

橋梁補修・補強マニュアル (案)

平成 24 年 10 月

香川県土木部 道路課

改訂記録

2011年 9月 初 版

2012年10月 第1回改訂

目次

	頁
第1章 総則 -----	1
§ 1. マニュアルの目的と適用 -----	2
1-1 マニュアルの目的 -----	2
1-2 マニュアルの適用 -----	2
§ 2. 用語の定義 -----	3
2-1 用語の定義 -----	3
2-2 字句の意味 -----	5
§ 3. 点検項目 -----	6
第2章 調査設計 -----	7
§ 1. 補修・補強工法選定のための調査設計手法 -----	8
1-1 調査設計の基本方針 -----	8
1-2 鋼構造物における調査設計手法 -----	9
1-3 コンクリート構造物における調査設計手法 -----	11
1-4 その他の変状における調査設計手法 -----	17
1-5 橋梁調査における統一事項 -----	18
§ 2. 調査設計における留意事項 -----	20
§ 3. 調査設計選定フロー -----	21
第3章 橋梁補修（補強） -----	38
§ 1. 補修設計 -----	39
1-1 鋼構造物の補修設計 -----	39
1-2 コンクリート構造物の補修設計 -----	40
§ 2. 橋梁部位別の補修工法の選定 -----	42
2-1 鋼構造物の補修 -----	42
2-2 コンクリート構造物の補修 -----	48
2-3 その他の補修 -----	56
2-4 付属物の補修 -----	59
§ 3. 補修工法選定の基本方針 -----	61
第4章 マニュアル（案）使用例 -----	63
§ 1. マニュアル（案）使用例（概要版） -----	64
§ 2. マニュアル（案）使用例 -----	65

第 1 章 総則

§ 1. マニュアルの目的と適用

1-1. マニュアルの目的

香川県が管理する橋梁は1,439橋（H23年9月現在）あり、今後既設橋梁の高齢化が急速に進む状況にある。既設橋梁の長寿命化計画を実施するに当たり、補修・補強工事費の増大は必至であり、財政状況が厳しくなるなかで、いかに経済的かつ効率的に維持修繕を実施していくかが課題となる。

橋梁補修・補強マニュアルは、高度化する維持修繕に関して香川県の標準となる指針を示すことによって、維持修繕を計画・実施する上での効率化を図り、損傷要因別の適切な工法・材料の選定を行い、香川の地域性を考慮した対策方法を定めること等を目的として策定するものである。また、本マニュアル（案）は香川県版「橋梁点検要領（案）」、「橋梁点検マニュアル（案）」によって実施された定期点検結果を用いて長寿命化修繕計画に位置付けられた各橋梁において、対策工法の選定に必要な詳細調査、詳細設計を行う場合に各損傷状況に対する詳細調査項目、対策工法を容易に選定できるものとする。

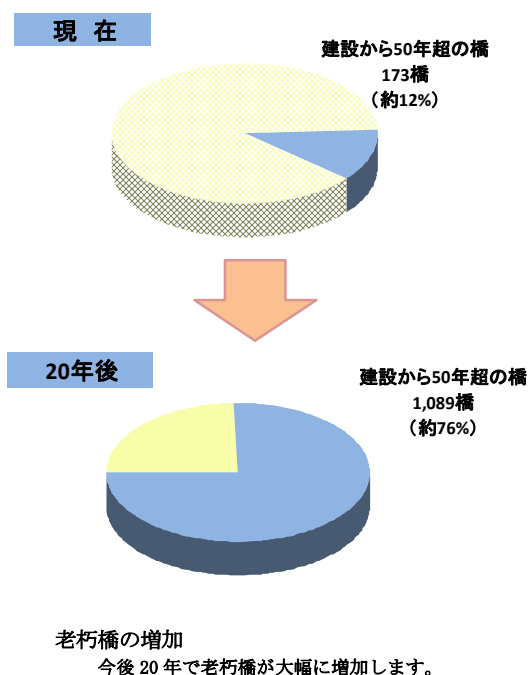


図-1.1.1 老朽化橋の増加

1-2. マニュアルの適用

本マニュアルは、香川県の維持管理を担当する職員を対象とし、日々の維持管理業務に「延命化」および「機能維持」という考えを取り込み、効率的で持続可能な運用を実現する上で適用されるものである。

また、本マニュアルは初版であるため、今後運用していく中で定期的（当面は毎年）に改訂を行うものとする。

§ 2. 用語の定義

2-1. 用語の定義

本マニュアルでは、以下のとおり用語を定義する

- (1) 橋梁延命化：計画的な維持管理を実施することにより、既設橋梁の健全性を持続させることにより、供用期間の長期化を図ること。
- (2) 維持管理：橋梁について、円滑な道路機能の維持、耐久性・耐荷性の確保、第三者被害の未然防止を目的として、点検、調査、診断、補修・補強、記録を行う一連の行為。
- (3) 点検：既設橋梁の現状を把握する行為の総称。香川県は、通常点検と定期点検および異常時点検を対象とする。
- (4) 通常点検：道路を常時良好な状態に保つために、道路全般の状態や利用状況などについて機能的な面からの健全度を把握するための点検で、重大な損傷の早期発見を図るために、道路の日常巡回（パトロール）の際に、橋梁に着目した目視点検をいう。
- (5) 定期点検：定期点検とは、予め一定の期間を定めて定期的に行われる点検。
- (6) 異常時点検：災害や大きな事故が発生した場合と予期せぬ異常が発見された場合に行われる点検。
- (7) 遠望目視：橋梁点検に際して、近接目視が出来ない（又は困難）な部位について、目視が可能となる場所より、橋梁の状態を確認すること。
- (8) 近接目視：橋梁の各部位を近接して確認すること。なお、部位に近接するためには、梯子、脚立、点検車、ボート、工事用足場等の手段を利用し、触れる程度の距離まで接近して目視すること。
- (9) 第三者被害：コンクリート片やボルトが損傷により落下し、その直下の交差道路、公園および鉄道を利用する人や車（列車）に危害を加えること。

- (10) 応急措置：点検等で発見された損傷が、交通の安全性あるいは第三者に被害を及ぼす危険がある場合に、緊急的に行う交通規制等。
- (11) 応急対策：点検で道路機能に影響を与えるような損傷、あるいは第三者に被害を及ぼすような損傷が発見された場合に、調査の実施期間や補修が実施されるまでの期間に、道路機能、橋梁の耐久性・耐荷性などに影響を及ぼさないように応急的に行う対策。
- (12) 補修：損傷した部材、構造物の今後の損傷進行を抑制し、耐久性の回復を目的とした維持管理対策。ただし、耐荷性の回復・向上は目的としない。
- (13) 補強：部材、構造物の耐荷性や剛性などの力学的な性能低下を回復または向上させることを目的とした維持管理対策。
- (14) 損傷：構造物または部材が損なわれ傷つく事象をいう。劣化・欠陥を含めた構造物または部材の機能低下の総称。
- (15) 劣化：材料の特性が時間とともに損なわれていく現象。
- (16) 欠陥：構造物または部材に必要な性能が主に初期状態から欠けていること。施工時、施工直後に発生するコンクリートのひび割れやコールドジョイント、鋼材の溶接われなどの変状。
- (17) 変状：形が変化した状態のこと。必ずしも損傷とは限らない。

2-2. 字句の意味

規定の末尾に用いられる字句の意味は表 1.2.1 に示すとおりである。

表-1.2.1 末尾に置く字句の意味

末尾に置く字句	意味の区別
<p>……する。 ……するものとする。 ……とする。 ……によるものとする。 ……とおりにする。 ……しなければならない。</p>	<p>理論上または実際上の明確な根拠に基づく規定又は規格や取扱を統一する必要から設けた規定。したがって、よほどはっきりした理由がない限り当規定を犯してはならない。</p>
<p>…原則として…する。 …を標準とする。 …を原則とする。 …を基本とする。</p>	<p>周囲の状況等によって一律に規制することはできないが、実用上の必要から設けた規定。したがって、既定の趣旨を逸脱しない範囲であれば、必ずしも当該規定に従う必要はない。</p>
<p>……するのがよい。 ……することが望ましい。</p>	<p>理論上又は実際上は規定通り実施してほしいが、そこまで厳重に規制する必要はないと思われる規制。</p>

§ 3. 点検項目

定期点検で対象とする部材毎の損傷は、橋梁の構造形式に応じて表 1. 3. 1 を標準とする。

表 1. 3. 1 部材毎の損傷種類

工種	部材	損傷の種類
鋼上部工	主桁	①腐食 ②亀裂 ③ボルトの脱落 ④破断
	縦桁	
	横桁	
	対傾構	
	横構	
	鋼床版	
	床版	⑥鉄筋露出 ⑦抜け落ち ⑧床版ひびわれ ⑨P C 定着部の異常
コンクリート 上部工	主桁	⑤ひびわれ・漏水・遊離石灰 ⑥鉄筋露出
	横桁	⑨P C 定着部の異常
	床版	⑥鉄筋露出 ⑦抜け落ち ⑧床版ひびわれ ⑨P C 定着部の異常
下部工	橋台	⑤ひびわれ・漏水・遊離石灰 ⑥鉄筋露出
	橋脚	⑨P C 定着部の異常 ⑫下部工の変状
支承部	支承本体	⑪支承の機能障害
路面	—	⑩路面の凹凸

第 2 章 調査設計

§ 1. 補修・補強工法選定のための調査設計手法

1-1. 調査設計の基本方針

1) 調査設計の位置付け

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

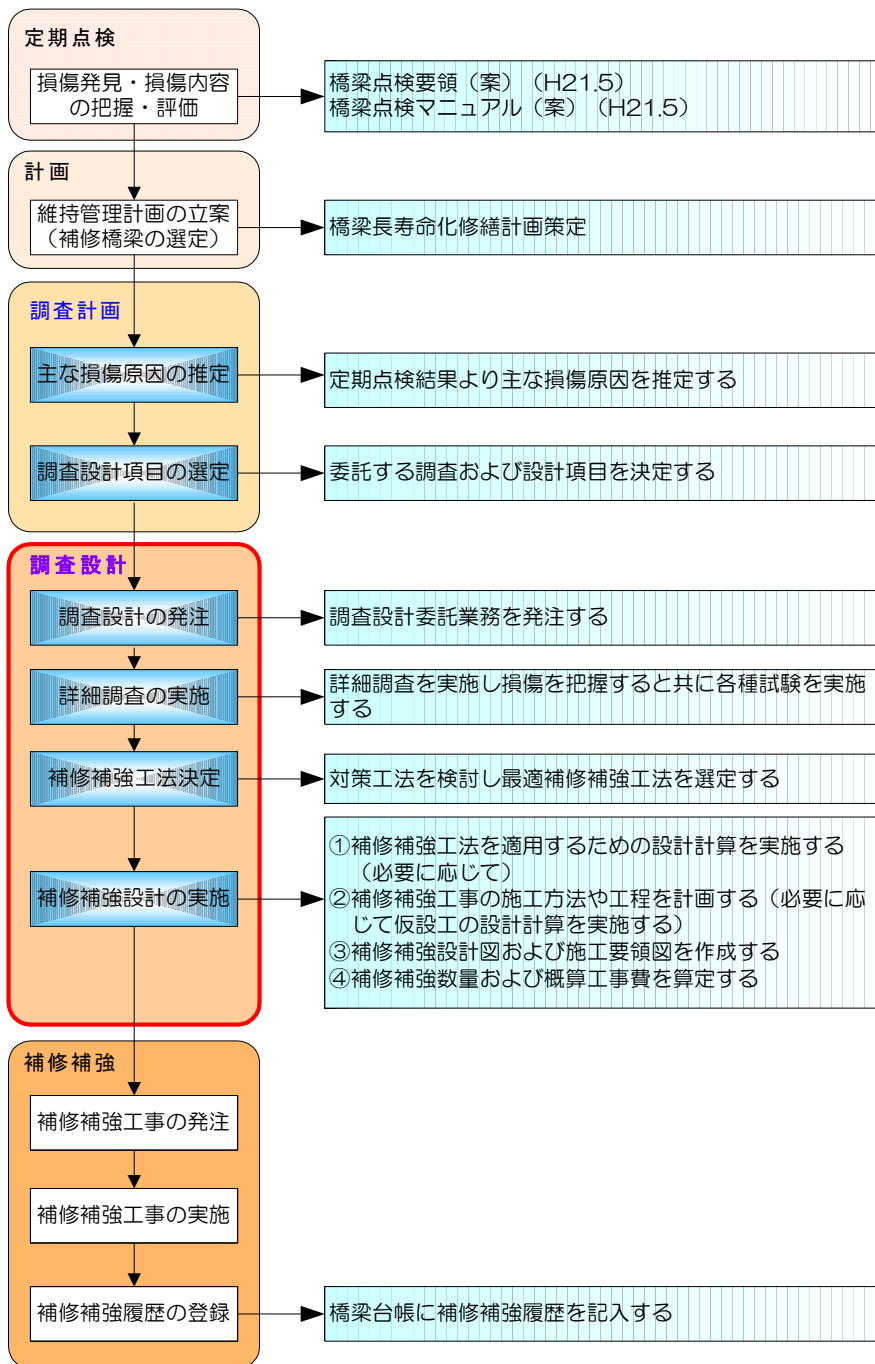


図-2.1.1 調査設計業務フロー

1-2. 鋼構造物における調査設計手法

鋼構造物において橋梁点検により記録される損傷の種類に応じた調査方法の選定フローを以降に示す。詳細調査の実施に当たっては、現地の状況（交通量、迂回路の有無、調査方法の難易等）、緊急性および調査費用などを考慮して適切な調査方法を選定する。

1) 鋼構造物における調査項目選定フロー

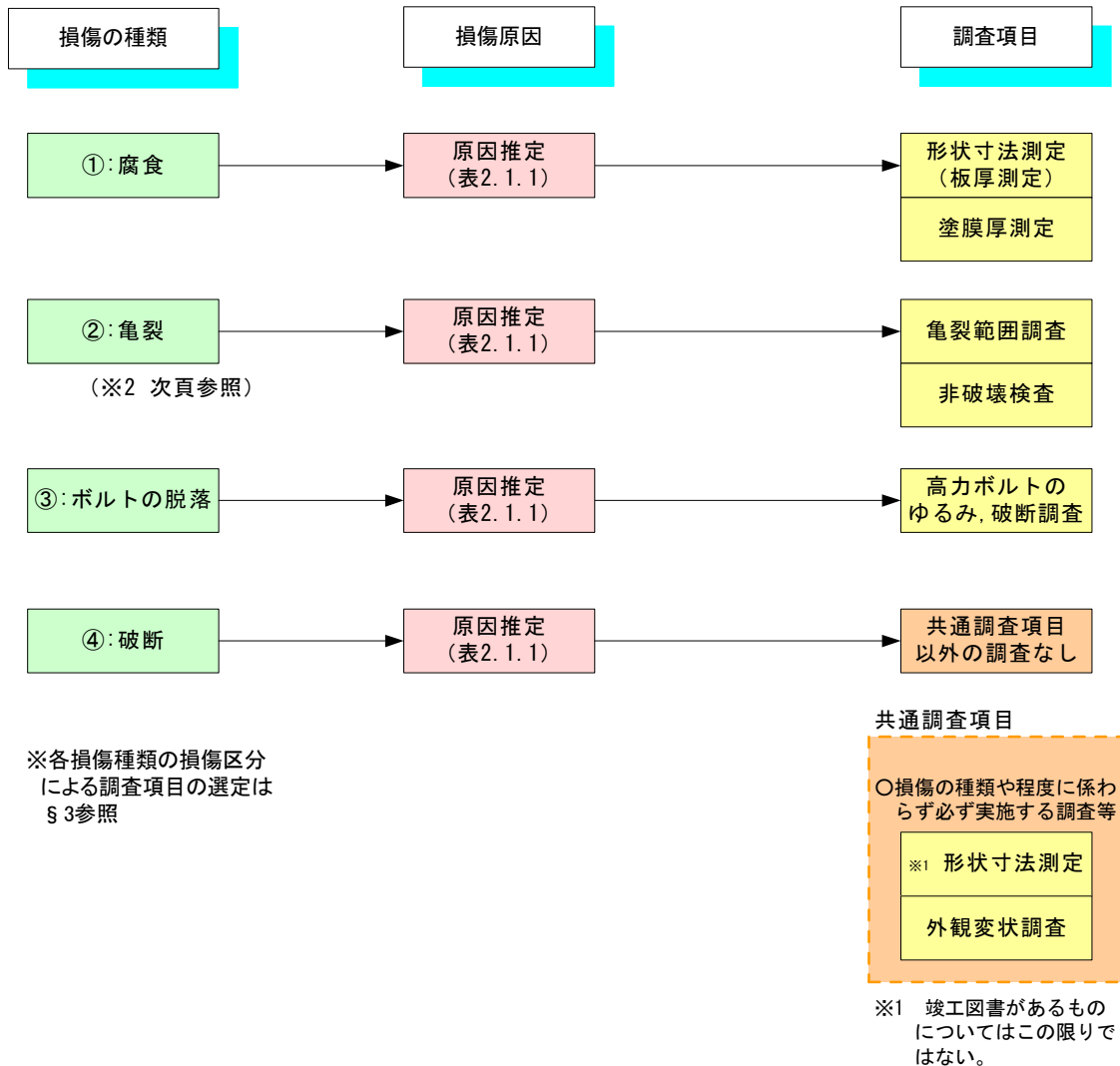


図-2.1.2 鋼部材の調査項目選定フロー

表-2.1.1 鋼部材の損傷原因推定表

損傷	主な推定原因				
	外力作用	環境	材料劣化	製作・施工	構造
①腐食	—	塩害、 化学的腐食		製作・施工 不良 防水・排水 工不良	—
②亀裂			品質不良		
③ボルトの脱落	繰返し荷重、 疲労、衝突、 地震	—		製作・ 施工不良	構造形式・ 形状不良
④破断					

亀裂はその急激な進展により、構造安定性を低下させる危険性がある。発生原因については複雑な場合が多く、現時点でも明らかでないこともある。また、橋梁の構造や交通条件により対処方法が異なる場合があり、詳細な検討が必要となる。以下に亀裂の発生しやすい箇所を示す。

(※2) 亀裂の発生しやすい箇所

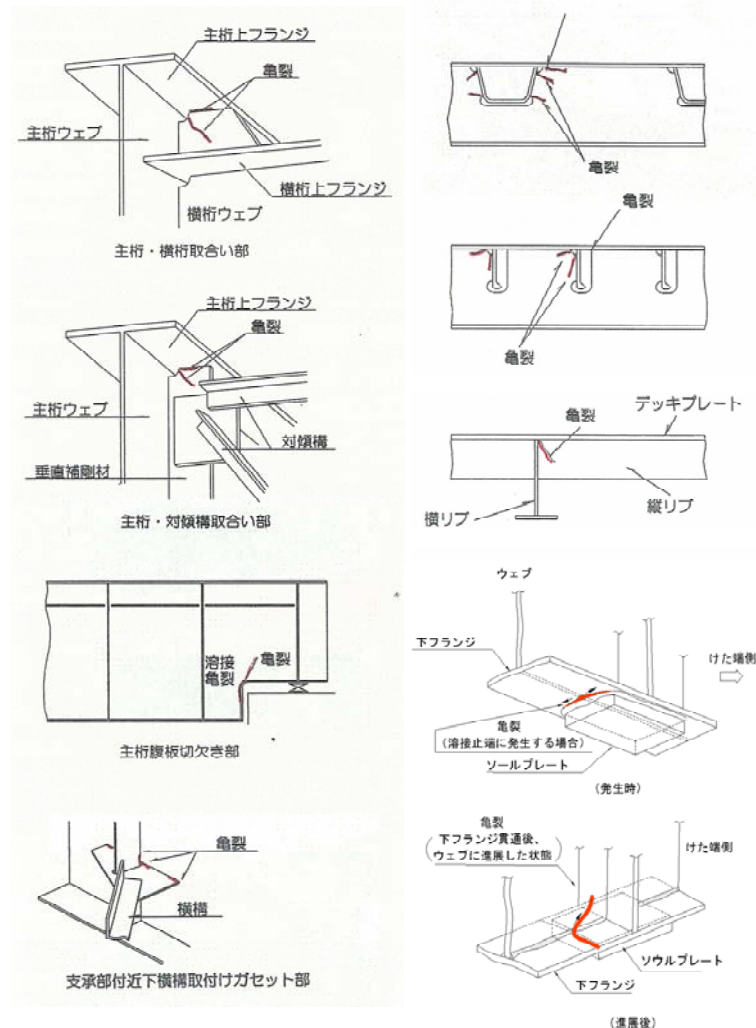


図-2.1.3 亀裂発生箇所概要図

1-3. コンクリート構造物における調査設計手法

コンクリート構造物において橋梁点検により記録される損傷の種類に応じた調査方法の選定フローを以降に示す。詳細調査の実施に当たっては、現地の状況（交通量、迂回路の有無、調査方法の難易等）、緊急性および調査費用などを考慮して適切な調査方法を選定する。

1) コンクリート構造物における調査項目選定フロー

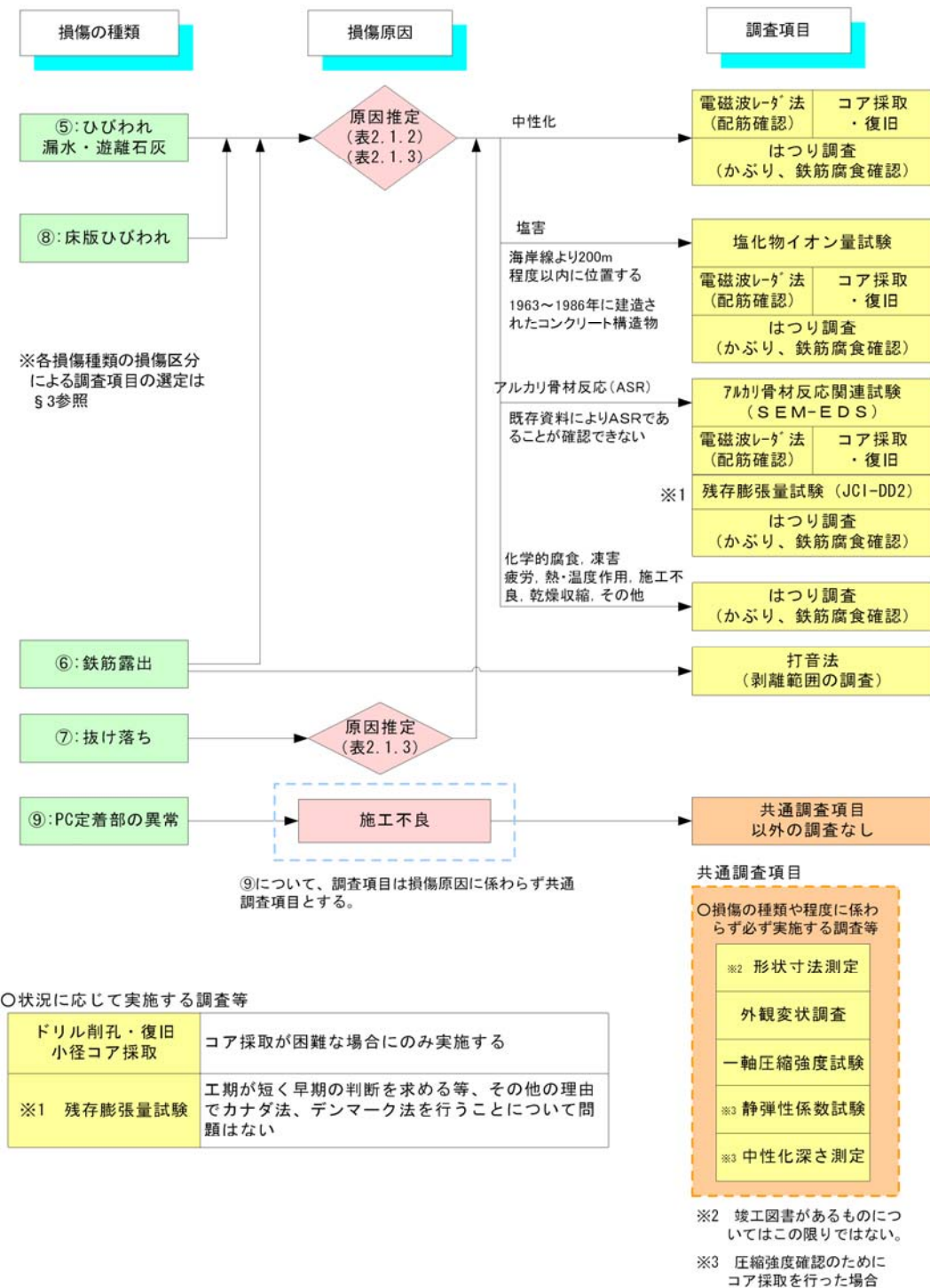


図-2.1.4 コンクリート部材の調査項目選定フロー

表-2.1.2 コンクリート部材の損傷原因推定表 (1)

損傷状況による原因推定の目安

		損傷劣化要因									
		中性化	塩害	ASR	化学的腐食	疲労		温度変化	凍害	乾燥収縮	施工不良
						床版	けた				
ひびわれ状況	鋼材に沿ってかぶり部分に発生	◎	◎	◎							
	亀甲状			◎				○			
	微細ひびわれ							○	○	○	○
	格子状・網目状					◎					
	曲げひびわれ せん断ひびわれ					◎	◎				
	鉛直ひびわれ (下部工)									○	
	水平ひびわれ (下部工)										○
	うき, 剥離	◎	◎	○	◎				○		○
	鉄筋露出	◎	◎	○	○				○		○
	錆汁	◎	◎	○	◎						
	遊離石灰	○	○	○		○		○		○	
	スケーリング								○		
	ゲル析出			◎							

◎：密接な関連ある





○：関連がある

表-2.1.3 コンクリート部材の損傷原因推定表 (2)

損傷	発生箇所	推定される原因	
⑤ひびわれ 漏水・遊離石灰 ⑧床版ひびわれ	主桁、床版、 橋脚、橋台、 壁高欄、地覆 等	外力作用に起因	繰り返り荷重、持続荷重、衝突、地震、 火災、偏土圧・圧密沈下、洗掘
		環境に起因	乾燥収縮・温度変化、塩害、凍害、 化学的腐食
		材料劣化に起因	アルカリ骨材反応、中性化、品質不良
		製作施工に起因	製作・施工不良、防水・排水工不良
		構造に起因	構造形式・形状不良
⑥鉄筋露出	同上	外力作用に起因	繰り返り荷重、衝突、地震、火災、偏土 圧・圧密沈下、洗掘
		環境に起因	乾燥収縮・温度変化、塩害、凍害、 化学的腐食
		材料劣化に起因	アルカリ骨材反応、中性化、品質不良
		製作施工に起因	製作・施工不良、防水・排水工不良
		構造に起因	構造形式・形状不良
⑦抜け落ち	床版、壁高 欄、地覆等	外力作用に起因	繰り返り荷重、衝突、地震
		環境に起因	塩害、凍害
		材料劣化に起因	アルカリ骨材反応、中性化、品質不良
		製作施工に起因	製作・施工不良、防水・排水工不良
		構造に起因	構造形式・形状不良

コンクリートの主要な損傷である、中性化、塩害、アルカリ骨材反応、凍害について概要、損傷写真を以下に示す。

「損傷写真：香川県橋梁点検マニュアル（案）（H21.5）、構造物保全技術ハンドブック（H21.3）非破壊試験を用いた土木コンクリート構造物の健全度診断マニュアル（H16.5）」より

中性化	
損傷概要	<p>コンクリート部材の中性化は、大気中の二酸化炭素がコンクリート内に侵入し炭酸化反応を起こすことによって細孔溶液のpHが低下する現象である。これにより、コンクリート内部の鋼材に腐食の可能性が生じる。鋼材腐食の進行により、ひび割れの発生、かぶりの剥離・剥落、鋼材の断面欠損による耐力の低下等、構造物あるいは部材の性能低下が生じる。</p> <p>劣化のメカニズムを以下に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> ①コンクリートの空隙に二酸化炭素が侵入 ②二酸化炭素が細孔溶液中に溶解し、炭酸イオンとなる ③炭酸イオンと水酸化カルシウムから炭酸カルシウムが生成する ④炭酸化によりpH低下が起きる ⑤pH低下に伴い、鉄筋表面の不動態皮膜が消失し腐食が生じる ⑥腐食が進行し、コンクリートにひび割れが生じる
発生しやすい部位	鉄筋のかぶり不足になりやすい箇所 ・張出し床版 ・地覆 ・コンクリート壁高欄など
主な損傷	鋼材に沿ったひび割れ、うき、剥離・剥落、鉄筋露出、鉄筋の腐食
損傷状況	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">     </div> <p>・年代の古い構造物では、設計時のかぶりが小さいため、中性化の損傷を受けやすいものが多い。</p> <p>・床版下面は、かぶり不足になりやすいため、中性化による剥離・剥落が見られる。</p>

塩害	
損傷概要	<p>コンクリート部材の塩害とは、コンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオンの存在により促進され、腐食生成物の体積膨張がコンクリートにひび割れや剥離を引き起こしたり、鋼材の断面減少などを伴うことにより、構造物の性能が低下し構造物が所定の機能を果たすことができなくなる現象である。このような劣化を促進する塩化物イオンは、海水や凍結防止剤のように構造物の外部環境から供給される場合と、コンクリート製造時に材料から供給される場合とがある。</p> <p><発生しやすい環境> 海からの飛来塩分がある地域や凍結防止剤が散布される寒冷地域。また、コンクリートの塩分総量規制（1986年）が制定される以前に建設された構造物</p>
発生しやすい部位	かぶりの薄い上部工や凍結防止剤を含んだ水分が流入する上部工 内在塩分量が多い構造物は、どの部位でも起こり得る。
主な損傷	鋼材に沿ったひび割れ、うき、剥離・剥落、鉄筋露出、鉄筋の腐食
損傷状況	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">     </div> <p>浸透した塩分により内部の鉄筋が腐食し、膨張圧によりコンクリートがひび割れを起こしている。中性化との違いは、かぶり不足でない箇所でも剥離・剥落、鉄筋露出が生じることである。</p>

アルカリ骨材反応	
損傷概要	<p>コンクリート部材のアルカリ骨材反応とは、セメントに含有されるアルカリは、セメントの水和反応の過程でコンクリートの空隙内の水溶液に溶解し、水酸化アルカリを主成分とする強アルカリ（$pH=13$）を呈する。その中のアルカリシリカ反応性鉱物を含有する骨材（反応性骨材）が、コンクリート中の高いアルカリ性を示す水溶液と反応して、コンクリートに異常な膨張及びそれに伴うひび割れを起こす現象である。</p>
発生しやすい部位	<p>下部工や函渠、擁壁で多く発生している 外部から水分の供給がある部位で劣化が著しい（雨水、漏水がかかる部位）。</p>
主な損傷	<p>コンクリートの亀甲状のひび割れ、鋼材に沿ったひび割れ ひび割れ部に白い滲出物がある</p>
損傷状況	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>
	<p>アルカリ骨材反応（ASR）には水が必要なため漏水を防ぐことも対策となる。コンクリート構造物に生じるASRによるひび割れは一様ではなく、構造物の置かれた環境条件、鋼材量や外部拘束の有無による拘束条件の影響を大きく受ける。</p>

凍害

コンクリート部材の凍害とは、コンクリート中の水分が0℃以下になった時の凍結膨張によって発生するものであり、長年にわたる凍結と融解の繰返しによってコンクリートが徐々に劣化する現象である。

1. ○内の数値は凍害危険度。

凍害危険度	凍害の予想程度
5	極めて大きい
4	大きい
3	やや大きい
2	軽微
1	ごく軽微

2. 凍害係数 $k_{(w)}$ 一良質骨材、またはAE剤を使用したコンクリートの場合。
 3. コンクリートの品質が良くない場合には、----内の地域でも凍害が発生する。

凍害危険度の分布図

発生しやすい部位
 漏水などで乾湿の繰返しを受ける部材に発生しやすい。
 外部から水分の供給がある部位で劣化が著しい（下部構造で、上部構造からの排水がかかる部位など）。

主な損傷

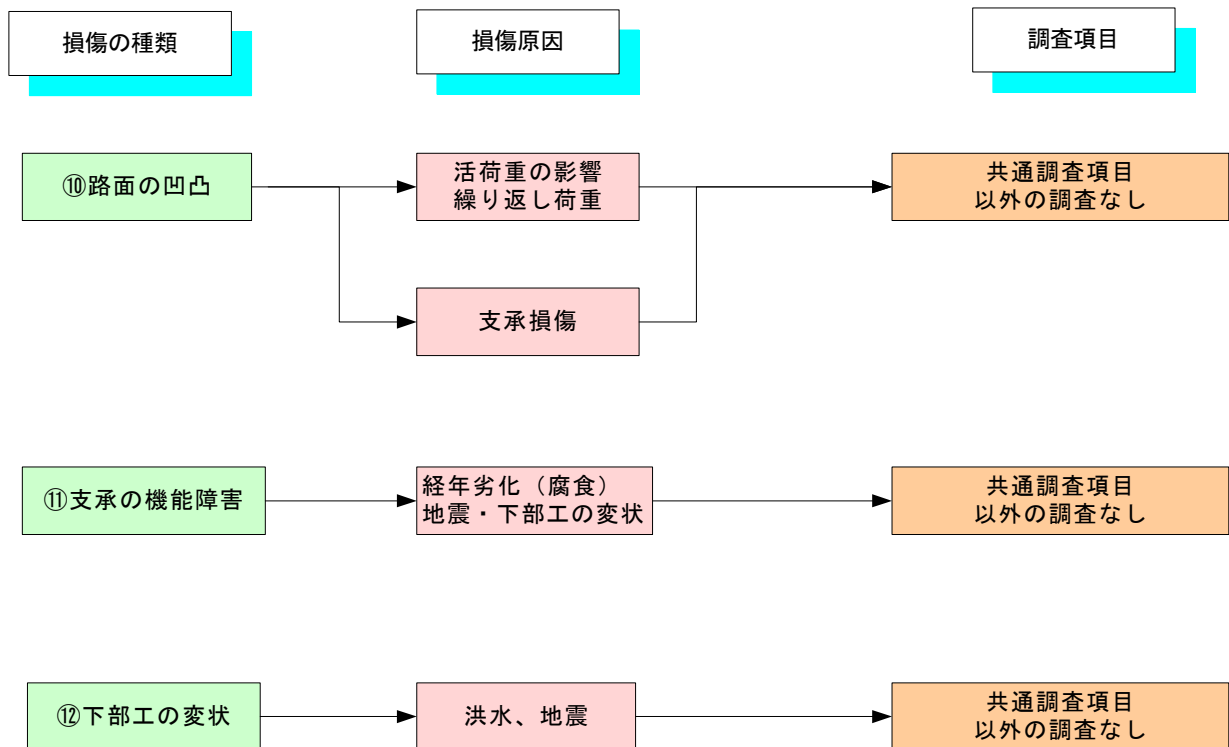
- ・ スケーリング（表面が薄片状に剥離・剥落）
- ・ ポップアウト（骨材粒子などの膨張による破壊でできた円錐状の剥離）
- ・ 微細ひび割れ
- ・ 崩壊



漏水箇所や乾湿が繰返される河川等の水面付近で発生しやすい。初期段階では、スケーリングやポップアウトが発生し、損傷の進行に伴い、欠損が拡大する。

1-4. その他の変状における調査設計手法

その他の部材において橋梁点検により記録される損傷の種類に応じた調査設計項目の選定フローを以降に示す。支承や舗装は損傷が大きくなると走行上の問題のみならず、床版、伸縮装置など、橋の上部構造に重大な影響を与えることになるため、損傷の原因を十分調査する。



※各損傷種類の損傷区分
による調査項目の選定は
§3参照

共通調査項目

※損傷の種類や程度に係わらず必ず実施する調査等

※1 形状寸法測定

外観変状調査

※1 竣工図書があるもの
についてはこの限りで
はない。

図 2.1.5 その他の変状における調査項目選定フロー

1-5. 橋梁調査における統一事項

補修対象橋梁の損傷個所の確認調査にあたっては、統一事項を遵守する。
橋梁調査における統一事項を下表に示す。

表-2.1.4 橋梁調査統一事項一覧表 (1)

調査項目	統一事項	参照頁 (参考資料)
コンクリートの 圧縮強度、静弾 性係数に関する 調査	<ul style="list-style-type: none"> ・調査項目は以下を原則とする。 コアを採取した上で一軸圧縮強度試験により圧縮強度を確認する。(1橋当たり上部工3箇所、下部工3箇所)(コア径はφ100mmを原則とする。※1) 圧縮強度試験のコアを利用して静弾性係数試験を行う。 ただし、現場条件により、コアを採取することが困難な場合は小径コア(φ25mm)、反撥硬度法の検討を行う。 	P11 P27
コンクリートの 中性化に関する 調査	<ul style="list-style-type: none"> ・調査項目は以下を原則とする。 コアを採取した上でフェノールフタレイン法により中性化深さを測定する。(1橋当たり上部工3箇所、下部工3箇所)(コア径はφ100mmを原則とする。) はつり調査を実施する場合ははつり面を利用する。圧縮強度試験においてコアを採取する場合はそのコアを兼用する。 ただし、現場条件により、コアを採取することが困難な場合はドリル削孔により試料を採取する。 	P15
コンクリートの 塩化物量に関する 調査	<ul style="list-style-type: none"> ・海岸までの距離が200m程度以内の橋梁で、塩害が疑わしい場合、代表箇所(1橋当たり上部工3箇所、下部工3箇所)について、以下の調査を行うことを原則とする。(コア径はφ100mmを原則とする。) ・1963年～1986年に建造されたコンクリート構造物(大量に塩化物イオンを含んでいる可能性がある。塩化物総量規制前。) コア採取による塩化物イオン量試験(電位差滴定法) ただし、現場条件により、コアを採取することが困難な場合はドリル削孔により試料を採取する。 	P17
コンクリートの アルカリ骨材反 応に関する調査	<ul style="list-style-type: none"> ・外観目視によりアルカリ骨材反応が疑わしいと思われる場合、代表箇所(1橋当たり上部工3箇所、下部工3箇所)について、次の調査を行うことを基本とする。 走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型X線分析装置(SEM-EDS)を用いた組成分析 残存膨張量試験(JCI-DD2)※2 	P19 P21
はつり調査につ いて	<ul style="list-style-type: none"> ・はつりは構造物の健全性に影響を与えないように、十分注意する。 ・上下部工のコア採取箇所近辺を基本とし各3箇所が望ましい。 ・30cm角程度の大きさで鉄筋位置まではつる。 	P30
配筋確認につ いて	<ul style="list-style-type: none"> ・配筋確認は電磁波レーダー法を基本とする。 ・変状箇所を含み周囲1m×1m程度の矩形範囲とする。 	P28

※1: コア径は 100mm を基本とするが、既設構造物の配筋間隔が狭い場合は 75mm とする。
 小計コアによるコンクリート強度測定は寸法が小さい分、コア採取後の養生やコアの成形、試験装置、載荷方法等の影響を受けやすいため注意が必要である。なお、小径コアを使用したコンクリート強度の推定方法には、特許第 3067016 があり、ソフトコアリング協会が特許の実施権を有している。

※2: 残存膨張量試験は JCI-DD2 を基本とするが、工期が早く早期の判断を求める等その他の理由がある場合はこの限りではない。

※3: コア採取について

- ・ コア採取が構造物の健全性に影響を与えないよう、十分注意する。
- ・ 変状が顕著な部位の近傍で、かつ、コンクリートの表面にひび割れが（少）ないところから採取する。

※4: 平成 19 年度、20 年度に下記業務が実施されている。

「橋梁調査（アルカリ骨材反応等）業務委託 平成 20 年 4 月
 復建調査設計株式会社」

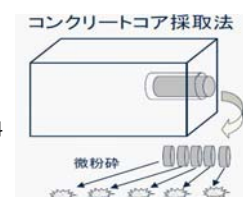
「橋梁調査（アルカリ骨材反応等）業務委託 平成 21 年 1 月
 株式会社四電技術コンサルタント」

設計対象橋梁が、上記業務の中にある橋梁であるか確認する。上記業務中で詳細調査を行っているので参考にする。

○コアを兼用して実施できる試験について

調査項目		規格・基準・JIS等	
コア採取			①②③④
コンクリートの圧縮強度、静弾性係数に関する調査	圧縮強度試験	JIS A 1108	①
	静弾性係数試験	JIS A 1149	①
コンクリートの中性化に関する調査	中性化深さ測定試験	JIS A 1152	①
コンクリートの塩化物量に関する調査	塩化物イオン量試験	JIS A 1154	②
コンクリートのアルカリ骨材反応に関する調査	滲出物の組成分析	SEM-EDS 走査式電子顕微鏡	③
	残存膨張量試験	JCI-DD2法	④

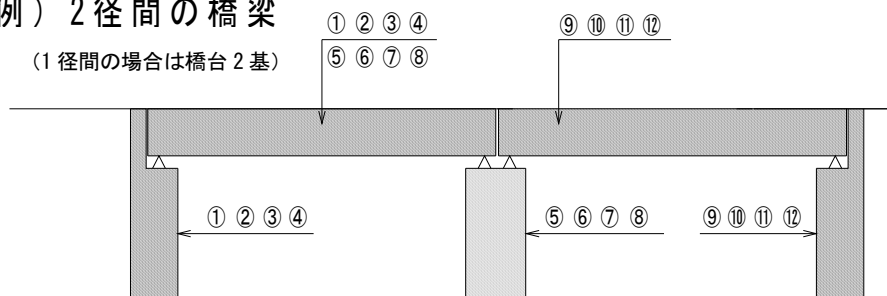
コア1本:5スライス資料



着色箇所はコアを兼用して実施できる試験を示す。

例) 2径間の橋梁

(1径間の場合は橋台2基)



§ 2. 調査設計における留意事項

1) 調査点検手法

調査点検を実施する際の手法は桁下状況より下表を参考とする。

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

表-2.2.1 調査点検手法の目安

桁下高	桁下状況	点検方法
2m 以下	地面	地上
	水面 水深 1m 以下	
	水面 水深 1m 超	船舶
2m～5m	地面	梯子
	水面 水深 1m 以下	
	水面 水深 1m 超	点検車
桁下侵入不可能		
5m 以上	桁下侵入可能	リフト車

§ 3. 調査設計選定フロー

香川県の橋梁点検結果により記録される損傷の種類に応じた調査設計の選定について対応区分表を以下に示す。(参照頁)

表-3.1.1 対応区分表

		対応区分			
部材	損傷種類	I	II	III	IV
鋼部材	①腐食	P22	P22	P23	—
	①腐食(耐候性鋼材)	P24	P24	P24	—
	②亀裂	P25	P25	P25	—
	③ボルトの脱落	P25	P25	P25	—
	④破断	P26	P26	P26	—
コンクリート部材	⑤ひびわれ 漏水・遊離石灰	P27	P28	P29	—
	⑥鉄筋露出	P30	P30	P31	—
	⑦抜け落ち	P32	P32	P32	—
	⑧床版ひびわれ	P33	P34	P35	—
	⑨PC定着部の異常	P32	P32	P32	—
その他	⑩路面の凹凸	P36	P36	P36	—
	⑪支承の機能障害	P36	P36	P36	—
	⑫下部工の変状	P37	P37	P37	—

※対応区分Ⅳの橋梁については全て経過観察とする。損傷が大きく、落橋及び第三者被害が考えられる場合は緊急対策を行う。

※損傷程度の損傷区分は香川県橋梁点検マニュアル(案)を参照する。

橋梁の対応区分

対応区分	適用
I 高度予防維持管理対応	・橋長100m以上かつ最大支間長50m以上の橋梁 ・歴史的橋梁など維持管理上優先度が極めて高い橋梁
II 予防維持管理対応	I、IVを除く橋梁で以下のいずれかに当てはまる橋梁 ・橋長15m以上の橋梁 ・緊急輸送路上の橋梁 ・跨線橋 ・跨道橋
III 事後維持管理対応	I、II、IVを除く橋梁
IV 観察維持管理対応	特に指定する橋梁 ・架け替えが決まっている橋梁 ・古い橋梁で修繕より架け替えが妥当と考えられる橋梁 ・迂回路が近接してあるなど緊急対応が可能な橋梁

調査設計について

1. 鋼部材

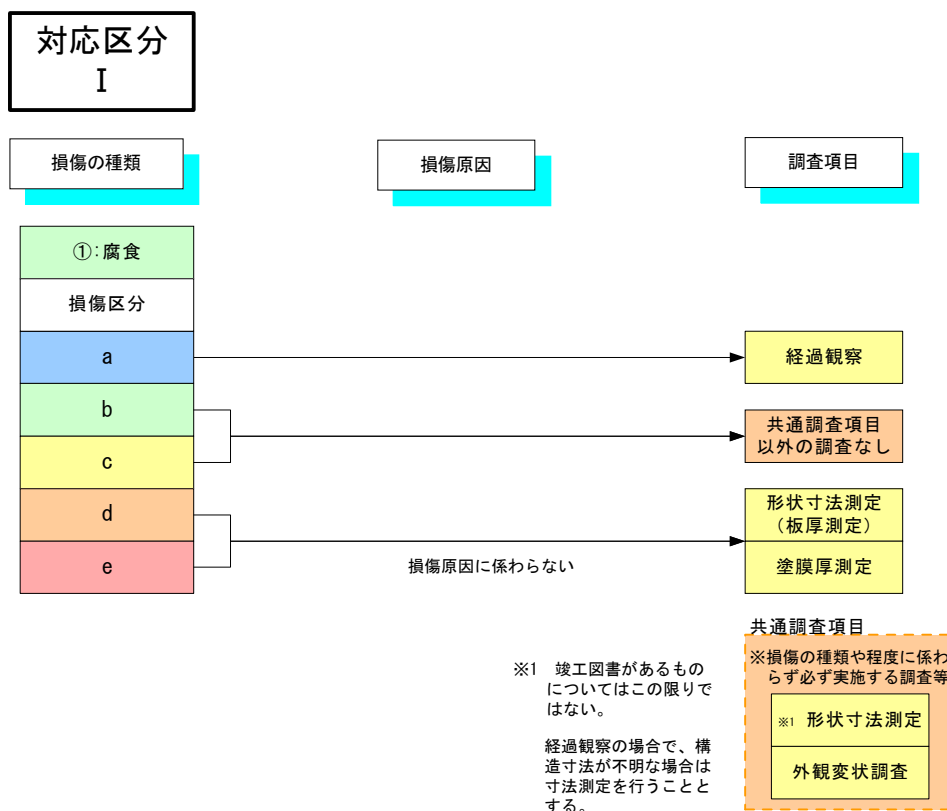


図-2.3.1 調査項目選定フロー (1)

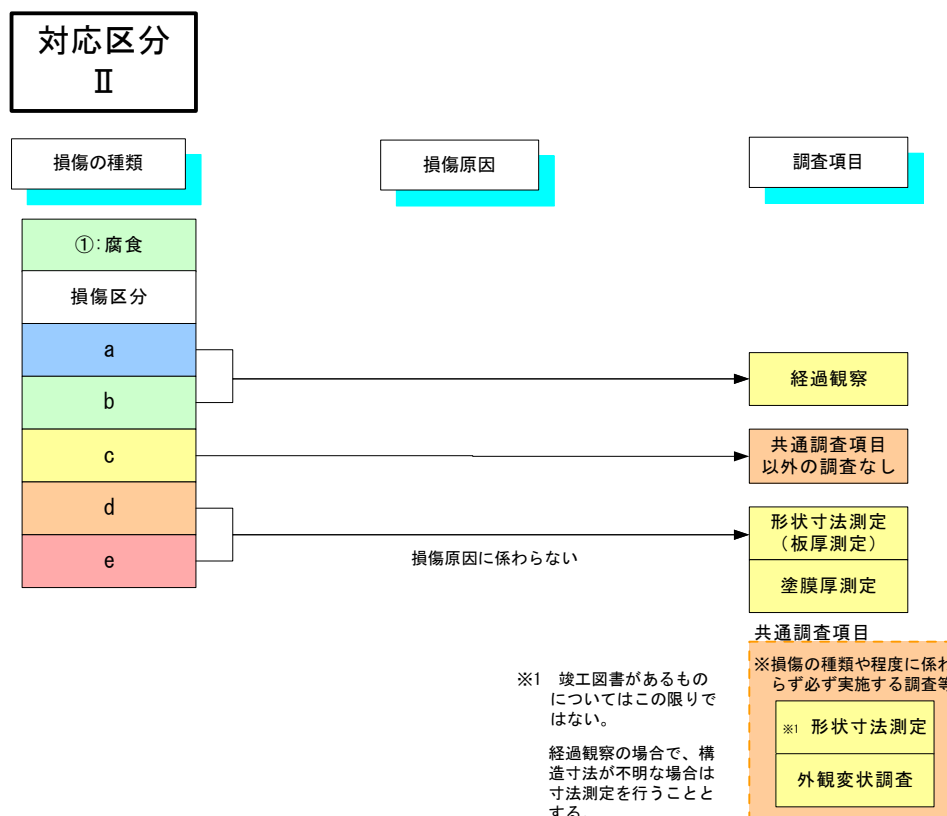


図-2.3.2 調査項目選定フロー (2)

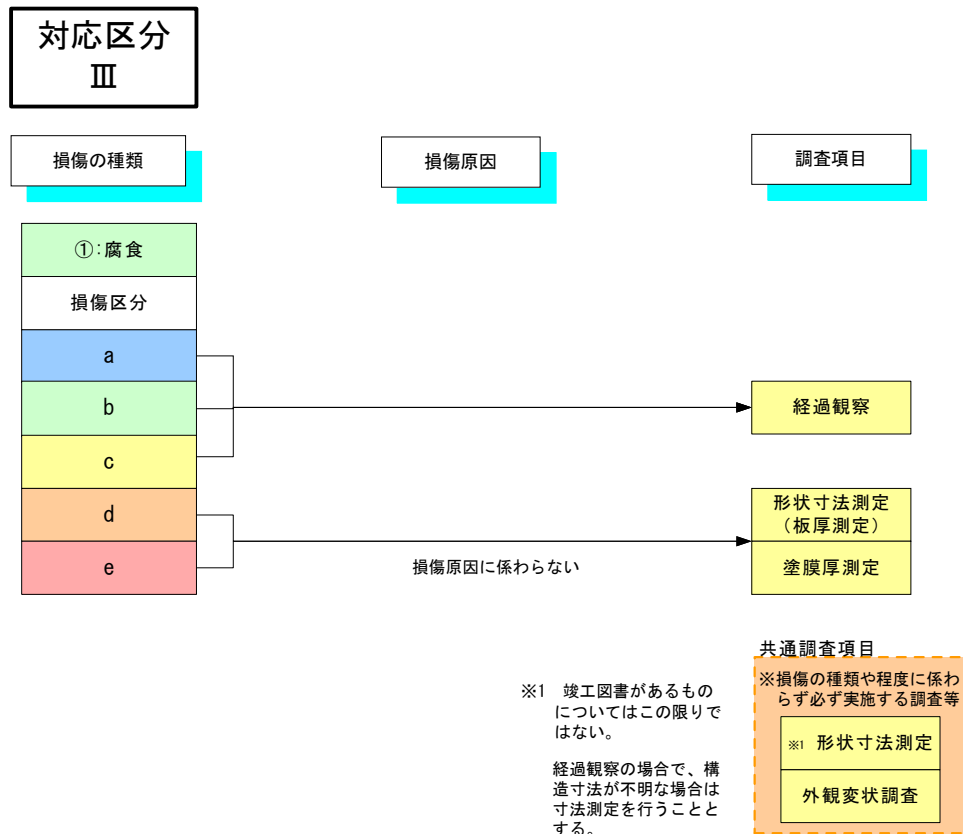


図-2.3.3 調査項目選定フロー (3)

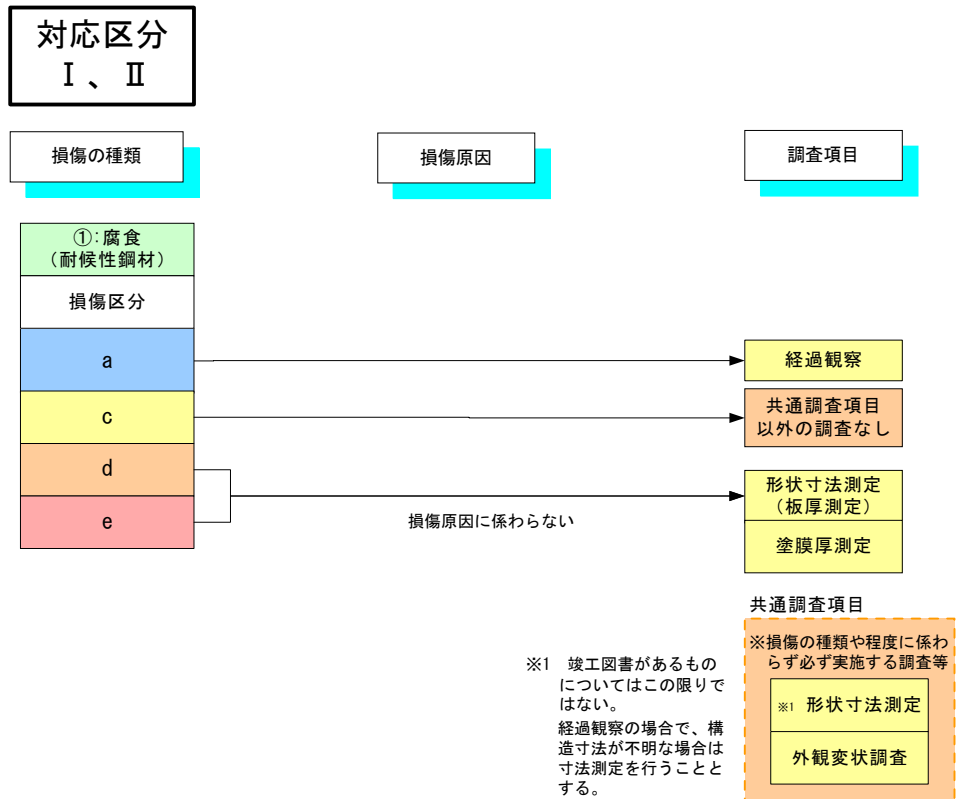


図-2.3.4 調査項目選定フロー (4)

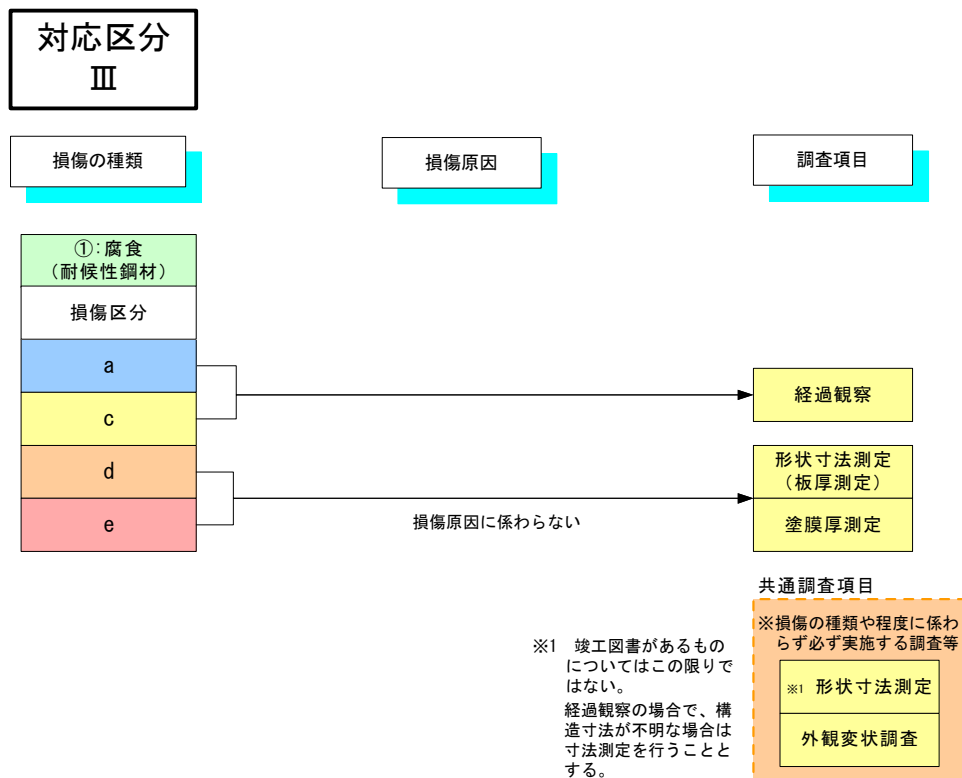


図-2.3.5 調査項目選定フロー (5)

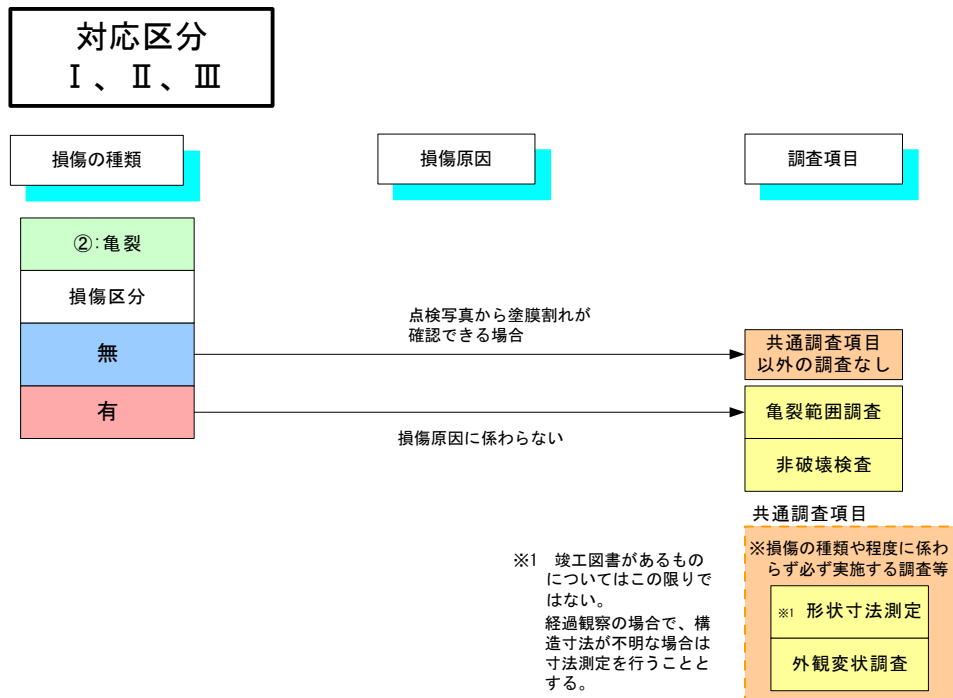


図-2.3.6 調査項目選定フロー (6)

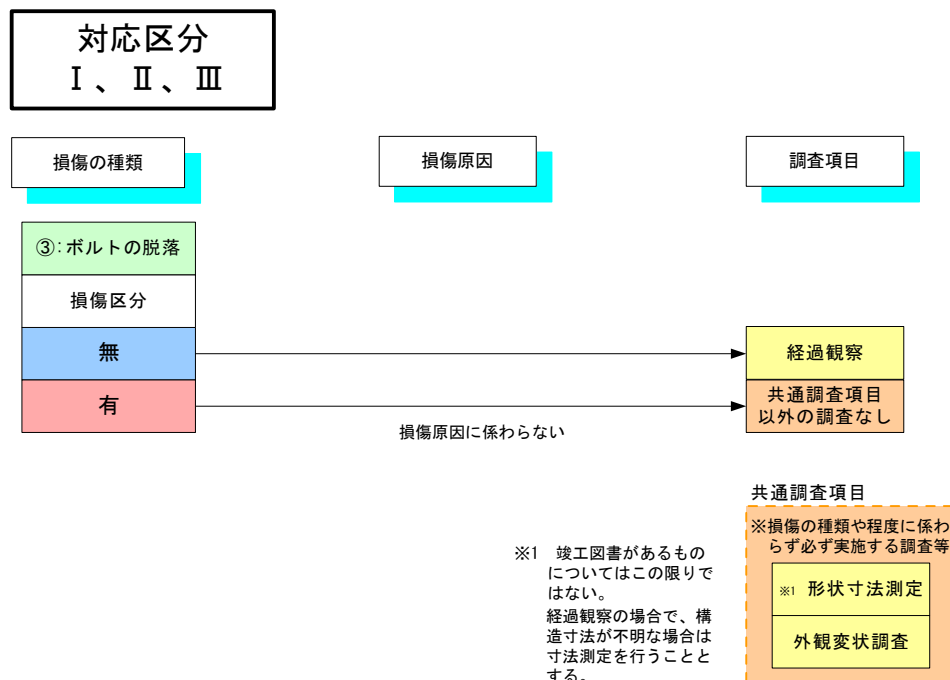


図-2.3.7 調査項目選定フロー (7)

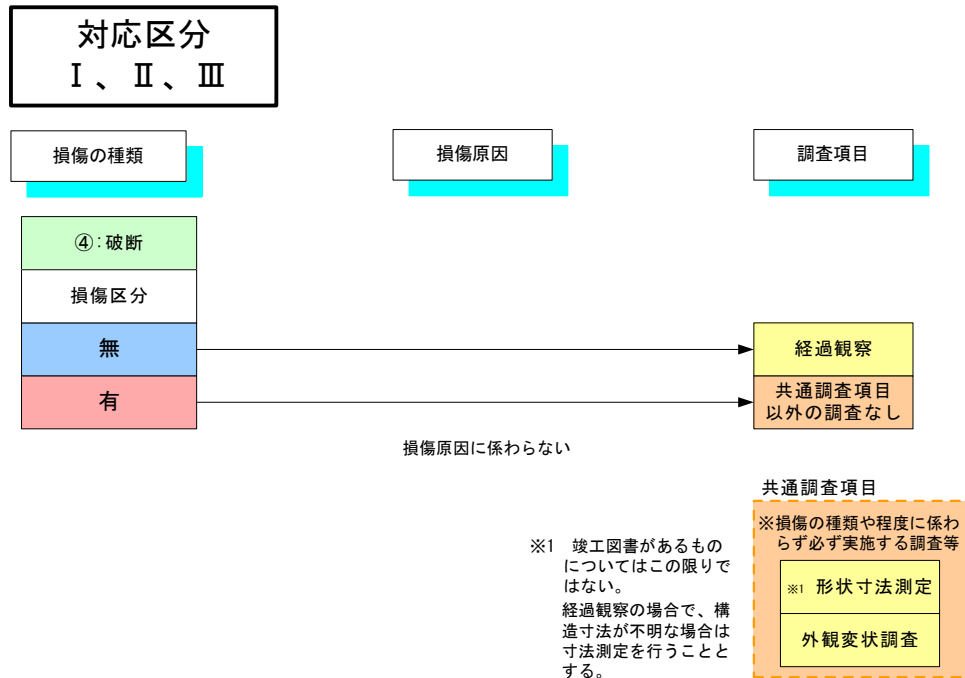


図-2.3.8 調査項目選定フロー (8)

2. コンクリート部材

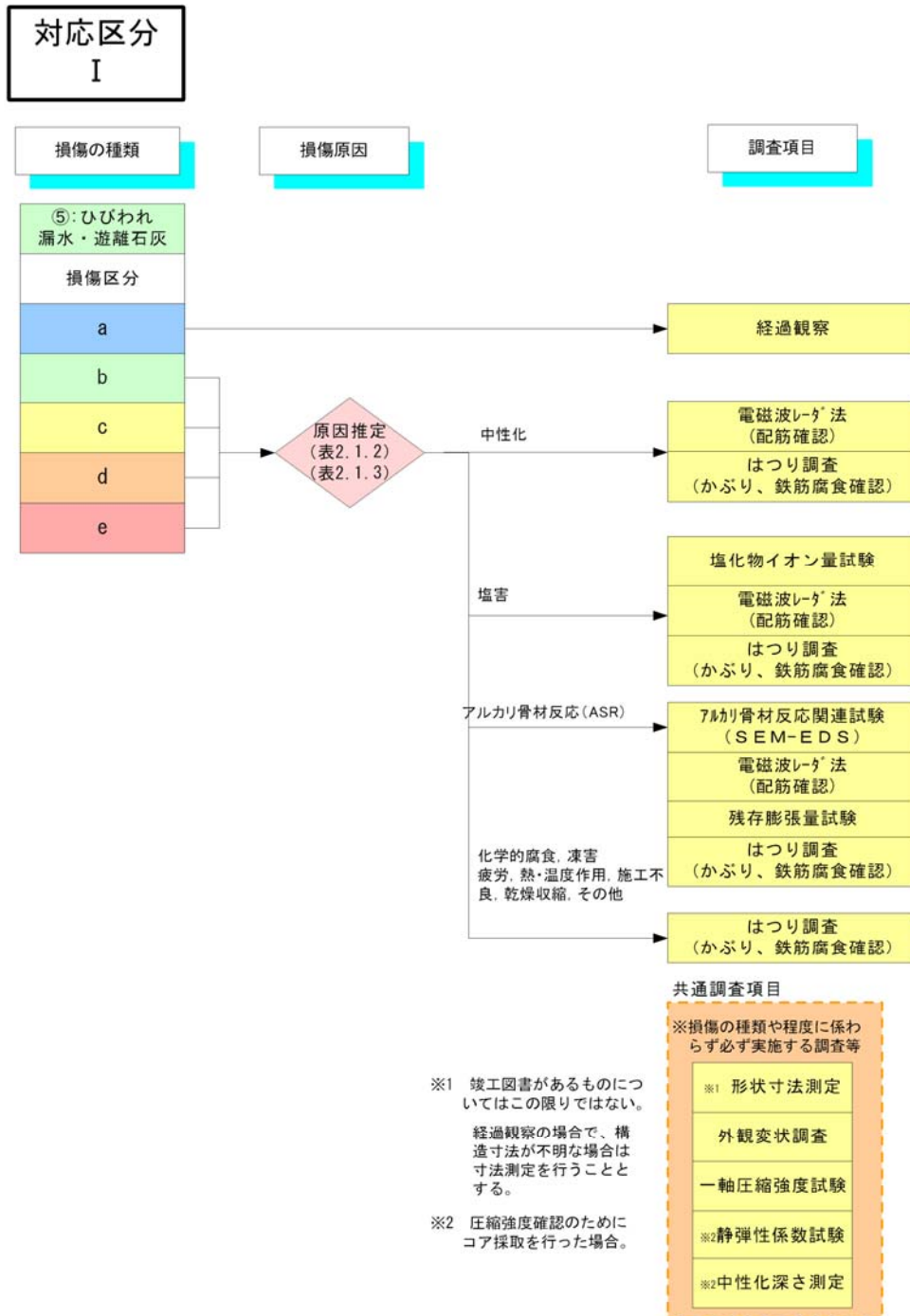


図-2.3.9 調査項目選定フロー (9)

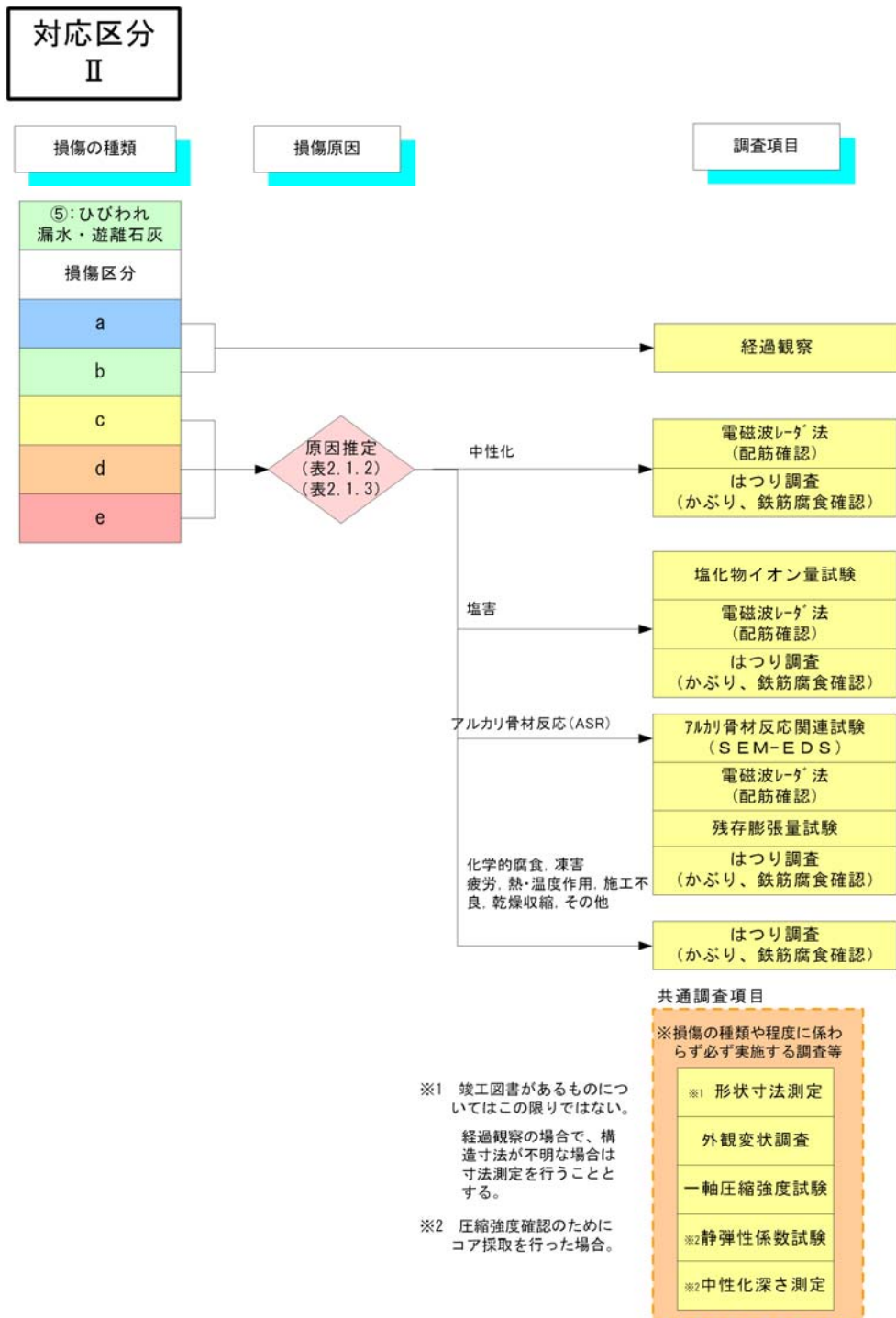


図-2.3.10 調査項目選定フロー (10)

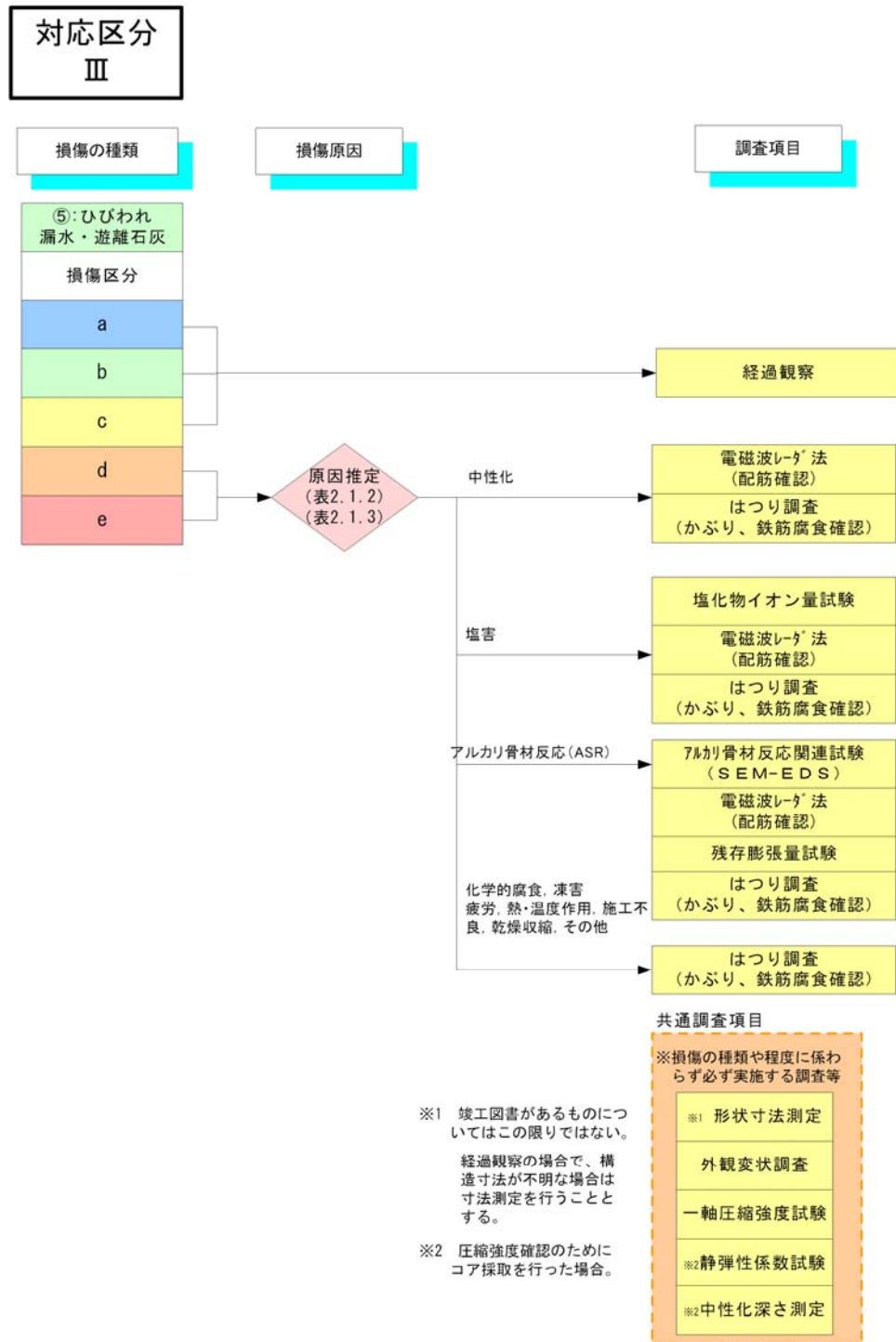


図-2.3.11 調査項目選定フロー (11)

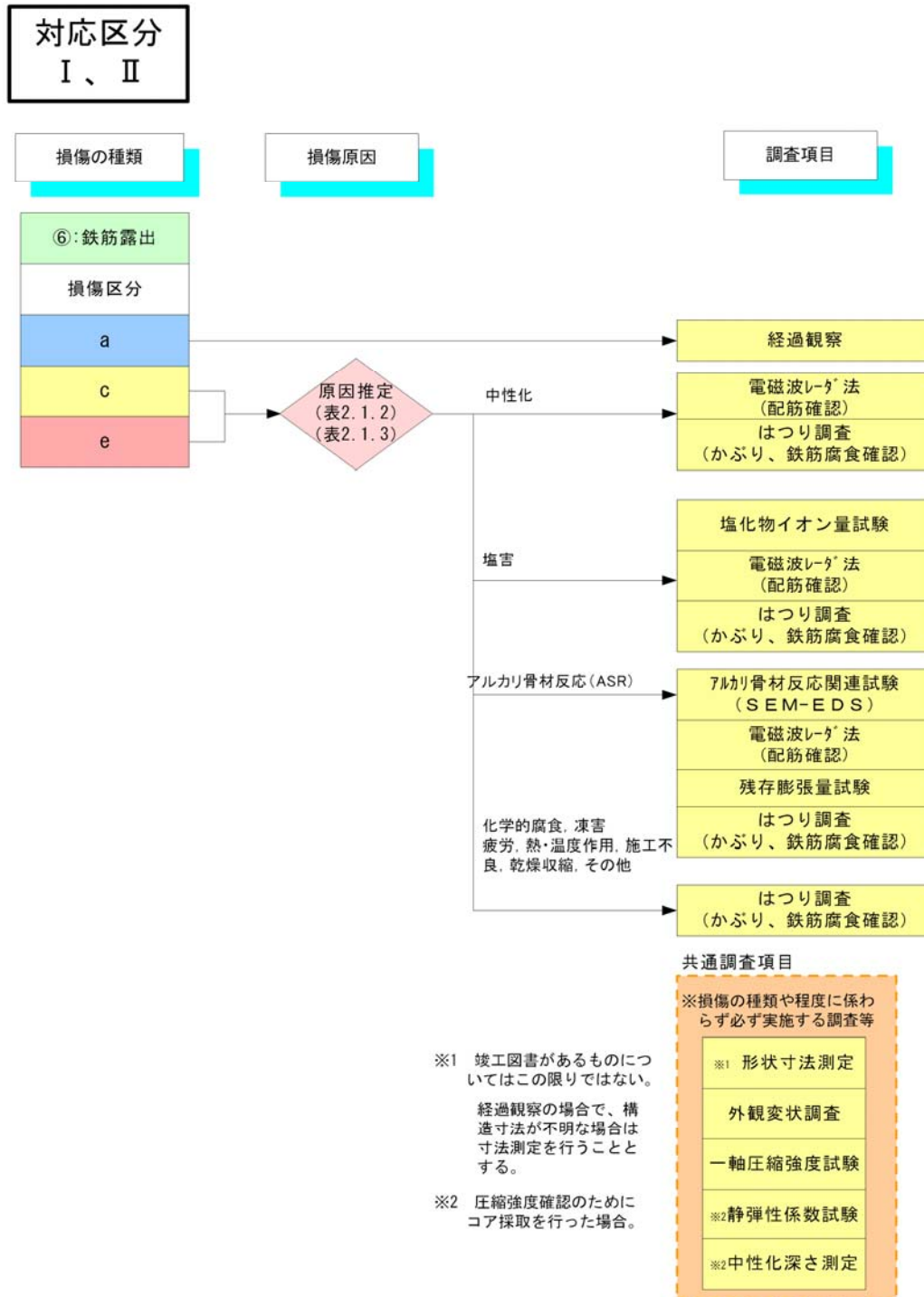


図-2.3.12 調査項目選定フロー (12)

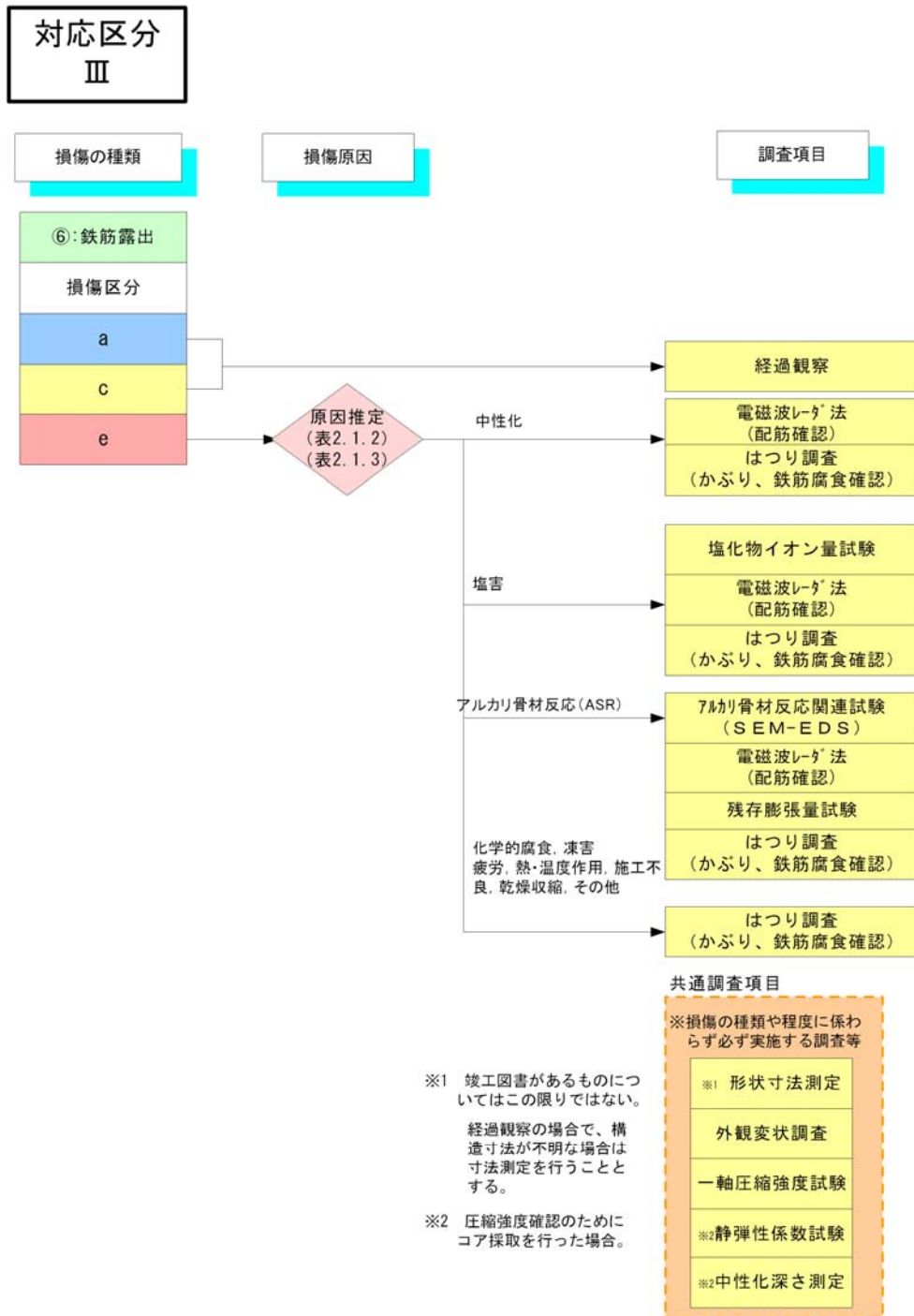


図-2.3.13 調査項目選定フロー (13)

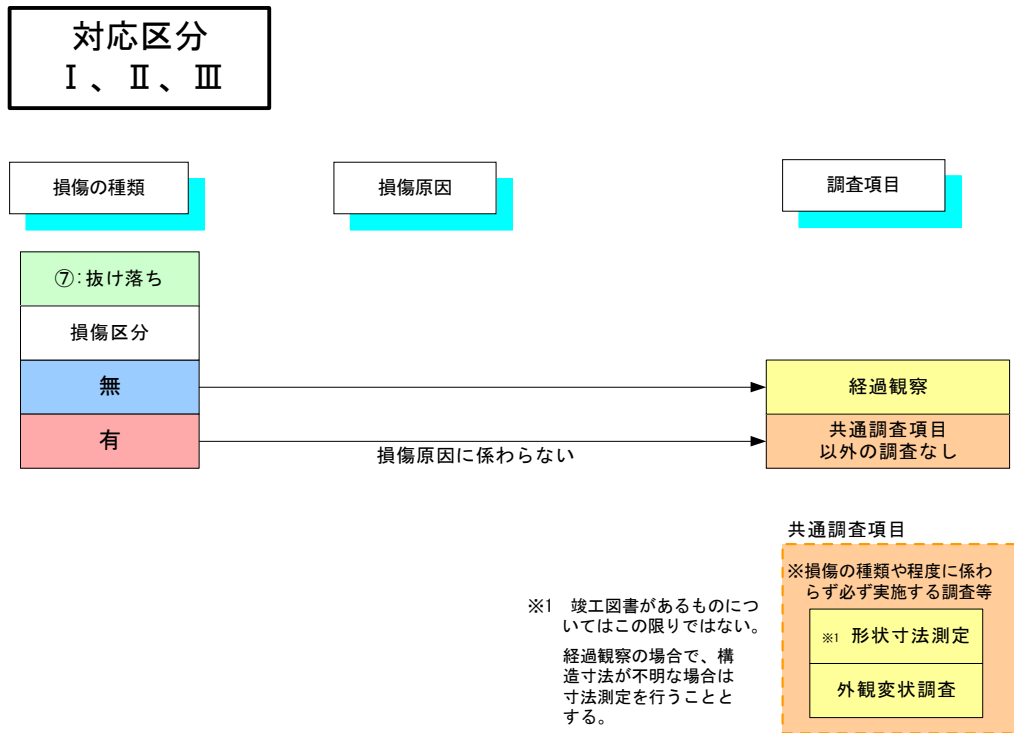


図-2.3.14 調査項目選定フロー (14)

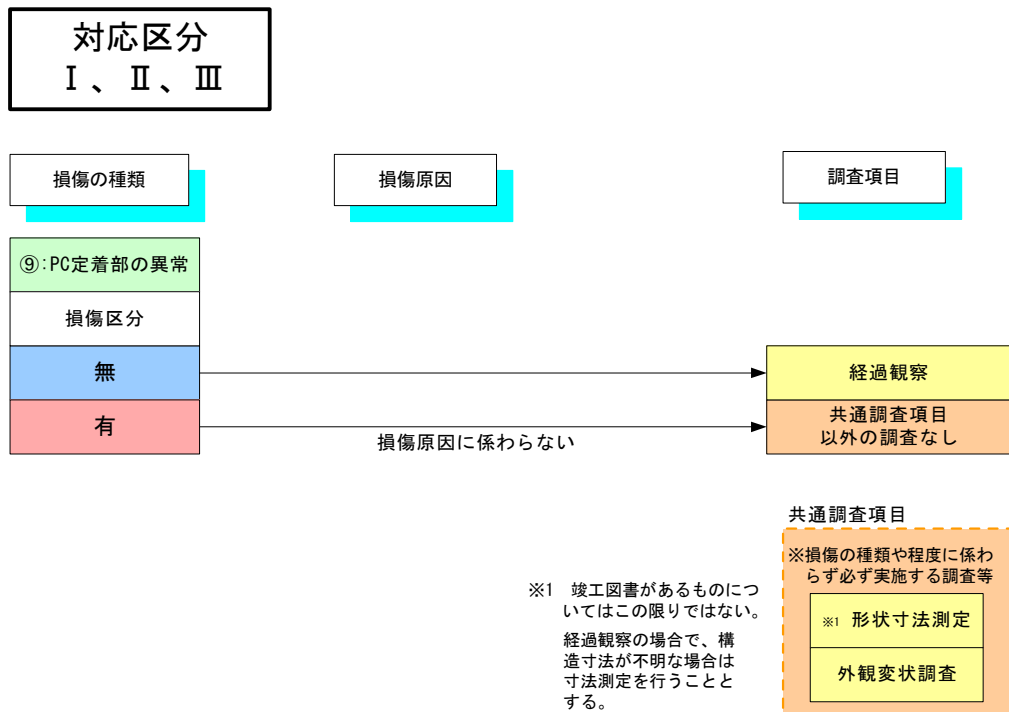


図-2.3.15 調査項目選定フロー (15)

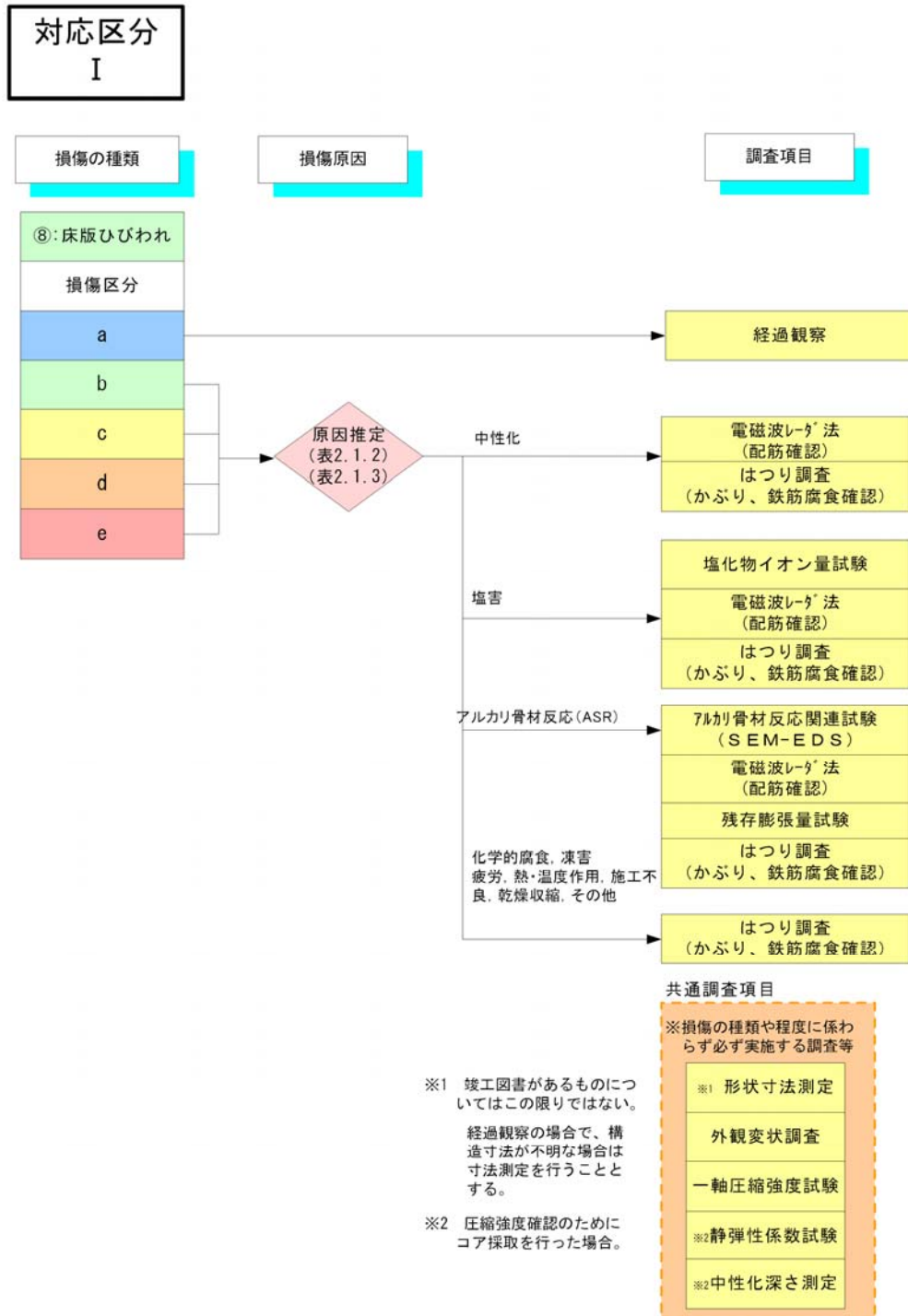


図-2.3.16 調査項目選定フロー (16)

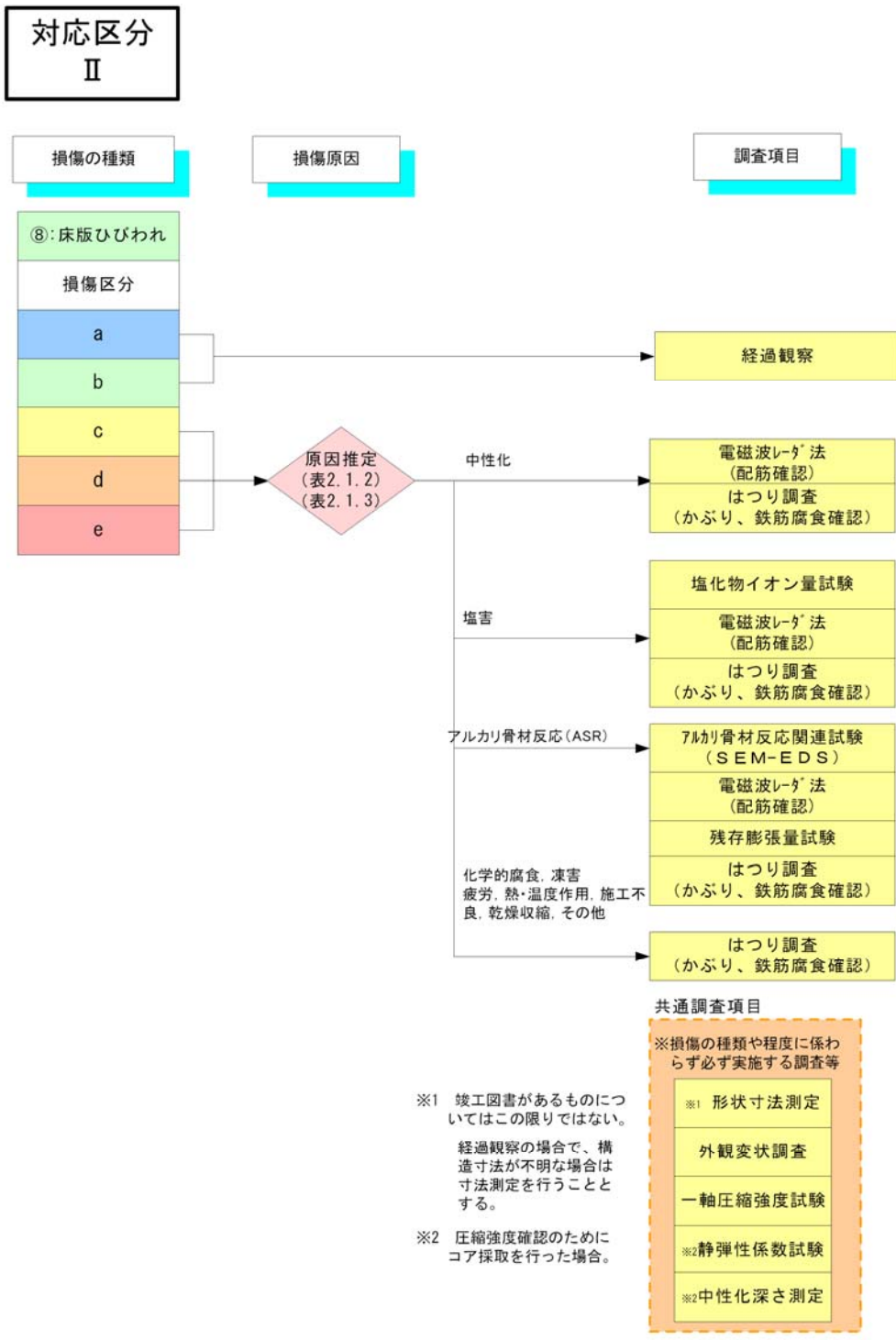


図-2.3.17 調査項目選定フロー (17)

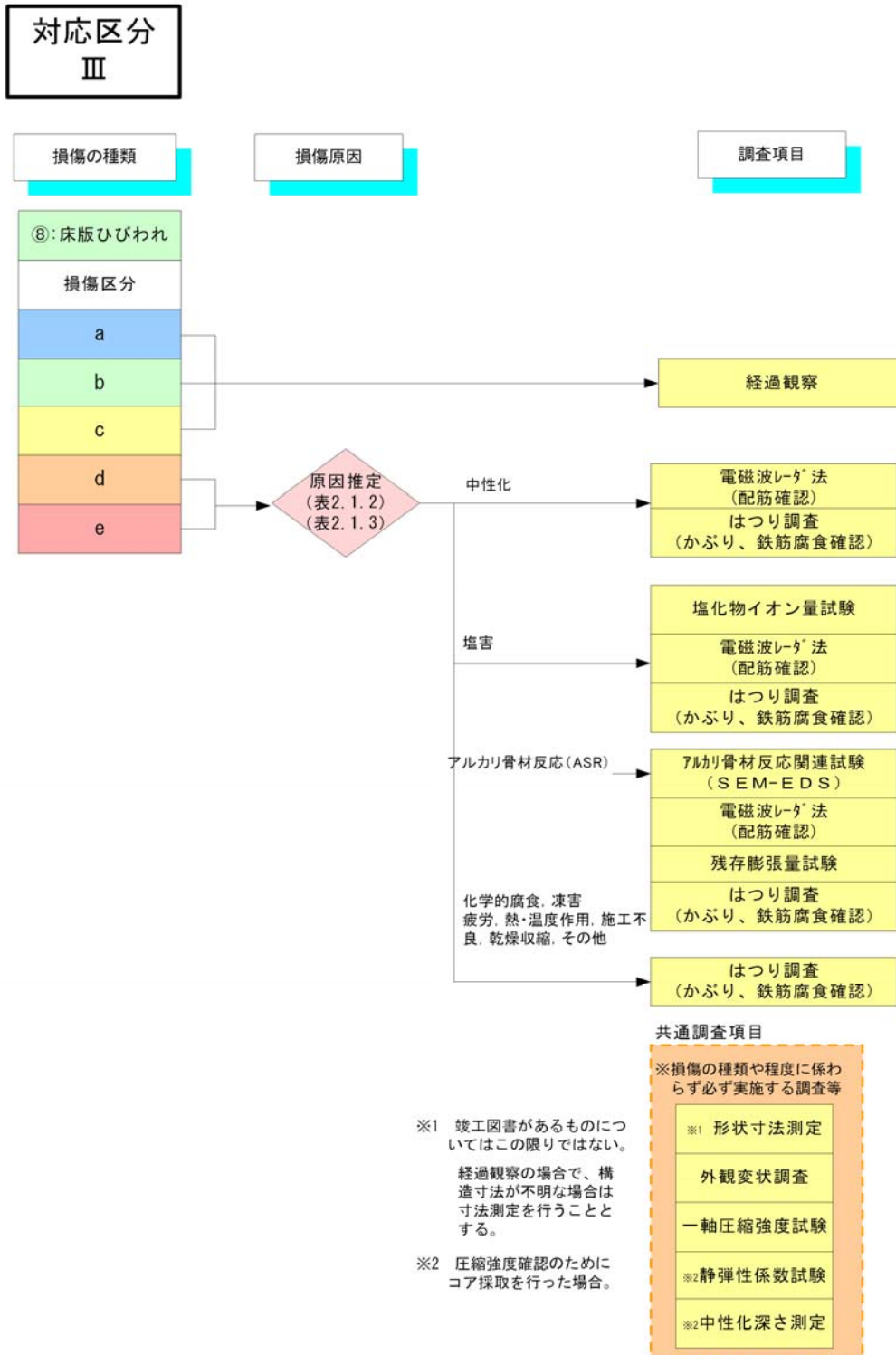


図-2.3.18 調査項目選定フロー (18)

3. その他

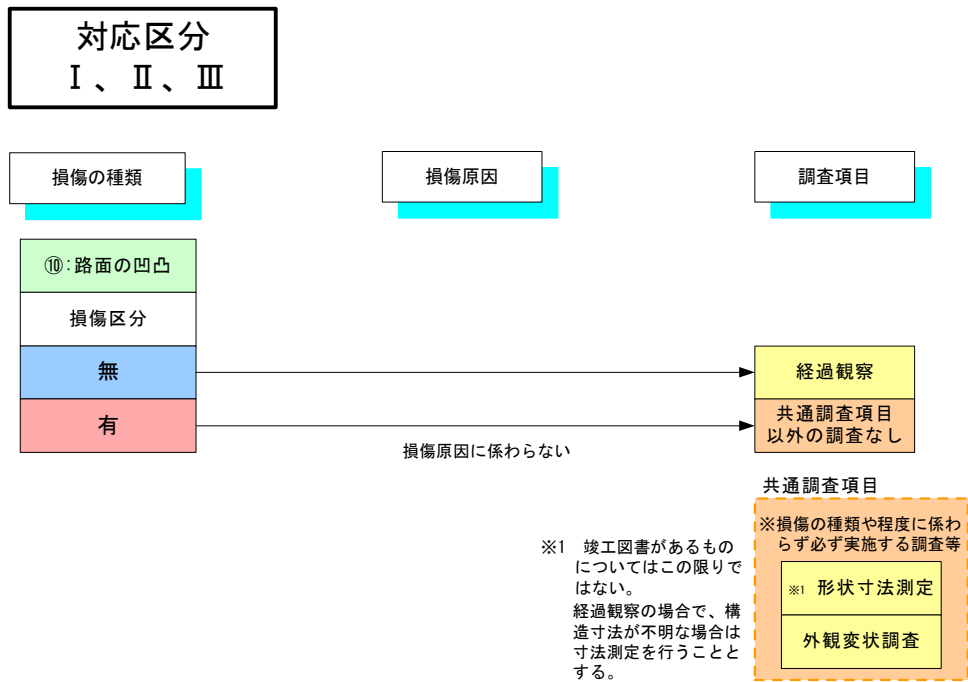


図-2.3.19 調査項目選定フロー (19)

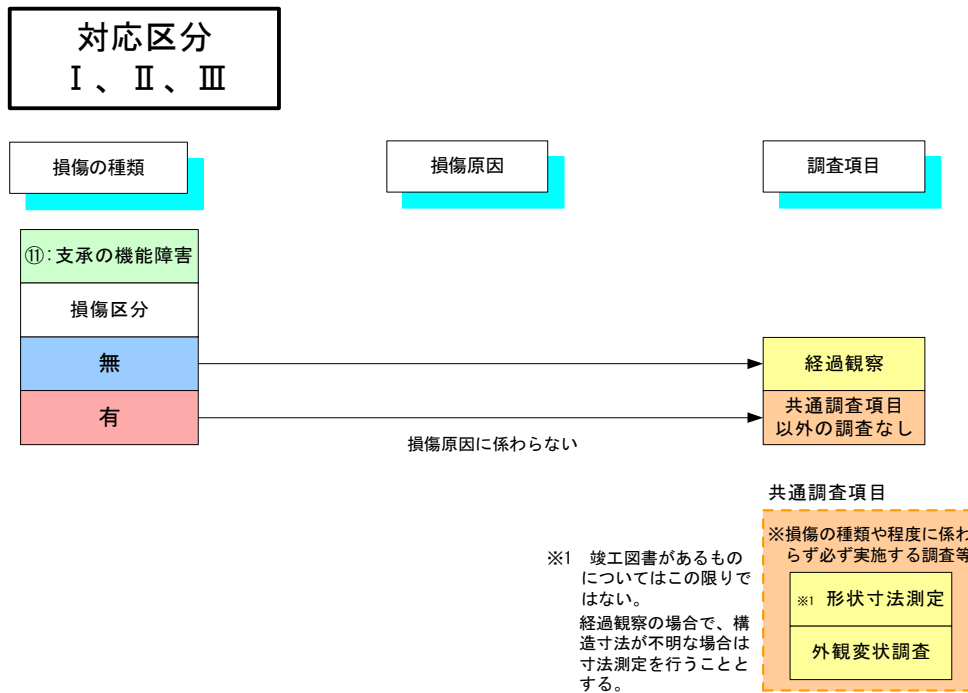


図-2.3.20 調査項目選定フロー (20)

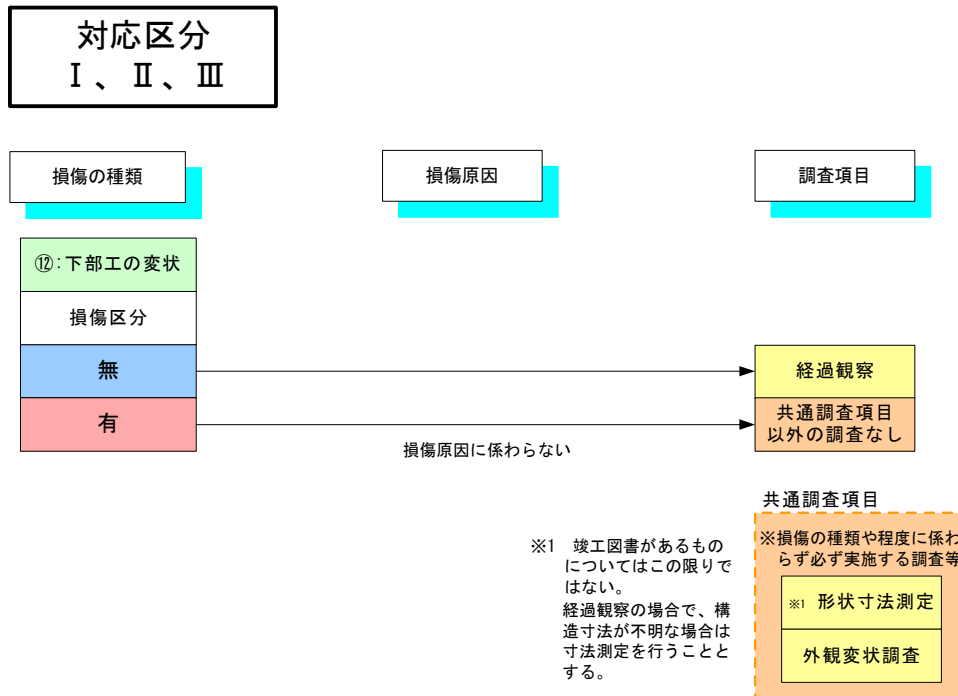


図-2.3.21 調査項目選定フロー (21)

第 3 章 橋梁補修（補強）

§ 1. 補修設計

1-1. 鋼構造物の補修設計

鋼構造物において橋梁点検により記録される損傷の種類に応じた補修設計の選定フローを以降に示す。

1) 鋼構造物における補修設計項目選定フロー

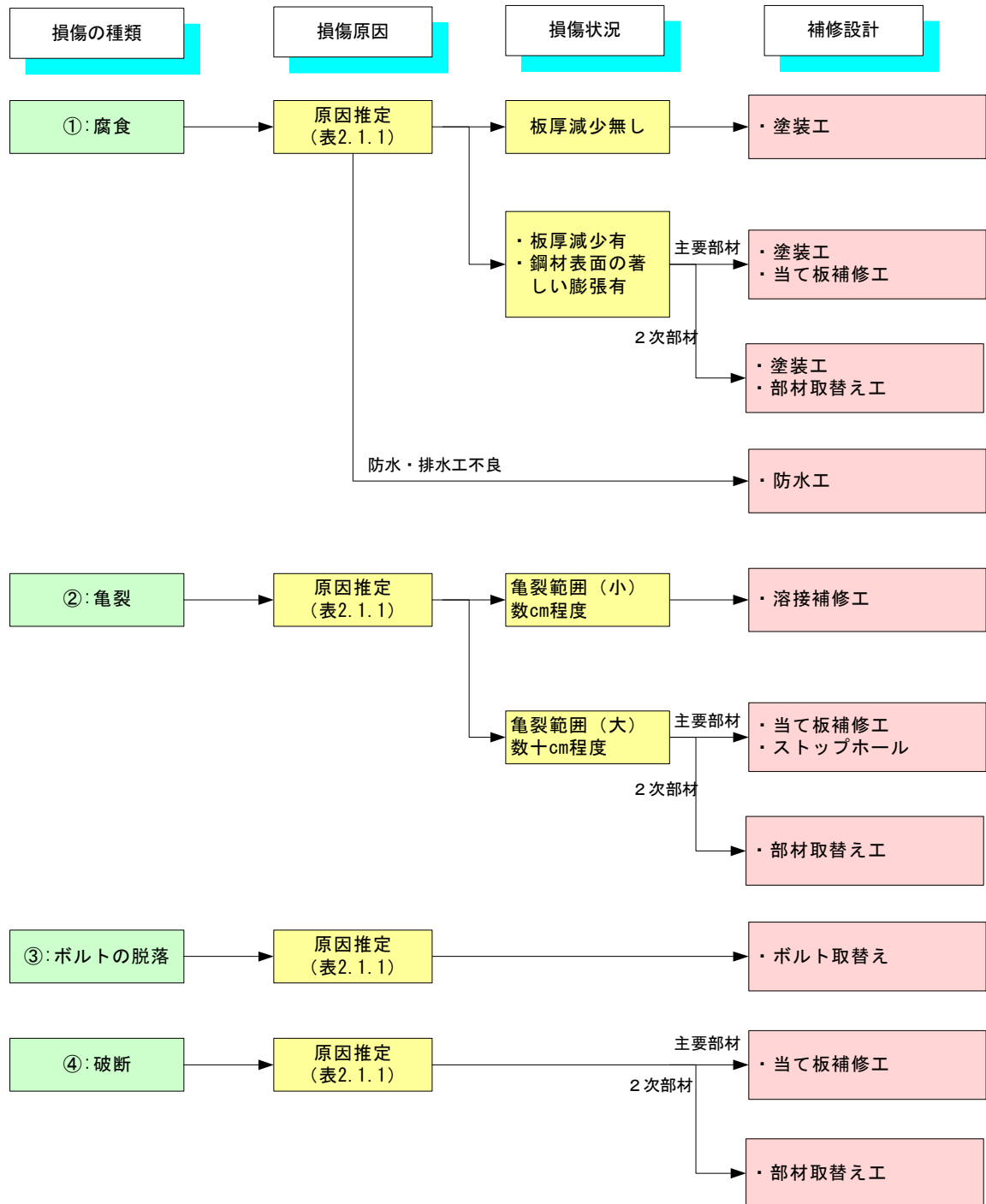


図-3.1.1 鋼部材の補修設計項目選定フロー

1-2. コンクリート構造物の補修設計

コンクリート構造物において橋梁点検により記録される損傷の種類に応じた補修設計の選定フローを以降に示す。

1) コンクリート構造物における補修設計項目選定フロー

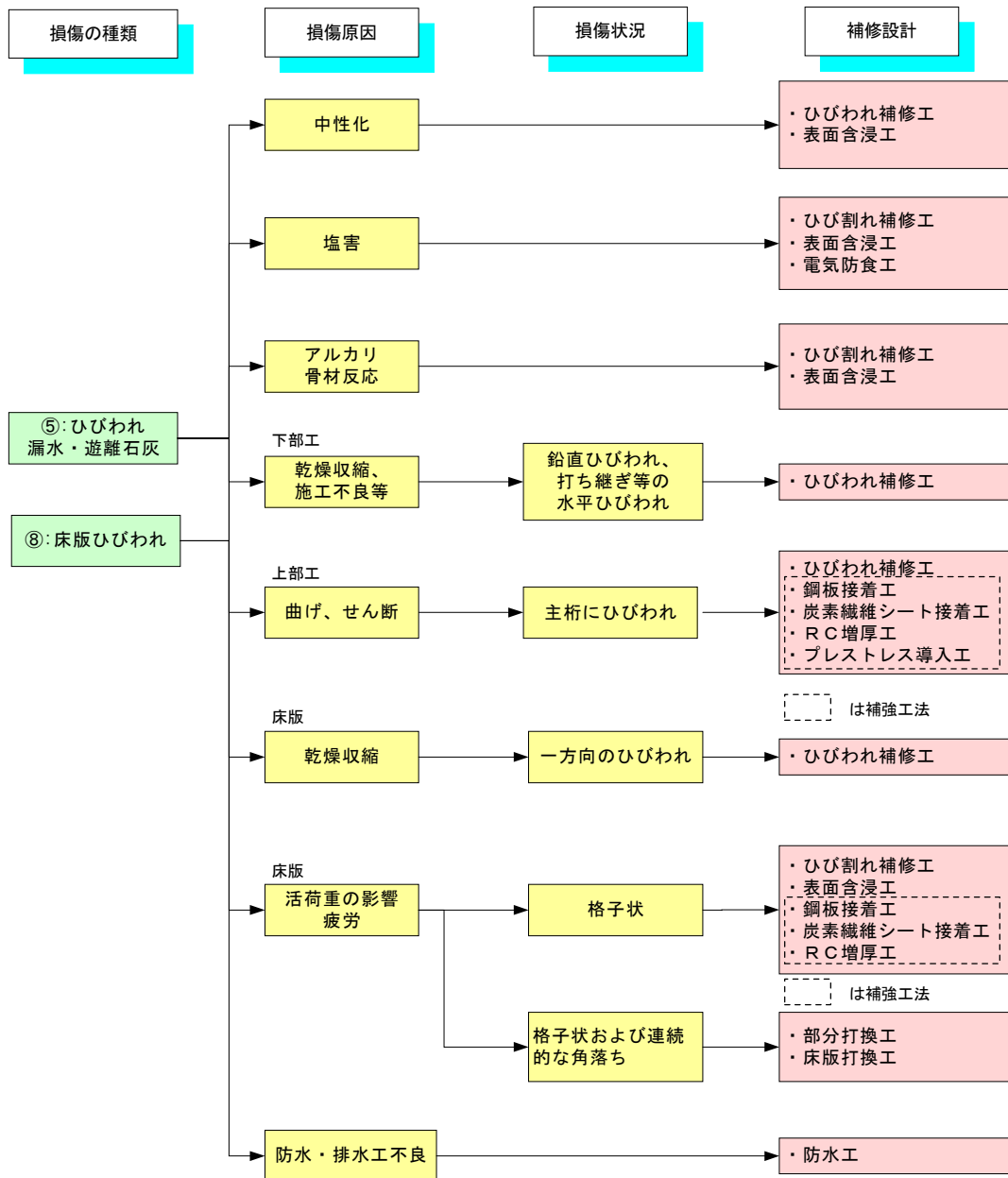


図-3.1.2 コンクリート部材の補修設計項目の選定フロー (1)

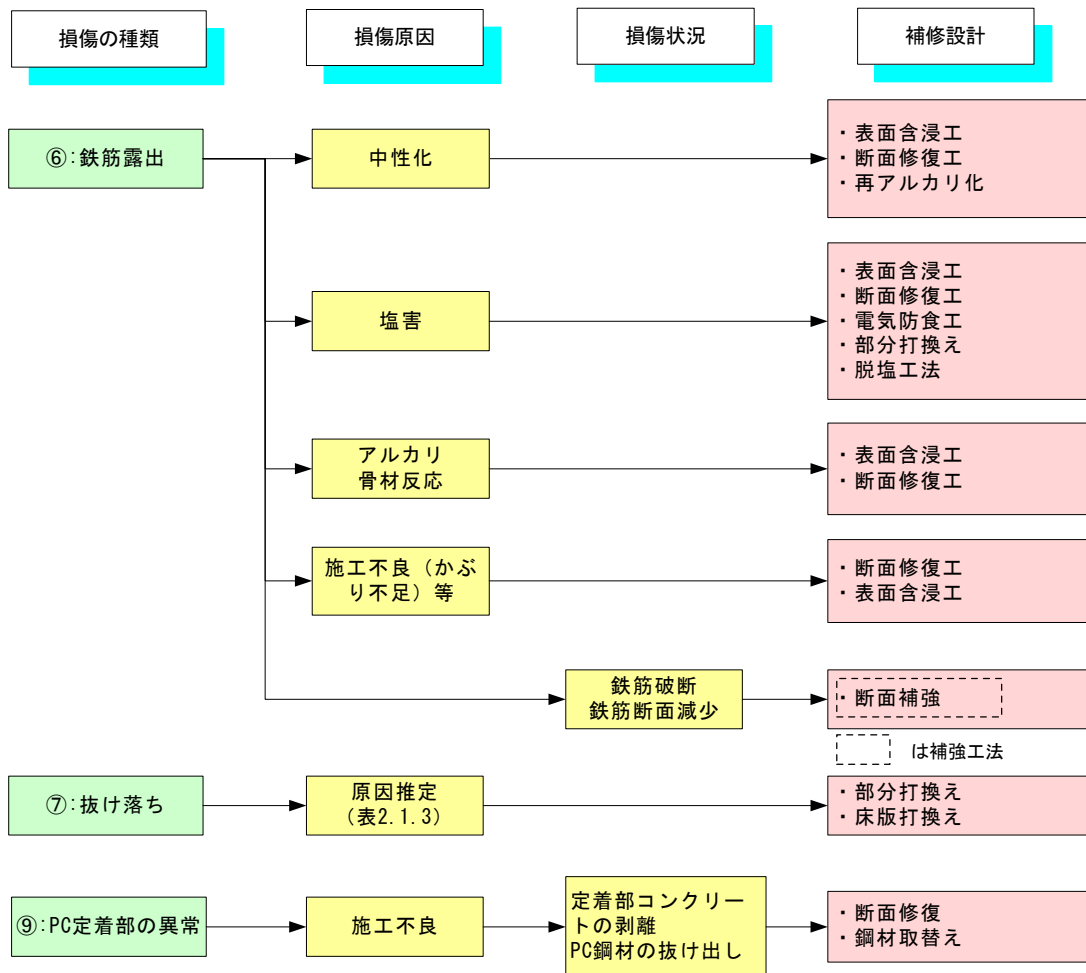


図-3.1.3 コンクリート部材の補修設計項目の選定フロー (2)

§ 2. 橋梁部位別の補修工法の選定

2-1. 鋼構造物の補修

(1) 概要

①鋼構造物の補修工法は、以下の工法がある。

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

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

③補修塗装工における塗装仕様は以下を原則とする。

鋼橋塗装のLCC、環境対策、景観上の配慮などの観点から塗り替え塗装仕様は従来よりも耐久性に優れる重防食塗装系を基本とする。

・一般部

腐食程度が大きい場合（損傷区分d、e）：Rc-I 塗装系

腐食程度が小さい場合（損傷区分b、c）：Rc-III 塗装系

- ・1種ケレンについては、腐食程度が大きい箇所を局部的に行うのではなく、部材ごと面ごとに対して行うことを基本とする。（例：添接部、下フランジ下面部）

なお、C 塗装系または耐候性鋼材、溶融亜鉛めっき、金属溶射については、別途検討が必要である。

・添接部

現場連結部は、塗料が付きにくく一般部に比べ塗膜の弱点となりやすいので、長期耐久性に必要な膜厚確保のため下塗りに超厚膜形エポキシ樹脂塗料を使用する。

④塗装工事（部分塗装も含む）を行う場合は、ケレンを十分に行い汚れや錆を確実に落とすことが重要である。清浄な塗面に塗布した塗料は、付着性を低下させる要因がないため、良好な防錆機能を発揮する。一方で素地調整が適切になされないと塗膜の耐久性は大きく損なわれる。したがって、塗料を塗布する場合は、鋼材面・塗膜面を問わず被塗面上のさび、劣化塗膜、汚れを除去し、適度に粗にする素地調整の作業が重要なものとなる。

⑤塗装工事の際、主部材の下フランジなどの部材角（エッジ部）が面取り加工されていない場合は、規定塗膜厚を確保のために可能な限り面取り加工（R=2mm 以上）を実施する。

⑥塗装工事等で足場工を設置する場合は、その時になるべくその他の補修工事を併せて行うことが望ましい。

- 1) 損傷原因に適合しない補修工法を選定した場合、補修した部分が比較的短期間に再度損傷する事例が見られる事がある。したがって、補修工法を選定に際しては、損傷原因を十分把握し、損傷に適合した工法を選定する事が重要である。
- 2) 損傷原因が構造物の耐力不足や構造物詳細の不備による場合には、補修に先立って構造物を補強しなければ、補修しても損傷がすぐに再発生することがある。補強工法については、構造詳細、発生応力などを考慮の上、別途検討しなくてはならない。
- 3) 重要部材に亀裂が発生し進行した場合には、最悪落橋となる恐れも考えられるので注意する必要がある。

(2) 補修塗装工要領

1) 一般部塗装仕様

(a) 腐食程度が重度な場合

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

(b) 腐食程度が軽微な場合

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

※手間は市場単価
3種ケレンに含む

図-3.2.1 補修塗装工要領 (一般部)

2) 添接部塗装仕様

(a) 腐食程度が重度な場合

工程	塗料名	塗装方法	使用量 (g/m ²)	標準膜厚 (μm)	塗装間隔
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	はけ	120	25	1日～10日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	はけ	140	30	
下塗	超厚膜型エポキシ樹脂塗料下塗	はけ, キャップ注入	2500	1000	1日～10日
下塗	有機ジンクリッチペイント	はけ	600	75	1日～10日
素地調整	1種ケレン(ISO Sa2 1/2)				4時間以内

(b) 腐食程度が軽微な場合

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

図-3.2.2 補修塗装工要領 (添接部)

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

3) 添接部塗装範囲

添接部塗装仕様による補修塗装の範囲は、下図に示すように添接板より10cm程度とする。

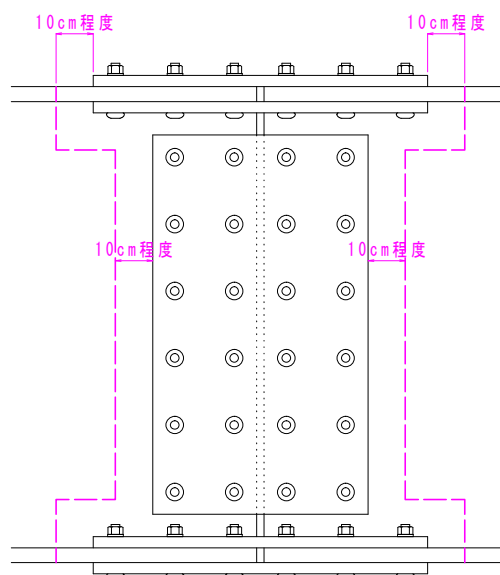


図-3.2.3 添接部補修塗装範囲

4) 塗替え方式

塗替え方式は、景観上好ましくない場合、または、LCCが有利となる場合において全面塗り替えを行う。

5) 塗替え塗装の範囲

- ・ 塗装劣化箇所が点在し、そのような箇所を施工した場合には、他の部位と分別して維持管理していくことが困難であるから、将来の維持管理を考慮してある範囲をまとめて塗替えるのが望ましい。ただし、構造上連続性がとぎれるなどの理由から、塗装範囲をまとめることが困難な場合や、著しく不経済になる場合等はこの限りではない。

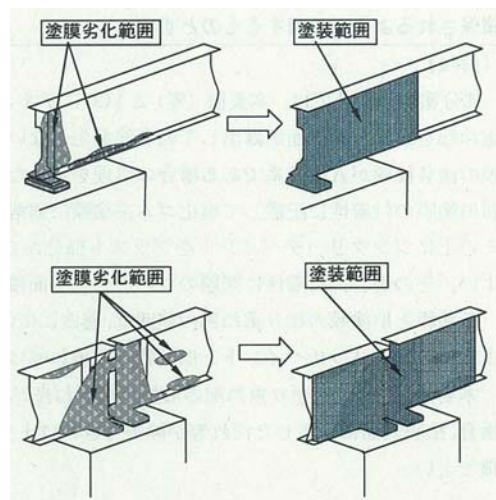


図-3.2.4 劣化部に応じた塗装範囲

- ・ 桁端部は、通気性が悪く、また、構造物の連続性が途切れる部位であり、路面排水処理の不備や伸縮装置の漏水等により桁が長期間に渡って湿潤状態になるなど、最も厳しい環境下にある。したがって、桁端部における部分塗替え塗装の範囲は橋座面上を最小範囲とする。また、地形等の特徴から桁下空間が確保されず、風通しが悪いなど良好な環境が望めない範囲についても塗替え対象に含めるのが望ましい。

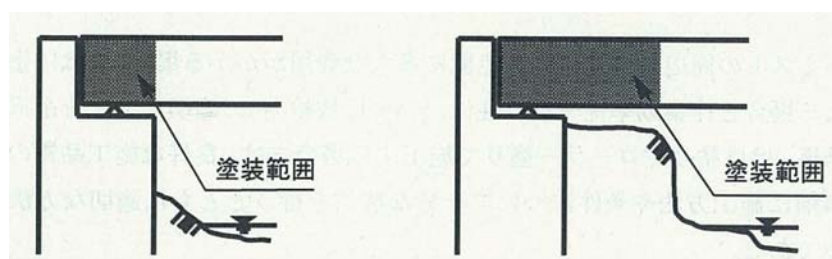


図-3.2.5 部分塗り替え塗装の範囲（桁端部）

6) 塗り重ね部の処理

- 部分塗替え塗装では、新塗装と旧塗膜との境界部に塗り重ね部を設け、鋼材面が露出して弱点部が生じないことに配慮している。図-3.2.6は旧塗膜の塗装仕様がA塗装系である場合の処理を示したものである。これがB塗装系の場合は、新旧塗膜の付着性に配慮して塩化ゴム系塗膜に弱溶剤変性エポキシ樹脂塗料を一層塗布し、その上にジンクリッチペイントをブラスト部分から塗り重ねるなどの工夫を検討するのがよい。その場合、付着性に問題がないことを小面積で事前に確認しておくことが望ましい。新塗膜と旧塗膜の塗り重ね部の範囲は、過度に広げる必要はなく50mm程度設ければよい。また、ジンクリッチペイントと旧塗膜との重ね幅は10mm程度を設けることでよい。本マニュアル（案）では、塗り重ね部の旧塗膜が概ね良好な状態である場合を想定しており、この場合、塗膜表面に付着した汚れ等が除去できれば十分であることから処理は素地調整程度4種でよい。

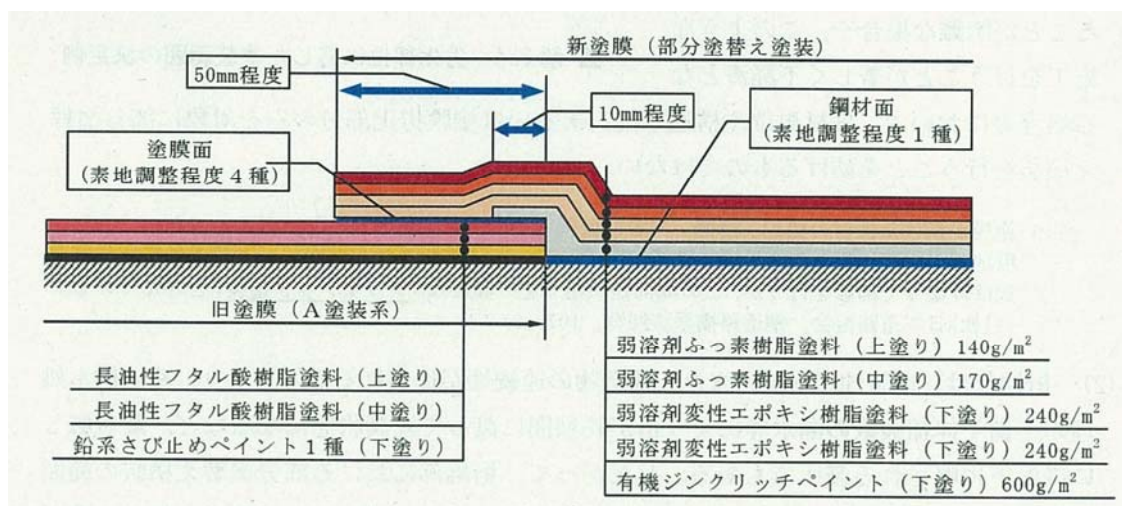


図-3.2.6 新旧塗膜の塗り重ね部の処理（旧塗膜がA塗装系の場合）

鋼道路橋の部分塗り替え塗装要領（案）平成21年9月より抜粋

(3) 鋼部材の補修工法選定フロー

補修工法は、損傷の原因を十分把握し、損傷の規模、範囲に応じて工法の組合せ、補修の効果、施工性、経済性等を考慮して選定する。鋼構造物の補修に当たっては、現場溶接に対する通行車両制限、部材交換時の荷重状態など既設橋の安全性および施工性、補修後の耐荷力に対して十分検討を行う。工法選定フローを以下に示す。

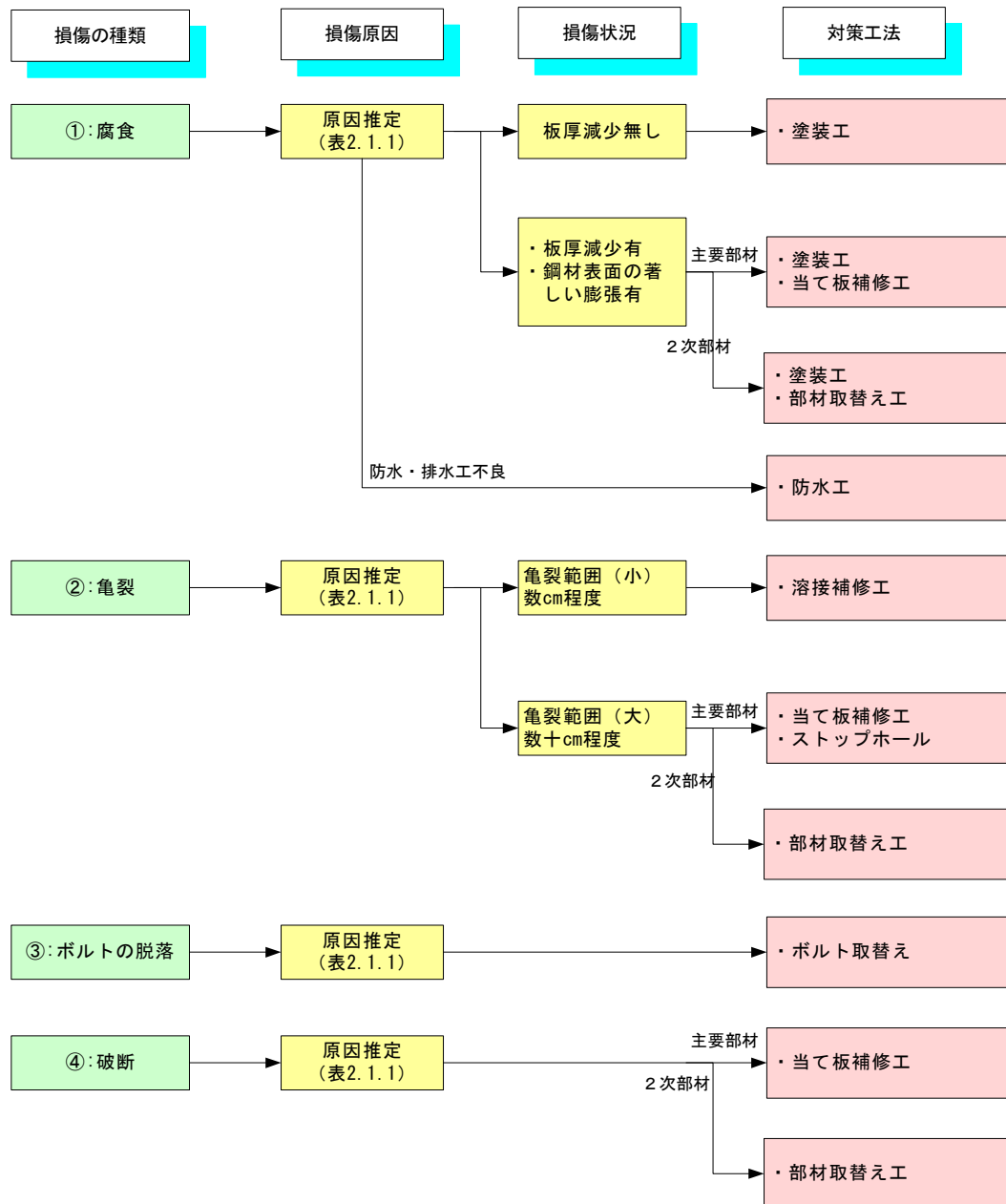


図-3.2.7 鋼部材の補修工法選定フロー

2-2. コンクリート構造物の補修

(1) 概要

①コンクリート構造物の補修工法は、以下の工法がある。

- ・ ひびわれ補修工：表面処理工法、ひびわれ注入（充填）工法
- ・ 断面修復工：左官工法、吹付け工法、充てん工法
（犠牲陽極工法、マクロセル対策）
- ・ 部分打ち換え工法
- ・ 表面保護工：表面被覆工法、表面含浸工法
補修後も目視でコンクリートのひび割れを確認できる表面含浸工を標準とする。
- ・ 鉄筋防錆工：防錆処理工法
- ・ 電気防食工 ※1
- ・ 脱塩工（電気化学的脱塩工法） ※1
- ・ 再アルカリ工（電気化学的再アルカリ工） ※1
- ・ 防水工・止水工
※1 橋梁の重要度およびコスト等の総合的な検討が必要

②中性化による損傷に対する補修工法は以下を原則とする。

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

③塩害による損傷に対する補修工法は以下を原則とする。

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

④アルカリ骨材反応による損傷に対する補修工法は以下を原則とする。

- ・ ひびわれ補修工
- ・ 断面修復工
- ・ 表面含浸工

※アルカリ骨材反応により劣化した構造物の補修工法について別途以降に示す。

⑤コンクリート構造物の補修工法は、損傷の原因を十分把握し、損傷の規模、範囲に応じて、工法の組み合わせ、補修の効果、施工性、経済性等を検討して選定する。

⑥鉄筋露出の補修は、適切な施工を行わないと経年とともに内部の鉄筋が腐食・膨張し、対策効果が低下することがある。よって、特に鉄筋の防錆処理を確実に行うことが重要である。

(2) 材料

①コンクリート構造物に対するひびわれ注入材の選定は以下を基本とする。

○エポキシ樹脂系（ひび割れ部が乾燥状態）

- ◆ ひびわれの進行が止まったと判断できる場合→エポキシ1種
- ◆ 完全にひびわれの進行が止まった保証が得られない場合→エポキシ2種
- ◆ ひびわれが進行している場合→エポキシ3種

○無機系（ひび割れ部が湿潤状態）

- ◆ ひびわれの進行が止まったと判断できる場合→超微粒子無機系
- ◆ ひびわれが進行している場合→ポリマーセメントスラリー系

なお、エポキシ樹脂系材料はひび割れの細部まで注入可能であるが、湿潤状態のひび割れ部に注入した場合、乾燥状態に比べ付着力が大幅に低下する材料もある。また、無機系材料もひび割れ細部まで注入可能であるが、ひび割れ部が乾燥状態の場合に注入が十分にできない場合もあり、事前にひび割れ部に水等を先行注入することを必要とする材料もある。

②コンクリート構造物に対するひびわれ充填材の選定は以下を基本とする。

- ◆ ひびわれの動きがない場合→ポリマーセメント
- ◆ ひびわれの動きがある場合→シーリング材（シーラント系）

③コンクリート構造物に対する断面修復材には乾燥収縮が小さく、既設コンクリートの付着性が良く、幅広く使用されているポリマーセメントモルタルを使用することを基本とする。断面の修復範囲の決定については、補修後のマクロセル電流による鋼材腐食により修復範囲周辺の劣化の進行が加速する可能性があるため、十分検討を行う。マクロセル電流に対して効果のある対策として、防錆材の塗布、犠牲陽極材の設置がある。

④コンクリート構造物に対する表面含浸材の選定は以下を基本とする。

- ◆ 中性化による損傷が発生している場合→けい酸塩系
- ◆ 塩害、アルカリ骨材反応による損傷が発生している場合→シラン系
- ◆ 複合（中性化+塩害、アルカリ骨材反応）による損傷が発生している場合→シラン系

- 1) 損傷原因に適合しない補修工法を選定した場合、補修した部分が比較的短期間に再度損傷する事例が見られる事がある。したがって、補修工法を選定に際しては、損傷原因を十分把握し、損傷に適合した工法を選定する事が重要である。
- 2) 損傷原因が構造物の耐力不足や構造物詳細の不備による場合には、補修に先立って構造物を補強しなければ、補修しても損傷がすぐに再発生することがある。補強工法については、構造詳細、発生応力などを考慮の上、別途検討しなくてはならない。
- 3) 補修を行う範囲は、すぐ再補修を実施する事のないように、損傷の程度に応じて決定する。
- 4) 鉄筋の防錆処理の施工には十分注意しなくてはならない。以下に施工上の留意点について示す。
 - ・ 腐食環境の厳しい場合には、浸透性の高い防錆剤（亜硝酸系など）、塩分吸収剤などを使用するのがよい。
 - ・ コンクリート表面が健全でも、内部の鉄筋が腐食していることがある。鉄筋の発錆部分は完全にはつりだしてケレンし、確実に防錆処理を施す。
 - ・ かぶりの浅い箇所に「施工上必要で、構造上不必要な鉄筋」が発見された場合には、該当する鉄筋を除去して修復するのがよい。
- 5) コンクリートの損傷原因が複合化した場合には、どの損傷原因にも適合できる工法を選定する事が必要である。また、異なる損傷が近接している場合には、いずれの損傷にも対応できる補修を実施する。
- 6) 電気化学的補修工法には、電気防食、脱塩、再アルカリ化があるが、いずれの工法もコンクリート中の鋼材をマイナス極として電通を行う。したがって、コンクリート中のアルカリ金属（プラスイオン）が鋼材に集中するため、アルカリ骨材反応を助長する可能性があることに注意する。
- 7) 犠牲陽極工法はマクロセル腐食対策として効果がある。マクロセル腐食とは塩害、中性化、凍害などで劣化した鉄筋コンクリート構造物において、鉄筋を新たに含む断面内で劣化した部分のコンクリートを除去し、新設コンクリートに置き換える断面修復を行った場合、新旧コンクリート間の塩分濃度の差により鉄筋を介してマクロセル腐食回路が形成され、修復部分近傍の鉄筋が腐食すること。

○アルカリ骨材反応により劣化した構造物の補修工法について

1. 補修工法の選定

- (1) アルカリ骨材反応（以下ASR）劣化構造物の補修工法は、その補修目的に合致したものを選定する。
- (2) ASR劣化構造物の補修工法は、その補修機構が明確で、かつ実構造物でその補修効果が確かめられているものから選定する。
- (3) コンクリートの鋼材保護性能の回復を目的とした補修を行う場合は、2により行うものとする。
- (4) ASRによる変状の進行を抑制するための補修を行う場合は、3により行うものとする。
- (5) ASR劣化構造物の補修工法は、原則として、補修後もASRの進行を容易に監視できるようなものを選定する。

【解説】

(1) (2) (3) (4) について

ASRにより劣化した構造物については、種々の補修工法が提案されている（表-1参照）。そこで、その際、各補修工法の補修機構を確認し、補修の目的に合致した工法や材料を選定しなければならない。なお、ASRによる変状の発生は、部材の寸法や形状、鉄筋量、コンクリートの含水状態などの影響を大きく受けるので、供試体を用いた実験等で効果が明確になった補修工法でも、実構造物で、同様な効果が得られるかどうかは明確ではない。したがって、補修工法や補修材料の選定に当たっては、既往の補修事例における補修後の経過などの情報を参考にするのがよい。

表-1 代表的な ASR 補修工法

補修工法	主たる補修目的		副次的な効果
	内部の鋼材を腐食から守る	ASRの更なる進行を防ぐ	断面の一体性を高める
ひび割れ注入工法	○	—	○
ひび割れ充填工法	○	—	—
断面修復工法	○	○	△
撥水系表面保護工法	—	△	—
遮水系表面保護工法	—	△	—

撥水系表面保護工：表面含浸工

遮水系表面保護工：表面被覆工

(5) について

これまでの点検結果や残存膨張量試験の結果からASRによるコンクリートの膨張が収束していると見られる構造物や、ASRによる変状の進行を抑制するための補修を行った構造物でも、その後、ASRによる変状の進行が生じることがありうる。

したがって、ASRにより劣化した構造物に対して補修を行う場合は、補修後も、ASRによる変状の進行が目視や簡単な装置で確認できるような補修工法を選定することが望ましい。

2. コンクリートの鋼材保護性能の回復を目的とした補修

- (1) コンクリートの鋼材保護性能の回復を目的とした補修を行う場合で、比較的ひび割れ幅が小さい場合には、ひび割れ注入工法を行う。
- (2) ひび割れ幅が大きく、ひび割れ注入工法によって補修することが困難な場合には、ひび割れ充てん工法または断面修復工法を検討する。

【解説】

(1) (2)について

ひび割れ注入工法は、ひび割れ部に樹脂系あるいはセメント系の材料を注入して、防水性、耐久性を向上させるものである。一方、ひび割れ充てん工法は、ひび割れ幅が 0.5mm 以上の場合に適用する工法で、ひび割れに沿ってコンクリートをカットして溝を設け、その部分に補修材料を充てんする方法である。また、断面修復工法は、劣化したコンクリートをはつりとって、その部分のコンクリートを打ち換える工法である。

3. ASR による変状の進行を抑制するための補修

- (1) ASRによる変状の進行を抑制するための補修は、表面含浸工とする。

【解説】

(1)について

ASRによる変状の進行を抑制するための補修としては、外部からの水分の供給を遮断して、劣化部のコンクリートの含水状態を低下させ、ASRによるコンクリートの膨張を抑制する表面保護工法を採用する。しかし、すでに補修が行われた構造物を見ると、表面保護工法の適用後も ASRによる劣化が進行したり、部分的に保護されていない箇所から構造物中への水分の侵入が見られたりした結果、再度劣化している事例も少なくない。加えて、遮水系表面保護工法を適用すると、目視による経過観察が困難になるという問題もある。

表面保護工法は、使用する材料によって、撥水系表面保護工（コンクリート中の水分の蒸発を妨げない）と遮水系表面保護工（コンクリート中の水分の蒸発を妨げる）に分類できる。これまでの補修実績としては、遮水系表面保護工法の事例が多く、撥水系表面保護工法の事例は少ないが、両者を比較すると撥水系表面保護工法の方が補修効果が高かったとする報告があることや、一般に撥水系表面保護工法では、補修後も目視でコンクリートのひび割れ等を観察できることから、撥水系表面保護工法（表面含浸工）を用いるものとする。

参考：リチウムイオン内部圧入工法について

近年、ASR抑制手法としてリチウムイオンをコンクリート中に圧入させる工法が提案されている。リチウムイオン内部圧入工法の原理は、ナトリウムイオンやカリウムイオンの代わりにリチウムイオンを反応させることで、膨張性のないシリカ生成物を生じせしめ、ASRによる膨張を防ぐものである。ただし、リチウムイオン内部圧入工法は、比較的新しい補修工法なので、補修効果を得るための条件が、十分には明確にされていないのが現状である。したがって、例えば、コンクリート中に圧入するリチウムイオンの量や、使用するリチウム塩の種類、圧入方法、施工中の品質管理手法、圧入後のリチウムイオンの流出を防ぐための対策などについてあらかじめ検討し、当該構造物の条件に合致した補修計画を立てておかなければならない。また、リチウム塩として亜硝酸リチウムを使用する場合、亜硝酸イオンは、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素として環境基準値10mg/l以下（平成 15年 11月5日環境省告示第123号水質汚濁に係わる環境基準「人の健康の保護に関する基準」）と定められているので、施工中も含め流出には十分注意しなければならない。

【参考文献】

金好昭彦：アルカリ骨材反応を抑制する新しい工法 AAR/Li 工法の概要と適用事例，セメント・コンクリート，No. 673，pp. 26-33，2003. 3 岡田繁之，江良和徳，三原孝文，河原健児：亜硝酸リチウムによるアルカリ骨材反応抑制工法(リハビリり高圧注入工法)の開発，土木学会第 59 回年次学術講演会，pp. 21-22，2004. 9

「アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に関する補修・補強ガイドライン（案）平成 20 年 3 月 ASR に関する対策検討委員会」 に加筆

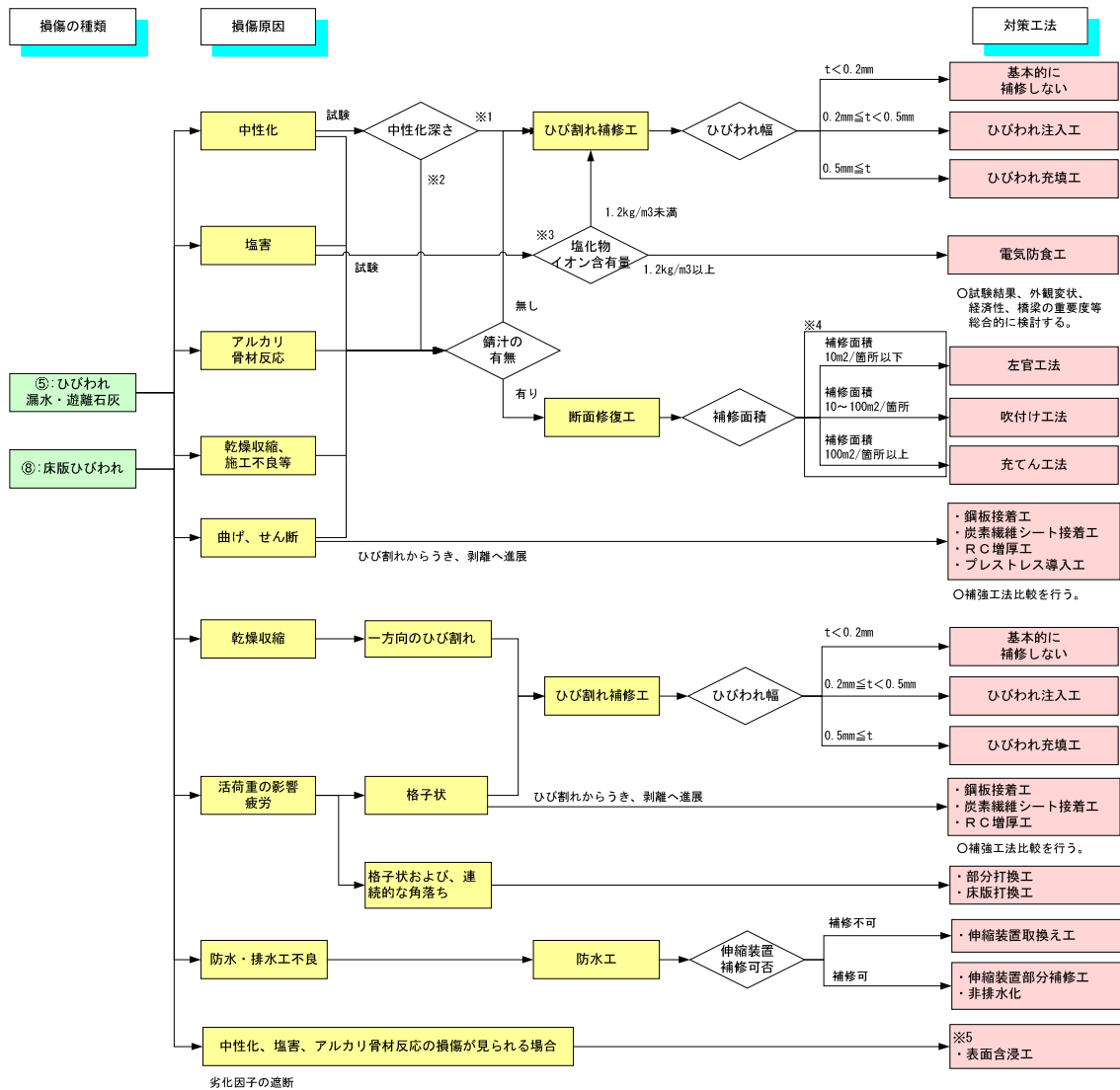
【施工実績】

ASRリチウム工法（NETIS：KK-010026-A）

	工事名称	発注者	対象構造物	場所
平成21年度	平成21年度 西庄跨線橋橋梁補修外工事	国土交通省	橋台1基	香川県

(3) コンクリート部材の補修工法選定フロー

補修工法は、損傷の原因を十分把握し、損傷の規模、範囲に応じて工法の組合せ、補修の効果、施工性、経済性等を考慮して選定する。コンクリートの損傷は損傷原因が複合していることが多々あるため各損傷原因に対応した工法を選定する。また、損傷が広範囲にわたっている場合は、施工性、経済性を考慮して部位全体を打ち換える工法の検討も行う。工法選定フローを以下に示す。



※1：中性化残り 8mm 以上（塩化物を含まない）、20mm 以上（塩化物を含む）

※2：中性化残り 8mm 未満（塩化物を含まない）、20mm 未満（塩化物を含む）

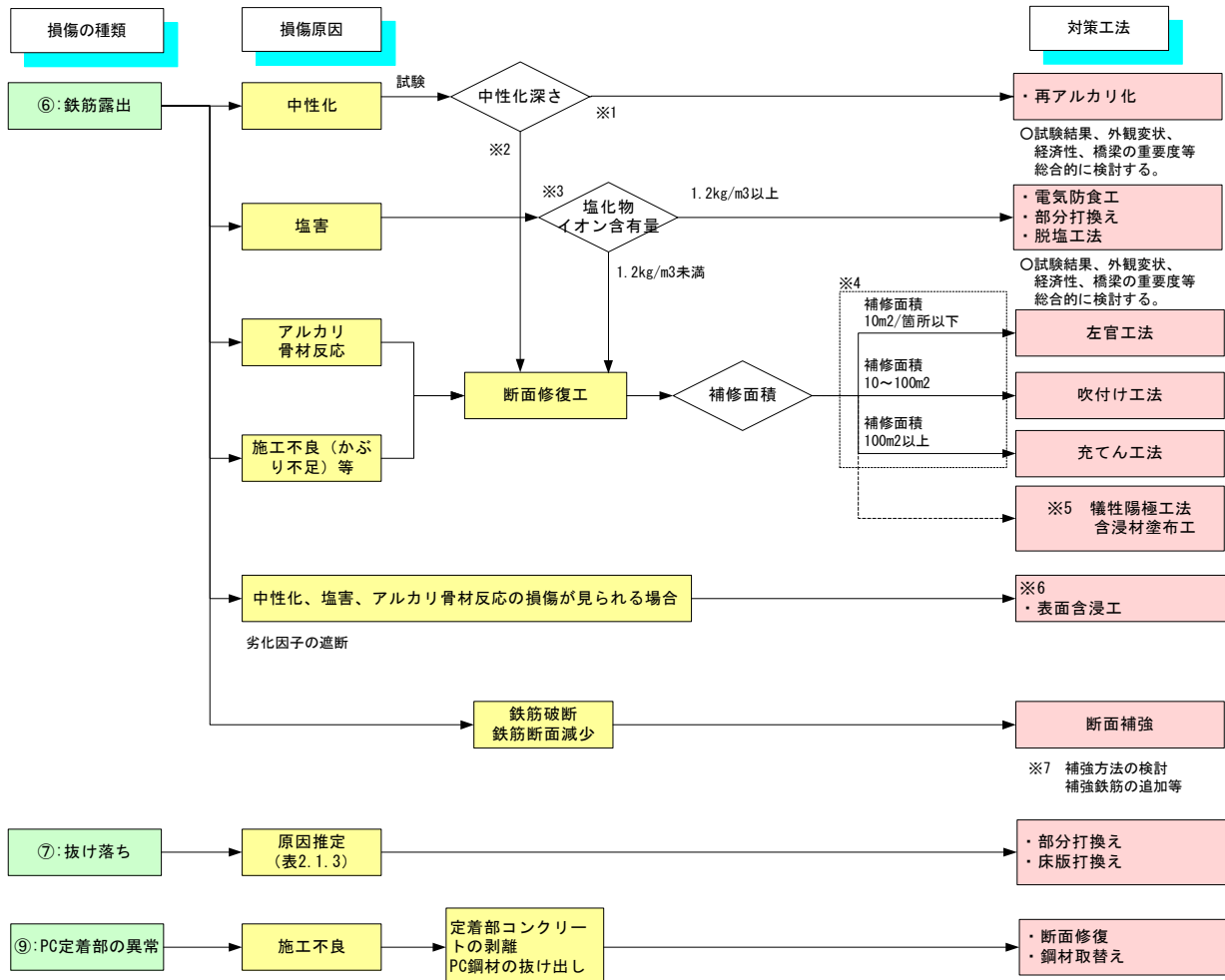
※3：海中部にあるコンクリート中の鋼材は、海水に溶存している酸素が少ないため、塩化物イオン濃度が高いにもかかわらず腐食の進行が極めて遅くなる。

1.2kg/m³を超えている場合は、外観変状、経済性、重要度を考慮して対策工の検討を行う。

※4：欠損部面積と施工箇所を考慮して工法選定を行う。

※5：断面修復を実施する箇所において、純かぶり確保できていない場合は表面含浸工を実施する。なお、床版下面に表面含浸工を行う際、橋面防水工が未設置の場合は先に橋面防水工を設置する。補修範囲は、損傷範囲とする。

図-3.2.8 コンクリート部材の補修工法選定フロー（1）



※1：中性化残り 8mm 以上（塩化物を含まない）、20mm 以上（塩化物を含む）

※2：中性化残り 8mm 未満（塩化物を含まない）、20mm 未満（塩化物を含む）

※3：海中部にあるコンクリート中の鋼材は、海水に溶存している酸素が少ないため、塩化物イオン濃度が高いにもかかわらず腐食の進行が極めて遅くなる。

1.2kg/m³を超えている場合は、外観変状、経済性、重要度を考慮して対策工の検討を行う。

※4：欠損部面積と施工箇所を考慮して工法選定を行う。

※5：マクロセル腐食対策として選定の際は比較検討を行う。

※6：断面修復を実施する箇所において、純かぶり確保できていない場合は表面含浸工を実施する。なお、床版下面に表面含浸工を行う際、橋面防水工が未設置の場合は先に橋面防水工を設置する。補修範囲は、損傷範囲とする。

※7：鉄筋の破断が生じている場合は、構造物の耐荷力に影響を及ぼす恐れがあるため補強の必要性および補強方法の検討を行う。また、鉄筋の腐食により鉄筋の断面が明らかに減少していると考えられる場合には補強の要否を検討する。

図-3.2.9 コンクリート部材の補修工法選定フロー（2）

2-3. その他の補修

(1) 概要

①下部工・基礎工の補修工法は、以下の工法がある。

- ・根固め工
- ・補強工法（増し杭、底版拡幅）
- ・架け替え

②支承の補修工法は、以下の工法がある。

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

③伸縮装置の補修工法は、以下の工法がある。

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

④補修工法は、損傷の原因を十分把握し、損傷の効果、施工性、経済性等を検討して選定する。

1) 下部工・基礎工の主な損傷には次のようなものが挙げられる。

- ・沈下・移動・傾斜　・洗掘

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

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

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

5) 支承の主な損傷には次のようなものが挙げられる。

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

- 6) 損傷原因に適合しない補修工法を選定した場合、補修した部分が比較的短期間に再度損傷する事例が見られる事がある。したがって、補修工法を選定に際しては、損傷原因を十分把握し、損傷に適合した工法を選定する事が重要である。
- 7) 下部工の側方移動、沈下や伸縮装置の漏水が支承の移動や腐食などの損傷の原因となる場合もある。このような場合には、支承の補修と併せてこれらの部位・部材の補修・補強を行う必要がある。
- 8) 支承を交換する場合にはジャッキアップ作業が必要となるため、主桁・横桁の補強や橋台・橋脚の沓座の拡幅補強など、十分な検討が必要となる。
- 9) 伸縮装置の主な損傷には次のようなものが挙げられる。
 - ・腐食　・亀裂　・脱落、欠損　・破断　・遊間異常　・段差　・異常音　・漏水
- 10) 伸縮装置に損傷が見られる場合は、伸縮装置の取り替えを実施する。(取り替えにおいては損傷程度を見極め、部分的な補修で対応出来ないかを判断する)
- 11) 伸縮装置は橋梁部位の中でも、過酷な条件下のもとで機能しており、ゴム製ジョイントは交換を前提に設計されているものもある。したがって、損傷には寿命により損傷に至ったものと不具合があつて損傷に至ったものの2通りがある。寿命により損傷に至ったものは基本的に同形式の部品に交換すればよいが、不具合があつて損傷に至ったものについては、その原因を十分調査して、補修後損傷が再発しないように補修工法を検討する必要がある。
- 12) 下部工の側方移動、沈下や支承の不具合、床版の損傷が伸縮装置の異常遊間や段差などの損傷の原因となる場合もある。このような場合には、伸縮装置の補修と併せてこれらの部位・部材の補修・補強を行う必要がある。

(2) その他の補修工法選定フロー

支承、伸縮装置の損傷には、下部工の側方移動や沈下、傾斜などの影響が原因となりうる場合がある。このような場合には、支承、伸縮装置の補修に併せて他の部位の補修・補強を行う必要がある。選定工法フローを以下に示す。

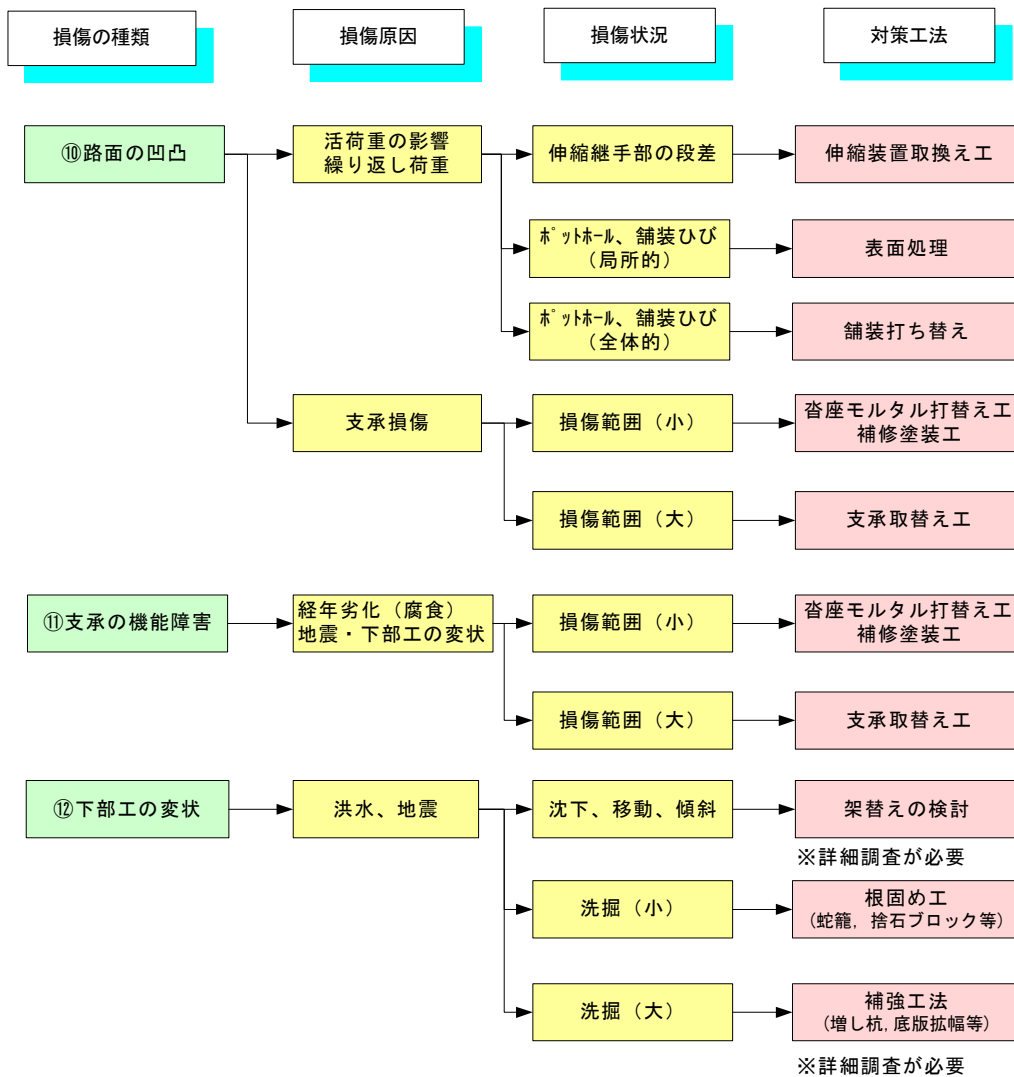


図-3.2.10 その他の補修工法選定フロー

2-4. その他付属物の補修

(1) 概要

①橋面防水工が未施工の場合には、舗装を打ち換える際および橋面からの漏水等の損傷が確認された際にあわせて橋面防水工を設置する。橋面防水工はシート系防水を基本とし、歩道等の舗装厚が薄い箇所については塗膜系防水等の採用を検討する。

②高欄・防護柵の補修は基準（強度、高さ）を満たす構造とすることを基本とする。

- 1) 橋面防水工が未施工の場合は、橋面上の雨水は舗装に浸透後床版や主構等に到り、損傷の進行を助長する。橋面防水工はシート系防水を基本とし、歩道部等舗装厚が薄い箇所についてはシートのずれやブリスタリング（ふくれ）が起り易いため塗膜系防水等の採用を検討する。
- 2) 補修対象橋梁の防護柵が基準（強度、高さ）を満足しない場合は、基準を満足する防護柵の検討を行うものとする。

(2) 付属物の補修工法選定フロー

舗装が損傷する原因には、床版の損傷や防水・排水工の不備などもある。このような場合には、それらの調査結果を踏まえて、舗装の補修工法と併せて検討する必要がある。

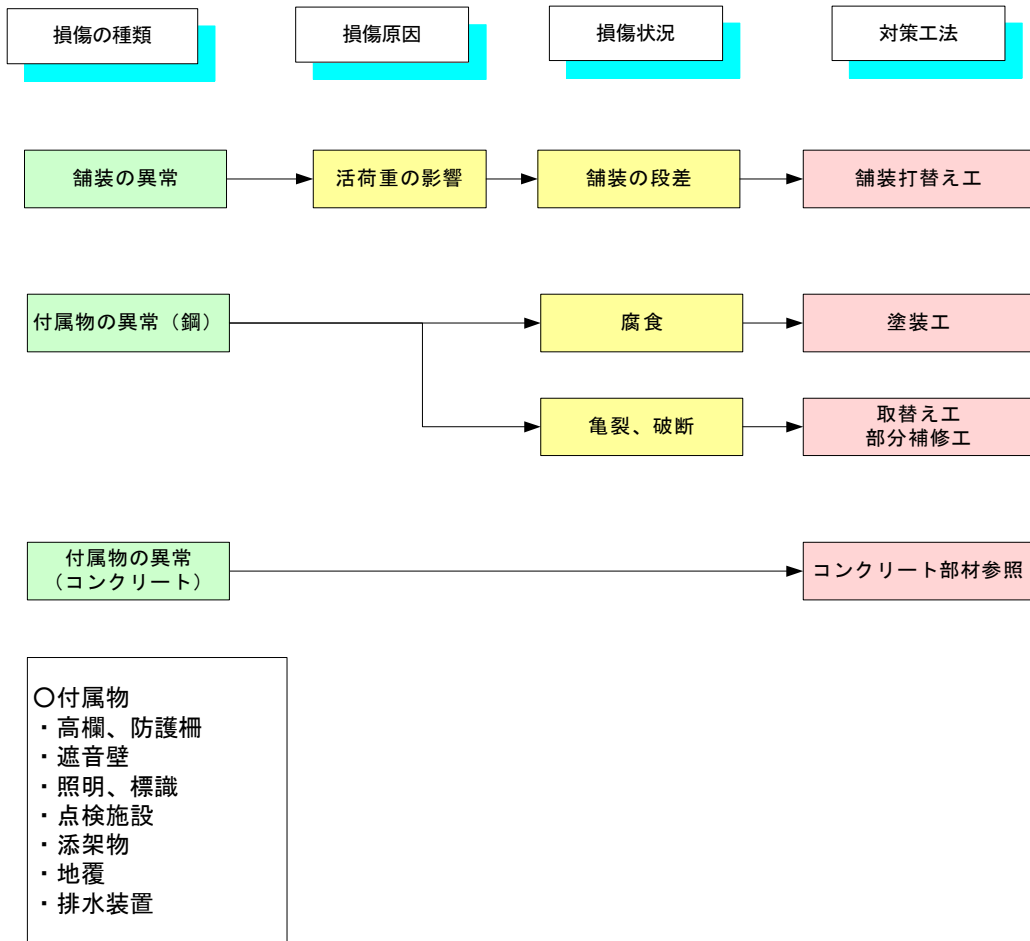


図-3.2.11 付属物の補修工法選定フロー

§ 3. 補修工法選定の基本方針

1) 橋梁補修工法における統一事項

橋梁の補修工法にあたっては、統一事項を遵守する。

橋梁補修工法における統一事項を下表に示す。

表-3.3.1 橋梁補修工法統一事項一覧表

補修項目	統一事項	参照頁 (参考資料)
中性化による損傷に対する補修	<ul style="list-style-type: none"> 補修項目は以下を原則とする。 断面修復工、ひびわれ補修工、表面含浸工 ※再アルカリ化は詳細検討を行い実施する。 ただし、ひび割れ幅が0.2mm未満の場合は対策工を施さず、経過を観察する。 	P31～35
塩害による損傷に対する補修	<ul style="list-style-type: none"> 補修項目は以下を原則とする。 断面修復工、ひびわれ補修工、表面含浸工 ※脱塩工法、電気防食工法は詳細検討を行い実施する。 ただし、ひび割れ幅が0.2mm未満の場合は対策工を施さず、経過を観察する。 	P31～35
アルカリ骨材反応による損傷に対する補修	<ul style="list-style-type: none"> 補修項目は以下を原則とする。 断面修復工、ひびわれ補修工、表面含浸工 ただし、ひび割れ幅が0.2mm未満の場合は対策工を施さず、経過を観察する。 	P31～35 P38
鋼橋上部工の塗替え	<ul style="list-style-type: none"> 一般部の塗装仕様は以下を原則とする。 腐食大（損傷区分d、e）：Rc-I 塗装系 腐食小（損傷区分b、c）：Rc-III 塗装系 添接部の塗装仕様は以下を原則とする。 下塗りに超厚膜型エポキシ樹脂塗料を使用する 塗替え方式は、景観上好ましくない場合、または、LCCが有利となる場合において全面塗り替えを行う。 	-
伸縮装置の取替え	<ul style="list-style-type: none"> 伸縮装置に損傷がある場合は、伸縮装置の取り替えを実施する。 (伸縮装置の取り替えについては損傷程度を見極め、部分的な補修で対応出来ないかを判断する) 	P49
その他	<ul style="list-style-type: none"> 橋面防水工が未施工の場合において、舗装を打ち換える際、漏水等の損傷が確認された際に橋面防水工を設置する。 橋面防水工は以下を基本とする。 シート系防水を基本とする。 歩道の舗装厚が薄い箇所については塗膜系防水を検討する。 補修対象橋梁の高欄、防護柵の補修工法は基準（強度、高さ）を満たす構造とすることを基本とする。 	P45

表-3.3.2 橋梁補修工法統一事項（材料）

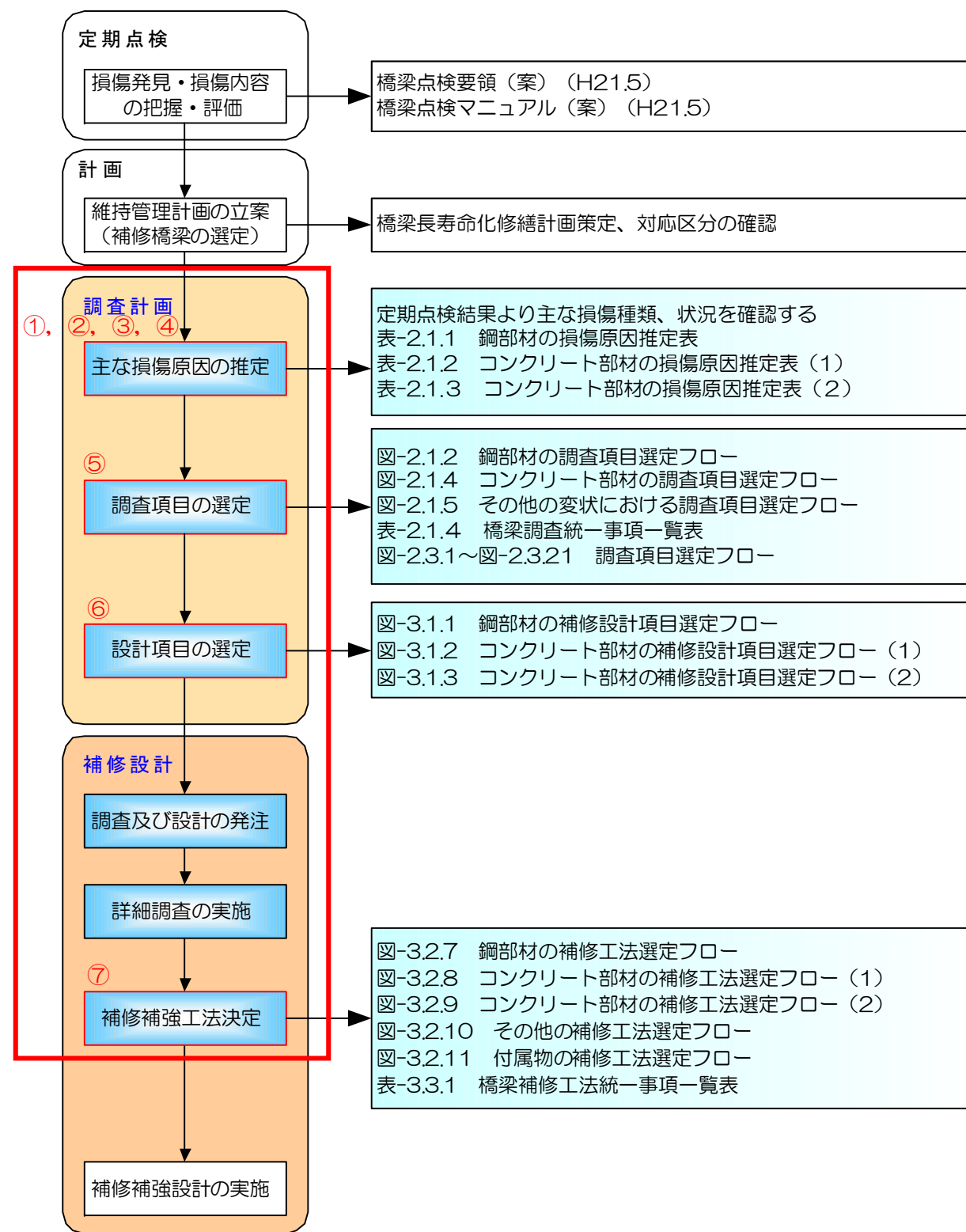
補修項目	統一事項	参照頁 (参考資料)
ひびわれ注入材の選定	<ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれ注入材の選定は以下を基本とする。 ○エポキシ樹脂系（ひびわれ部が乾燥状態） <ul style="list-style-type: none"> ➤ひびわれの進行が止まったと判断できる場合→エポキシ1種 ➤完全にひびわれの進行が止まった保証が得られない場合 →エポキシ2種 ➤ひびわれが進行している場合→エポキシ3種 ○無機系（ひびわれ部が湿潤状態） <ul style="list-style-type: none"> ➤ひびわれの進行が止まったと判断できる場合→超微粒子無機系 ➤ひびわれが進行している場合→ポリマーセメントスラリー系 	P1
ひびわれ充填材の選定	<ul style="list-style-type: none"> ・ひびわれ充填材の選定は以下を基本とする。 ➤ひびわれに動きがある場合→シーリング材（シーラント系） ➤ひびわれの動きがない場合→ポリマーセメントモルタル 	P1
断面修復材の選定	<ul style="list-style-type: none"> ・断面修復材には乾燥収縮が小さく、既設コンクリートの付着性が良く、幅広く使用されているポリマーセメントモルタルを使用することを基本とする。 	P4
表面含浸材の選定	<ul style="list-style-type: none"> ・表面含浸材の選定は以下を基本とする。 ➤中性化の場合：けい酸塩系とする。 ➤塩害、アルカリ骨材反応の場合：シラン系とする。 ➤複合劣化（中性化+塩害、アルカリ骨材反応）の場合：シラン系とする。 	P3

※別途、各補修工法の材料について比較検討を行う場合は、この限りではない。

第4章 マニュアル（案）使用例

§ 1. マニュアル（案）使用事例（概要版）

一般的な補修補強業務として「定期点検～補修工法選定」までの流れを以下のフローに示す。そのなかで橋梁補修・補強マニュアル（案）では、「調査項目の選定～補修工法の選定」部分について記載している。実際の橋梁点検結果を用いてマニュアルの使用例を説明する。



部が橋梁補修補強マニュアル（案）適用

主な損傷原因の推定

主な損傷原因の推定は、以下を確認しながら行う。

1. 橋梁概要の確認（橋梁緒元、現地状況写真による）
2. 損傷状況の確認（点検調書による）
3. 1, 2により損傷原因を推定する。

①橋梁概要の確認

補修対象橋梁の「点検調書（その 1）橋梁緒元」「点検調書（その 2）現地状況写真」よりを橋梁緒元、現地状況の確認を行う。

②橋梁緒元、損傷状況の確認

「点検調書（その 3）損傷程度の評価」より橋梁緒元、損傷種類、損傷程度の評価区分、コメント欄、特記事項を確認する。

③損傷写真の確認

「点検調書（その 4）損傷写真」より損傷状況、メモ欄を確認する。

④損傷原因の推定

点検調書（その 3）（その 4）のコメント、損傷写真をもとにコンクリート部材の損傷原因推定表を参考にして損傷原因を推定する。

調査項目の選定

⑤調査項目の選定

コンクリート部材の調査項目選定フローに従い、詳細調査項目の選定を行う。詳細調査項目の選定は、対象橋梁の対応区分、損傷区分により決定する。

設計項目の選定

⑥設計項目の選定

コンクリート部材の補修設計項目選定フローに従い、補修設計項目の選定を行う。

調査及び設計項目の選定

調査項目の選定及び設計項目の選定により、選定された項目について「橋梁補修調査設計委託標準歩掛」を使用し業務を発注する。

詳細調査の実施

詳細調査を実施する。

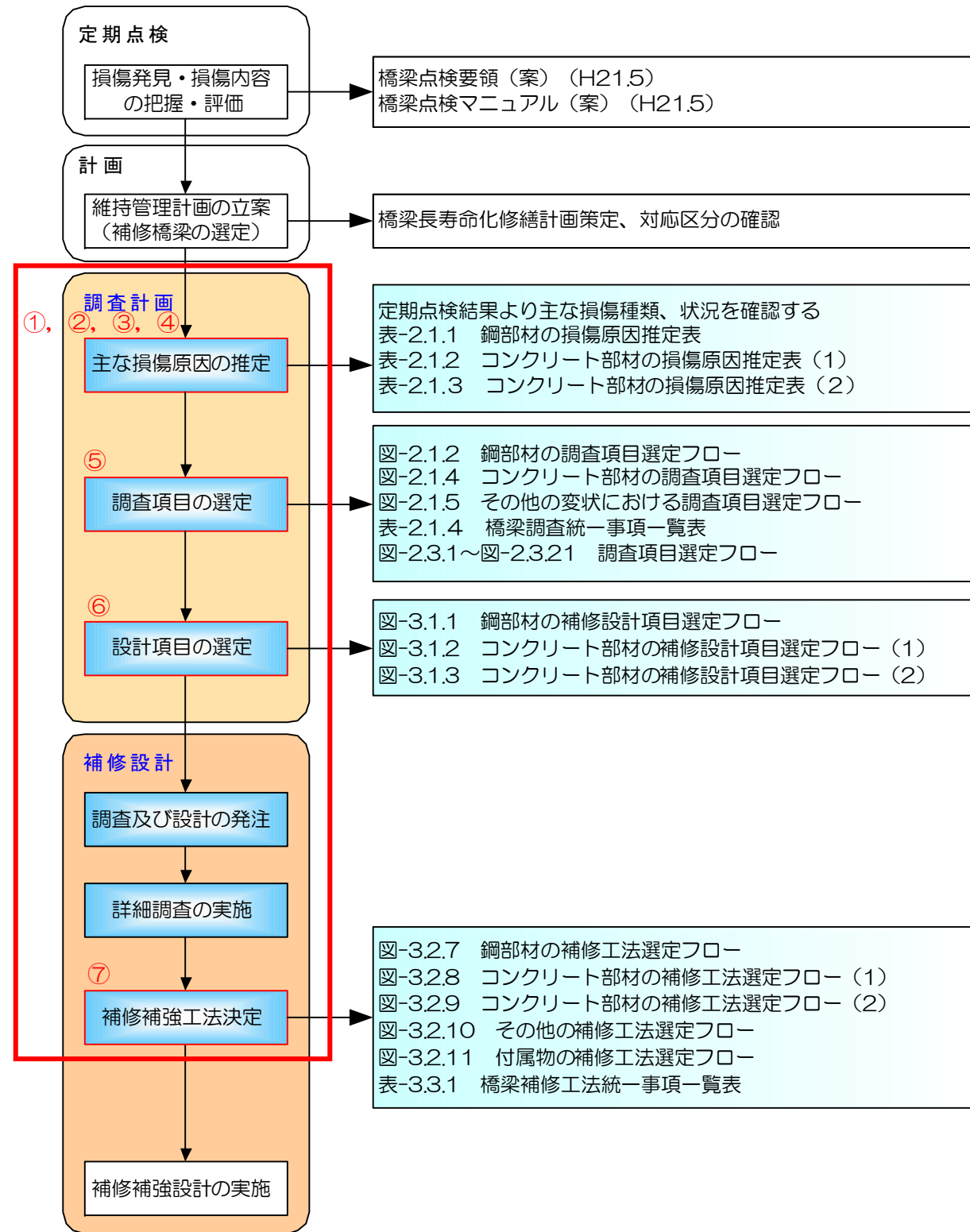
補修補強工法の選定

⑦補修工法の選定

コンクリート部材の補修工法選定フロー、詳細調査結果および損傷図より補修工法の選定を行う。

§ 2. マニュアル（案）使用事例

一般的な補修補強業務として「定期点検～補修工法選定」までの流れを以下のフローに示す。そのなかで橋梁補修・補強マニュアル（案）では、「調査項目の選定～補修工法の選定」部分について記載している。実際の橋梁点検結果を用いてマニュアルの使用例を説明する。



部が橋梁補修補強マニュアル（案）適用

主な損傷原因の推定

主な損傷原因の推定は、以下を確認しながら行う。

1. 橋梁概要の確認（橋梁緒元、現地状況写真による）
2. 損傷状況の確認（点検調書による）
- 3.1, 2により損傷原因を推定する。

①橋梁概要の確認

補修対象橋梁の「点検調書（その1）橋梁緒元」「点検調書（その2）現地状況写真」よりを橋梁緒元、現地状況の確認を行う。

点検調書(その1) 橋梁緒元											
【基本項目】											
橋梁名(分)	橋梁番号	事務所名	路線番号	更新							
橋梁名	分割番号	所在地	路線名								
【橋梁緒元】											
架設年次(年号)	昭和	架設年次(年)	39	橋長(m)	121	橋面幅(m)	100.4	径間数	5	橋桁(重量)	2等橋
【交通条件】											
交通状況	河川(歩道有)	支線物名称	支線物名称	支線物名称							
【橋梁構造】											
道路幅員(m)	車道幅員(m)	歩道幅員(m)	中央帯(m)	分離帯(m)	構造形式	構造形式	基礎形式	基礎形式			
0.3	6	0	0	0	1	2	A1	A1			
地覆幅左側		左側(m)		車線数左側		【下部構造】		【基礎構造】			
0.6		0		1		1		1			
車線数右側		右側(m)		歩道幅右側		地覆幅右側					
1		3		0		0					
【道路条件】											
道路指定	緊急輸送道路指定	第2次	交通量調査年度	平成17	交通量(台/12h)	1500	大型車混入率	13.2			
凍結防止剤散布	凍結防止剤散布		凍結防止剤散布		凍結防止剤散布		凍結防止剤散布				
積雪制限	積雪制限		積雪制限		積雪制限		積雪制限				
海岸からの距離	海岸からの距離		海岸からの距離		海岸からの距離		海岸からの距離				
【適用示方書類】											
上部構造	昭和31年示方書										
下部構造	昭和31年示方書										
耐震補強											

橋梁緒元確認

点検調書(その2) 現地状況写真									
橋梁名(分)	橋梁番号	事務所名	路線番号	台帳更新年月日	2008年3月17日				
橋梁名(漢字)	分割番号	所在地	路線名	前回点検年月日	記録なし				
架設年次	昭和39	橋長	121	径間数	5	対象構造形式	ポストンT桁橋		
点検年月日	2009年5月14日	点検方法	外部委託	点検者					

現地状況確認



②橋梁緒元、損傷状況の確認

「点検調査（その3）損傷程度の評価」より橋梁緒元、損傷種類、損傷程度の評価区分、コメント欄、特記事項を確認する。

点検調査(その3) 損傷程度の評価									
橋梁名(カナ)	橋梁番号	事務所名	路線番号	台帳更新年月日					
橋梁名(漢字)	1	所在地	路線名	2008年3月17日	記録なし				
架設年次	昭和39	橋長	121	径間数	5	対象構造形式	ボスTEN桁橋		
点検年月日	2009年5月14日	点検方法	外部委託	点検者					

径間番号・橋体番号	損傷の種類	鋼部材					コンクリート部材					その他					コメント欄(損傷に対して気付いたことなどを記入)	
		①腐食	②亀裂	③ボルトの脱落	④剥離	⑤ひびわれ	⑥鉄筋露出	⑦抜け落ち	⑧床版ひびわれ	⑨PC定着部の異常	⑩非路面の凹凸	⑪支保の機能障害	⑫下部工の変状	⑬	⑭	⑮		
第4径間	主桁					b												橋梁は下流側歩道部を拡幅(主桁2本増設)している。縦目地は簡易タイプで既に損傷し機能していない。漏水による張出し床版への影響が見られる。上部工主桁と横桁にはコンクリートひび割れが見られるが、ほぼ健全である。橋脚部下部工はアルカリ骨材反応により損傷大で至急、詳細点検を実施し補修が必要。
第2径間	横桁					b												施工不良による豆板、部分的鉄筋露出、遊離石灰の発生
第4径間	床版																	コンクリートのひび割れ、豆板の発生
P2	下部工					d	②	有										中間床版、縦目地部張出し床版に連続して遊離石灰
P1	支承																	下流側の拡幅部は施工不良、アルカリ骨材の使用により損傷大
	路面																	ゴム支承を全て取り替え済み、健全
																		車道部のひび割れは全橋に及ぶ、歩道舗装は健全

架設年次の確認

損傷程度の確認

点検調査より下記損傷種類が確認された。
 ⑤ひびわれ・漏水・遊離石灰(主桁、横桁、下部工)
 ⑥鉄筋露出(下部工)
 ⑧床版ひびわれ(床版)
 ⑩路面の凹凸(路面)

③損傷写真の確認

「点検調査（その4）損傷写真」より損傷状況、メモ欄を確認する。
 ここでは⑤ひびわれ・漏水・遊離石灰について示す。



④損傷原因の推定

点検調査（その3）（その4）のコメント、損傷写真をもとに下表に示すコンクリート部材の損傷原因推定表を参考にして損傷原因を推定する。
 ここでは⑤ひびわれ・漏水・遊離石灰について示す。

表-2.1.2 コンクリート部材の損傷原因推定表より

	損傷劣化要因									
	中性化	塩害	ASR	化学的腐食	疲労床版	けた	温度変化	凍害	乾燥収縮	施工不良
鋼材に沿ってかぶり部分に発生	◎	◎	◎							
亀甲状			◎					○		
微細ひびわれ							◎	○	◎	○
格子状・網目状					◎					
曲げひびわれせん断ひびわれ					◎	◎				
鉛直ひびわれ(下部工)									○	
水平ひびわれ(下部工)										○
うき、剥離	◎	◎	○	◎				○		○
鉄筋露出	◎	◎	○	○				○		○
錆汁	◎	◎	○	◎						
遊離石灰	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
スケーリング								○		
ゲル析出			◎							

損傷劣化要因によってできたひびわれに橋面からの漏水が原因

◎：密接な関連がある
 ○：関連がある
 上部工に損傷がみられた
 下部工に損傷がみられた

《推定された損傷原因》

- 橋脚柱部に亀甲状のひび割れが確認でき、アルカリ骨材反応の疑い有り。
- 1963~1986年に施工されたコンクリート構造物(コンクリート中の塩化物総量規制の前)であり、塩害の疑い有り。
 (架設年次：昭和39(1964))
- 上部工については施工不良による豆板有り。
- 橋面からの漏水により遊離石灰が見られる。
- 微細なひびわれは、温度変化、乾燥収縮が原因と考えられる。

※損傷写真を確認して、調査の結果と違う、または新しい損傷を確認した場合はその損傷を考慮する。

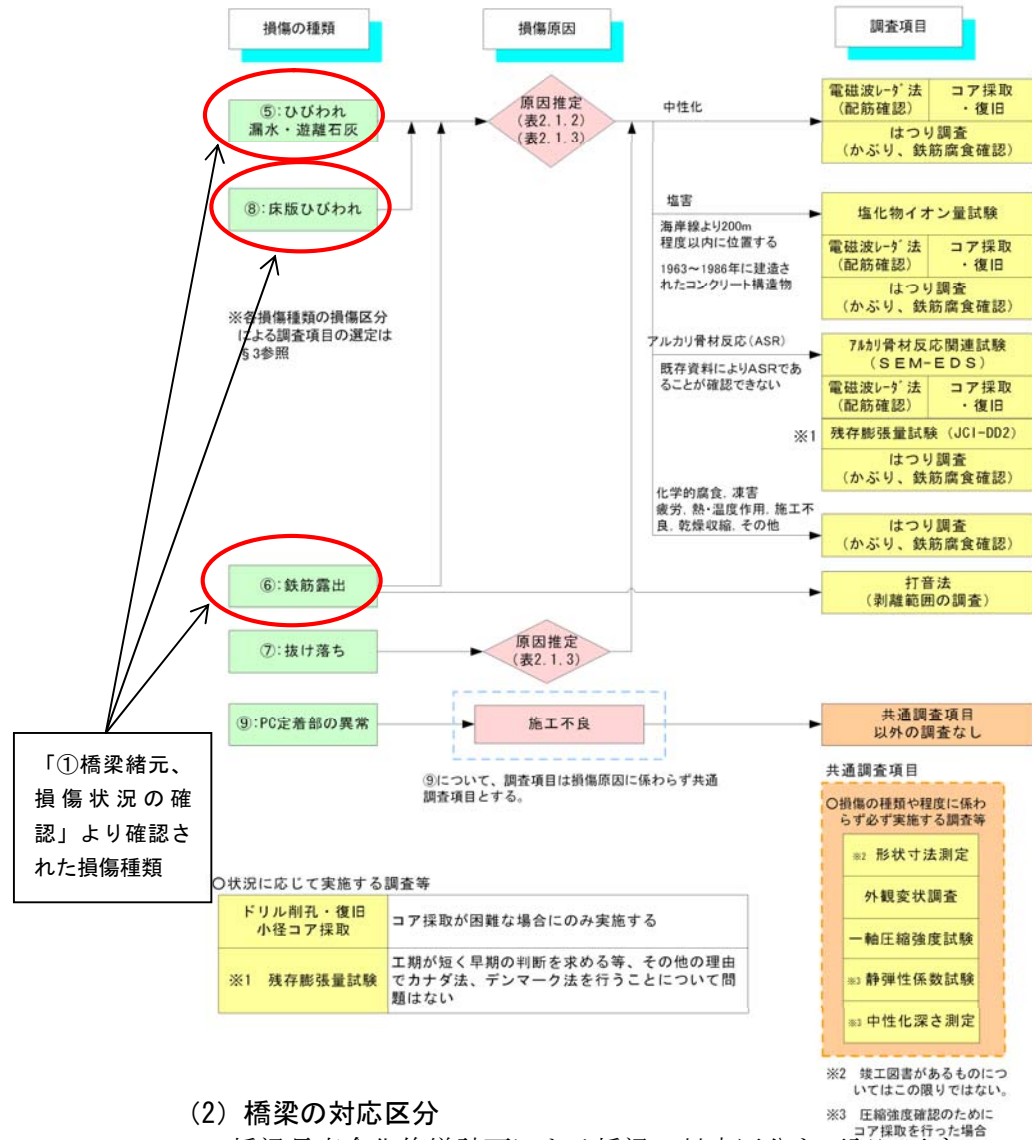
調査項目の選定

⑤調査項目の選定

(1) 調査項目の選定

コンクリート部材の調査項目選定フローに従うと、下記調査項目が考えられる。詳細調査項目の選定は、対象橋梁の対応区分、損傷区分により決定する。

図-2.1.4 コンクリート部材の調査項目選定フローより



(2) 橋梁の対応区分

橋梁長寿命化修繕計画による橋梁の対応区分を下記に示す。

対応区分	適用
I 高度予防維持管理対応	橋長100m以上かつ最大支間長50m以上の橋梁 ・歴史的橋梁など維持管理上優先度が極めて高い橋梁
II 予防維持管理対応	I、IVを除く橋梁で以下のいずれかに当てはまる橋梁 ・橋長15m以上の橋梁 ・緊急輸送路上の橋梁 ・跨線橋 ・跨道橋
III 事後維持管理対応	I、II、IVを除く橋梁
IV 観察維持管理対応	特に指定する橋梁 ・架け替えが決まっている橋梁 ・古い橋梁で修繕より架け替えが妥当と考えられる橋梁 ・迂回路が近接してあるなど緊急対応が可能な橋梁

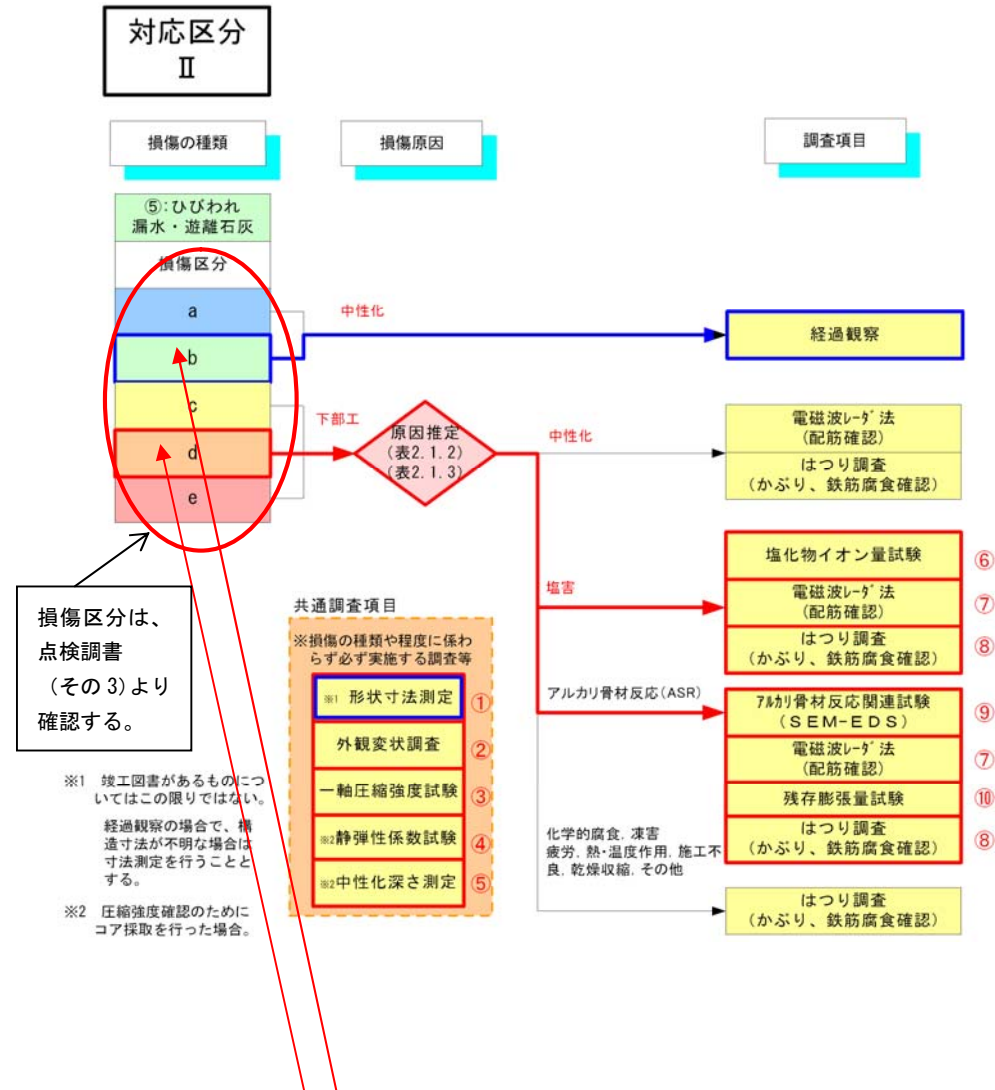
(3) 調査項目の選定 (詳細)

本事例において、(2)の対応区分表より橋梁対応区分の判定を行うと対応区分IIとなる。

よって、橋梁の対応区分に応じた調査項目選定フローに従って調査項目を決定する。

ここでは、⑤ひびわれ・漏水・遊離石灰(上部工、下部工)について示す。他の損傷も同様に、調査項目選定フローに従って調査項目の選定を行う。

図-2.3.9 調査項目選定フロー(10)より



損傷区分は、点検調書(その3)より確認する。

点検調書(その3) 損傷程度の評価

区間番号・躯体番号	損傷の種類	コンクリート部材										その他	損傷位置番号	記録写真番号			
		1腐食	2亀裂	3ポルトの脱落	4破断	5ひびわれ・漏水・遊離石灰	6鉄筋露出	7抜け落ち	8床版ひびわれ	9PC定着部の異常	10道路面の凹凸				11支承の機能障害	12下部工の状況	
第4区間	主桁	有	有	有	有	a	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	44
第2区間	橋桁	有	有	有	有	b	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	19
第4区間	床版	有	有	有	有	b	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	46,47
P2	下部工	有	有	有	有	d	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	26~29
P1	支承	有	有	有	有	e	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	12
	路面	有	有	有	有	e	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	58

《選定された調査項目》

選定フローより以下の調査項目が選定される。

項目	数量
①形状寸法測定	1橋
②外観変状調査	1橋
③一軸圧縮強度試験	上部工3本 下部工3本 <1>
④静弾性係数試験	(下部工3本) <1>
⑤中性化深さ測定	(下部工3本) <2>
⑥塩化物イオン量試験	上部工3本 下部工3本 <3>
⑨アルカリ骨材反応関連試験(SEM-EDX)	下部工3本 <4>
⑩残存膨張量試験	下部工3本 <4>
⑦電磁波レーダ法(配筋確認)	上部工6箇所 下部工12箇所 <1>~<4>
⑧はつり調査	上部工3箇所 下部工3箇所 <5>
上記の調査を実施するのに必要なコア本数(採取・復旧)	上部工6本 下部工12本 <1>~<4> ()はコアを兼用

試験箇所数、採取コアの本数は下表に示す本数を基本とする。

表-2.1.3 橋梁調査統一事項一覧表より

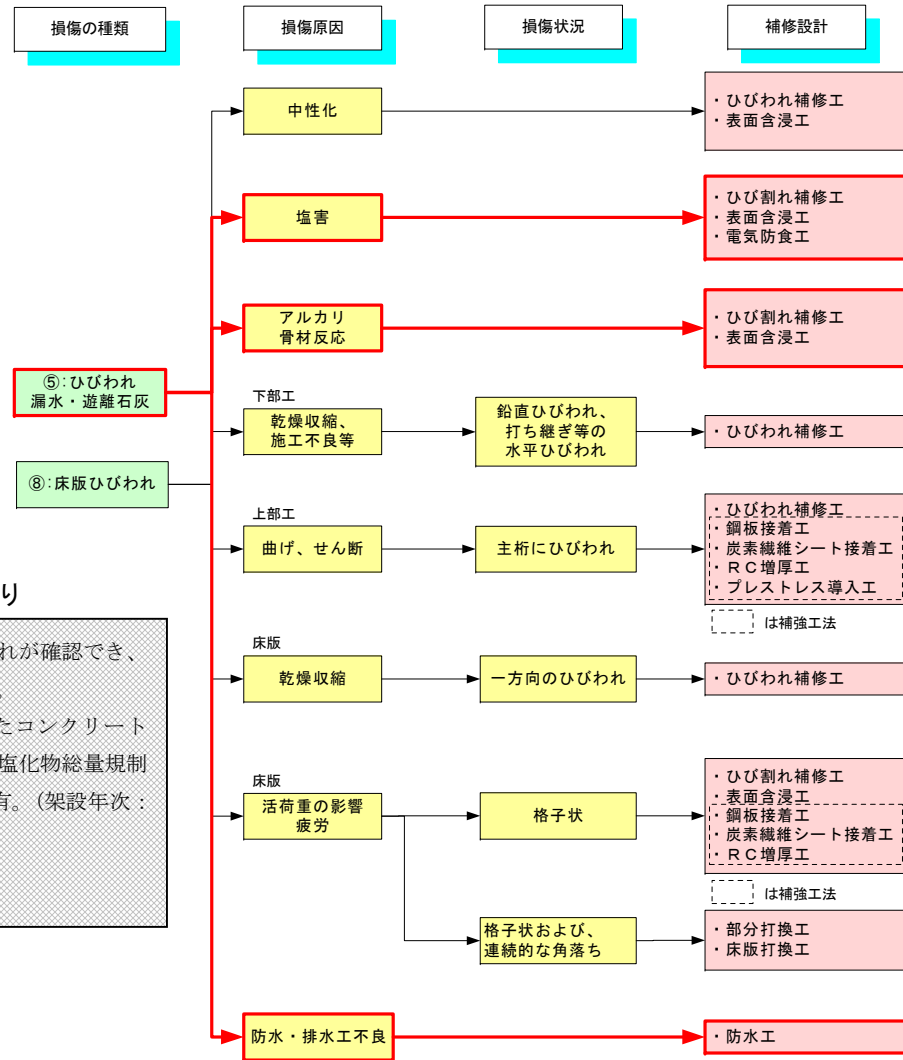
調査項目	統一事項	参照頁(参考資料)
コンクリートの圧縮強度、静弾性係数に関する調査	・調査項目は以下を原則とする。 コアを採取した上で一軸圧縮強度試験により圧縮強度を確認する。(1橋当たり上部工3箇所、下部工3箇所)(コア径はφ100mmを原則とする。※1) 圧縮強度試験のコアを利用して静弾性係数試験を行う。 ただし、現場条件により、コアを採取することが困難な場合は小径コア(φ25mm)、反撥硬度法の検討を行う。	P11 P27 <1>
コンクリートの中性化に関する調査	・調査項目は以下を原則とする。 コアを採取した上でフェノールフタレイン法により中性化深さを測定する。(1橋当たり上部工3箇所、下部工3箇所)(コア径はφ100mmを原則とする。)はつり調査を実施する場合ははつり面を利用する。圧縮強度試験においてコアを採取する場合はそのコアを兼用する。 ただし、現場条件により、コアを採取することが困難な場合はドリル削孔により試料を採取する。	P15 <2>
コンクリートの塩化物量に関する調査	・海岸までの距離が200m程度以内の橋梁で、塩害が疑わしい場合、代表箇所(1橋当たり上部工3箇所、下部工3箇所)について、以下の調査を行うことを原則とする。(コア径はφ100mmを原則とする。) ・1963年~1986年に建造されたコンクリート構造物(大量に塩化物イオンを含んでいる可能性がある。塩化物総量規制前。) コア採取による塩化物イオン量試験(電位差測定法) ただし、現場条件により、コアを採取することが困難な場合はドリル削孔により試料を採取する。	P17 <3>
コンクリートのアルカリ骨材反応に関する調査	・外観目視によりアルカリ骨材反応が疑わしいと思われる場合、代表箇所(1橋当たり上部工3箇所、下部工3箇所)について、次の調査を行うことを基本とする。 走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型X線分析装置(SEM-EDS)を用いた組成分析 残存膨張量試験(JCI-DD2)※2	P19 P21 <4>
はつり調査について	・はつりは構造物の健全性に影響を与えないように、十分注意する。 ・上下部工のコア採取箇所近辺を基本とし各3箇所が望ましい。 ・30cm角程度の大きさで鉄筋位置まではつる。	P30 <5>
配筋確認について	・配筋確認は電磁波レーダ法を基本とする。 ・変状箇所を含み周囲1m×1m程度の矩形範囲とする。	P28

設計項目の選定

⑥設計項目の選定

ここでは⑤ひびわれ・漏水・遊離石灰（下部工）について補修設計項目の選定を行う。他の損傷も同様に、選定フローに従って補修設計の選定を行う。

図-3.1.2 コンクリート部材の補修設計項目選定フロー（1）より



「③損傷原因の推定」より

- 橋脚柱部に亀甲状のひび割れが確認でき、**アルカリ骨材反応**の疑い有。
- 1963~1986年に施工されたコンクリート構造物（コンクリート中の塩化物総量規制の前）であり、**塩害**の疑い有。（架設年次：昭和39（1964））
- 橋面からの漏水**による劣化

「選定される設計項目」

上フローより以下の補修設計項目が選定される。

- ひびわれ補修工、表面含浸工、※電気防食工
- 防水工

※ここでは補修工法の案として選定している。必ず行うものではない。

ひびわれと同様に、他の損傷も損傷種類に応じた補修設計項目選定フローに従って補修設計の選定を行う。

調査及び設計項目の選定

調査項目の選定及び設計項目の選定により、選定された項目について「橋梁補修調査設計委託標準歩掛」を使用し業務を発注する。

詳細調査の実施

「詳細調査結果」

詳細調査結果を以下に示す。

中性化深さ	塩化物イオン量	SEM-EDS	ひびわれ幅	伸縮装置
16.5mm (60mm) 純かぶり	1.6kg/m ³	アルカリシリカゲルが確認された	0.3mm	補修不可

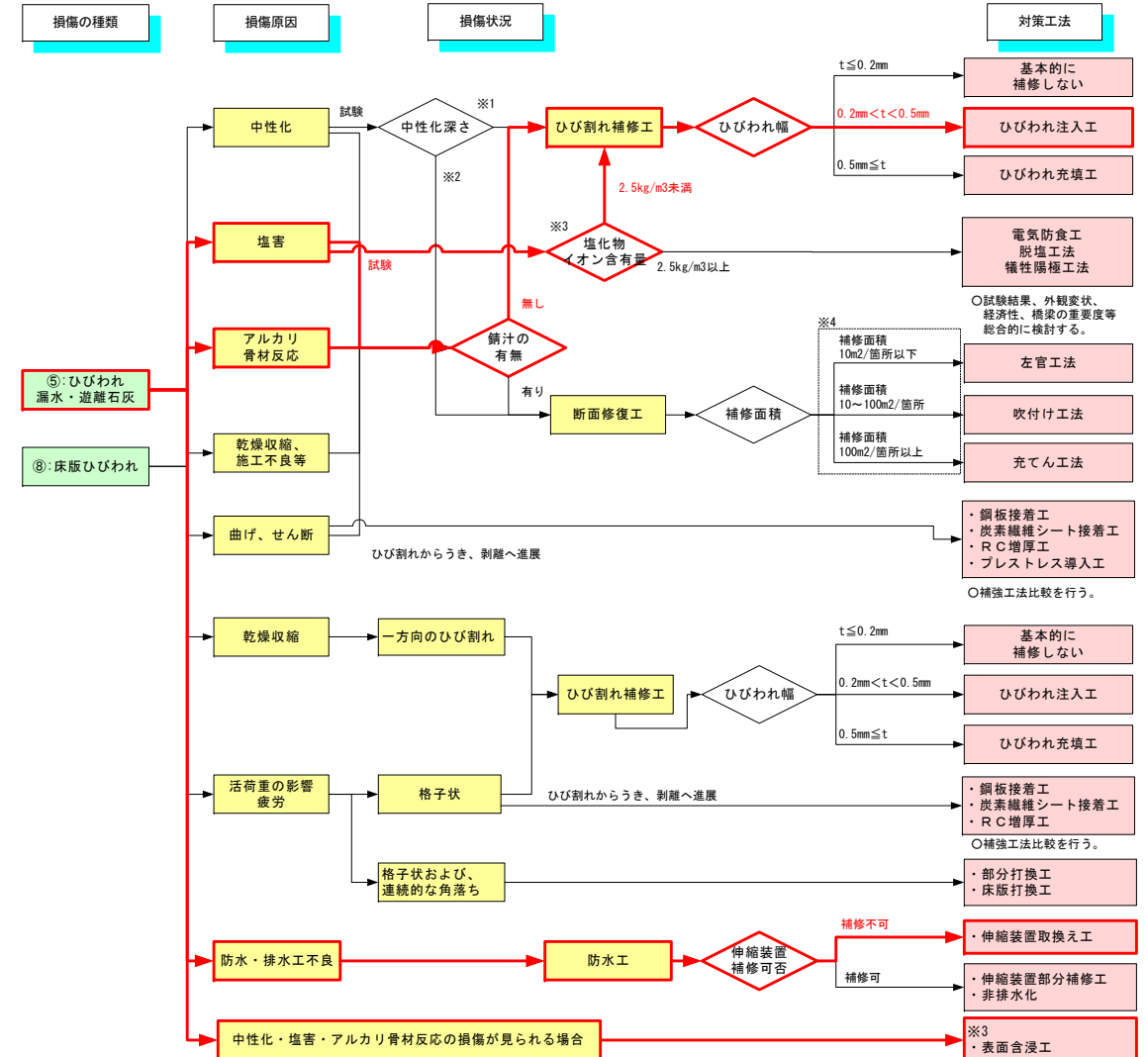
※中性化深さについては、一軸圧縮強度確認のためのコアを用いて確認している。

補修補強工法の選定

⑦補修工法の選定

ここでは⑤ひびわれ・漏水・遊離石灰（下部工）について詳細調査結果、損傷図を確認し補修工法の選定を行う。他の損傷も同様に、選定フローに従って補修工法の選定を行う。

図-3.2.8 コンクリート部材の補修工法選定フロー（1）より



「選定された補修工法」

選定フローより以下の設計項目が選定される。

- ひびわれ注入工
- 表面含浸工
- 伸縮装置取換え工

ひびわれと同様に、他の損傷も損傷種類に応じた補修工法選定フローに従って補修工法の選定を行う。