3. 橋梁長寿命化修繕計画策定の基本方針

３－１．健全度区分による管理水準と維持管理区分の分類

（１）健全度区分と管理水準の設定

船橋市の長寿命化修繕計画における管理水準は、**対策区分Ｃ**（対策区分Ｃになった時に補修を行う）を目標とする。

船橋市の維持管理水準は、表－3.1.1 に示すように対策区分Ｃの発生は許容するが、発生後は速やかに補修することを目標とする。

表-3.1.1　船橋市橋梁の管理水準

健全度区分	橋梁定期点検要領（案）	
	対策区分	判　定　内　容
E	E1	緊急対応の必要あり（構造的安全性：落橋等）
	E2	緊急対応の必要あり（その他：第三者被害等）
C	C	５年程度以内に補修等の必要あり
A	B	５年程度以内に補修を行う緊急性はない
	A	損傷なし、軽微な損傷で補修は不要

長寿命化修繕計画で修繕対象とする

船橋市の管理水準

※健全度区分については「３－２」参照

（２）重要度に応じた維持管理区分の設定

船橋市においては、維持管理予算の制約から、計画策定当初や２巡目以降の点検実施後などで対策区分Ｅ1・Ｅ２・Ｃの橋梁が多数確認された場合、対策完了までの期間が長くなることが想定される。加えて、船橋市では緊急輸送道路や跨道・跨線橋など重要度の高い橋梁から農業用など利用者が限定される小規模橋梁まで重要度が大きく異なる橋梁を管理しており、これらを同一レベルで維持管理することは効率的・効果的な維持管理方法とは言えない。

以上のことから、船橋市の長寿命化修繕計画においては、橋梁の重要度に応じた維持管理区分として下記３区分に分類し、メリハリのある維持管理を行うこととした。

維持管理区分水準と対策優先順位のイメージを下記及び**表－3.1.2** に示す。

橋梁の維持管理区分

カテゴリーⅠ：特に重要度の高い管理橋として、積極的な予防保全対策を行う橋梁
カテゴリーⅡ：一般的な管理橋として、異常が見られた場合は速やかな対策を行う橋梁
カテゴリーⅢ：重要性の低い管理橋として、重大な損傷が確認された場合に修繕・更新を行う橋梁

表-3.1.2　橋梁の重要度に応じた維持管理区分と管理水準

維持管理区分		カテゴリーⅠ 重要度：高	カテゴリーⅡ 重要度：中	カテゴリーⅢ 重要度：低
中長期の管理水準		予防保全	事後保全	事後保全
補修範囲	健全度 E	○	○	○
	健全度 C	○	○	－
	健全度 A	○予防的修繕※	－	－
短期計画の優先順位	健全度 E	1	2	3
	健全度 C	4	5	－
	健全度 A	6	－	－

※予防的修繕とは、健全度Ａの部材・損傷でも、主要な部材の劣化進行を抑制するために必要な対策。
例えば、伸縮装置の漏水対策，舗装の橋面防水、塩害等の潜伏期における劣化進行抑制対策をいう。

重要度に応じたカテゴリー分類は、管理橋の立地環境や利用状況などから得られる下記情報を基に分類した。重要度区分の分類方法及び該当橋梁数一覧を**表－3.1.3** に示す。

① 緊急輸送道路に位置する橋梁
② 跨道・跨線橋
③ ２車線以上の（区画線が明示されている）橋梁
←交通量が多く、バス路線指定が該当する場合が多い。また、同規格の市道による迂回路確保が困難である。
④ 利用者が限定される橋梁
←交通量が極めて少なく、農業用道路など利用者が限定される

表-3.1.3　重要度区分分類方法及び該当橋梁数一覧

重要度区分	対象橋梁の条件	該当橋梁数
カテゴリーⅠ	・緊急輸送道路上の橋梁 ・跨線・跨道橋 ・2車線以上の（区画線が明示されている）橋梁※	50橋
カテゴリーⅡ	・カテゴリーⅠ及びⅢ以外の橋梁	112橋
カテゴリーⅢ	・農業用道路など、利用者が限定される路線に架かる橋梁 （橋梁の前後が未舗装であり、雑草の繁茂など明らかに利用の少ない線に架かる橋梁）	71橋

※上下線分離構造の場合は、上下線を合わせた車線数とする。

カテゴリーⅠ

カテゴリーⅡ

カテゴリーⅢ

３－２．健全度区分の判定

短期の長寿命化修繕計画策定における要対策橋梁の抽出及び補修工法の選定に先立ち、点検要領（案）に従って実施した点検結果について対策区分判定結果や損傷要因を基に総合的観点から点検結果を精査したうえ、健全度区分として再整理した。

健全度区分は、補修の緊急性から**図－3.2.1**に示す健全度区分Ｅ・Ｃ・Ａの３つに分類するとともに、次項３－４に示す損傷パターンに分類した。

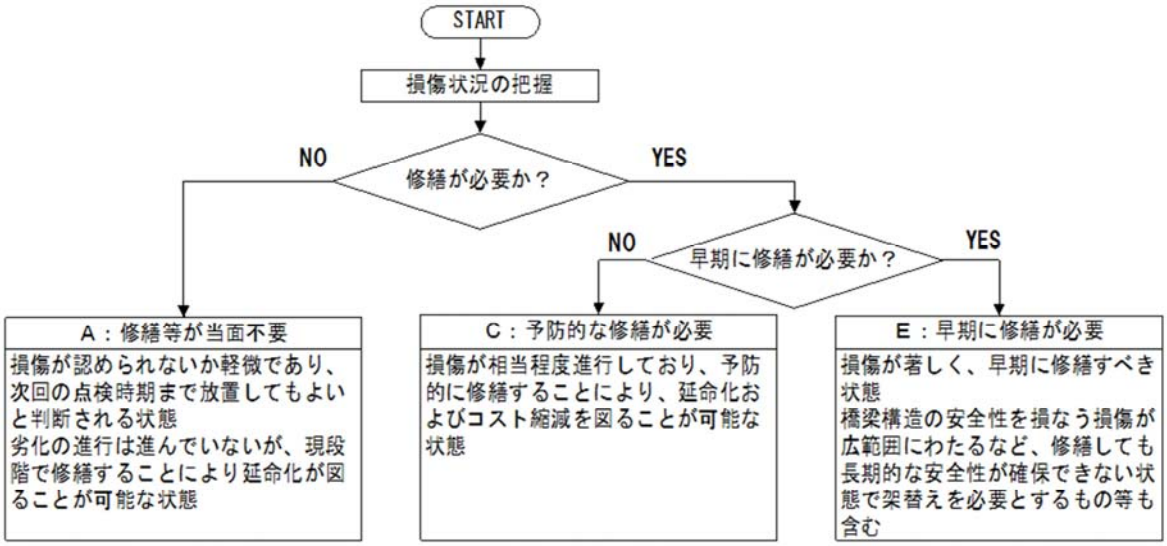


図-3.2.1　健全度区分判定の流れ

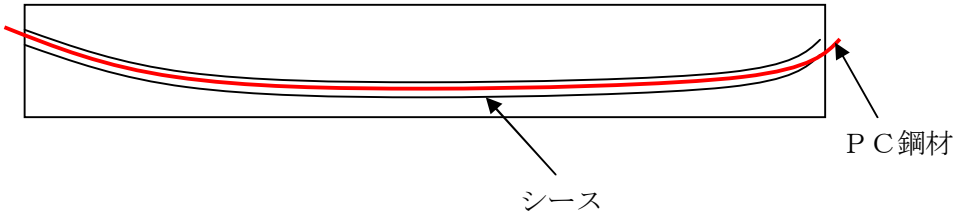
３－３．損傷パターンの分類

適切かつ効果的な補修を行うためには、損傷要因に応じた補修工法の選定が不可欠であることから、健全度区分の再判定に加え、損傷の要因毎に損傷パターンの分類を行った。**表－3.3.1**に分類を行った損傷パターンについて示すとともに、船橋市で確認された代表的な損傷パターンの事例と対策方針について示す。

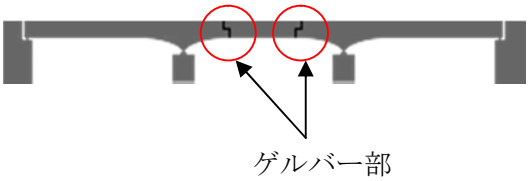
表-3.3.1(1)　損傷パターン分類（その１：健全度区分Ｅ）

損傷内容	
Ｅ－①	腐食による板厚減少を伴う著しい錆が広範囲に発生している状態
Ｅ－②	鋼部材の接合部で5%以上のボルトの脱落が確認できる状態
Ｅ－③	鋼部材の溶接部等に亀裂や破断が生じている状態。腐食により断面欠損している状態
Ｅ－④	支承本体に腐食や圧壊、われ、沈下・移動・傾斜等により支承の機能障害が生じている状態
Ｅ－⑤	RC床版に幅0.2mm以上の格子状ひび割れが密集しており、著しい漏水・遊離石灰、錆汁を併発している状態。またはコンクリート片のうきや抜け落ちが確認される状態。
Ｅ－⑥	構造の安全性を損なう著しいひびわれがある状態 ・ＰＣ桁のシース※1・ＰＣ鋼材に沿った漏水・遊離石灰混じりのひびわれ・桁端部に斜めひびわれが発生している状態 ・掛け違い（ゲルバー※2）部に構造安全性を損なう著しいひびわれがある状態 ・うき、剥離が生じており第三者被害が懸念される状態
Ｅ－⑦	塩害環境にあり、錆汁を伴う軸方向ひび割れや鉄筋露出が確認される状態。または、表面保護工に錆汁を伴う再損傷が確認される状態
Ｅ－⑧	浸食等による下部工の著しい剥離・鉄筋露出
Ｅ－⑨	構造安全性を損なう沈下・移動・傾斜が確認される状態
その他	上記に該当しない損傷

※1　シース：コンクリート硬化後にＰＣ鋼材を緊張するポストテンション方式のＰＣ桁において設置されるＰＣ鋼材を通すための円形の筒



※2　ゲルバー：ドイツのゲルバー（J.G.Gerber）が創案した、桁とヒンジ（継ぎ目）からなる構造の橋。



Ⓔ-③の損傷事例と対策方針

損傷例	鋼部材の溶接部等に亀裂や破断が生じている状態。腐食により鋼部材が断面欠損している状態。 （→亀裂e、破断e、腐食e）
損傷写真	 横桁（ｽﾃｨﾌﾅｰ取り合い部）の亀裂・塗膜割れ
対策方針	○溶接補修工法 ○ストップホール工法 ○部材取り替え又は当て板補強工法

Ⓔ-④の損傷事例と対策方針

損傷例	支承本体に腐食や圧壊、われ、沈下・移動・傾斜等により支承の機能障害が生じている状態 （→支承の機能障害：e、腐食：e）
損傷写真	 支承の機能障害（ローラー沓の抜出し）
対策方針	○支承取替え工法+非排水型伸縮装置取り替え工 （支承取替えの最小施工単位は1支承線単位とする）

Ⓔ-⑥の損傷事例と対策方針

損傷例	構造の安全性を損なうような著しいひびわれがある状態 ・PC桁のシース・PC鋼材に沿った漏水・遊離石灰混じりのひびわれ ・掛け違い（ゲルバー）部に構造安全性を損なう著しいひびわれがある状態 ・桁端部に斜めひびわれが発生している状態　等
損傷写真	 主桁のひびわれ
対策方針	更新又は補強対策（発生部位・要因に応じて対策）

Ⓔ-⑨の損傷事例と対策方針

損傷例	沈下・移動・傾斜が確認され、主桁と胸壁間の遊間異常等の不具合がある状態。 （→沈下・傾斜・移動：e、遊間異常：e）
損傷写真	 ※写真の橋梁は現在更新予定時期まで通行止めにより対応 下部工の沈下・移動・傾斜
対策方針	更新又は補強対策 （暫定対策実施後、必要に応じて動態観察を実施する。）

表-3.4.1 (2)　損傷パターン分類（その２：健全度区分Ｃ）

損傷内容	
Ｃ－①	板厚減少は認められないが、広範囲にわたり錆が発生している状態
Ｃ－②	腐食に起因する局所的な板厚減少が認められる状態
Ｃ－③	支承全体に錆が生じているが、著しい断面欠損までは至っていない状態
Ｃ－④	主部材の接合部でボルトの脱落（5%未満）が確認できる状態、遅れ破壊により第三者被害が懸念される状態
Ｃ－⑤	RC床版に、幅0.2mm以上の格子状のひびわれが確認され、一部にうきや角落ち、漏水や遊離石灰を併発している状態
Ｃ－⑥	塩害環境（凍結防止材散布地域含む）にあり、連続する軸方向ひび割れやうきが確認される状態
Ｃ－⑦	コンクリート部材に構造安全性を損なうようなひび割れが確認される状態
Ｃ－⑧	うきまたは鉄筋露出(0.1m^{2}以上）が確認され、鉄筋が腐食している状態
Ｃ－⑨	舗装にひびわれやポットホール、コルゲーションが多数確認される状態
Ｃ－⑩	火害により変形・塗膜割れ・防食機能の劣化が生じた状態が生じた状態
その他	上記に該当しない損傷

Ⓒ-①の損傷事例と対策方針

損傷例	板厚減少は認められないが、広範囲にわたり錆が発生している状態 （→腐食：c、防食機能の劣化：e）
損傷写真	 鋼主桁の防食機能の劣化・腐食
対策方針	○4種ケレン+再塗装(C系) ○3種ケレン+再塗装(C系) ○1種ケレン+再塗装(C系)

Ⓒ-②の損傷事例と対策方針

損傷例	腐食に起因する局所的な板厚減少が認められる状態 （→腐食：d）
損傷写真	 鋼主桁の腐食（断面減少）
対策方針	○当て板補強工法+再塗装(C系)

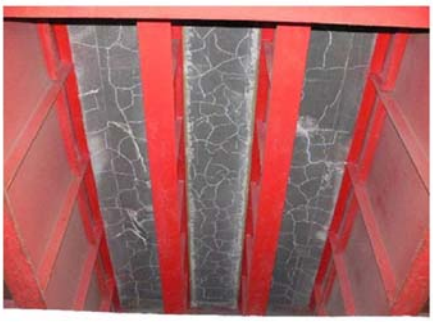
Ⓒ-③の損傷事例と対策方針

損傷例	支承全体に錆が生じているが、著しい断面欠損までは至っていない状態 （→腐食：c,d）
損傷写真	 支承の腐食
対策方針	○補修塗装工法+潤滑剤注入 ○亜鉛溶射工法+潤滑剤注入

Ⓒ-④の損傷事例と対策方針

損傷例	主部材の接合部でボルトの脱落（5%未満）が確認できる状態、遅れ破壊により第三者被害が懸念される状態 （→ゆるみ･脱落：c）
損傷写真	 ボルトの脱落
対策方針	○高力ボルトの交換工 ○落下防止ネット ○ボルト落下防止キャップ設置

Ⓒ-⑤の損傷事例と対策方針

損傷例	RC床版に、幅0.2mm以上の格子状のひびわれが確認され、一部にうきや角落ち、漏水や遊離石灰を併発している状態 （→床版ひびわれ：c～e）
損傷写真	 鋼橋RC床版の床版ひびわれ
対策方針	○防水層+ひびわれ注入工法＋炭素繊維シート接着工法 ○防水層+ひびわれ注入工法

Ⓒ-⑥の損傷事例と対策方針

損傷例	塩害環境（凍結防止材散布地域含む）にあり、連続する軸方向ひび割れやうきが確認される状態 （→ひびわれc～e、剥離・鉄筋露出、うきe）
損傷写真	 塩害による床版のうき、剥離・鉄筋露出
対策方針	○断面修復工+ひびわれ注入工法＋含浸保護工

Ⓒ-⑦の損傷事例と対策方針

損傷例	コンクリート部材に構造安全性を損なうようなひび割れが確認される状態 （→ひびわれc～e）
損傷写真	 主桁のひびわれ 下部工のひびわれ
対策方針	○ひびわれ注入工法

Ⓒ-⑧の損傷事例と対策方針

損傷例	うきまたは鉄筋露出(0.1m^{2}以上）が確認され、鉄筋が腐食している状態 （→剥離・鉄筋露出d～e）
損傷写真	 床版の剥離・鉄筋露出
対策方針	○断面修復工法

Ⓒ-⑨の損傷事例と対策方針

損傷例	舗装にひびわれやポットホール、コルゲーションが多数確認される状態 （→舗装の異常e、路面の凹凸e）
損傷写真	 舗装の異常（舗装ひびわれ）
対策方針	○舗装打換え工法（橋面防水工）

Ⓒ-⑩の損傷事例と対策方針

損傷例	火害により変形・塗膜割れ・防食機能の劣化が生じた状態が生じた状態
損傷写真	 火災による鋼主桁等の防食機能の劣化
対策方針	○当て板、部材部分交換

３－４．劣化予測手法

船橋市の橋梁では、コンクリート床版の漏水・遊離石灰やコンクリート下部工の剥離・鉄筋露出に経年的な劣化傾向は見られたが、管理橋の母数が少なく、架設年が明確な橋梁（推定を除くと 73 橋と全体の 3 割）も少ないため、既往点検結果を基に劣化予測式を作成することは困難である。

よって、船橋市の長寿命化修繕計画に用いる劣化予測式は、県内すべての環境条件を考慮して立案された千葉県長寿命化修繕計画における劣化予測を踏襲することとする。

劣化予測は千葉県の予測手法を踏襲するものとし、以下のとおりとする。
○劣化予測は、ＬＣＣ最小化を用いた予防保全対策における対策時期の検討、長寿命化修繕計画によるコスト縮減費の算出等に使用する。
○コンクリートの３大損傷のうち予測が可能な塩害及びＲＣ床版の疲労、鋼橋の補修要因の大半を占める防食機能の劣化・腐食を対象とする。
○上記以外の劣化原因は、点検結果を基に補修要否の判断や対策時期・概算費用等の検討を実施し、定期対策とする。

ＬＣＣ最小化では、設定した劣化予測式（劣化の速度）と健全度に応じた対策工法別のコストを勘案し、最適な対策工法および時期を算定する。個々ではＬＣＣ最小化に用いる劣化予測式および対策工法の設定について整理する。なお、劣化予測を行わない部材については、点検結果をもとに別途費用の計上を行う。

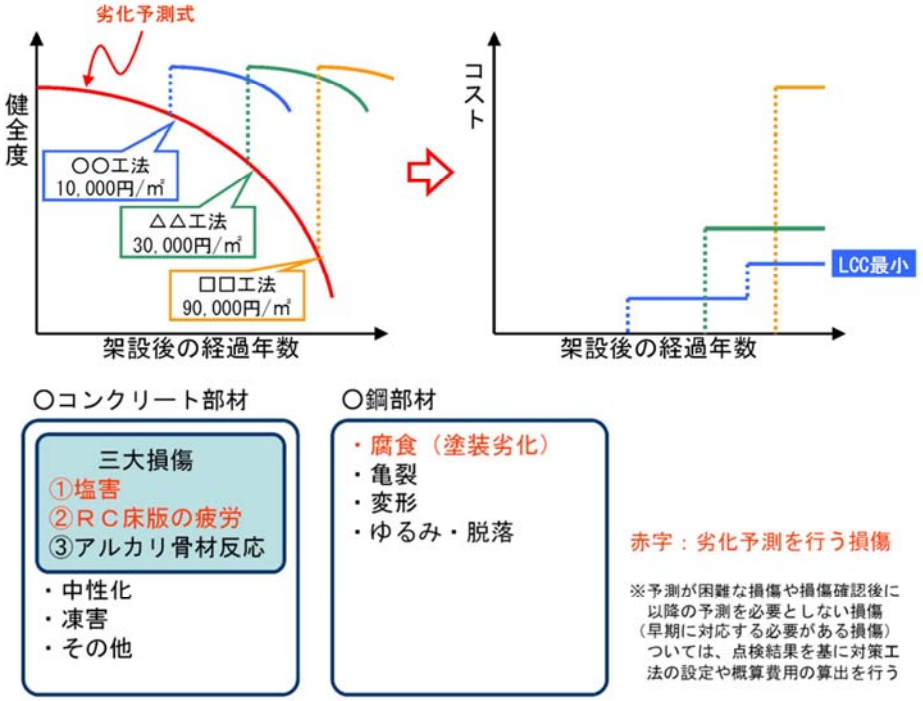


図-3.4.1　　劣化予測イメージ図

劣化予測対象とする、塩害、ＲＣ床版の疲労、鋼橋の腐食（塗装劣化）の劣化予測方法を以降に示す。

（１）塩害

塩害に関する劣化予測には、表－3.4.1に示すように潜伏期および加速期以降を対象とし、塩化物イオン量および鉄筋の腐食による体積減少率に着目した予測式を採用することとした。

表-3.4.1　塩害の劣化予測の考え方

劣化過程	予測手法	備考
潜伏期	塩化物イオンの拡散方程式	塩化物イオン量が1.2kg/㎥に達した時に加速期へ移行
進展期	－	潜伏期、劣化期以降に比べて、非常に期間が短いため、考慮しない
加速期	鉄筋の体積減少率	体積減少率が0.2に達した時に更新
劣化期		

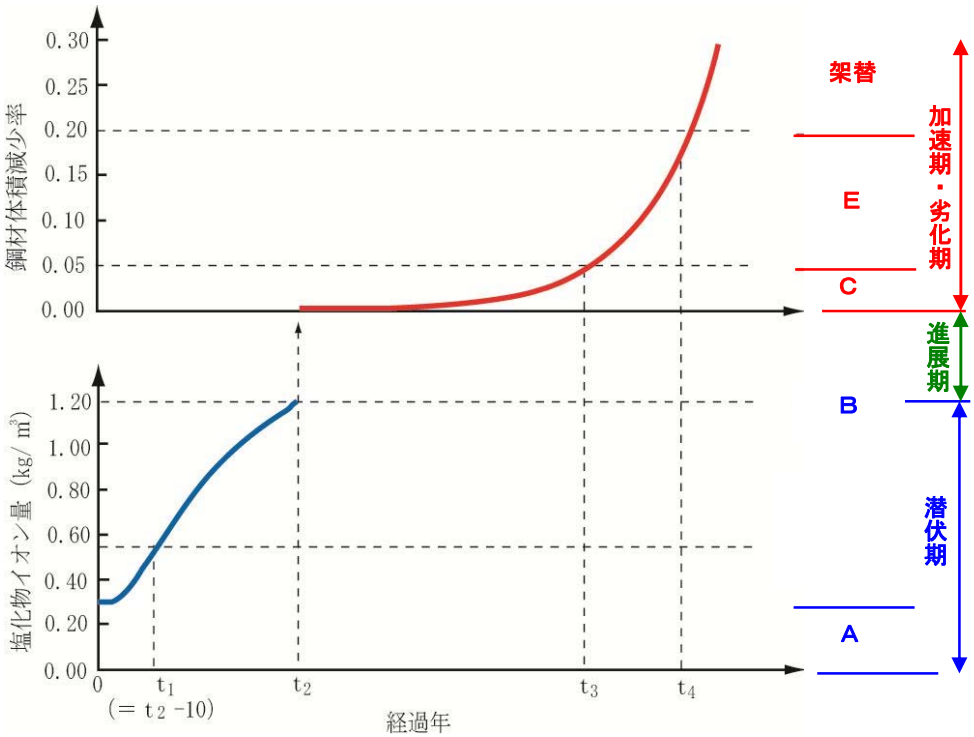


図-3.4.2　塩害に関する劣化予測モデル模式図

①塩害に関する劣化予測式

ａ）潜伏期の劣化予測

・コンクリート標準示方書［維持管理編］（土木学会）に準拠する。
・塩化物イオンのコンクリート内部への拡散方程式(フィックの第２法則)を用いた予測式（式－3.4.1）を適用する。
・コンクリート中の塩化物イオン含有量が1.2kg/m³に達した時に加速期へ移行するものと仮定する。

塩化物イオンの拡散方程式(フィックの第２法則)に、今年度実施された塩化物イオン含有量の試験結果を反映させて劣化予測を行う。

$$C(x,t)=\gamma cl\left\{Co\left(1-erf\frac{x}{2\sqrt{D\cdot t}}\right)+Ci\right\} \quad \cdots \text{（式－3.4.1）}$$

ここに、　C(x,t)：深さx（cm）、時刻t（年）における塩化物イオン濃度（kg/m³）
Co　：表面における塩化物イオン濃度（kg/m³）
γ_{cl}：予測の精度に関する安全係数(=1.0)
erf　：誤差関数
x　：コンクリート表面からの距離（mm）
D　：塩化物イオンの見かけの拡散係数（cm²/年）
t　：時間（年）
Ci　：初期含有塩化物イオン濃度（＝0.3kg/m³ 注)）
注）旧建設省通達 コンクリート中の塩分総量規制(昭和61年6月)、JIS A 5308(昭和61年6月)を基に設定

ｂ）進展期の劣化予測

進展期は腐食開始からひび割れ発生までの期間であり、進展期の長さは鉄筋の腐食速度とひび割れ発生時の腐食量が大きく影響を与える。なお、コンクリート中の鉄筋の腐食速度は、鉄筋表面への酸素の供給量が重要な要因と考えられるが、酸素供給量を実橋で把握することは極めて困難である。また、進展期は潜伏期や加速期以降の期間に比べ短いことが確認されている※1)。このことから、進展期の期間は考慮せず、加速期へ移行するものとし、劣化予測を行うものとする。

※１）コンクリート構造の寿命予測に関する一考察（著者：関ら）
（コンクリート工学年次論文集12-1 1990年）

c）加速期以降の劣化予測

・コンクリート構造物のリハビリテーション研究報告書((社)日本コンクリート工学協会)
　に準拠する。（以下「リハビリ報告書」という）
・鉄筋の腐食による体積減少率に着目した予測式（式－3.4.2）を適用する。
・鉄筋の断面減少率が20%に達した時点が耐久性状の限界(劣化期の終点)として仮定する。

$$V_{reduction} = \frac{4ac}{\phi \gamma_{Fe}} e^{\frac{\alpha t}{a}} \quad \cdots \text{（式－3.4.2）}$$

ここに、　$V_{reduction}$　：体積減少率
　　a　：ひび割れ幅と腐食量に関する係数
　　c　：ひび割れ発生直後のひび割れ幅
　　（＝0.001mm）
　　α　：ひび割れ幅と腐食速度に関する係数
　　ϕ　：鉄筋の径（直径）（mm）
　　γ_{Fe}　：鉄筋の単位体積質量(mg/mm^3)

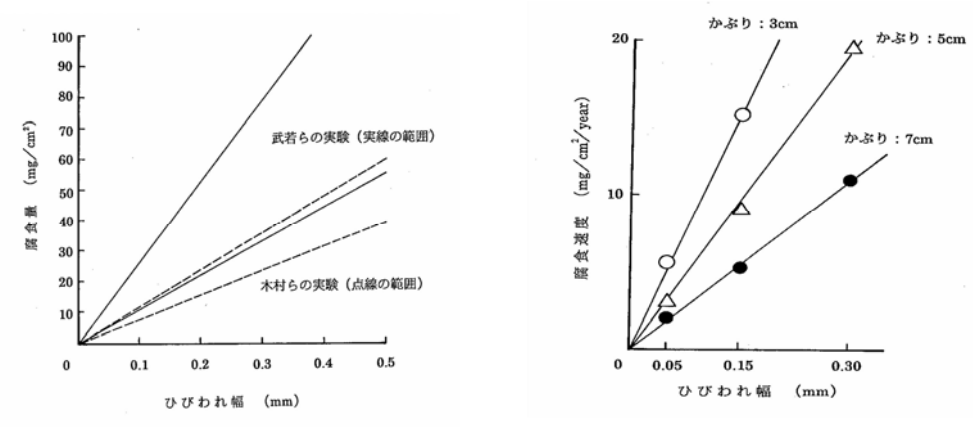


図-3.4.3　ひびわれ幅と腐食量・腐食速度の関係

（２）ＲＣ床版の疲労

①ＲＣ床版の疲労の劣化予測

・コンクリート標準示方書［維持管理編］制定資料（土木学会）に準拠する。
・マイナー12乗則に従った予測式を適用する。
（破壊に至るまでの輪荷重繰返し回数を基に累積疲労損傷度を算出する。）

【破壊に至る繰返し回数(N_f)の算出方法】

$N_f = 10^{\beta}$ ・・・（式－3.4.3）

$$\beta = 1/k[\log C - \log(P_0 / P_{sx}]$$

$$Psx = 2B(f_v \cdot x_m + f_t \cdot C_m)$$

$$B = b + 2 \cdot d_d$$

$$f_v = 0.656 \cdot f_c'^{\,0.606}$$

$$f_t = 0.269 \cdot f_c'^{\,2/3}$$

$$x_m = -\frac{n(As + As')}{b} + \sqrt{\left(\frac{n(As + As')}{b}\right)^2 + \frac{2n}{b}(As \cdot d + As' \cdot d')}$$

ここで、

N_f：疲労破壊に至る繰り返し回数
n ：ヤング係数比
b ：載荷板の辺長
As ：引張側主鉄筋の断面積（mm^2）
As’：引張側主鉄筋の断面積（mm^2）
d ：引張側主鉄筋の有効高さ（mm）
d’：圧縮側主鉄筋の有効高さ（mm）
d_d ：配力鉄筋の有効高さ（mm）
f'_c：コンクリートの圧縮強度（N／mm2）
f'_v：コンクリートのせん断強度（N／mm2）
f'_t：コンクリートの引張強度（N／mm2）
Cm：引張側主鉄筋のかぶり深さ（mm）
P_0：基本輪荷重（kN）
k ：0.07835
C ：1.2366

②ＲＣ床版の疲労の劣化予測に関する補正方法

・累積疲労損傷度；Ｄを「基本輪荷重の繰返し回数」と「破壊に至る繰返し回数」の比率で表す。

$$D=\frac{N}{N_f}$$

ここに、D：疲労損傷度、N：繰り返し回数、N_f：疲労破壊に至る繰返し回数

表-3.4.2　損傷程度と累積疲労損傷度の関係

損傷程度	一般的状況	ひび割れ密度（m/㎡）	累積疲労損傷度
a	損傷無し	0～1	0.0～0.2
b	ひびわれ間隔1.0m～0.5m、1方向が主で直角方向は従、かつ格子状ではない ひびわれ幅0.1mm以下が主であるが、一部に0.1mm以上も存在する	1～2	
c	ひびわれ間隔0.5m程度、格子状直前のもの ひびわれ幅0.2mm以下が主であるが、一部に0.2mm以上も存在する	2～4	0.2～0.5
d	ひびわれ間隔0.5m～0.2m程度、格子状に発生 ひびわれ幅0.2mm以上が目立ち部分的な角落ちもみられる	4～10	0.5～0.75
e	ひびわれ間隔0.2m以下、格子状に発生 ひびわれ幅0.2mm以上がかなり目立ち連続的な角落ちが生じている	10～	0.75～0.8
―			0.8～1.0

出典：『国土技術政策総合研究所資料』国土交通省　国土技術政策総合研究所

床版ひびわれの損傷程度は、損傷の進展状況から、ａ～ｃが健全度区分Ａ、ｄが健全度区分Ｃ、ｅが健全度区分Ｅに相当すると考えられる。ただし、損傷程度ｃは曲げ補強対策が必要となる段階で、既往の実験では補強が実施された床版が疲労により数十年後に再び損傷するという結果の報告もあることから、将来的な劣化の進展および再劣化に対する予防的効果を勘案し、健全度Ｃと同等の優先度として扱い、早期の修繕を実施することとする。

（３）防食機能の劣化

・防食機能の劣化予測は統計解析結果を基に、多項式や指数関数で表現されることが多いが、現段階では点検結果が少なく予測の精度が劣るため、既存の文献やヒアリング結果を基に設定する。

鋼道路橋塗装・防食便覧　(社)日本道路協会

橋梁技術者のための塗装ガイドブック　(社)日本橋梁建設協会

・塗装後の損傷程度の評価区分（ａ）から塗膜の耐用年数における損傷程度の評価区分（ｅ）までを直線で結ぶ劣化予測式を用いる。（１次式）

表-3.4.3　塗装系の耐用年数

塗装系	塗装名称	耐用年数		
		一般環境※1（山間部）	やや厳しい環境※1（市街地部）	厳しい環境※1（海岸部）
A系	長油性フタル酸樹脂塗料	15年	10年	－
B系	塩化ゴム系塗料	20年	15年	10年
C系	ポリウレタン樹脂塗料	40年	30年	20年
	ふっ素樹脂塗料	60年	45年	30年
亜鉛めっき	亜鉛めっき	100年	60年	25年
アルミ溶射	アルミ溶射	100年	70年	60年
耐候性鋼材	耐候性鋼材	100年以上	100年以上	－

出典：『橋梁技術者のための塗装ガイドブック　(社)日本橋梁建設協会』

※1　表-3.4.4　腐食環境分類表

腐　食　環　境　区　分	
一般環境	飛来塩分の影響を受けず、自動車の排気ガスや工場の媒煙を強く受けない田園、山間部。
やや厳しい環境	飛来塩分の影響を受け、自動車の排気ガスや工場の媒煙を強く受ける都市部、工業地帯。
厳しい環境	潮風が強く、飛来塩分の影響を強く受ける海上、海浜地区および高温多湿帯。

出典：※1『橋梁技術者のための塗装ガイドブック　(社)日本橋梁建設協会』

なお、塗替塗装の耐用年数については、実状を勘案してＲｃ－Ⅲ※2については15年、Ｒｃ－Ⅰ※3については30年と想定した。３－５におけるＬＣＣ比較結果より、塗替塗装はＣ系塗装とし、素地調整程度は塗膜の状況や施工条件に応じて選定する。

※2　Ｒｃ－Ⅲ：ディスクサンダー等で発錆部分を除去（３種ケレン）した後、Ｃ系塗装にて塗替えを行う塗替え塗装仕様の一種。

※3　Ｒｃ－Ⅰ：ブラスト機を用いて旧塗膜を完全に除去（１種ケレン）した後、Ｃ系塗装にて塗替えを行う塗替え塗装仕様の一種。

（４）塩害及び疲労損傷の該当橋梁について

1）塩害の影響が懸念される橋梁

船橋市は、沿岸線を有する地域であるものの、東京湾でも特に内側に位置しており飛来塩分の影響が少ないと判断される。

その中でも運河や干潮河川の河口から200m以内に位置する橋梁で塩害の影響が懸念される橋梁は**表-3.4.5**，**図-3.4.4**に示す9橋であり、鋼床版の単純桁橋や15m未満の橋梁、架け替えが予定されている橋梁を除くと対象は4橋に限定される。

よって、塩害の影響が懸念される橋梁については、個別に塩害調査を実施した上で、補修時期及び補修工法について検討することが望ましい。なお、長寿命化修繕計画においては、この中でも塩害による損傷が確認され、橋梁規模が大きいため対策が大規模となる可能性がある新港大橋について塩害調査を実施し、長寿命化を図るための対策工法を選定した。

表-3.4.5　塩害の影響が懸念される橋梁

橋梁名	橋長(m)	上部工形式	架設竣工年	備　考
新港大橋(下り)	230.23	RC単純中空床版 鋼単純鈑桁 鋼単純箱桁	1972	
新港大橋(上り)	230.23	RC単純中空床版 鋼連続鈑桁 鋼単純箱桁	1993	
高瀬川1号橋	26.70	鋼単純箱桁	1976	
浜田橋	35.70	鋼単純鈑桁	1970	
新船橋橋(下り)	53.80	PC単純プレテンT桁	1969	老朽化の為、更新計画有り
新船橋橋(上り)	51.00	PC単純プレテンT桁	1954	
浜町橋	61.00	鋼連続鋼床版鈑桁	2000	自転車歩行者専用
千葉港葛南港区7号橋	9.80	PC単純プレテン床版	(1974)	
八千代橋	22.50	鋼単純鋼床版I桁	1991	

※（　）は推定の架設竣工年

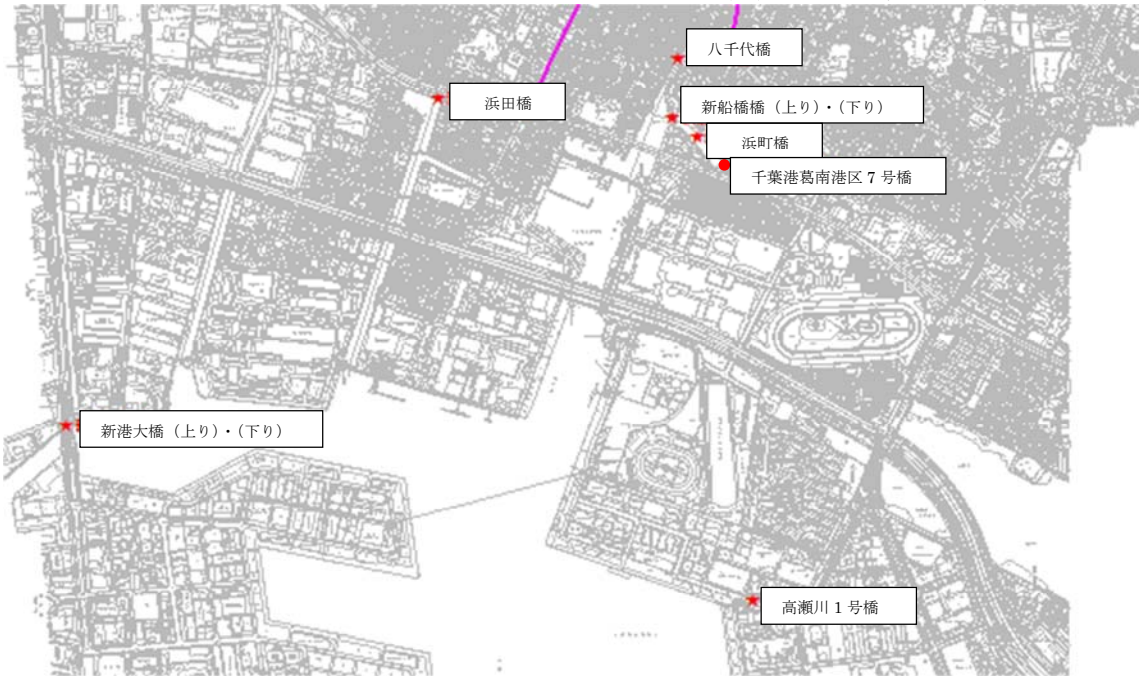


図-3.4.4　橋梁位置図（塩害の影響が懸念される橋梁）

2）鋼橋のＲＣ床版を有する橋梁

船橋市において鋼橋でＲＣ床版を有する橋梁は、表-3.4.6に示す18橋であり、歩道橋や住宅街の小規模橋梁を除くと8橋、うち床版ひびわれの損傷が確認される橋梁は、海神跨線橋，堀込跨線橋，新港大橋（下り），新港大橋（上り），高瀬川1号橋，浜田橋の6橋（損傷程度c以上の損傷は4橋）に限定され、疲労損傷が懸念される橋梁は少ない。

また、船橋市では路線別の交通量を測定していないため、マイナー12乗則を用いた劣化予測は困難である。

上記を踏まえ、RC床版の疲労損傷については、損傷程度cを健全度Cと同等の優先度として扱うとともに予防保全的な対策を行う、千葉県の予測結果に基づき決定された検討結果を踏襲することとし、床版ひびわれの劣化進行については、損傷程度の経年変化の分析結果から耐用年数を30年として、鋼橋RC床版を有する橋梁に対して劣化予測を行うこととした。

なお、長寿命化修繕計画の策定において、損傷程度dが確認され、橋梁規模の大きい新港大橋について詳細調査を実施し、長寿命化を図るための対策工法を選定した。

表-3.4.6　鋼橋RC床版を有する橋梁

橋梁名	橋長	幅員	上部工形式	架設竣工年	床版ひびわれ最大損傷	備考
飯山満川13号橋	8.40	4.20	鋼単純H形鋼	(1975)	a	住宅街
飯山満川12号橋	18.00	4.95	鋼単純H形鋼	(1975)	c	住宅街
飯山満川11号橋	7.90	4.00	鋼単純H形鋼	(1975)	d	住宅街，H24年度補修
前原川28号橋	8.00	5.30	鋼単純H形鋼	(1977)	a	住宅街(2t規制)
小栗原架道橋	38.72	6.90	鋼単純H形鋼	1971	a	
東海神こ線人道橋	23.10	1.80	鋼単純I桁	1969	a	歩道橋
海神跨線橋	96.25	7.50	鋼単純I桁	1972	c	
堀込跨線橋	20.00	8.50	鋼単純I桁	1971	b	
佐倉跨線人道橋	23.90	3.60	鋼単純I桁	1969	a	歩道橋
下ノ木こ線人道橋	24.67	3.60	鋼単純I桁	1969	a	歩道橋
津田沼こ線人道橋	27.01	3.40	鋼単純I桁	1969	b	歩道橋
東中山跨線橋	17.90	2.40	鋼単純I桁	(1979)	c	歩道橋
小栗原歩道橋	51.00	3.10	鋼単純箱桁	1990	a	歩道橋
新港大橋(下り)	230.23	17.80	鋼単純鈑桁，鋼単純箱桁	1972	d	
新港大橋(上り)	230.23	18.00	鋼連続鈑桁，鋼単純箱桁	1993	c	
高瀬川1号橋	26.70	23.80	鋼単純箱桁	1976	b	
浜田橋	35.70	16.70	鋼単純鈑桁	1970	c	
向田橋	18.00	11.30	鋼単純鈑桁	1986	a	

※（　）は推定の架設竣工年

3）塩害及び床版疲労の複合劣化対策（新港大橋の詳細調査及び対策について）

新港大橋は、維持管理区分カテゴリーⅠに該当する大規模橋梁であり、前述したとおり塩害と床版疲労の複合劣化を抱える船橋市の長寿命化修繕計画策定において重要な橋梁であることから、長寿命化修繕計画策定にあたり詳細調査を行い補修工法の検討を行うこととした。

詳細調査は、新港大橋（下り）・（上り）の各床版からコアを採取し、圧縮強度試験，静弾性係数試験，中性化深さ測定，電子プローブマイクロアナライザ（以下、EPMAとする）による塩分含有量測定を実施した。

詳細調査の結果、新港大橋（下り）については、圧縮強度及び静弾性係数の低下、中性化深さ又は発錆限界（1.2kg／m³）を超える塩分含有量が鉄筋位置に到達していることが確認された。また、新港大橋（上り）については、コンクリート強度の極端な低下は見られず、中性化深さや塩分含有量についても、現状では鉄筋を腐食させるには至っていないことが確認された。但し、中性化進行により17年後に鉄筋位置での塩分量が発錆限界を超える値となる恐れがあることが予測されたことから、長寿命化のための予防的な対策が必要と判断した。

新港大橋におけるEPMAによる塩分量測定結果の例を**図-3.4.5**，詳細調査結果を踏まえた新港大橋に対する対策工法の選定結果を**表-3.4.7**に示す。

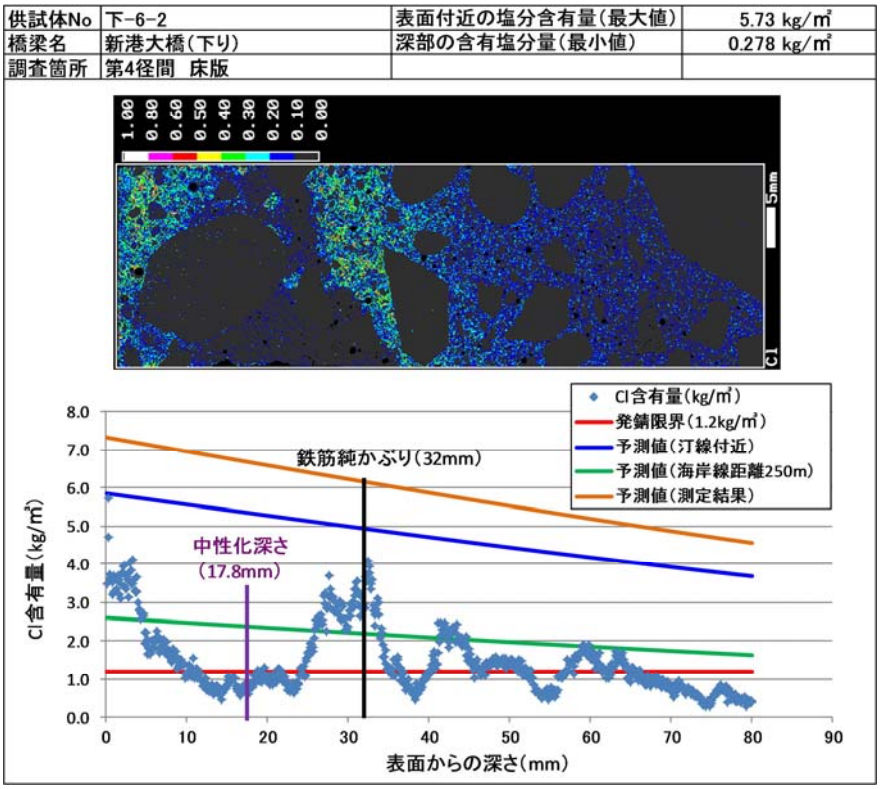


図-3.4.5　EPMAによる分析結果

※参考資料-3 参照

表-3.4.7　新港大橋の補修工法選定結果

橋梁名	対策工法
新港大橋（下り）	鋼鈑桁部（損傷程度 d が確認される）：床版取替工 鋼箱桁部（損傷程度 c 以下）： 　ひびわれ注入工＋表面含浸工＋橋面防水工
新港大橋（上り）	ひびわれ注入工＋表面含浸工＋橋面防水工

３－５．対策工法・工事単価・耐用年数の設定

（１）損傷パターン別対策工法

対策工法は、劣化要因毎に整理を行った損傷パターン別に、現在一般的に行われ施工実績のある工法の中から選定した工法を適用した。表－3.5.1に損傷パターン別対策工法一覧を示す。

表-3.5.1(1)　健全度区分Ｅの損傷の対策工法一覧

損傷		対策
E－①	腐食による板厚減少を伴う著しい錆が広範囲に発生している状態	○当て板補強工法 ○部材取替
E－②	鋼部材の接合部で5%以上のボルトの脱落が確認できる状態	ボルト取替 （遅れ破壊が原因の場合、全数の高力ボルトを交換）
E－③	鋼部材の溶接部等に亀裂や破断が生じている状態。腐食により断面欠損している状態	○溶接補修工法　○ストップホール工法 ○当て板補強工法　○部材取替
E－④	支承本体に腐食や圧壊、われ、沈下・移動・傾斜等により支承の機能障害が生じている状態	支承取替
E－⑤	RC床版に幅0.2mm以上の格子状ひび割れが密集しており、著しい漏水・遊離石灰、錆汁を併発している状態。またはコンクリート片のうきや抜け落ちが確認される状態。	○床版取替工（劣化期：架設年次1975年以前） ○床版打換工（劣化期：架設年次1976年以後） ○上面増厚工（加速期）
E－⑥	構造の安全性を損なう著しいひびわれがある状態 ・PC桁のシース・PC鋼材に沿った漏水・遊離石灰混じりのひびわれ ・桁端部の斜めひびわれ、掛け違い（ゲルバー）部の著しいひびわれ ・うき、剥離が生じており第三者被害が懸念される状態	（発生部位・要因等に応じて工法を選択する）
E－⑦	塩害環境にあり、錆汁を伴う軸方向ひび割れや鉄筋露出が確認される状態。または、表面保護工に錆汁を伴う再損傷が確認される状態	○断面修復工＋電気防食工 ○架け換え
E－⑧	浸食等による下部工の著しい剥離・鉄筋露出及び欠損	○断面修復工＋鉄筋防錆処理工 ○洗掘対策工
E－⑨	沈下・移動・傾斜が確認され、主桁と胸壁間で遊間異常がある状態等	発生部位・要因等に応じて対策［鋼桁端部の切欠等］ （暫定対策実施後、必要に応じて動態観察を実施）
E－⑩	防護柵支柱基部の破断、添架物腐食・欠損により、事故を誘発する可能性が高い状態	発生部位・要因等に応じて対策

表-3.5.1(2)　健全度区分Ｃの損傷の対策工法一覧

損傷		対策
Ｃ－①	板厚減少は認められないが、広範囲にわたり点錆が発生している	再塗装（Ｃ系） （素地調整程度は、塗膜の状況に応じて選定する）
Ｃ－②	腐食に起因する局所的な板厚減少が認められる状態	当て板補強工法（損傷の種類や程度に応じて工法を選択する）
Ｃ－③	支承全体に錆が生じているが、著しい断面欠損には至っていない	常温金属溶射＋潤滑防錆材注入工
Ｃ－④	鋼部材の接合部でボルトのゆるみ、脱落（5%未満）が確認される状態。	ボルト取替 （損傷の種類や程度に応じて工法を選択する）
Ｃ－⑤	RC床版に幅0.2mm以上の格子状ひび割れが確認され、一部にうきや角落ち、漏水や遊離石灰を併発	○橋面防水工，ひびわれ注入工，炭素繊維シート工法 ○上面増厚工（跨線橋等、下面からの施工が困難な場合等）
Ｃ－⑥	塩害環境（凍結防止材散布地域含む）にあり、連続する軸方向ひび割れやうきが確認される状態	部分断面修復＋表面含浸工（鉄筋腐食抑制タイプ） （損傷の種類や程度に応じて工法を選択する）
Ｃ－⑦	コンクリート部材に構造安全性を損なうようなひび割れが確認される状態	ひびわれ注入工等 （損傷の種類や程度に応じて工法を選択する）
Ｃ－⑧	鉄筋が露出(0.1m2以上)しており、鉄筋が腐食している状態	断面修復等 （損傷の種類や程度に応じて工法を選択する）
Ｃ－⑨	舗装にひびわれやポットホール、コルゲーションが多数確認される状態	舗装打ち換え（橋面防水含む）等 （損傷の種類や程度に応じて工法を選択する）
Ｃ－⑩	火害により変形・塗膜割れ・防食機能の劣化が生じた状態が生じた状態	当て板補強工法、部材の部分取替（損傷の程度に応じて工法を選択する）

対策工法の内、損傷に対する対策工種が多様である、Ｅ－④、Ｅ－⑦、Ｃ－①、Ｃ－③、Ｃ－⑤、Ｃ－⑥については、ＬＣＣ比較により最適工法の選定を行った。

なお、上記対策実施に際し、舗装や伸縮装置の防水不良や排水施設の不良が損傷発生や劣化進行の原因となる場合は、予防保全対策として併せて実施するものとする。

また、高欄・防護柵の補修を必要とする場合、現行基準を満足していないものについては現行基準を満足する規格に取替を行うものとする。

（２）対策工法の選定について

１）ＬＣＣの比較期間

複数の対策工法が候補として挙げられる損傷については、各々のＬＣＣを算定し、損傷パターン毎にＬＣＣの最小値を与える対策工法を選定した。ただし、図－3.5.1の算定例のように、ＬＣＣの比較期間の設定によってＬＣＣの評価結果が変わってしまうこともあるため、ＬＣＣの比較期間を適切に設定する必要がある。

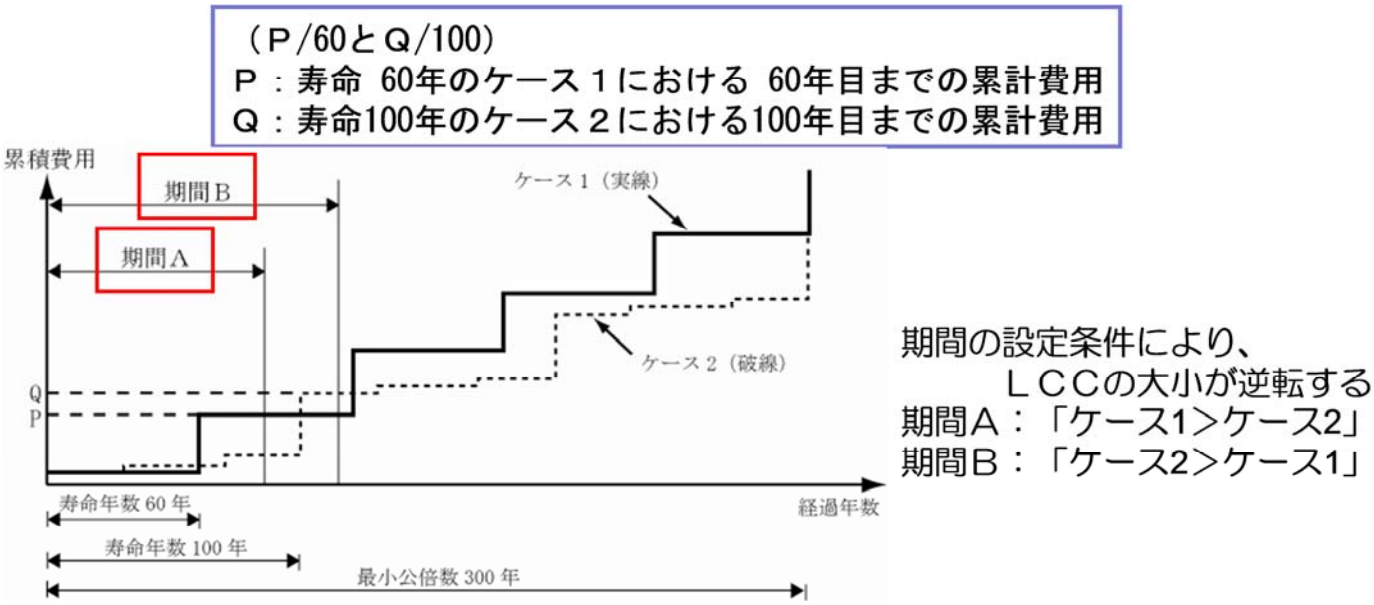


図-3.5.1　対策工法のＬＣＣ算出年数について

※）道路ｱｾｯﾄﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ ﾊﾝﾄﾞﾌﾞｯｸ（財団法人道路保全技術センター道路構造物保全研究会編）より

対策工法のＬＣＣの比較期間の条件としては、一般的に下記の２案が挙げられる。

①各代案の寿命までの年数の最小公倍数を計算期間とし、発生する全ての費用の合計をＬＣＣとして比較する。

②各代案の寿命までの年数をそれぞれの計算期間とし、各代案の寿命までの累計費用を寿命年数で除した平均値で比較する。

各工法の最小公倍数を算出年数の設定期間として比較を行う①の方が明瞭であるため、本検討では、比較期間を概ね100年程度と設定して発生費用の合計の比較によりＬＣＣの評価を行った。

２）ＬＣＣ比較による対策工法選定結果

図－3.5.2に各損傷パターンに対するＬＣＣ比較による対策工法選定結果を示す。

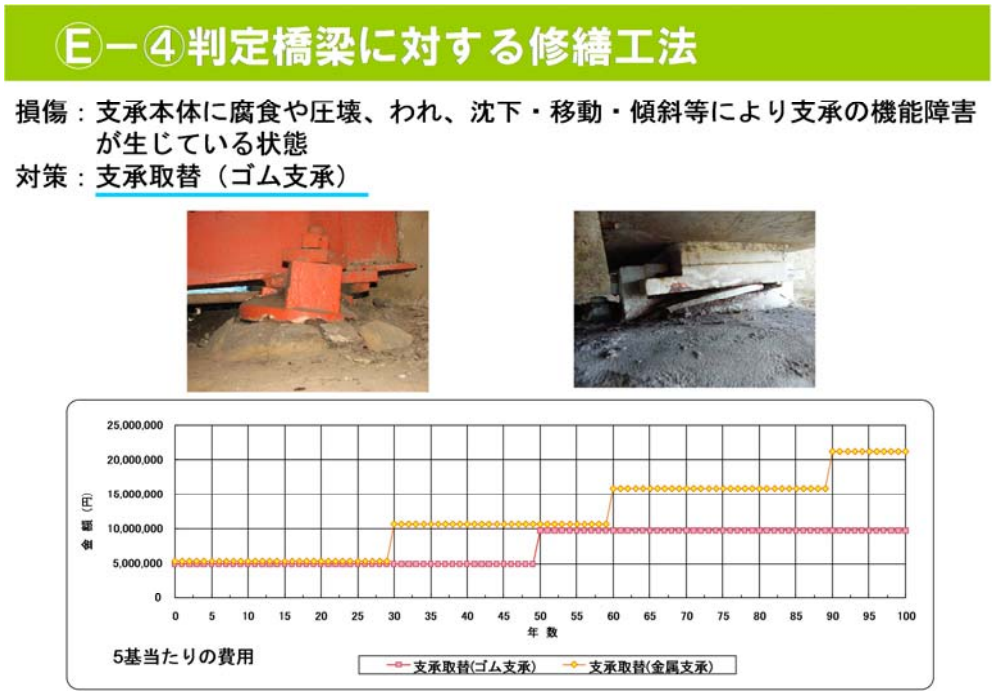


図-3.5.2 (1)　損傷パターンＥ－④の対策工のＬＣＣ比較結果

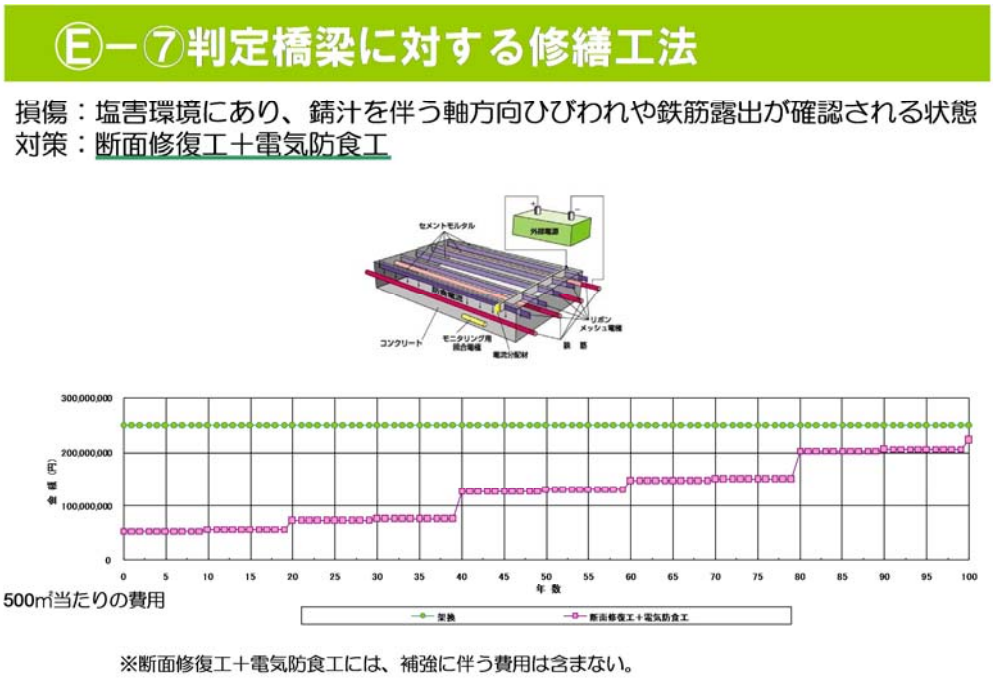
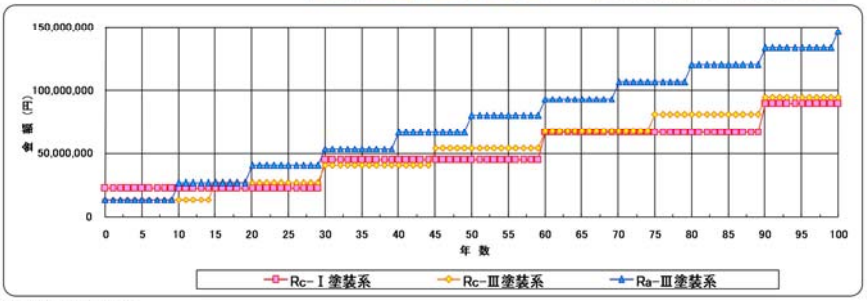


図-3.5.2(2)　損傷パターンＥ－⑦の対策工のＬＣＣ比較結果

Ⓒ－①判定橋梁に対する修繕工法

損傷：板厚減少は認められないが、広範囲にわたり錆が発生している状態
対策：再塗装（C系）



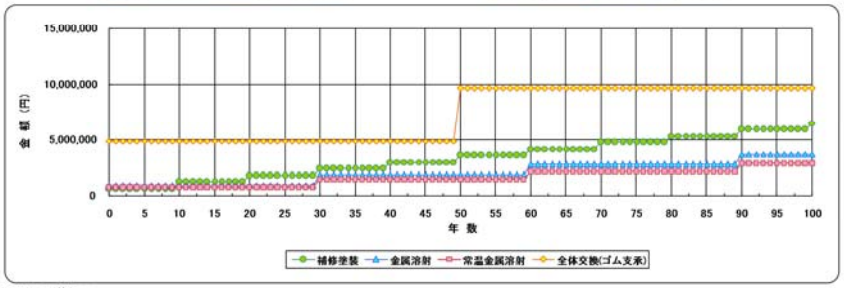
1500㎡当たりの費用

図-3.5.2(3)　損傷パターンＣ－①の対策工のＬＣＣ比較結果

なお、塗装面積の数量は、塗装履歴版記載数量を基本とし、記載のない場合は橋面積×桁種別係数で数量を計上する。次頁に、桁種別係数の算出根拠について示す。

Ⓒ－③判定橋梁に対する修繕工法

損傷：支承全体に錆が生じているが、著しい断面欠損までは至っていない状態
対策：常温金属溶射工法＋潤滑性防錆材注入工

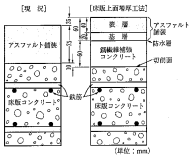
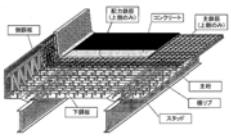


5基当たりの費用

図-3.5.2(4)　損傷パターンＣ－③の対策工のＬＣＣ比較結果

Ⓒ－⑤判定橋梁に対する修繕工法

損傷：RC床版に二方向ひびわれのある状態
対策：橋面防水＋ひびわれ注入工法＋炭素繊維シート接着工法（格子貼り）

工　法		防水工＋ひびわれ注入工＋炭素繊維	防水工＋断面修復工＋上面増厚工	床版打ち替え工法
概略図				
施工性		●手作業だけで施工ができ、重機を必要としない。 ●軽量で現場形成が容易であるため、作業空間が限定される場所や複雑な構造物形状にも対応できる。	●橋面上で行う工事のため**交通規制を伴う。** ●新旧コンクリートの一体化が重要。	●橋面上で行う工事のため**交通規制を伴う。**
工費算出条件	施工範囲	橋面積を100m2と仮定。 床版下面面積も同面積と仮定。 ひびわれ処理は2m/m2と仮定。	橋面積を100m2と仮定。 断面修復工（t=50mm）　全面積の40%と仮定。100m2×40%=40m2	橋面積を100m2と仮定。
	仕様等	橋面工：全面切削・シート系防水・アスファルト舗装機械施工 炭素繊維補修工：高強度　目付量200g　全面2層貼り 塩害の影響を受ける地域では従来の炭素繊維シート全面貼りで、他の地域では炭素繊維シート格子貼りを基本とする。また、跨線橋はアラミド繊維シートを基本とする。	橋面工：全面切削・シート系防水・アスファルト舗装機械施工 上面増厚工：ｼｮｯﾄﾌﾞﾗｽﾄ・ｽﾁｰﾙﾌｧｲﾊﾞｰ入り超速硬コンクリート 断面修復工：上向きはつり・軽量ﾎﾟﾘﾏｰｾﾒﾝﾄﾓﾙﾀﾙ 跨線橋等の床版底面の施工が困難となる場合には、上面増厚工法の採用について検討する。	橋面工：舗装版破砕・シート系防水・ｱｽﾌｧﾙﾄ舗装機械施工 床版工：床版撤去・プレキャスト床版架設 現場打ちｺﾝｸﾘｰﾄ：超速硬コンクリート

維持管理概算直工費（100m²当たり）

名　称	単位	数量	単　価	金　額
路面切削工	㎡	100	340	34,000
舗 装 工（機械施工）	㎡	100	3,200	320,000
橋面防水工	㎡	100	2,650	265,000
ひびわれ注入工（2m/㎡）	m	200	6,000	1,200,000
炭素繊維補強工	㎡	100	51,000	5,100,000
吊り足場	㎡	100	6,500	650,000
計				7,569,000 (1.00)

名　称	単位	数量	単　価	金　額
切削工	㎡	100	6,000	600,000
研掃工	㎡	100	4,000	400,000
コンクリート増厚工	㎡	100	30,000	3,000,000
橋面防水工	㎡	100	3,000	300,000
アスファルト舗装工（一層目）	㎡	100	3,000	300,000
アスファルト舗装工（二層目）	㎡	100	5,000	500,000
断面修復工	m3	2	1,000,000	2,000,000
吊り足場	㎡	100	6,500	650,000
計				7,750,000 (1.02)

名　称	単位	数量	単　価	金　額
床版撤去工	㎡	100	21,000	2,100,000
プレキャスト床版	㎡	100	50,000	5,000,000
プレキャスト床版設置工	㎡	100	29,000	2,900,000
橋面防水工	㎡	100	2,650	265,000
アスファルト舗装工（一層目）	㎡	100	1,578	157,800
アスファルト舗装工（二層目）	㎡	100	1,578	157,800
吊り足場	㎡	100	6,500	650,000
計				11,230,600 (1.48)

評　価	◎	○	△

図-3.5.2(5)　損傷パターンＣ－⑤の対策工のＬＣＣ比較結果

なお、既往の実験では、補強が実施された床版が疲労により数十年後に再び損傷する結果が報告されているため、本計画では炭素繊維シート補強実施から30年後に上面増厚工を実施することを想定して、その修繕費用を計画に見込むこととする。

Ⓒ－⑥判定橋梁に対する修繕工法

損傷：塩害環境にあり、連続する軸方向ひびわれやうきが確認される状態
対策：部分断面修復＋表面含浸工（鉄筋腐食抑制タイプ）

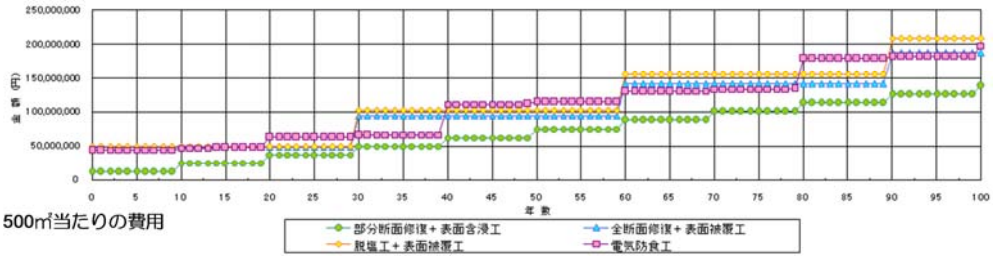


図-3.5.2(6)　損傷パターンＣ－⑥の対策工のＬＣＣ比較結果

３）ＲＣ床版の疲労に対する対策方針

鋼橋における劣化・損傷は、ＲＣ床版の疲労に対する修繕および鋼部材の塗装塗替の２工種が、修繕費用全体の大部分を占め、ＲＣ床版の疲労に対する修繕が現状の損傷に対する修繕費用の中で最も高い比率となっている。床版ひびわれについては、損傷程度ｄ，ｅの段階では、修繕による性能回復後の耐久性が大きく低下すること、進展の状況によっては床版取替あるいは床版打換といった施工規模が大きな工法での対応が必要となることから、損傷程度ｃの段階で早期に修繕を行うことが非常に有効である。

今後、舗装打換工事の際には施工区間内の橋梁に対して橋面防水工の施工を行うことが予定されているが、橋面防水工は床版の劣化の進行速度を抑制する効果のみで、発生応力レベルを下げて疲労耐性を高めるような効果までは期待出来ない。そのため、４章における短期計画で健全度区分Ｅ，Ｃの修繕を実施しない床版については、中長期的には点検時に損傷程度ｃに相当する損傷が確認された段階で、**表－3.5.2**中の健全度Ｃの対策方針から損傷状況に応じた対策工法を選択して修繕を行う。

床版の連続性が失われて耐荷力性能の低下が進む健全度区分Ｅ以降は、力学的性能の回復の必要性から、補強による性能の回復が可能な段階では上面増厚工を、補強による性能の回復が困難な段階では床版取替工あるいは床版打換工により対策を行うこととする。補強による性能の回復が困難な段階の対策については、示方書の改訂等により異径鉄筋が本格的に採用され始めた時期を境に、架設年次が1975年以前を床版取替工、1976年以後を床版打換工として、普通丸鋼と異形鉄筋の付着強度の違いにより採用する工法を区分する。

表-3.5.2　ＲＣ床版の疲労に対する対策方針案

健全度区　分	対策方針	備　　考
A	－	
C	橋面防水工 ひびわれ注入工 炭素繊維シート補強工（上面増厚工）	跨線橋等、下面からの施工が困難な場合等については、上面増厚工の採用を検討 昭和48年改訂以前の示方書で設計された床版については、鉄筋量が不足しているため、損傷程度ｃで炭素繊維シート補強が必要。 昭和55年改訂以降の示方書で設計されて床版については、損傷程度ｃの前半の段階ではひびわれ注入工での対応が可能だが、ｃの後半からｄの段階では炭素繊維シート補強が必要。
E	上面増厚工	
	架設年次1975年以前：床版取替工 架設年次1976年以降：床版打換工	

（３）工事単価および耐用年数の設定

ＬＣＣの算定に必要な工事単価および補修後の耐用年数は、計画策定時点での既存の文献・資料およびメーカーヒアリングにより設定されている、千葉県橋梁長寿命化修繕計画において使用されている単価を参考とした。

表-3.5.3 (1)　工事単価および耐用年数（健全度区分Ｅ：その１）

損傷パターン	対策工	仕様・規格	直接工事費 単価（円/単位）	直接工事費 単位	耐用年数	備考
E-①	※1 当て板補強	50cm×50cm程度の鋼板をHTBで取り付ける。	187,000	箇所	60	足場、溶接検査含む。補強部材製作費含まず。 ※出典において足場を含めた単価で計上されているため。
	※1 部材取替工	50cm×50cm 腐食部切取り、同じ形状の鋼材を当て板溶接する。	596,500	箇所	60	足場、溶接検査含む。補強部材製作費含まず。 ※出典において足場を含めた単価で計上されているため。
E-②	※3 ボルト取替工	高力ボルトS10T	109,000	－	－	本数に関わらず、人工は半日を下限として計上。
E-③	※3 溶接補修工	TIG溶接	52,000	箇所	－	
	※1 ストップホール工	ストップホール明け、亀裂部溶接補修	197,400	箇所	10	足場、溶接検査費含む。 ※出典において足場を含めた単価で計上されているため。
	※1 当て板補強	50cm×50cm程度の鋼板をHTBで取り付ける。	187,000	箇所	60	足場、溶接検査含む。補強部材製作費含まず。 ※出典において足場を含めた単価で計上されているため。
	※1 部材取替工	50cm×50cm 腐食部切取り、同じ形状の鋼材を当て板溶接する。	596,500	箇所	60	足場、溶接検査含む。補強部材製作費含まず。 ※出典において足場を含めた単価で計上されているため。
E-④	※3 支承取替工	BPタイプ　100t→ゴム支承に取替え	931,000	基	50	足場含まない。 既設支承撤去、主桁補強部材設置撤去含む。
	※3 伸縮装置取替工	鋼製	206,000	m	30	・解体撤去工事含む ・1箇所の数量は全幅員として計上
E-⑤	※3 床版取替工	高欄・伸縮装置・舗装・床版の解体撤去および復旧	106,000	m2	50	足場含まない。
	※3 床版打換工		105,000	m2		足場含まない。
E-⑥	※3 断面修復工	左官工法、ポリマーセメントモルタル修復厚　t=5cm	50,000	m2	－	足場含まない。 33m2あたり単価より換算
	発生部位・要因等に応じて工法を選択する。					

工事は昼間作業、作業障害のない条件で算出した直接工事費（一般管理費、諸経費は含まない）を示す。
※1　出典：社団法人日本橋梁建設協会、「既設橋梁のライフサイクルコストに関する報告書」、平成14年11月の概算工事費。
※2　メーカーヒアリング
※3　平成21年版　国土交通省土木工事積算基準、土木コスト情報、建設物価を用いて算出した概算工事費。

表-3.5.3 (2)　工事単価および耐用年数（健全度区分Ｅ：その２）

損傷パターン	対策工	仕様・規格	直接工事費 単価（円/単位）	直接工事費 単位	耐用年数	備考
E-⑦	※3　断面修復工	左官工法、ポリマーセメントモルタル修復厚　t=5cm	50,000	m2	－	足場含まない。 33m2あたり単価より換算
	※2　電気防食工	外部電源方式、線状陽極	76,000	m2	40	足場含まない。 PCT上部工　展開面積1,500m2橋面積700m2あたりより換算
	架け替え	コンクリート橋	500,000	m2		撤去費込み
E-⑧	※3　断面修復工	左官工法、ポリマーセメントモルタル修復厚　t=5cm	50,000	m2	－	足場含まない。 33m2あたり単価より換算
E-⑨	発生部位・要因等に応じて工法を選択する。					
E-⑩	※3　高欄取替	鋼鋳造	46,000	m	40	・地覆補修足場含まない。 ・歩車道境界、中央分離帯は別途考慮。 ・数量は、橋長として計上する。
	※2　照明施設取替		723,000	基		足場含まない。

工事は昼間作業、作業障害のない条件で算出した直接工事費（一般管理費、諸経費は含まない）を示す。
※1　出典：社団法人日本橋梁建設協会、「既設橋梁のライフサイクルコストに関する報告書」、平成14年11月の概算工事費。
※2　メーカーヒアリング
※3　平成21年版　国土交通省土木工事積算基準、土木コスト情報、建設物価を用いて算出した概算工事費。

表-3.5.3 (3)　工事単価および耐用年数（健全度区分Ｃ）

損傷パターン	対策工	仕様・規格	直接工事費 単価（円/単位）	直接工事費 単位	耐用年数	備考
C-①	※3　塗替塗装工	Rc-Ⅲ 3種ケレン	4,500	m2	30	足場含まない。 100m2以上単価より換算。
C-②	※1　当て板補強	50cm×50cm程度の鋼板をHTBで取り付ける	187,000	箇所	60	足場、溶接検査含む。補強部材製作費含まず。 ※出典において足場を含めた単価で計上されているため。
C-③	※2　金属溶射工	常温金属溶射	106,000	基	30	足場含まない。 BP-A150t以下50基以上より換算
C-④	※3　ボルト取替工	高力ボルトS10T	109,000	－	－	本数に関わらず、人工は半日を下限として計上。
C-⑤	※3　橋面防水工	シート系 舗装打替工含む	6,600	m2	20	・舗装厚7cm(2層)とする。 ・500m2あたり単価より換算。 ・数量は橋面積とする。
	※3　ひびわれ注入工	エポキシ樹脂系 ひびわれ幅0.5mm	6,100	m	－	足場含まない。 100mあたり単価より換算
	※3 炭素繊維接着工	高弾性シート300g/m2 2層	41,400	m2	20	足場含まない。
C-⑥	※3　断面修復工	左官工法、ポリマーセメントモルタル修復厚　t=5cm	50,000	m2	－	足場含まない。 33m2あたり単価より換算
	※3　表面含浸工	鉄筋腐食抑制タイプ	6,000	m2	15	足場含まない。
C-⑦	※3　ひびわれ注入工	エポキシ樹脂系 ひびわれ幅0.5mm	6,100	m	－	足場含まない。 100mあたり単価より換算
	損傷の種類や程度に応じて工法を選択する。					
C-⑧	※3　断面修復工	左官工法、ポリマーセメントモルタル修復厚　t=5cm	50,000	m2	－	足場含まない。 33m2あたり単価より換算
C-⑨	※3　舗装打替	アスファルト 舗装厚7cm(2層)、防水工含む	6,600	m2	20	・舗装厚7cm(2層)とする。 ・500m2あたり単価より換算。 ・数量は橋面積とする。
C-⑩	※3　断面修復工	左官工法、ポリマーセメントモルタル修復厚　t=5cm	50,000	m2	－	足場含まない。 33m2あたり単価より換算
	※1　部材取替工	50cm×50cm 腐食部切取り、同じ形状の鋼材を当て板溶接する。	596,500	箇所	60	足場、溶接検査含む。補強部材製作費含まず。 ※出典において足場を含めた単価で計上されているため。
C-⑪	※2　沓座モルタル打替工		15,000	基		足場含まない。
C-⑫	※3 伸縮装置取替工	鋼製	206,000	m	30	・解体撤去工事含む ・1箇所の数量は全幅員として計上

工事は昼間作業、作業障害のない条件で算出した直接工事費（一般管理費、諸経費は含まない）を示す。
※1　出典：社団法人日本橋梁建設協会、「既設橋梁のライフサイクルコストに関する報告書」、平成14年11月の概算工事費。
※2　メーカーヒアリング
※3　平成21年版　国土交通省土木工事積算基準、土木コスト情報、建設物価を用いて算出した概算工事費。

３－６．対策優先順位の設定

長寿命化修繕計画において補修を行う優先順位の設定は、第1決定根拠として「健全度区分」，第2決定根拠として「維持管理区分」を考慮して決定する。

但し、これらの2つの区分のみでは、同一優先順位の橋梁が複数存在することとなり、年次計画策定が困難となることから、損傷部位や損傷の進行速度から損傷パターン分類の優先度を用いて優先順位を付けることで、対策優先順位をより細かく設定することとした。

表-3.6.1　健全度区分と維持管理区分による優先順位の設定

健全度区分	維持管理区分	優先度グループ	優先順位
E	カテゴリーⅠ	1	各グループ内の損傷パターンにより設定
	カテゴリーⅡ	2	
	カテゴリーⅢ	3	
C	カテゴリーⅠ	4	
	カテゴリーⅡ	5	
	カテゴリーⅢ	6	

表-3.6.2　損傷パターン分類による対策優先度

健全度区分	部位	進行速度	損傷パターン	優先度
E	主部材	－	E-①，E-②，E-③，E-⑤，E-6， E-⑦，E-⑧，E-⑨，E-その他	1
	二次部材	－	E-④，E-⑩	2
C	主部材	速い	C-①，C-②主桁腐食	1
		↕	C-⑥：コンクリート塩害	2
			C-⑤：床版ひびわれ	3
			C-④：ボルト脱落	4
			C-⑦，C-⑧： コンクリートのひびわれ，剥離・鉄筋露出	5
			C-⑩：火害	6
		遅い	C-その他	7
	二次部材	速い	C-③支承腐食	8
		遅い	C-⑨舗装ひびわれ	9

３－７．橋梁の耐用年数と更新費の設定

橋梁長寿命化修繕計画策定に際しては、本計画において立案した『予防保全型』の修繕に必要な評価期間における累積事業費と、補修等を行わずに橋梁が耐用年数（寿命）に到達してから架け替えを行う『事後保全型』に必要な累積事業費を比較することで、予防保全への転換によるコスト縮減効果を検証する。

ここで、『事後保全型』のコスト算定における、架け替えを行う標準的な橋梁の耐用年数は**表-3.7.1** に示すとおりとした。

表-3.7.1　橋梁の耐用年数※1

橋種・立地条件	耐用年数
鋼橋	60 年
塩害地域のコンクリート橋	50 年
塩害地域以外のコンクリート橋	75 年

また、『事後保全型』の更新費用については、橋面積当たりの更新単価として、鋼橋 60 万円／㎡，コンクリート橋 50 万円／㎡（撤去費込み）※2 を用いて算出した。

※1：自治体管理・道路橋の長寿命化修繕計画　計画策定マニュアル（案）　H19
※2：橋梁の架替に関する調査結果(Ⅲ)、土木研究資料 H9