87

① 塗装塗替え工法

a) 工法の特徴

図表 8.9.3-4 ①塗装塗替え工法

工法名	塗装塗替え工法
対象部材	主桁・主橋、鋼床版、鋼製橋脚、(鋼製支承)
工法概要	・素地調整後、補修塗装を行い、鋼材の腐食を防止 ・部分的に著しい塗膜劣化の生じている箇所は、部分塗替えを検討 
施工性	・施工は、吊足場等の足場施設が必要 ・通行規制は原則不要であるが、吊足場設置時の荷卸しのために路肩規制などが必要な場合もある。
適応性および留意点	・海岸沿岸地域の塩害、重工業地帯の亜硫酸ガスなどの発生箇所のように、周辺環境条件の厳しい箇所では、環境条件に適合した重防食塗装を実施することが望ましい。 ・発錆原因の除去対策を行わない場合は、短期間で再劣化するため、適切な対応を検討(例えば、漏水が原因の場合は、止水対策工を行った後に塗装工を実施)
使用材料	<Rc-I 塗装系の例> 素地調整:1種ケレン 下 塗:有機ジンクリッチペイント+弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(2層) 中 塗:弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗 上 塗:弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P.88

b) 工法選定時の留意点

頻繁に塗替を繰り返すことは、不経済になるばかりか素地調整の騒音等の社会的な影響も大きいことから耐久性に優れる重防食塗装系を採用することを原則とします。

旧塗膜が一般塗装系である A 塗装系、B 塗装系の場合は塗装・防食便覧に示される Rc-I 塗装系に準拠し、下図表の使用が原則です。また、C 塗装系又は耐候性鋼材、溶解亜鉛めっき、金属溶射については別途検討が必要です。

また、旧塗膜が鉛系の場合、ブラスト廃材受け入れの際に成分検査が必要となるため、十分な注意が必要です。

図表 8.9.3-5 Rc-I 塗装系(スプレー)

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

図表 8.9.3-6 旧塗膜と塗替え塗装系の組合せ

塗替え塗装系	旧塗膜	素地調整	特徴
Rc-I	A、B	1 種	ブラスト工法により旧塗膜を除去し、スプレー塗装する。
Rc-II	A、B、C	3 種	工事上の制約によってブラストできない場合に適用する。 耐久性は Rc-I 塗装系に比べて著しく劣る。
Rc-IV	C	4 種	旧塗膜に欠陥がなく、美観を改善するために行われる。
Ra-III	A	3 種	A 塗装系の塗替えで十分な塗膜寿命を有していて、適切な維持管理体制がある場合などに適用する。
Rc-II	B	2 種	工事上の制約によってブラストできなく、かつ、B 系、b 系の旧塗膜に適用する。
Rd-III	D	3 種	暗く換気が十分に確保されにくい環境の内面塗装に適用する。

(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P. 89

c) 素地調整

旧塗膜が一般塗装系である A 塗装系、B 塗装系より塗装塗替えを行う際の塗装仕様は、耐久性を考慮して下塗にジンクリッチペイントを塗付する重防食塗装系が原則です。ジンクリッチペイントは、適切な素地調整がなされれば良好な防食性能を発揮することが既往の促進試験 18 でも確認されており、素地調整はブラスト法により素地調整程度 1 種、ISO Sa2^{1/2} 相当以上に仕上げることを原則とします。

高力ボルト接合部や凹凸のある箇所に対してブラスト法による素地調整を行った場合は、研掃材が直接打撃されない部材凸部の陰の部分や隅角部等でさびや劣化塗膜が残存する可能性が高く特に注意を払う必要があります。このような部材又は部位に対しては、機械工具を併用するなどによって仕上げを行い、残存塗膜やさびを確実に除去する必要があります。

鋼橋等において塗装塗替えを計画する箇所は、腐食環境に劣る桁端部など狭隘な空間が少なくないです。そのような箇所では、補剛材・対傾構・横構・支承等の各部材が複雑に組合わさっており、それらの素地調整は十分な作業空間を確保できないなど困難を伴う場合があります。そのため、素地調整の方法は、対象とする箇所の作業性や作業効率等も考慮のうえ適切に選択する必要があります。素地調整の方法の選択にあたっては、図表 8.9.3-7 に示す素地調整工法別の性能比較を参考にして検討します。

図表 8.9.3-7 素地調整と作業内容

素地調整程度	さび面積	塗膜異常面積	作業内容	作業方法
1 種	—	—	錆、旧塗膜を完全に除去し鋼材面を露出させる	ブラスト法
2 種	30%以上	—	旧塗膜、錆を除去し鋼材面を露出させる。ただし、錆面積 30%以下で旧塗膜が B、b 塗装系の場合はジンクプライマーやジンクリッチペイントを残し、他の旧塗膜を全面撤去する。	ディスクサンダー、ワイヤホイールなどの電動工具と手工具との併用、ブラスト法
3 種 A	15～30%	30%以上	活膜は残すが、それ以外の不良部（錆、割れ、ふくれ）は除去する。	同上
3 種 B	5～15%	15～30%	同上	同上
3 種 C	5%	5～15%	同上	同上
4 種	—	5%以下	粉化物、汚れなどを除去する。	同上

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P.90

図表 8.9.3-8 素地調整工法別の性能比較（狭隘部での施工性）

項目	オープンブラスト	バキュームブラスト	機械工具
除せい度	◎ 施工対象部分が目視確認できれば、ISO Sa2 1/2 相当の除せい度が確保できる。ただし、ボルト頭、部材片、隅角部などでは、十分に除去できない可能性がある。	◎ バキュームノズルが設置できる空間が確保されれば、ISO Sa2 1/2 相当の除せい度が確保できる。 ただし、ボルト頭、部材片、隅角部などでは、十分に除去できない可能性があり、専用の治具を必要とする。	△ ブラストによって除去できないようなボルト頭周辺、板厚方向面など狭い範囲での施工に有利である。 ただし、時間を要しても、ISO Sa2 1/2 相当の除せい度を確保するのは難しい。
作業性	オープンスペースで作業を行うため、作業姿勢は良い。 研掃材や粉塵が噴出するため、作業環境はバキュームブラストに劣る。	バキュームノズルが設置できる空間が確保されれば、作業性は良い。	機械工具が設置できる空間が確保されれば、ある程度の作業性は得られる。
作業効率	凹凸部分が多い狭隘部で、かつ、施工面積が広い場合は有利である。	狭隘部でも必ずしも作業効率は悪くない。 ただし、施工面積が広い場合や塗膜が厚い場合では、作業量も増大し効率は劣る。	ブラストによって除去できないような箇所では有利である。

d) 塗装履歴の記録方法

塗装工事者は塗装工事終了後に桁端部の腹板等の見やすい位置に塗装記録表を残すことが原則です。下図表に塗装記録表の例を示します。

図表 8.9.3-9 塗装記録表の表示位置、塗装記録表の例

塗 装 記 録 表 示

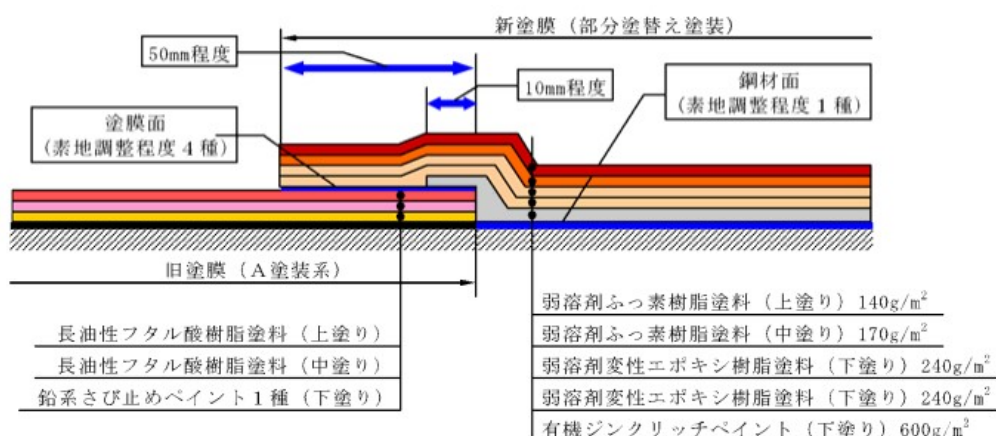
塗装年月	年	月	
塗装系(適用規格類)	○ ○ 系		
塗装会社	下塗	○ ○ ○ ○ (株)	
	中塗		
	上塗		
塗料材質	下塗	○ ○ ○ ○ 塗装	
	中塗		
	上塗		
上塗塗色	○ ○ ○ ○ 色		
塗料製作会社	下塗	○ ○ ○ ○ (株)	
	中塗		
	上塗		

(出典)福島県 橋梁補修調査設計要領(案)平成 25 年 3 月(平成 29 年 8 月一部改訂) P.91

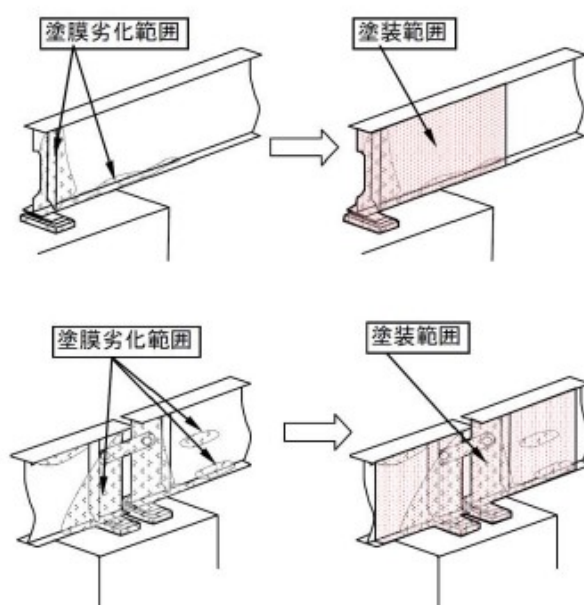
e) 部分塗替え塗装

- ・部分塗替え塗装は、特定の部材又は部位の劣化が著しい場合に、その箇所を含むある範囲を塗替えることを示します。
- ・部分塗替え塗装系は重防食塗装系を採用することを原則とします。
- ・新塗膜と旧塗膜との境界部には、塗り重ね部を設けるものとします。
- ・塗装範囲は腐食が局部的であっても維持管理を考慮する範囲をまとめて塗替えるものし、局部的な塗装は原則として行わない（タッチアップ塗装のような施工は行わない）。
- ・桁端部を対象とする場合は、腐食環境に配慮し橋座面上を塗装の最小範囲とします。
- ・旧塗膜が一般塗装系である A 塗装系、B 塗装系の場合は塗装・防食便覧に示される Rc-I 塗装系に準拠することが原則です。C 塗装系又は耐候性鋼材、溶解亜鉛めっき、金属溶射については別途検討が必要です。

図表 8.9.3-10 新旧塗膜の塗り重ね部の処理



図表 8.9.3-11 劣化部位に応じた塗装範囲の決定例



(出典) 福島県 橋梁補修調査設計要領(案) 平成 25 年 3 月 (平成 29 年 8 月一部改訂) P. 92