

# 第1章 総則

## 1.1 マニュアルの目的

本マニュアルは、埼玉県が管理する道路橋について、適切な維持管理や効率的かつ効果的な補修・補強事業を実施することを目的として、とりまとめたものです。

### 【解説】

本マニュアルは、橋梁点検の結果を受けて、損傷を有する橋梁の調査、補修設計、補修工事の一連の維持管理業務のうち、調査から補修・補強工法選定、補修設計業務発注、補修工事発注、施工までの作業を効率よく進めるための指針として、埼玉県の標準を示すものです。

これにより橋梁の維持管理に携わる方々の業務の円滑化と、有効な対策立案、および適切な施工を実現することを目的としています。

## 1.2 適用の範囲

本マニュアルは、県職員を対象とし、埼玉県が管理する道路橋の維持管理のうち、「詳細調査」、「補修・補強設計」に適用することとします。

### 【解説】

本マニュアルは、埼玉県の橋梁の維持管理を担当する職員を対象とし、橋梁の長寿命化を図るための補修・補強工法の選定や設計における留意点などを整理したものです。

また本マニュアルは、劣化損傷に対する補修・補強設計を対象としており、耐震補強設計は対象としていませんが、効率的かつ効果的に工事を実施するために、必要に応じて耐震補強設計を併せて実施することが望まれます。

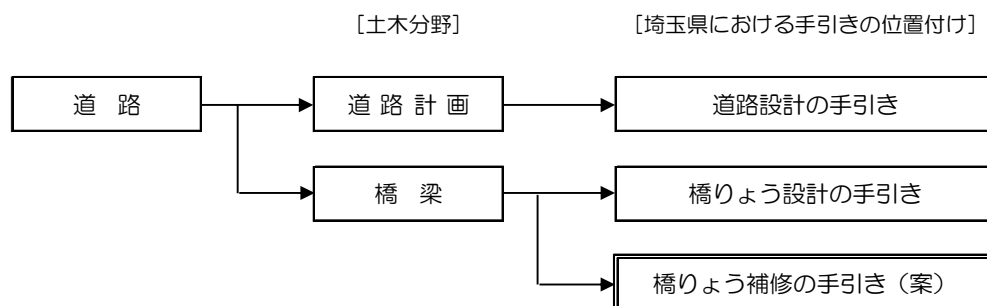


図 1.2.1 手引きの位置付け

1.3 維持管理の体系における位置付け

本マニュアルは、国土交通省の橋梁定期点検要領(H26.6)および道路橋定期点検要領(H26.6)等に記載のある、標準的な損傷に対する一般的な対策工法を示したものです。橋梁の維持管理に関する標準的な作業フローと、本マニュアルで示す該当項目の対応を図 1.3.1 に示します。

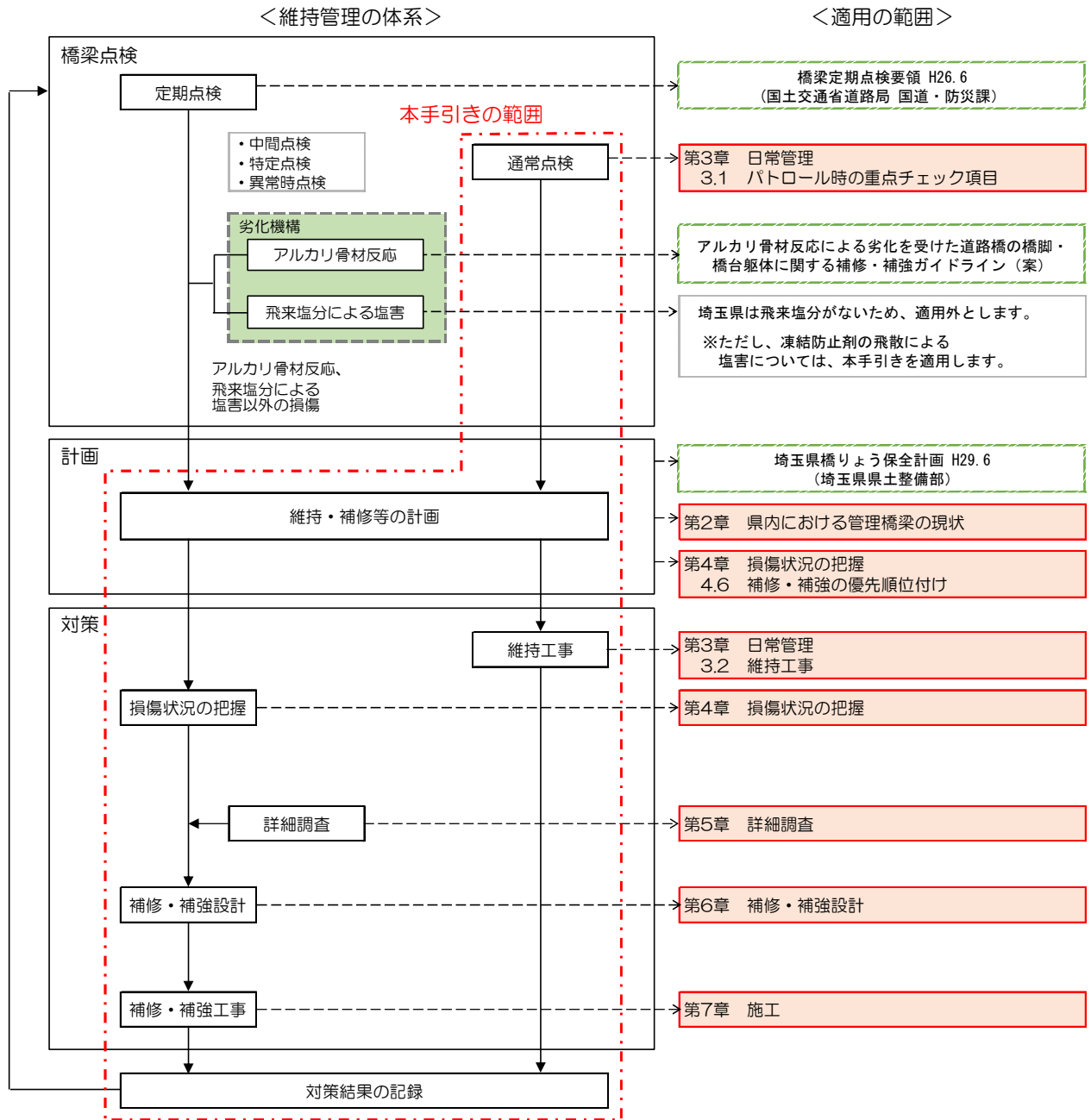


図 1.3.1 橋梁の維持管理の体系および適用範囲

## 【解説】

- (1) 橋梁定期点検は、国土交通省道路局国道・防災課が発出している最新の橋梁定期点検要領に準じて行います。埼玉県では、国土交通省道路局国道・防災課および国土交通省道路局が発出している最新の橋梁定期点検要領を基本に点検調書を新たに作成し、点検の効率化を図った体制を整えています。点検調書については「第8章 参考資料」に掲載します。
- (2) アルカリ骨材反応が顕在化している損傷については、対象としている「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)」適用するものとします。
- (3) 飛来塩分による塩害については、埼玉県は飛来塩分がないため、適用外とします。なお、凍結防止剤の飛散による塩害については、本マニュアルと「塩害橋梁維持管理マニュアル(案)」を適用するものとします。
- (4) 本マニュアルは、劣化損傷に対する補修補強設計を対象としており、耐震補強設計は対象としていませんが、効率的かつ効果的に工事を実施するために、必要に応じて本マニュアルで示す補修補強設計時にあわせて耐震補強設計を実施することが望ましいです。
- (5) 対策工法の選定検討の一助として「第6章 補修・補強設計 (P.154)」に新工法の事例を掲載します。

1.4 維持管理の基本

埼玉県では、維持管理・更新の方針に関する計画の策定後、コスト縮減などの適用効果を評価・計測するために継続的にモニタリングを実施します。また、技術者により道路施設の効率かつ的確な管理を目指し、体系的な橋梁管理のマネジメントサイクル（PDCA サイクル）を行います。

【解説】

埼玉県における体系的な橋梁管理のマネジメントサイクルイメージを図 1.4.1 に示します。



図 1.4.1 マネジメントサイクルイメージ

(1) 維持管理の手順

維持管理は、図 1.4.2 に示すように、点検、調査、診断、対策のサイクルを定期的実施し、診断の結果に基づき、必要に応じて維持管理計画を見直すものとします。また、点検・対策の結果を一元的に記録・蓄積し絶えず最新の情報を参照できるようにしておくことが重要です。

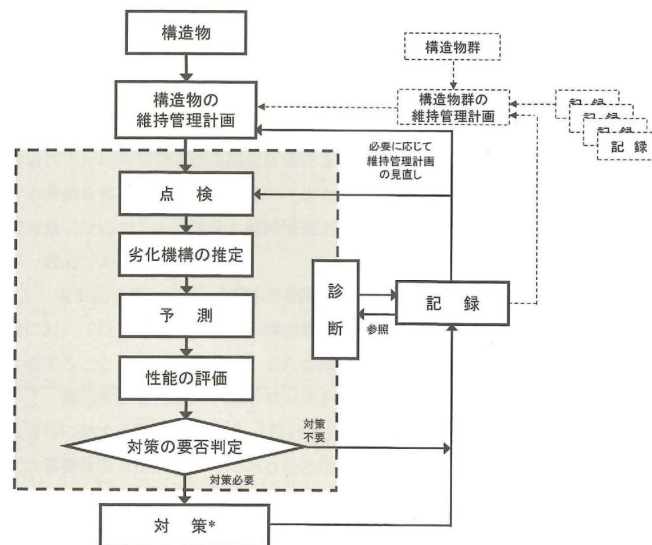


図 1.4.2 維持管理の手順<sup>1</sup>

<sup>1</sup> コンクリート標準示方書（維持管理編）2013年制定 平成 25 年 10 月 土木学会（一部修正）

## (2) 対策の内容

橋梁の維持管理では、まず点検により個々の橋梁の状態を把握し、「損傷程度の評価」「対策区分の判定」及び「健全性の診断」を行うこととなります。各部材あるいは各部位毎に行う対策区分の判定では、対策区分 A、B、C (C1・C2)、E (E1・E2)、M、S (S1・S2) と表され、各損傷に対して補修等や緊急対応、維持工事対応、詳細調査などの何らかの対策の必要性について、定期点検で得られる情報の範囲で判定します。

◇ 維持工事

道路における広義の維持とは、「道路の機能を保持するために行われる道路の保存行為であって、一般に日常計画的に反復して行われる手入れ（路面清掃、除草、除雪など）、または軽度な修理（舗装のパッチング、表面処理など）」を指します。

（主な対策区分：M）

☞ 「第3章 日常管理 (P. 18)」

◇ 緊急対応

橋梁点検において、緊急に対応する必要があると判断される損傷が判明した場合には、速やかに必要な処置を施すとともに、緊急対応を実施します。

（主な対策区分：E1、E2）

☞ 「4.8 緊急対応 (P. 53)」

◇ 詳細調査

本マニュアルでは、補修等の必要性の判定を行うにあたり、必要となる調査を指します。

定期点検で行う近接目視調査だけでは損傷の程度や劣化要因などが十分に把握できず、補修などの対策が必要か否か、またどのような工法が有効か診断できない場合に行う必要となる調査です。

（主な対策区分：S1）

☞ 「第5章 詳細調査 (P. 73)」

◇ 補修・補強設計

定期点検・詳細調査を経て損傷の程度や原因が明らかになった時点で、補修・補強あるいは更新の工法についての詳細設計を行います。適用可能な工法が複数ある場合は、詳細にライフサイクルコストを考慮した経済比較や今後の維持管理の確実性を踏まえ工法を決定するものとします。

（主な対策区分：B、C1、C2、E1、E2）

☞ 「第6章 補修・補強設計 (P. 97)」

また、確実な維持管理に向けては、同じ損傷を繰り返さないために、損傷自体の対策だけでなく、損傷の発生原因の究明と対策を行うことも重要です。

☞ 「4.3 損傷原因の推定 (P. 31)」

◇ 記録

調査・設計や維持、補修・補強などの対策の内容を台帳およびデータベースなどに記録し、以降の維持管理の計画に有効なデータの蓄積を行うものとします。

☞ 「1.7 記録 (P. 10)」

## 1.5 用語の定義

本マニュアルにおいて使用する用語は、下記のとおり定義します。

## (1) 橋梁長寿命化

計画的に橋梁の点検と補修を実施することにより、供用期間の長期化および長期的な維持管理費の縮減を図ること。

## (2) 維持管理

橋梁の円滑な交通機能の維持、耐久性および耐荷性能の確保、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、記録を行う一連の作業。

## (3) 定期点検

定期点検は、道路橋の各部材の状態を把握、診断し、当該道路橋に必要な措置を特定するために必要な情報を得るためのものであり、近接目視により 5 年に 1 回の頻度で実施することを基本とする。

## (4) 第三者被害

コンクリート片やボルト、標識板等、橋梁の部材および付属物が損傷等により落下し、路下の交差道路、公園、駐車場および鉄道等へ被害を与えること。

## (5) 現地踏査

詳細調査、補修設計等に際して、近接方法や施工計画に必要な現地状況を把握するために行う現地確認作業。

## (6) 詳細調査

損傷の程度や広がり、および損傷原因を特定することを目的として測定機器などを用いて定量的、かつ詳細に計測および解析等を行うこと。

## (7) 緊急対応

交通の供用安全性や、構造の安定性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、抜本的な対策や補修工事が完了するまでの間、道路機能、構造の安定性を確保するために応急的に行う対策や、交通規制などの措置。

## (8) 補修

部材、構造物が要求される機能、性能や耐久性が損なわれた場合に、それを回復させることを目的とした維持管理対策。

## (9) 補強

部材、構造物の耐荷力や耐久性の向上を目的とした対策。

## (10) 更新

老朽化や陳腐化したことにより橋梁を新設すること。

## (11) 変状

損傷・劣化・その他の原因のため構造物に顕在化した異常をいう。

## (12) 損傷

必要とされる部材の性能が損なわれる事象。損傷の種類は、国土交通省が管理する道路橋の定期点検に適用する「橋梁定期点検要領 H26.6（国土交通省道路局国道・防災課）」に準拠し、表 1.5.1 の 26 種類とする。

表 1.5.1 損傷の種類

材料		損傷の種類	材料		損傷の種類
鋼	01	腐食	その他	13	遊間の異常
	02	亀裂		14	路面の凹凸
	03	ゆるみ・脱落		15	舗装の異常
	04	破断		16	支承の機能障害
	05	防食機能の劣化		17	その他
コンクリート	06	ひびわれ	共通	10	補修・補強材の損傷
	07	剥離・鉄筋露出		18	定着部の異常
	08	漏水・遊離石灰		19	変色・劣化
	09	抜け落ち		20	漏水・滞水
	11	床版ひびわれ		21	異常な音・振動
	12	うき		22	異常なたわみ
				23	変形・欠損
				24	土砂詰り
				25	沈下・移動・傾斜
				26	洗堀

## (13) 耐久性

想定される外的環境条件、荷重条件に対して、どれくらい長期間にわたり機能を維持できるかを示す性能。材料がもともと保有している性能の他、適切に維持管理することにより延命を図ることができる。

## (14) 疲労亀裂

鋼橋における損傷で、繰り返し応力の作用により部材の連結部付近や断面急変部などの応力集中部から発生する亀裂。

(15) 損傷度

橋梁点検において確認された損傷について、損傷の現状を評価するための指標。要素毎、損傷種類毎に評価し、損傷の程度について客観的な事実を示すものである。

(16) 対策区分

定期点検では、当該橋梁の各損傷に対して補修等や緊急対応、維持工事対応、詳細調査などの何らかの対策の必要性について、定期点検で得られる情報の範囲で判定するもの。埼玉県(point検)においては、「橋梁定期点検要領 H26.6 (国土交通省道路局国道・防災課)」および「道路橋定期点検要領 H26.6 (国土交通省道路局)」に従い、表 1.5.2 に示す 9 つの対策区分に区分することを基本としている。

(17) 健全性

定期点検では、着目する部材とその損傷が道路橋の機能に及ぼす影響の観点から、部材単位での健全性の診断を行い、その結果と対策区分の判定及び所見等を踏まえて、道路橋毎の健全性の診断を行う。

表 1.5.2 対策区分判定と健全性診断

損傷程度 の評価	26の損傷について、要素毎、損傷毎のa・b・c・d・eにて評価								
対策区分 の判定(部 材毎、損傷 種別毎)	A	B	C1	C2	E1	E2	M	S1	S2
	損傷が認められないか、損傷が軽微で補修を行う必要が無い。	状況に応じて補修を行う必要がある。	予防保全の観点から、速やかに補修を行う必要がある。	橋梁構造の安全性の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある。	その他、緊急対応の必要がある。	維持工事に対応する必要がある。	詳細調査の必要がある。	追跡調査の必要がある。
健全性の 診断(部材 単位の診 断、道路橋 毎の診断)	I 健全		II 予防保全段階	III 早期措置段階	IV 緊急措置段階		II 予防保全段階	個別に評価 (Iではない)	
	道路橋の機能に支障が生じていない状態。		道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。	道路橋の機能に支障が生じている。又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。		道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。		



## 1.6 関係図書

関係図書を表 1.6.1 に示します。

表 1.6.1 関係図書一覧

名 称	発刊年	発 行
埼玉県橋りょう保全計画	R5.4	埼玉県県土整備部
埼玉県橋梁長寿命化修繕計画	H21	埼玉県県土整備部
橋梁定期点検要領	H31.3	国土交通省道路局 国道・防災課
道路橋定期点検要領	H31.2	国土交通省道路局
塩害橋梁維持管理マニュアル（案）	H20.4	国土交通省道路局 国道・防災課
アルカリ骨材反応に対す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）	H20.3	ASRに関する対策検討委員会
橋梁における第三者被害予防措置要領（案）	H28.12	国土交通省道路局 国道・防災課
道路橋示方書・同解説（Ⅰ～Ⅴ）	H29.11	日本道路協会
鋼橋の疲労	H9.5	日本道路協会
鋼道路橋の疲労設計指針	H14.3	日本道路協会
道路橋支承便覧	H16.4	日本道路協会
鋼道路橋防食便覧	H26.3	日本道路協会
鋼道路橋設計便覧	S55.8	日本道路協会
鋼道路橋施工便覧	H27.4	日本道路協会
鋼道路橋塗装・防食便覧	H17.12	日本道路協会
コンクリート道路橋設計便覧	H6.2	日本道路協会
コンクリート道路橋施工便覧	H10.1	日本道路協会
道路橋床版防水便覧	H19.3	日本道路協会
道路橋補修・補強事例集（2012年版）	H24.3	日本道路協会
道路橋補修便覧	S54.2	日本道路協会
鋼道路橋の細部構造に関する資料集	H3.7	日本道路協会
既設道路橋基礎の補強に関する参考資料	H12.2	日本道路協会
道路橋点検必携～橋梁点検に関する参考資料～	H27.4	日本道路協会
鋼構造物の長寿命化技術	H30.3	土木学会
道路橋支承部の点検・診断・維持管理技術	H28.3	土木学会
腐食した鋼構造物の性能回復事例と性能回復設計法	H26.5	土木学会
道路橋床版の維持管理マニュアル 2016	H28.10	土木学会
コンクリート標準示方書（設計編、施工編、維持管理編、規準編）	H20.3	土木学会
PC 構造物の維持保全—PC 橋の更なる予防保全に向けて—	H27.3	プレストレスト・コンクリート建設業協会
道路管理者のための中小規模橋梁の維持管理ハンドブック	H29.8	一般社団法人 近畿建設協会
改訂版 橋梁補修の解説と積算	H28.11	建設物価調査会

1.7 記録

道路橋の点検及び補修・補強工事を行った場合には、受注者により「道路台帳統合システム」内のデータベースに内容を適切に登録します。これにより、各種道路施設データの一元管理が可能となり、計画的・効率的な施設の点検・維持修繕、県民要望への対応の迅速化を図ることができます。

【解説】

道路施設の諸元や点検結果は、県庁に設置されたサーバー内のデータベースに登録します。

データの種類は、以下のように大別されます。

- マスターデータ : 施設特性（基本諸元等、写真、図面）を管理するデータであり、竣工後に変更することは稀です。
- 履歴データ : 施設の状態を管理するデータであり、経年的な状態変化を蓄積していきます。具体的には点検情報と工事情報が対象となります。

※ 補修・補強工事の内容によっては、マスターデータ（基本諸元等）に反映し、登録情報を変更すべき場合も想定されます。そのため、工事の登録時には、受注者は既存台帳の情報を確認し、必要に応じてマスターデータの変更も行うこととします。

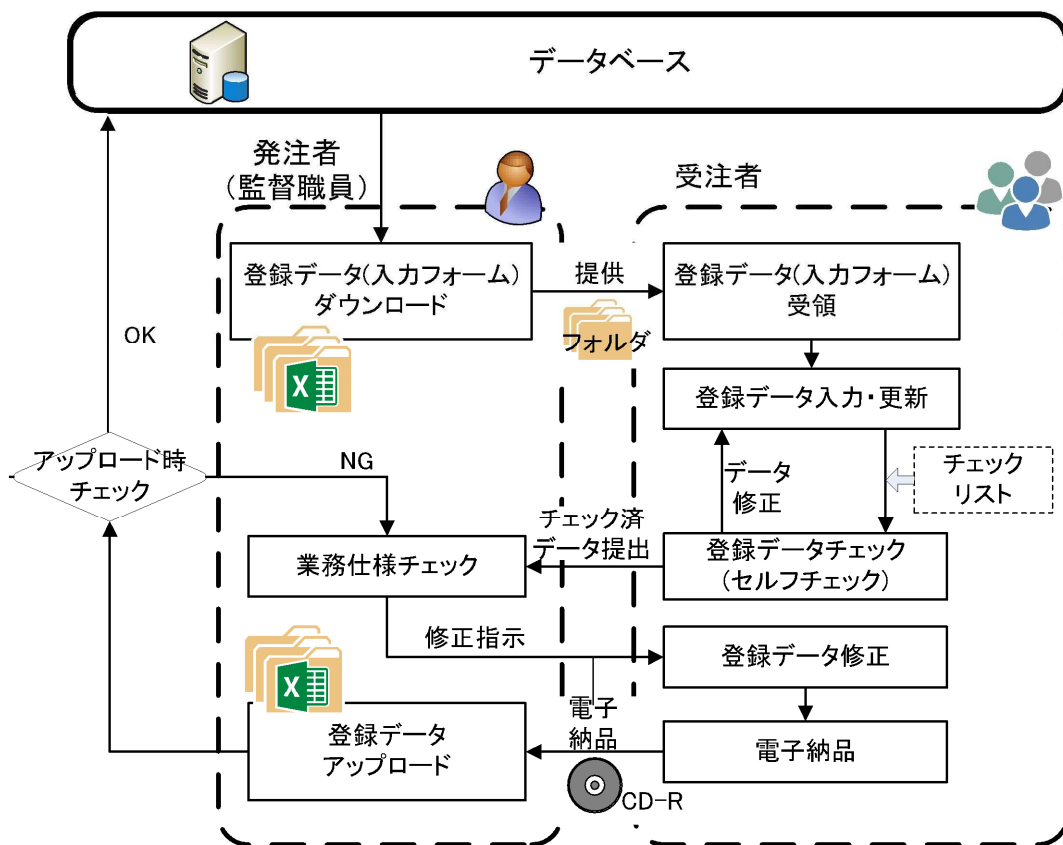


図 1.7.1 道路台帳統合システムの概要

## 第2章 県内における管理橋梁の現状

### 2.1 管理橋梁の現状

埼玉県が管理する橋梁は、全 2,775 橋あり、このうち建設後 50 年を経過する老朽橋は 1,104 橋で全体の約 40%を占めます。（平成 28 年 4 月 1 日時点）20 年後には、建設後 50 年を経過する老朽橋は急速に増加し、2,204 橋で 79%を占めることとなるため、今後多くの橋梁で老朽化が進むと、一斉に大規模な修繕や架換えの時期を迎えることとなります。（図 2.1.1、図 2.1.2 参照）

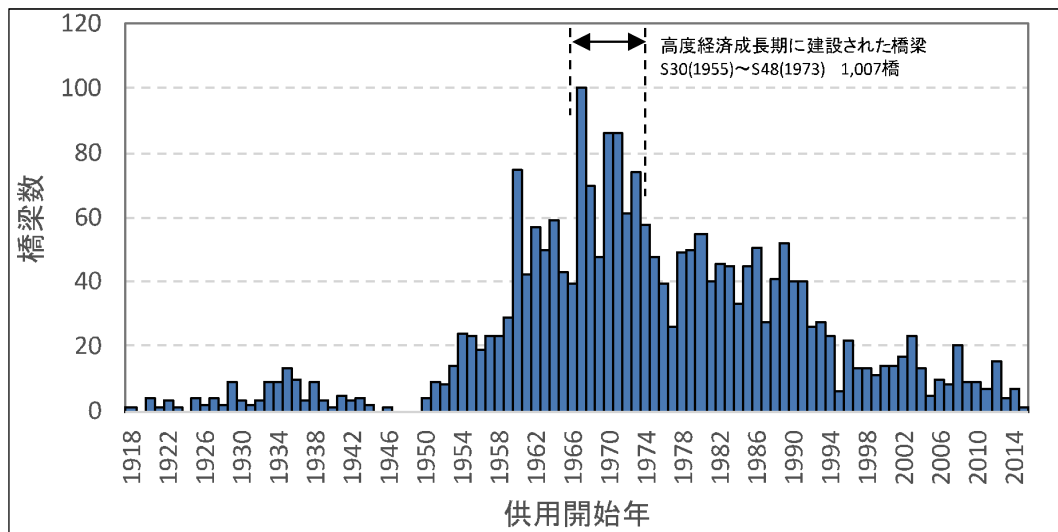


図 2.1.1 供用開始年別橋梁数グラフ（平成 28 年 4 月 1 日時点）

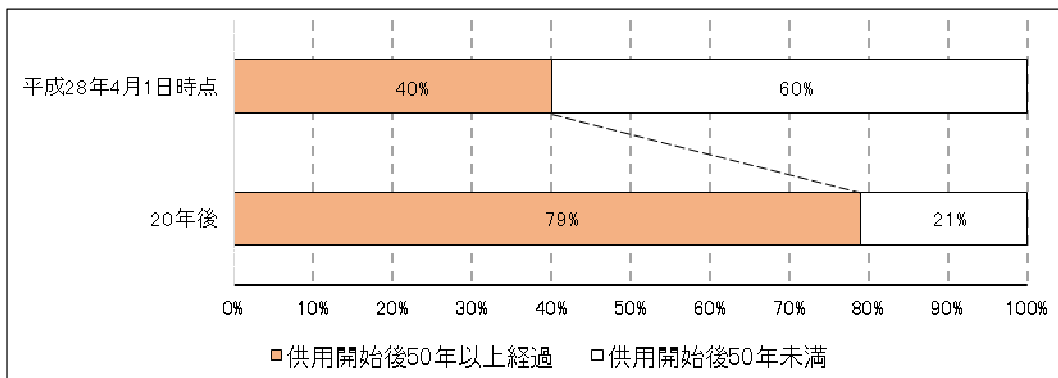


図 2.1.2 50 年以上経過の橋梁推移（平成 28 年 4 月 1 日時点）

一方で、厳しい財政状況が続く中、集中的な予算投資への対応ができず、安全性の確保が困難になることが予想されます。中長期の維持修繕コストが収束していかない中で、県としては、橋梁の損傷状況を踏まえ、橋梁維持管理方法について、より一層のメリハリをつけていく必要があります。

このため、埼玉県では、今後急増する老朽化した橋梁について計画的な修繕を行い、橋梁の長寿命化を図る「埼玉県橋りょう保全計画」を策定し、これまでの「事後保全型」の管理手法から、橋梁の劣化の進行を予測し、大きな損傷が発生する前に手当てをする「予防保全型」の管理手法への転換を行い、将来にわたる維持管理・更新コスト（ライフサイクルコスト）の最小化を図った計画を行っているところです。

2.2 管理橋梁の特徴

埼玉県における統一的な補修の手引きを策定するうえで、県内橋梁の特色について整理しておく必要があります。埼玉県の管理橋梁 全 2,775 橋について、上部工材料別・橋長別・路線種別・緊急輸送路別の橋梁数の比率、および管理橋梁数に対する溝橋の橋梁割合を次より示します。（平成 28 年 4 月 1 日時点）

(1) 上部工材料別の橋梁比率

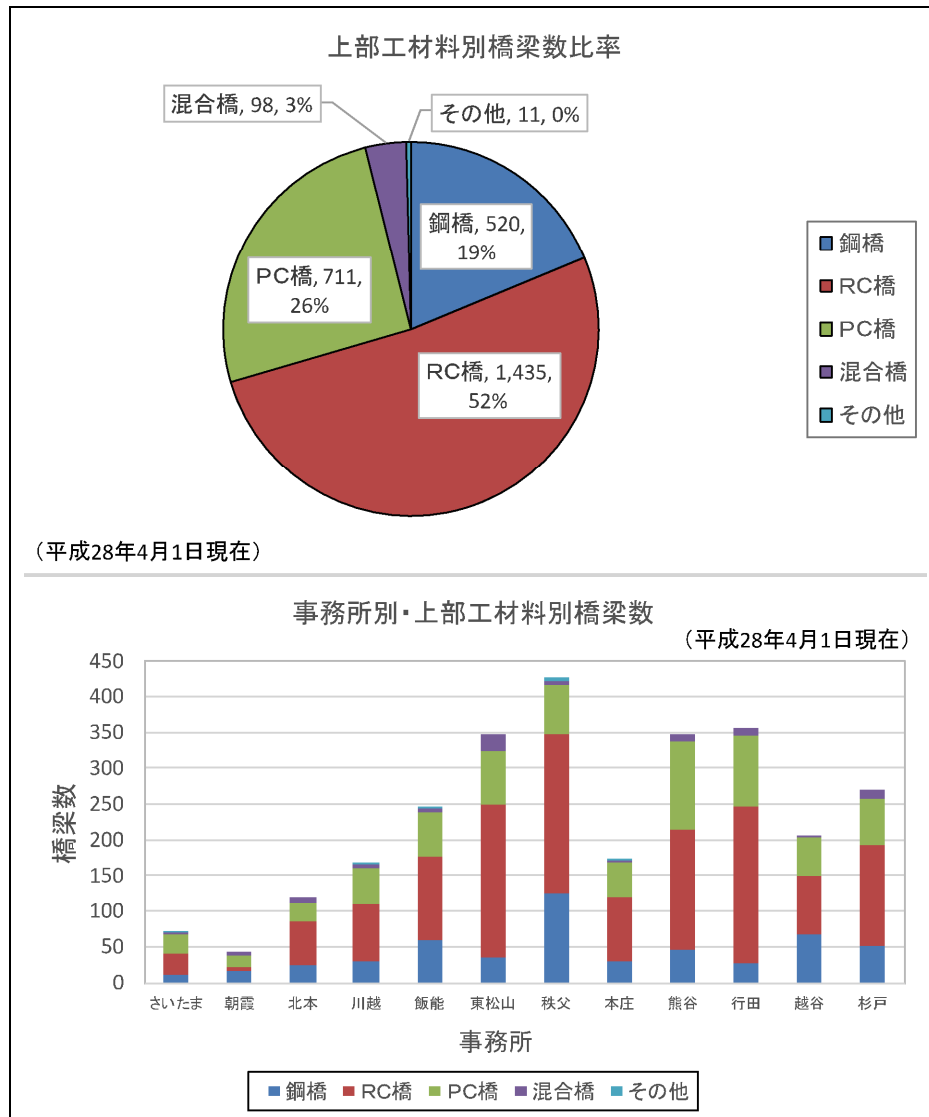


図 2.2.1 上部工材料別の橋梁比率

- ・ 上部工材料としては、RC 橋の比率が最も高く（1435 橋、52%）、次に、PC 橋（26%）が続きます。
- ・ 事務所別の上部工材料別比率は、朝霞県土整備事務所を除き、全県の傾向と同じく、RC 橋の比率が最も高いです。

(2) 橋長別の橋梁比率

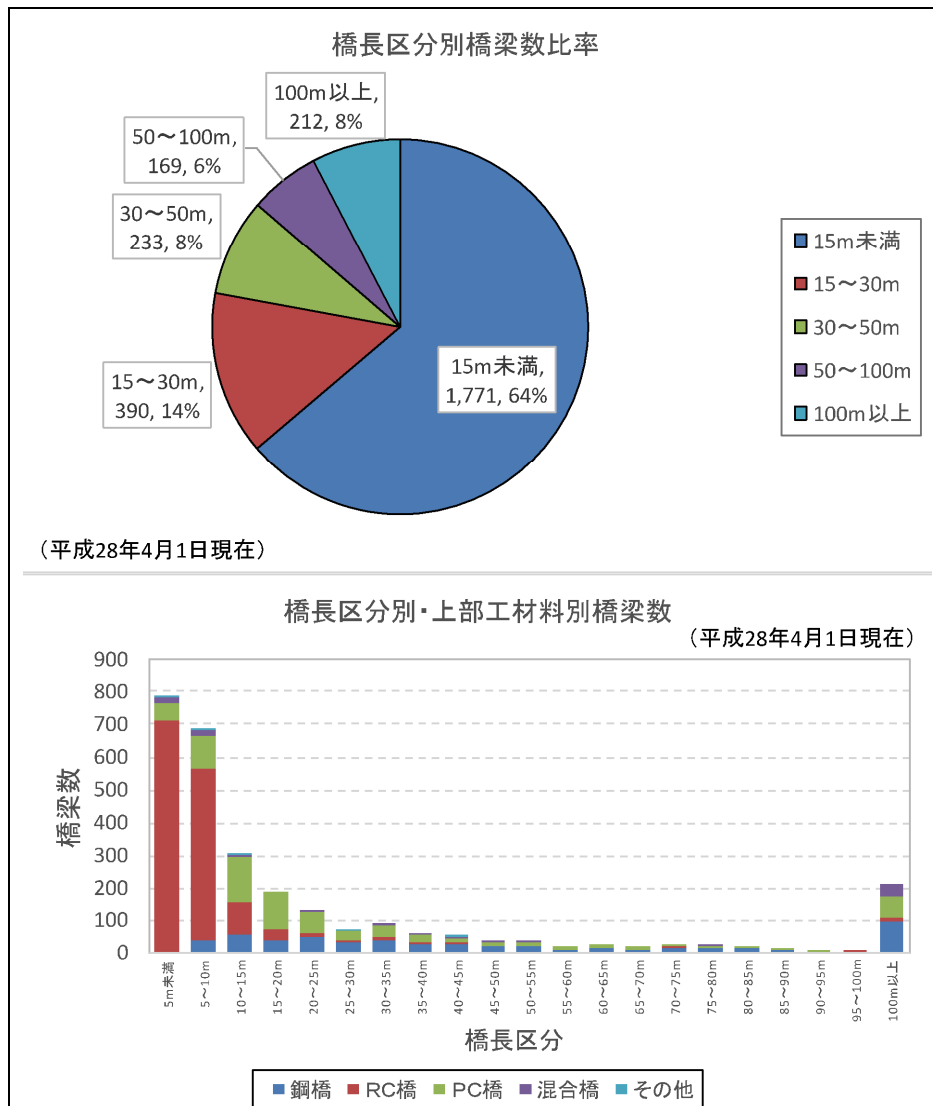


図 2.2.2 橋長別の橋梁比率

- ・ 橋長区分としては、橋長 15m 未満の橋梁の比率が最も高いです。(1771 橋、64%)
- ・ 橋長 100m 以上の長大橋は 8% (212 橋) です。
- ・ 橋長 15m 未満では、RC 橋の比率が最も高いです。橋長 15~30m では PC 橋、橋長 30m 以上では鋼橋の比率が最も高いです。

(3) 路線種別の橋梁比率

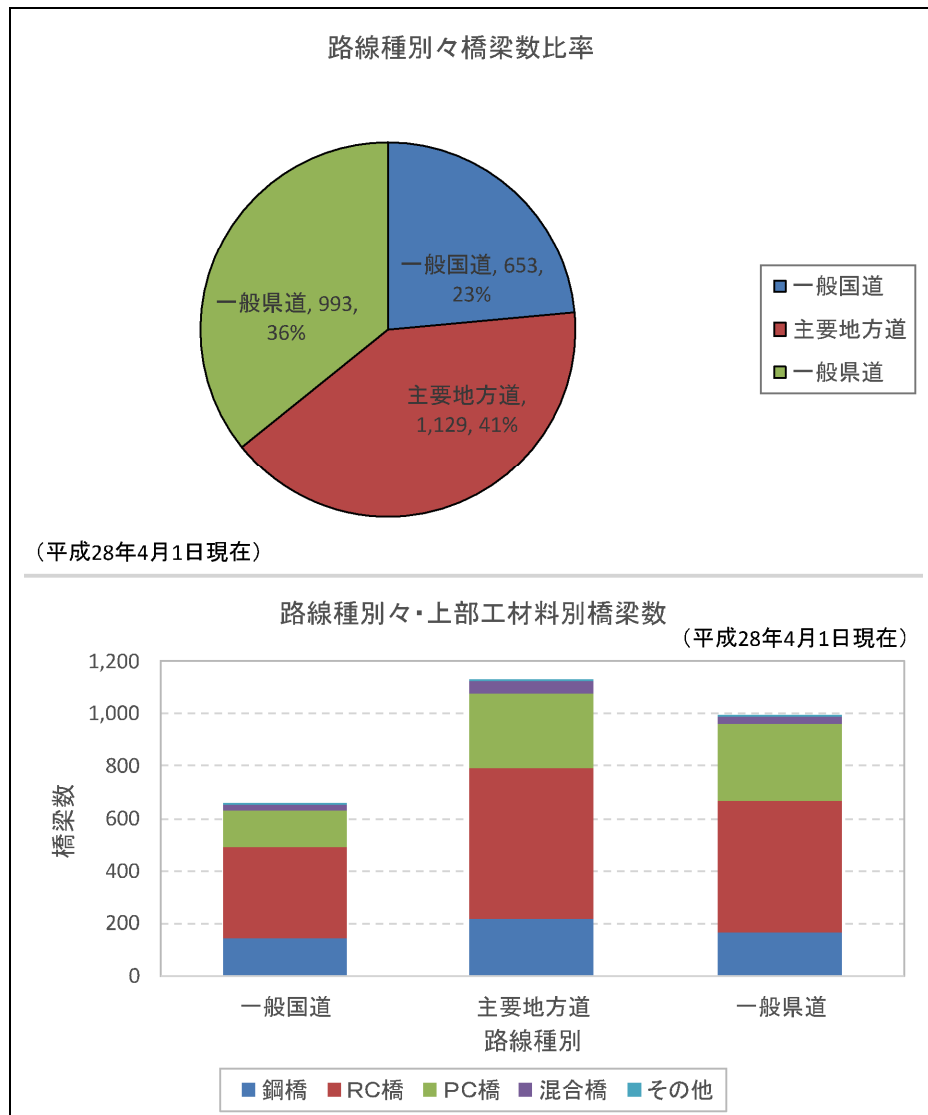


図 2.2.3 路線種別の橋梁比率

- ・ 路線種別の橋梁数としては、一般国道・主要地方道・一般県道共に RC 橋の比率が最も高いです。

(4) 緊急輸送路別の橋梁比率

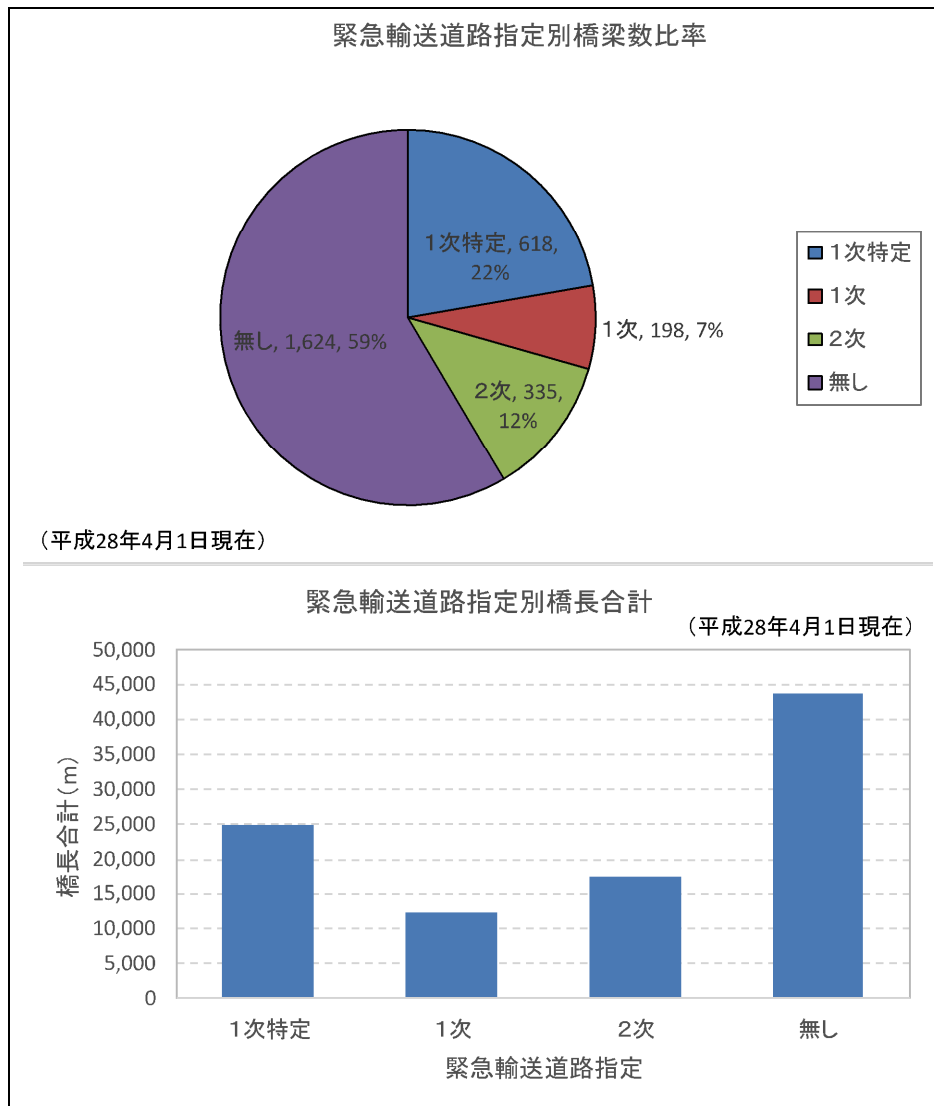


図 2.2.4 緊急輸送路別の橋梁比率

- ・ 緊急輸送道路の指定別としては、橋梁数・橋長合計共に該当無しの比率が最も高いです。
- ・ 1次特定の橋梁数比率は、全体に対し22%、橋長合計比率は、全体に対し25%です。
- ・ 1次の橋梁数比率は、全体に対し7%、橋長合計比率は、全体に対し12%です。
- ・ 2次の橋梁数比率は、全体に対し12%、橋長合計比率は、全体に対し18%です。

(5) 溝橋の橋梁割合

- ・ 溝橋（カルバート）の橋梁数割合としては、全体に対し22%（617橋）です。

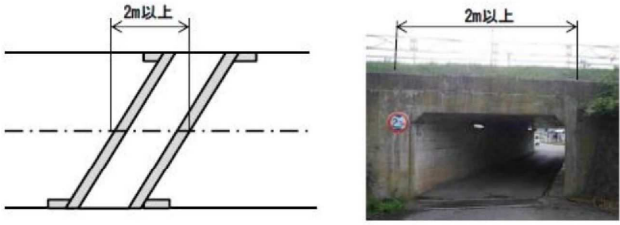
【解説】

県管理橋梁としては、ボックスカルバート構造の溝橋もその中に含まれます。  
 溝橋の定義としては以下の図 2.2.5 を参照してください。

**「溝橋(カルバート)について」**

溝橋（カルバート）とは、道路の下を横断する道路や水路等の空間を得るために盛土あるいは地盤内に設けられる構造物で、その力学特性から剛性（ボックス、アーチ等）とたわみ性（パイプ、コルゲート等）に分類されます。管理上、橋梁として取り扱う溝橋は、剛性ボックスカルバート（矩形（ボックス型））で、橋長2 m以上かつ土被り1 m未満のものとなります。

- ・ 橋長の考え方：カルバート上部道路の道路軸方向（斜角考慮）の長さで、外寸が2 m以上



- ・ 土被りの考え方：カルバート天端から歩車道等の上面の厚さの最小値が1 m未満

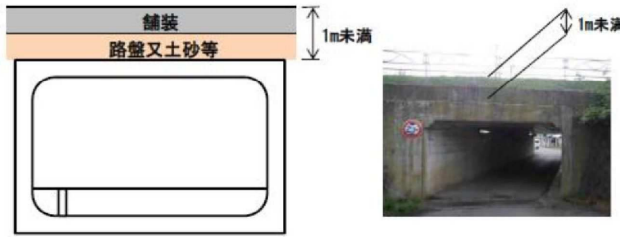


図 2.2.5 溝橋の定義について



2.3 橋梁定期点検データの整理

埼玉県では平成 17 年度より橋長 15m 以上の橋梁について詳細な点検を実施しており、平成 26 年度からは橋長 15m 未満も含め法定点検を実施しています。

本項では、平成 26 年度より行っている点検結果の健全性割合を整理します。橋梁の健全性の判定区分は「橋梁定期点検要領 H26.6（国土交通省道路局国道・防災課）」により表 2.3.1 のとおり規定されており、健全性Ⅲ・Ⅳのように健全性の低下が見られる橋梁に対しては早期に対策を講じていく必要があります。

表 2.3.1 健全性の判定区分

区分	定義
I 健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II 予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III 早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV 緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

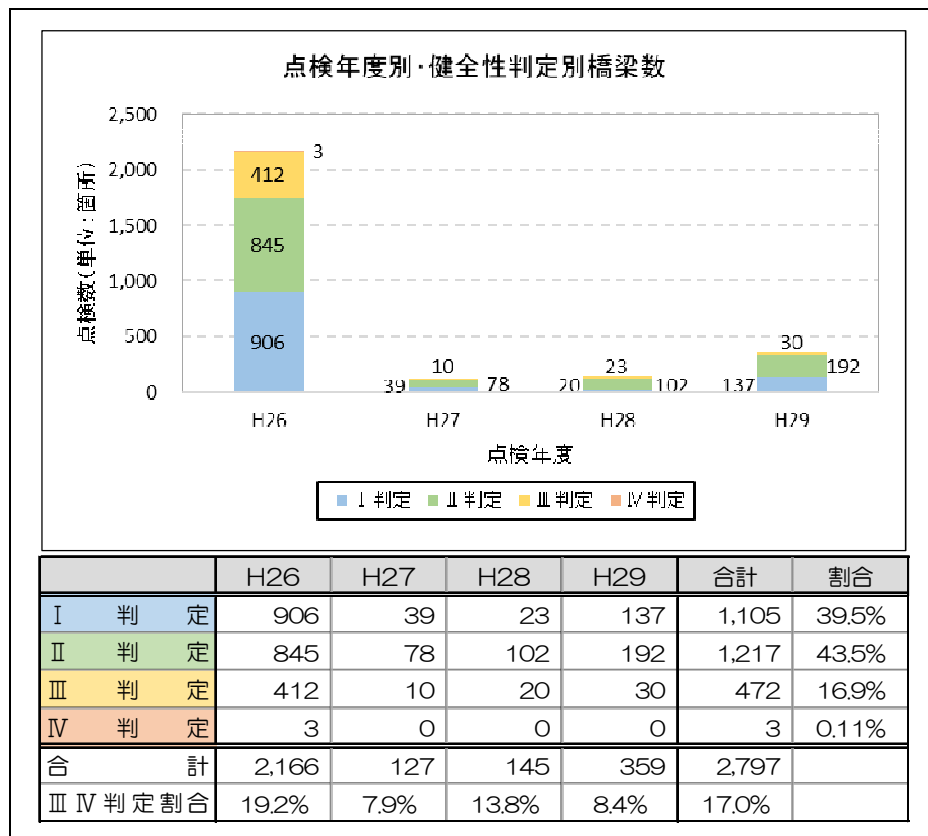


図 2.3.1 点検年度別・健全性判定別橋梁数

- ・ 健全性Ⅱの橋梁比率が最も高く 43.5%、続いてⅠ判定が 39.5%となります。
- ・ H26 年度の健全性Ⅲ・Ⅳ判定の割合は 19.2%を占めますが、これは新点検要領が策定されてから初年度の点検であったため、点検に慣れていないこと、またこれまで詳細点検を行ってなかった橋長 15m 未満の橋梁の点検を行ったため、Ⅲ判定の割合が高い結果となりました。

## 第3章 日常管理

### 3.1 パトロール時の重点チェック項目

橋梁を良好な状態に保つため、日常的な維持管理として、パトロール、清掃などの実施を徹底します。道路パトロールでは、橋梁の主要部材の損傷が原因で橋面上に現れる異常に着目して点検を行います。橋面上に表れる異常については、主に以下の項目があります。

- (1) 路面の異常
- (2) 伸縮装置の異常
- (3) 地覆・高欄等の異常
- (4) 排水装置の異常
- (5) 横断構造物等の異常

#### 【解説】

道路管理者は、竣工年次や損傷状況が異なる様々な橋梁を管理しています。また、橋梁毎に使用環境も異なるため損傷の進行状況も異なっています。このため、橋梁の異常を早期に発見し適切な対応をとることは、橋梁保全および道路交通の確保の上で重要となります。

道路パトロール時において重点的にチェックすべき項目について図 3.1.1 に示します。

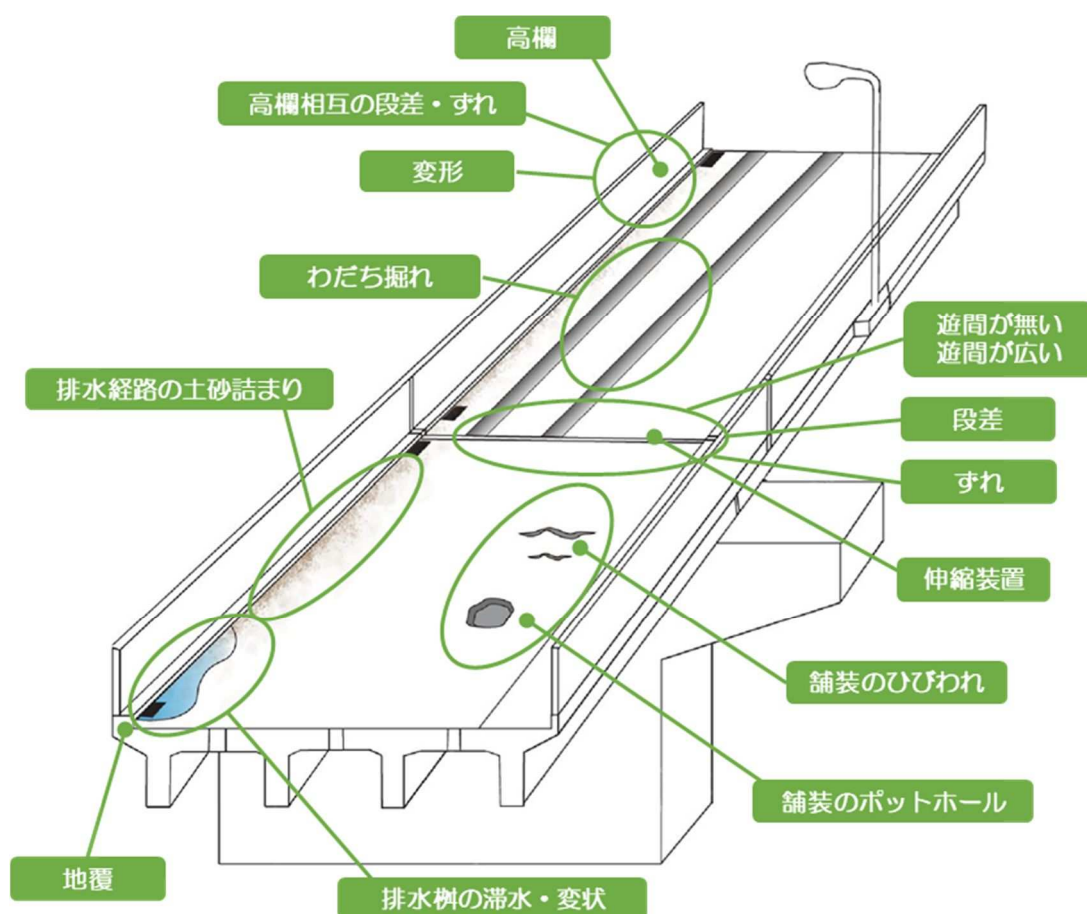


図 3.1.1 道路パトロール時の重点チェック項目

## (1) 路面の異常

道路パトロールを実施する際、路面の異常については、主に「騒音・振動」および「舗装修繕」に着目して行います。

《関係する変状》

- ◇ 防水工の損傷、床版のひびわれ・鉄筋の腐食
- ◇ 橋台背面の空洞
- ◇ ゲルバーヒンジ部周辺のひびわれ

《放置すると重大損傷が懸念される事項》

- ◆ 床版抜け落ち
- ◆ 橋台の移動・傾斜
- ◆ 橋台背面の路面陥没

## 1) 騒音・振動

橋梁の損傷は、桁端部の伸縮装置や舗装目地、主桁のゲルバーヒンジ部といった目地部に集中します。車両交通による騒音や、揺れたような振動を感じる場合は、伸縮装置や床版、支承に大きな変状が生じていることが多いため、橋の下面、側面から調査することが望まれます。過去に舗装のオーバーレイやひびわれ補修を幾度に渡り実施している橋は、舗装を支える部位が劣化していることが多いため、特に注意する必要があります。

表 3.1.1 路面の異常と要因となる損傷 (1)

着目部位	変状	損傷原因等
橋面舗装	騒音・振動	主桁の劣化 伸縮装置の段差やずれ ゲルバーヒンジ部周辺のひびわれ
		
橋台背面	段差・ひびわれ	伸縮装置の遊間異常 支承の移動 橋台の移動・傾斜 空洞の進行
		

<sup>1,2</sup> 道路管理者のための中小規模橋梁の維持管理ハンドブック 平成 29 年 8 月 近畿建設協会

## 2) 舗装修繕

橋梁区間における舗装のひびわれや部分的なポットホールは、床版に何らかの変状が現れている兆候です。過去にオーバーレイを繰り返している橋梁や、舗装のひびわれが多い区間は床版を調査する必要があります。床版の陥没は直ちに通行者の事故（第三者被害）に繋がる恐れがあります。

表 3.1.2 路面の異常と要因となる損傷 (2)

着目部位	変状	損傷原因等
橋面舗装	ひびわれ・ポットホール・わだち掘れ	床版の遊離石灰・漏水 床版ひびわれ 排水不良による滞水 交通荷重
	 <p>写 3.1.3 ポットホール<sup>3</sup></p>  <p>写 3.1.4 わだち掘れ<sup>4</sup></p>	
	舗装の陥没	床版抜け落ち
	 <p>写 3.1.5 舗装の陥没</p>	

## ポイント

- ・ 異常な音や振動、伸縮装置の段差やずれ・遊間異常、橋台背面の段差の有無を確認する。
- ・ ゲルバーヒンジ部周辺のひびわれの有無を確認する。
- ・ 舗装の修繕を繰り返している箇所は、橋を下から観察する。
- ・ ポットホール、段差、ひびわれ、わだち掘れ、陥没の有無を確認する。
- ・ 降雨後の水たまりの有無を確認する。

<sup>3,4</sup> 道路管理者のための中小規模橋梁の維持管理ハンドブック 平成 29 年 8 月 近畿建設協会

(2) 伸縮装置の異常

伸縮装置の遊間異常のような現象は、下部構造の動きを表している可能性があり、遊間の間隔が狭い場合には、パラペットに主桁が接触していることも多く、また支承に損傷が生じている可能性もあるため、橋の下面の点検も重要となります。


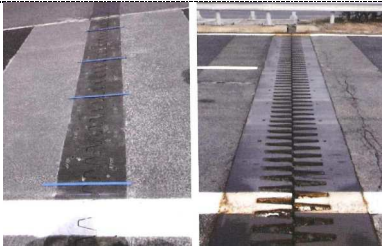
《関係する変状》

- ◇ 伸縮装置の損傷（排水不良）に伴う桁端や支承の腐食
- ◇ 基礎地盤の側方流動や地滑り等の前兆

《放置すると重大損傷が懸念される事項》

- ◆ 下部工の変状
- ◆ 支承の損傷
- ◆ 除雪グレーダーの破損や通行車両のタイヤバーストに伴う第3者被害  
(段差が2cmを超えるとタイヤがバーストする危険性が大)

表 3.1.3 伸縮装置の異常と要因となる損傷

着目部位	変状	損傷原因等
伸縮装置	伸縮装置の段差・ずれ  写 3.1.6 伸縮の段差・ずれ <sup>5</sup>	床版ひびわれ（伸縮前後） 伸縮装置の破断・破損 支承の破断・沓座モルタル欠損 下部工沓座斜めひびわれ 下部工の沈下・傾斜
	遊間の異常  写 3.1.7 遊間の異常 <sup>6</sup>	支承の移動 下部工の傾斜・移動 橋台背面路面の段差

📌 ポイント

- ・ 伸縮装置の段差やずれ、遊間異常を確認する。
- ・ 異常な音や振動の有無を確認する。
- ・ フィンガーが折れていないか。
- ・ 伸縮装置から 1.0m の間に舗装の凹凸はないか。

<sup>5,6</sup> 道路管理者のための中小規模橋梁の維持管理ハンドブック 平成 29 年 8 月 近畿建設協会

(3) 地覆・高欄等の異常

高欄部分を目測で観察することで、主桁や下部工の異常を発見できることがあります。車両の衝突による変形ではなく、高欄部分が折れ曲がったような変形や地覆部の段差による高欄の変形は、主桁やゲルバーヒンジ部、下部構造に異常があると推察できます。



《関係する変状》

- ◇ 下部工基礎の洗堀の進行、橋台法面の変状
- ◇ 主桁、ゲルバー部の変状の進行

《放置すると重大損傷が懸念される事項》

- ◆ 下部工の変状（洗堀やそれに伴う変状等）
- ◆ 桁の変形や破断
- ◆ 支承の損傷

表 3.1.4 地覆・高欄の異常と要因となる損傷

着目部位	変状	損傷原因等
地覆・高欄	地覆・高欄等の通り異常  写 3.1.8 高欄の折れ・たわみ <sup>7</sup>	鋼桁の亀裂・破断 コンクリート桁ひびわれ 支承の破断・モルタル欠損 下部工の沈下・洗堀 伸縮装置付近での段差・ずれ
	高欄の破断・変形  写 3.1.9 高欄根元部の破断・変形 <sup>8</sup>	地覆の欠損 車両の衝突

**ポイント**

- ・ 高欄や防護柵の通り（まっすぐかどうか）、変形や段差、ずれ、腐食、破断の有無を確認する。
- ・ 桁下を第三者が利用している場合、コンクリート片の落下に注意する。

<sup>7,8</sup> 道路管理者のための中小規模橋梁の維持管理ハンドブック 平成 29 年 8 月 近畿建設協会

## (4) 排水装置の異常

橋梁の劣化要因としては、水の影響によるものが多く、排水装置は水を集める設計がなされているため、排水装置の周辺は劣化が集中し易い箇所となります。

## 《関係する変状》

- ◇ 桁端部や支承部への泥の堆積や雨水の流入による桁や支承等の腐食
- ◇ 支承機能の低下に伴う桁の変状

## 《放置すると重大損傷が懸念される事項》

- ◆ 水漏れに伴う氷柱発生による第三者被害
- ◆ 水溜まりによる路面結氷

表 3.1.5 排水装置の異常と要因となる損傷

着目部位	変状	損傷原因等
排水装置	排水不良（排水柵の土砂詰まり）  写 3.1.10 土砂詰まり <sup>9</sup>	土砂詰まり 床版の漏水・遊離石灰
	土砂詰まり（雑草など）  写 3.1.11 土砂詰まり <sup>10</sup>	

## 📌 ポイント

- ・ 排水機能の健全性を維持する。
- ・ 橋梁の排水経路を確認する。（支承部、桁端部への雨水の流入は要注意）
- ・ 排水施設の蓋やグレーチング等の変形、堆積の有無を確認する。

<sup>9,10</sup> 道路管理者のための中小規模橋梁の維持管理ハンドブック 平成 29 年 8 月 近畿建設協会

(5) 横断構造物等の異常

道路パトロールでは、第三者被害を防ぐ観点から、横断する構造物についても表 3.1.6 に示す部位に着目し、パトロールを行うことが望ましいです。





《関係する変状》

- ◇ コンクリートの浮き
- ◇ 鋼部材の板状錆び
- ◇ 排水装置の止め金具の腐食
- ◇ 照明機器等の止め金具または柱基部・付属物等の腐食

《放置すると重大損傷が懸念される事項》

- ◆ コンクリート片や錆び片の落下に伴う第三者被害
- ◆ 排水装置の落下に伴う第三者被害
- ◆ 照明機器等の落下や柱転倒に伴う第三者被害

表 3.1.6 横断構造物の異常と要因となる損傷

着目部位・変状	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・主桁の変色・腐食・傷（衝突痕）</li> <li>・床版・地覆コンクリートの変色・漏水</li> <li>・排水装置の変色・漏水</li> <li>・照明機器・柱等の付属物の漏水 など</li> </ul>	
	
<p>写 3.1.12 主桁の衝突痕、変色・漏水</p> 	
<p>写 3.1.14 主桁の変色・腐食</p>	<p>写 3.1.15 排水装置の変色・漏水</p>

**ポイント**

- ・ 第三者被害防止の観点から、パトロールを行う。



## 3.2 維持工事

維持工事は、既設橋の機能を保持するための軽度な清掃や修理で、規模の小さい損傷に対し、主に路面上など足場を用いず短時間に行える簡易な対策を行います。

## 【解説】

維持工事では主に清掃や簡単に行える補修や部品交換などを行います。損傷の規模が大きいか足場が必要な箇所など、施工が煩雑で長期間かかり交通規制も長時間必要な場合などは、維持工事ではなく別途計画的な補修・補強工事を行う必要があります。

## (1) 適用可能な維持工事一覧

維持工事で可能な対策を損傷種類別に表 3.2.1 に示します。

表 3.2.1 主な維持工事一覧

部位	損傷の種類および維持工事可能な損傷状況の目安	維持対策
鋼	腐食、防食機能の劣化 高欄など部分的に小さな当て傷などによって生じた腐食や防食機能の劣化	・部分塗装
	ゆるみ・脱落 高欄や附属物など損傷の規模が小さい状況	・ボルト増し締め、交換
コンクリート	剥離・鉄筋露出 部分的な剥離で規模が小さく措置のしやすい場所 (地覆, 親柱など)	・断面修復(ポリマーセメント系, 樹脂モルタル系) ・防錆処理
その他	路面の凹凸 凹凸が小さく, 損傷が部分的で発生面積が小さい状況	・部分的なオーバーレイ (パッチング)
	その他 鳥のふんや植物, 表面を覆う水によって発生する汚れなどにより部材の表面が覆われており部材本体の点検ができない場合	・路面の清掃 ・落書きの除去
共通	異常な音・振動 添架物の支持金具のゆるみによるビビリ音があり, その規模が小さい状況	・ボルトの増し締め, 交換 ・支持金具の部品交換
	変形・欠損 高欄において局部的に小さな変形が発生しているなどの状況	・板金・塗装, 部品交換
	土砂詰まり 排水桝, 伸縮装置, 支承周りなどの土砂詰まりで規模の小さい状況	・排水施設・路面の清掃

## (2) 代表的な維持工事の概要

## ① 部分的なオーバーレイ（パッチング）

**概要**

ポットホール、段差、局所的なひびわれ等に舗装材料を直接充填する工法であり、主として部分的、応急的に用います。また、補修した部分は再破壊することもあるため、その場合は必要に応じて詳細調査を実施する等、抜本的な対策を検討する必要があります。

補修に用いる舗装材料は、既設舗装材料と同様な材料を用いることが望ましいです。

**通行規制条件**

短時間の通行規制を要する場合があります。

**主な使用機器等**

- ・加熱式溶解釜、目地注入機、転圧機
- ・加熱アスファルト混合物
- ・アスファルト乳剤系混合物
- ・樹脂系注入材
- ・セメント系混合物



《作業状況》

## ② 排水施設・路面の清掃

**概要**

排水施設などに堆積した土砂を除去し、本来の機能を復旧させます。

なお、排水施設の清掃により発生した土砂及び泥土等は、車道や歩道上に飛散させてはなりません。

排水柵の蓋などを取り外した場合は、作業終了後速やかに据え付ける必要があります。

**通行規制条件**

短時間の通行規制を要する場合があります。

**主な使用機器等**

- ・高圧洗浄車
- ・路面清掃車



《作業状況》

# 第4章 損傷状況の把握

## 4.1 補修・補強の実施方針

橋梁の補修・補強は、各点検および詳細調査の結果、補修・補強が必要と判断された損傷に対して実施するものとします。

橋梁点検結果を受けて、損傷状況を把握し、補修工法の選定検討に至るまでの一般的な流れを図4.1.1に示します。

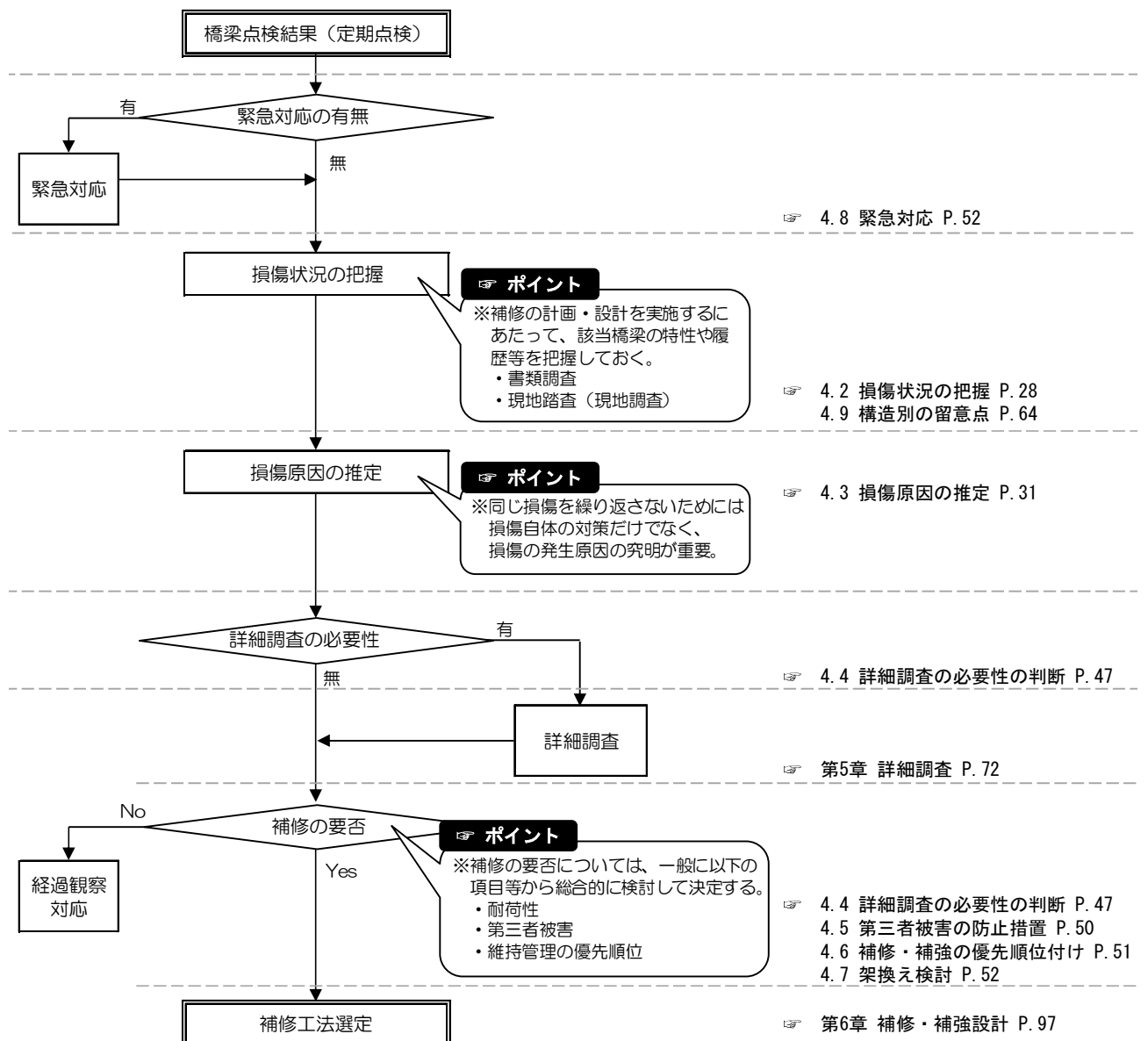


図 4.1.1 補修・補強の実施方針

## 4.2 損傷状況の把握

## 4.2.1 既存資料の整理

補修計画および設計を実施するのに当たって、図 4.1.1 の補修・補強の実施方針に示すように、まず、下記に示す既往の資料・書類を収集し、事前に該当橋梁の特性や履歴などを把握しておく必要があります。

- 点検調書（最新、過去の調書）
- 橋梁台帳（橋梁管理カルテ）
- 設計図書、竣工図
- 補修・補強履歴

## 【解説】

表 4.2.1 に、各書類の調査すべき項目を示します。

なお、既存資料から構造寸法が確認できない場合や必要とする書類の有無が確認できず閲覧できない場合などについては、現地調査を行い、補修・補強設計に必要な形状寸法の計測を行います。

表 4.2.1 事前調査の項目

書類名		調査項目
①	点検調書	
	最新	・最新の点検調書から、現在の損傷状況の把握を行うとともに、補修が必要となりそうな損傷をピックアップする
	過去	・補修が必要な損傷に対して、過去の点検調書と最新の点検調書から、損傷の進み具合を調べ、進行速度を把握する。
②	橋梁台帳	・橋梁諸元、竣工年、設計荷重など、損傷の評価に必要な情報を収集する。
③	設計図書	・設計手法や設計荷重、使用材料の参考となる書類を確認し、構造的な問題はないか検討する情報が得られる他、補修設計の基本情報とする。
④	竣工図	・工事段階で設計図書内容の変更が行われることがあり、竣工図書がある場合、設計図書よりも竣工図書により構造・配筋等を確認する必要がある。
⑤	補修・補強履歴	・過去の補修・補強履歴から、損傷履歴や補修に使用した材料を把握する。 ・過去に実施された詳細調査結果を把握する。

 **ポイント**

竣工図書の有無は、設計の精度に極めて大きく影響する。

## 4.2.2 現地踏査

詳細調査、補修・補強設計の実施に先立ち、既存資料の内容と現地状況の照合を行います。また、詳細な調査が必要な場合は近接方法・周辺環境の確認を行い、補修設計における施工計画の基礎資料として現地踏査を行うものとします。

## 【解説】

現地踏査時に判断すべき事項は、詳細調査を必要とする損傷であるかどうかです。点検調書に鋼部材の塗膜割れがあり亀裂の疑いがある場合は詳細調査が必要となりますが、コンクリート部材で損傷要因がアルカリ骨材反応（ASR）や塩害などの可能性が考えられる場合には、詳細調査を行うかどうか、現地踏査時に判断が必要です。（判定の詳細は「4.4 詳細調査の必要性の判断（P.47）」を参照）

表 4.2.2 に、現地踏査における標準的な確認項目を示します。

表 4.2.2 現地踏査時の確認事項

目 的	現地踏査時の確認事項
損傷状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点検調書の損傷写真および損傷程度の再確認を行う</li> <li>・必要により触手、打音調査を行う</li> <li>・橋台背面土工部の沈下等、周辺地盤の変状有無の確認</li> </ul>
近接方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地状況に応じた近接方法の選定を行う。</li> </ul>
交通状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・輪荷重載荷位置、大型車の通行状況を確認し、損傷原因推定の判断材料とする</li> <li>・周辺の交通状況を把握し、近接方法、作業範囲の計画を行う</li> <li>・交通規制を要する場合には、交通規制計画を行う</li> </ul>
周辺環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・添架物、フェンスなど調査の障害となる事物の把握を行う</li> <li>・河川水位や水勢の影響の有無を確認する</li> <li>・架空線や、電力線の位置を確認する</li> </ul>
関係機関協議先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・交通管理者（道路使用許可申請）</li> <li>・道路管理者（道路占用許可申請）、河川管理者、鉄道管理者</li> <li>・公園、駐車場等管理者</li> <li>・周辺事業所、民家への広報</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・歩行者通行量、通学路の指定有無を確認する</li> <li>・橋歴板、塗歴板の確認を行う</li> </ul>

## 4.2.3 現地調査

既設橋梁について、既存資料から構造寸法が確認できない場合は、補修設計に必要な形状寸法の計測を行うため、現地調査を行います。

- (1) 現地調査に際しては、実施前に調査実施計画の立案を受注者に指示します。
- (2) 既存資料から構造寸法が確認できない場合、補修に必要な形状寸法の計測を行います。
- (3) 既存資料から補修に必要な損傷範囲等の情報が得られない場合、損傷形態・程度（幅、深さ等）・範囲（延長、面積等）を調査します。

## 【解説】

- (1) 受注者に対して、既存資料および現地踏査結果を基に必要な作業、接近方法、桁下への進入方法、機材・機器、要員、工程計画、交通規制の有無、安全管理計画、連絡体制等、調査実施計画の立案を指示します。  
作業内容や交通規制等によっては、関係機関と協議しなければ調査実施計画が立案できない場合もあるので注意する必要があります。
- (2) 竣工図書等、現況の構造が確認できる資料が得られない場合は、現地調査にて補修等に必要な形状寸法を行います。
- (3) 既存資料である点検調書等から補修・補強の対象となる損傷形態（損傷の種類）について十分な情報が確認できない場合、数量算出等に必要な損傷形態や範囲を計測します。  
代表的な損傷形態に対する計測項目は、下表に示すとおりです。

表 4.2.3 代表的な損傷形態（損傷の種類）の計測項目

損傷形態	計測項目
防食機能の劣化、腐食	損傷範囲
亀裂	亀裂の延長及び亀裂幅
ひびわれ	ひびわれ延長及びひびわれ幅
剥離・鉄筋露出	損傷範囲、深さ
漏水・遊離石灰	損傷範囲
うき	損傷範囲

## 4.3 損傷原因の推定

適切な補修を実施するためには、設計・施工、維持管理段階で蓄積された既存資料および点検結果より、損傷原因を推定することが必要です。

## 【解説】

橋梁の各部材において、劣化による損傷が見られた場合には、想定される損傷原因を、まず環境条件と使用条件等の外的要因でスクリーニングし、次に使用材料や構造特性を中心とした内的要因も考慮して、適切な損傷原因を推定することが望めます。

代表的な損傷原因を表 4.3.1 に示します。

表 4.3.1 代表的な損傷原因<sup>1</sup>

主な推定原因			損傷原因
外的要因	外力作用		繰返し荷重、衝突、圧密沈下、洗堀・浸食、地震
	環境		乾燥収縮・温度変化
	地域区分	寒冷地域	凍害、塩害
		温泉地域	化学的侵食
	環境状況 および 使用状況	乾湿繰返し	アルカリ骨材反応、塩害、凍害
		凍結防止剤使用	塩害、アルカリ骨材反応
		繰返し荷重	疲労
		二酸化炭素	中性化
酸性水		化学的侵食	
内的要因	材料劣化		アルカリ骨材反応、中性化、品質不良
	製作・施工		製作・施工不良、防水・排水工不良
	構造		構造形式・形状不良

📌 ポイント

- ・ 同じ損傷を繰返さないためには、損傷の発生原因の究明が重要である。
- ・ 損傷の原因には外的要因と内的要因とがある。
  - まず変状の特徴と外的要因の関係から原因の究明を行う  
例：設計図書等によって設計時に考慮されている環境条件等の情報がないか
  - 内的要因に関する検討も行い、確実な維持管理を行う  
例：年代の古い基準類に準じて建設されている場合、現行設計基準に比べ床版厚が薄く、繰返し荷重により劣化の進行が早まるなど、損傷の発生に大きな影響を及ぼす可能性がある

<sup>1</sup> コンクリート標準示方書（維持管理編）2013年制定 平成25年10月 土木学会（一部加筆）

## 4.3.1 損傷原因の概要

橋梁の部材に表れる損傷は、何らかの原因に起因して発生します。

ここでは、主な損傷原因として以下の項目を取り上げ、項目別に概要を整理します。

- ① 繰り返し荷重
- ② 応力集中
- ③ 風による渦励振
- ④ 偏土圧・圧密沈下
- ⑤ 洗堀・浸食
- ⑥ 高力ボルト（F11T以上）の遅れ破壊
- ⑦ 乾燥収縮・温度変化
- ⑧ 凍害
- ⑨ 塩害（凍結防止剤による）
- ⑩ 化学的侵食
- ⑪ 中性化
- ⑫ アルカリ骨材反応
- ⑬ 疲労
- ⑭ 製作・施工不良
- ⑮ 防水・排水工不良
- ⑯ 構造形式・形状不良（配力筋不足、薄い床版厚等）



① 繰り返し荷重

**周辺環境・使用条件**

一般的に橋梁全般で発生します。  
小さい荷重であっても繰り返し作用される場合、部材が破損することがあります。

**関連する損傷**

亀裂、破断、ゆるみ・脱落、変形、欠損、  
異常な音・振動、ひびわれ、剥離・鉄筋露出、  
うき、床版ひびわれ、抜け落ち、  
路面の凹凸、舗装の異常

**メカニズム**

材料に対し、同一荷重を長期間繰り返し与え続けることを言います。

また、その際に材料強度が低下する現象を疲労と言います。

② 応力集中

**周辺環境・使用条件**

鋼構造物における応力集中部

- ① 構造的な応力集中部
- ② 溶接形状や溶接欠陥等に起因する応力集中部

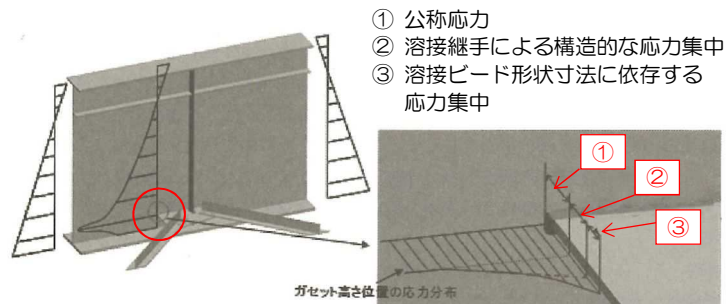
**関連する損傷**

亀裂、破断

**メカニズム**

応力集中とは、部材の形状変化部等で、局所的に応力が增大する現象です。

発生部位によっては、進展すると疲労破壊や脆性破壊を引き起こし、橋の安全性に重大な影響を与える恐れがあります。



《事例：ガセットプレート端での応力分布》<sup>2</sup>

③ 風による渦励振

**周辺環境・使用条件**

渦励振による損傷が確認された事例の中では、鋼管吊り材を使用する吊り橋に多いです。

**関連する損傷**

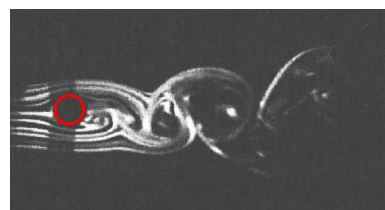
亀裂、破断

**メカニズム**

渦励振(うずれいしん)は、流体(風)によって発生する渦による周期的な力が作用して生じる現象です。

構造物周りに発生した際に、渦励振の流出周波数と、構造物の固有振動数が一致すると共振現象が起こり、構造物の振幅が著しく増大します。これにより部材の亀裂・破断に至る場合があります。

一般的に流体力学上、丸型(鋼管等)部材が対象となります。



《物体周りに発生する渦の例》

<sup>2</sup> 鋼構造物の長寿命化技術 平成30年3月 土木学会(一部修正)

④ 偏土圧・圧密沈下

**周辺環境・使用条件**

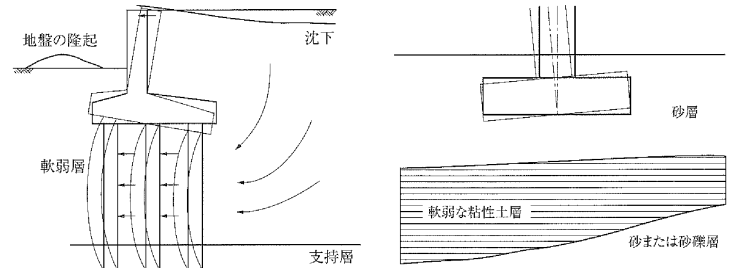
構造物の基礎や覆土が不均一な場合に生じることがあります。

特に圧密沈下は、支持層下面に軟弱粘性土地盤がある場合の直接基礎で起こりやすいです。

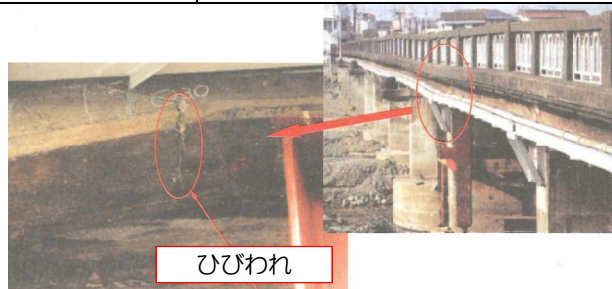
**関連する損傷**

変形、欠損、ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、床版ひびわれ、路面の凹凸、舗装の異常、下部工の傾斜・移動

**メカニズム**



《偏土圧による下部工の変状》<sup>3</sup> 《圧密沈下による下部工の変状》<sup>4</sup>



《事例（主桁）》<sup>5</sup>

⑤ 洗堀・浸食

**周辺環境・使用条件**

地震および洪水・洪水後の土砂の堆積・浸食作用によって発生することがあります。

河川の流心の変化によって、土砂の堆積・浸食が発生することがあります。

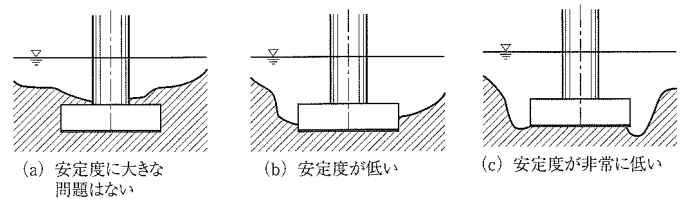
**関連する損傷**

変形、欠損、ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、床版ひびわれ、路面の凹凸、舗装の異常、下部工の傾斜・移動

**メカニズム**

直接基礎の場合には、下図の(a)→(b)→(c)の順に洗堀が進行し、安定度が低下します。

洗堀により生じたフーチング下面の空隙により、橋脚の沈下・傾斜等が生じ、転倒に至る場合があります。なお、洪水後、洗堀された部分に土砂が堆積し、あたかも洗堀されなかったように見受けられることがあるので注意を要します。



《概念図》<sup>6</sup>



《基礎の洗堀状況》<sup>7</sup>

<sup>3, 4, 5, 6</sup> 道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）

<sup>7</sup> 道路橋点検必携～橋梁点検に関する参考資料～平成27年4月 日本道路協会

⑥ 高力ボルト（F11T以上）の遅れ破壊

**周辺環境・使用条件**

強度区分がF11T以上の高力ボルトを用いた添接部。

ボルトが腐食環境下にある場合には、特に注意が必要です。

**関連する損傷**

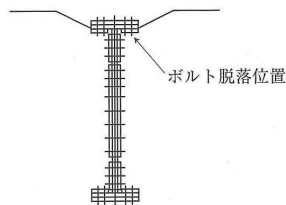
ゆるみ・脱落

**メカニズム**

高力ボルト締付け時の導入ボルト軸力により静的な高い引張力が継続的に加えられている状態で、ある時間経過した後に、外見上ほとんど変形することなく、突然ネジ切欠きや腐食ピット等の応力集中部から、脆性的な破壊を起こす現象。

以下に示す条件下で多く発生します。

- ① 強度区分がF11T以上
- ② 製造時期が1971年から1977年頃まで
- ③ ネジ部、ボルト首下部等の応力集中部
- ④ 環境条件として漏水等による腐食の影響を受けやすい環境、内部が湿潤環境である閉断面の橋脚等



《添接部のボルト脱落状況》<sup>8</sup>

⑦ 乾燥収縮・温度変化

**周辺環境・使用条件**

橋台等の部材寸法が大きいマスコンクリートで問題となりやすいです。

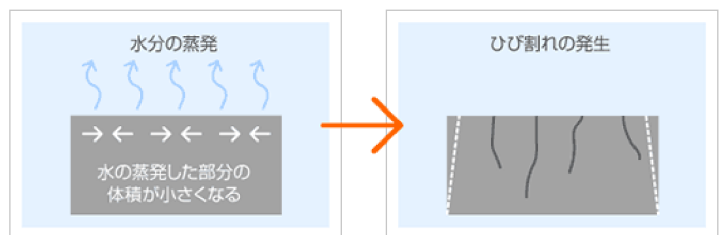
**関連する損傷**

ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、漏水・遊離石灰、床版ひびわれ、路面の凹凸、路面の異常

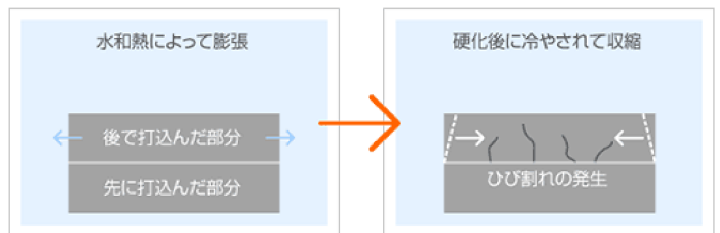
**メカニズム**

コンクリートは乾燥すると内部に存在する水和反応していない余剰水が逸散し、体積が収縮します。これを乾燥収縮といいます。

また、コンクリートは一般的な物質と同じで、温度上昇(降下)に対しても膨張(収縮)します。これを温度変化といいます。



《乾燥収縮によるひびわれ》



《外部拘束による温度ひびわれ》

<sup>8</sup> 道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会

⑧ 凍害

周辺環境・使用条件

同一構造物の中でも、以下の部位で著しい劣化が見られます。

- ・ 薄い部材や角部
- ・ 構造物の南面
- ・ 凍結融解が多数回繰り返される部位
- ・ 外部から水分の供給がある部位  
(上部工からの排水がかかる下部工等)

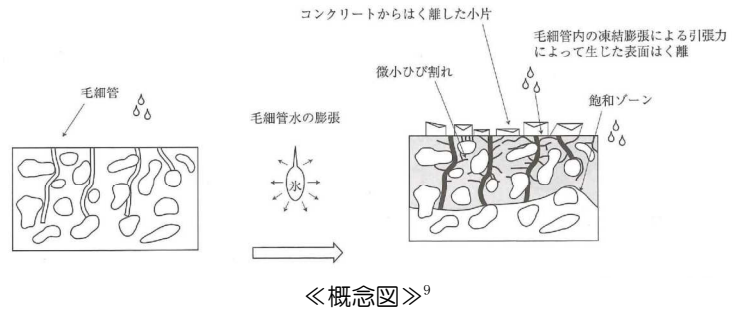
関連する損傷

ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、漏水・遊離石灰、床版ひびわれ、抜け落ち

メカニズム

コンクリート中の空隙に存在する自由水の凍結と、外気温の上昇に伴う融解の繰り返し作用により徐々に劣化します。(コンクリート表面のスケーリング※1、微小なひびわれ、ポップアウト※2)

- ※1：表面が薄片状に剥落する現象
- ※2：表面が円錐状に剥落する現象



スケーリング  
《事例(橋台)》<sup>10</sup>

⑨ 塩害(凍結防止剤による)

周辺環境・使用条件

凍結防止剤が散布される寒冷地域で生じます。

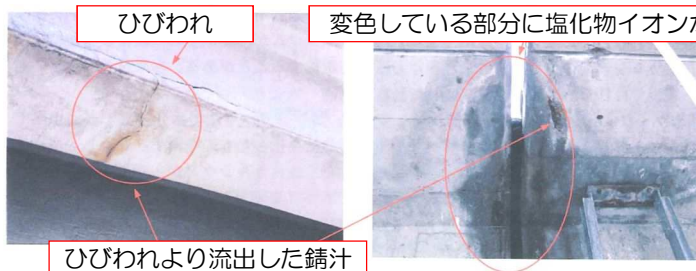
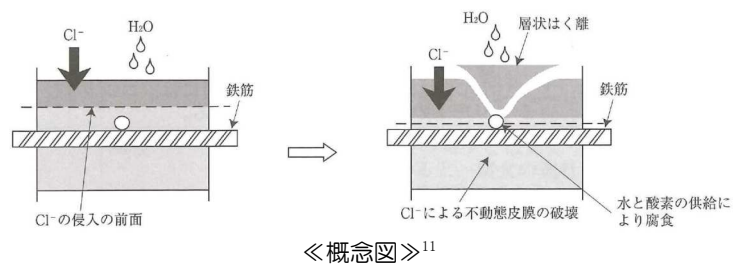
コンクリートの塩化物イオン総量規制(1986年)が制定される以前に建設された構造物では、材料(海砂、混和剤)に含まれていた塩化物イオンが生じる場合があります。

関連する損傷

腐食、ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、漏水・遊離石灰、床版ひびわれ、抜け落ち

メカニズム

鋼材表面におけるコンクリート中の塩化物イオン濃度が一定量に達すると、鋼材の不動態被膜に塩化物イオンが割込み、被膜が破壊され、酸素と水の供給により鋼材の腐食が始まります。



《事例(PC桁)》<sup>12</sup>

9, 10, 11, 12 道路橋補修・補強事例集(2012年版) 平成24年3月日本道路協会(一部修正)

⑩ 化学的侵食

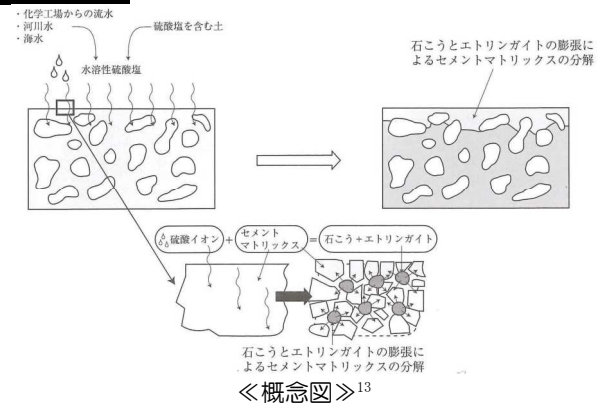
周辺環境・使用条件

温泉地や酸性河川地域等で厳しい周辺環境に晒されるコンクリート構造物に生じます。

関連する損傷

腐食、ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、床版ひびわれ

メカニズム



<<事例 (RC スラブ)>>14

⑪ 中性化

周辺環境・使用条件

乾湿繰り返しの影響を受けやすい南向きの面等で、進行が速くなります。

重交通下で長期にわたり供用される等長く排気ガスに晒された場合、顕在化します。

水中では中性化による劣化は生じません。

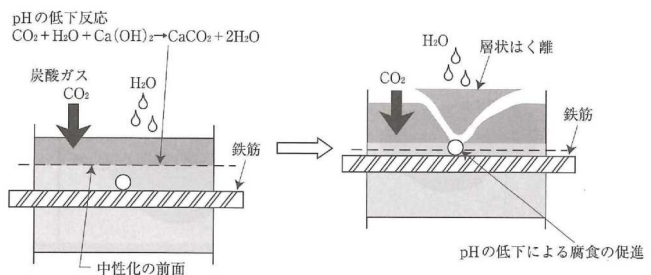
関連する損傷

ひびわれ、剥離・遊離石灰、うき、漏水・遊離石灰、床版ひびわれ、抜け落ち

メカニズム

コンクリート中の水酸化カルシウムが、炭酸ガスによる中和反応によって炭酸カルシウムに変化し、コンクリート表面から徐々にアルカリ性を失っていきます。

鋼材周囲のコンクリートまで達すると、鋼材表面の不動態被膜が破壊され、酸素と水の供給により鋼材の腐食が始まります。



<<事例 (RC 床版、壁高欄)>>16

13, 14, 15, 16 道路橋補修・補強事例集 (2012年版) 平成24年3月 日本道路協会 (一部修正)

⑫ アルカリ骨材反応

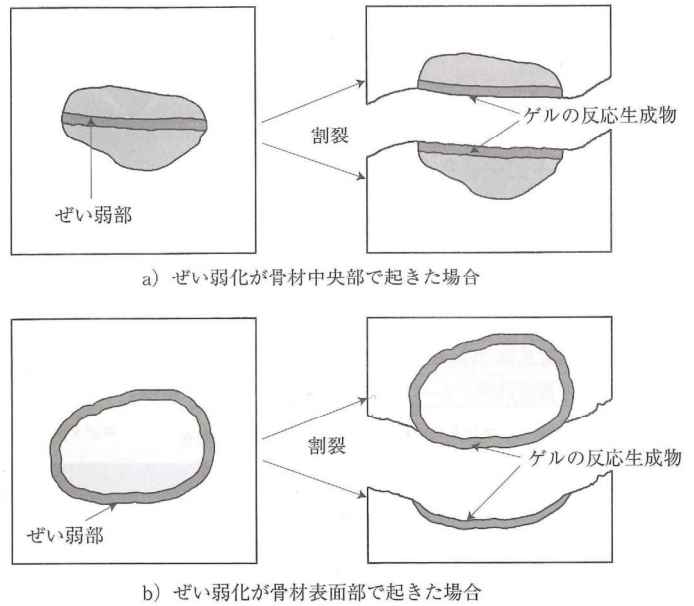
**周辺環境・使用条件**

反応性骨材が一定量以上のアルカリ濃度に晒されて生じます。外部から水分の供給がある部位で著しい劣化が見られます。(雨水、漏水がかかる橋脚梁部等)

**関連する損傷**

ひびわれ、剥離・遊離石灰、うき、漏水・遊離石灰、床版ひびわれ、抜け落ち

**メカニズム**



セメント中のアルカリ成分  
骨材中のシリカ成分 → ゲル + 水分 → 膨張 → ひび割れ

《概念図》<sup>17</sup>



《事例 (RC 橋脚、PC 桁)》<sup>18</sup>

<sup>17, 18</sup> 道路橋補修・補強事例集 (2012年版) 平成24年3月 日本道路協会 (一部修正)

⑬ 疲労

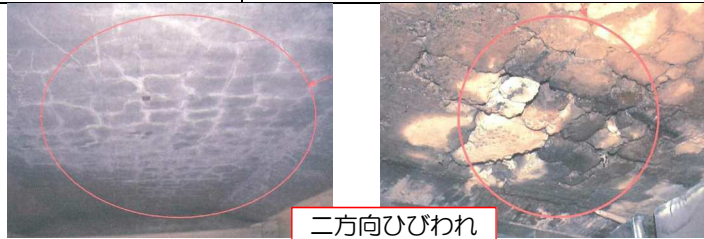
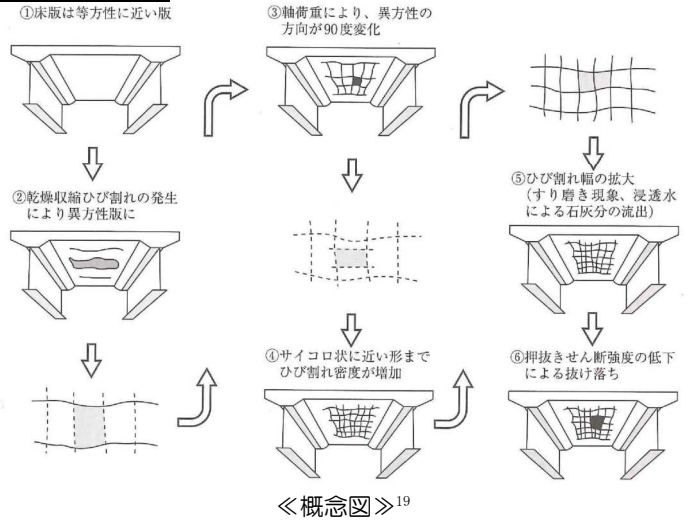
**周辺環境・使用条件**

大型車交通量の多い路線。  
 現行の示方書で設計されたRC床版は、旧基準(昭和39年等)によるものに比べ、疲労耐久性が大幅に改善されています。

**関連する損傷**

ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、床版ひびわれ、抜け落ち

**メカニズム**



《事例(床版下面-全体に二方向ひびわれの発生)》<sup>20</sup>

⑭ 製作・施工不良

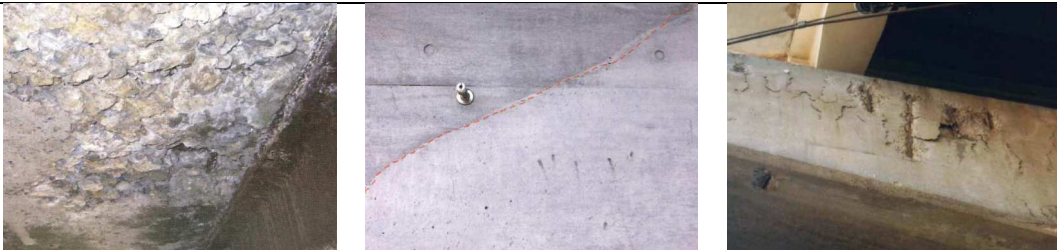
**概要**

製作・施工不良により生じやすい欠陥および損傷の例として主に以下のものがあります。

- (1) 鋼部材
  - ① 溶接欠陥による疲労強度の著しい低下(亀裂・破断に至る場合がある)
- (2) コンクリート部材
  - ① コンクリート打設時の締め固め不良による豆板
  - ② 打ち重ね不良によるコールドジョイント
  - ③ かぶりコンクリート不足による鉄筋露出
  - ④ 施工時の型枠のたわみや沈下により生じたひびわれ

**関連する損傷**

損傷全般



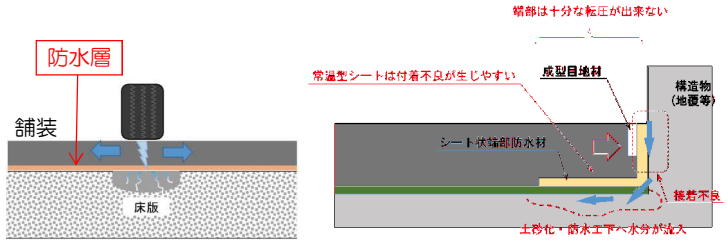
《豆板》<sup>21</sup>

《コールドジョイント》<sup>22</sup>

《かぶり不足による鉄筋露出》

<sup>19, 20</sup> 道路橋補修・補強事例集(2012年版) 平成24年3月 日本道路協会(一部修正)

<sup>21, 22</sup> 道路管理者のための中小規模橋梁の維持管理ハンドブック 平成29年8月 近畿建設協会

<b>⑮ 防水・排水工不良</b>	
<p><b>概要</b></p> <p>◇ 防水工不良</p> <p>床版防水工の不良として、以下に起因するものがあります。</p> <p>(1) 舗装の劣化・損傷に起因するもの</p> <p>(2) 防水工の一体化が難しい端部処理や歩車道境界ブロック部等の不具合によるもの</p> <p>(3) 施工時の配慮不足によるもの</p> <p><b>関連する損傷</b></p> <p>ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、床版ひびわれ、抜け落ち</p>	<p><b>メカニズム</b></p> <p>◇ 防水工不良</p> <p>(1) 舗装劣化に起因</p> <p>(2) 端部処理の不具合</p>  <p>(3) 施工時の配慮不足に起因</p> <p>① 施工ジョイント部等でのひびわれに対して樹脂材等で充填されていない</p> <p>② 施工ジョイント部等での段差・粗い面に対して平滑に処理されていない</p> <p>③ 床版面の局部補修痕と防水層との不接着 補修材料によっては接着を阻害するものもあります。</p>
<p><b>概要</b></p> <p>◇ 排水工不良</p> <p>排水工不良としては、主に以下のものがあります。</p> <p>(1) 路面の滞水</p> <p>(2) 伸縮装置からの漏水</p> <p>(3) 排水管・床版水抜き孔の流末処理の不具合</p> <p><b>関連する損傷</b></p> <p>ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、床版ひびわれ、抜け落ち</p>	<p><b>メカニズム</b></p> <p>◇ 排水工不良</p> <p>(1) 路面の滞水</p> <p>① 排水樹据付け高さのミス、舗装の変形等に起因して排水樹へ雨水が流れ込まなくなる</p> <p>② 線形計算、施工時のミス</p> <p>(2) 伸縮装置からの漏水</p> <p>① 伸縮装置の鋼部材の腐食により止水材が脱落</p> <p>② ジョイントの隙間に土砂が堆積することにより止水材が脱落</p> <p>③ 路面排水の不良で雨水が過度に伸縮装置に集中</p>
<b>⑯ 構造形式・形状不良（配力筋不足、薄い床版厚等）</b>	
<p><b>周辺環境・使用条件</b></p> <p>床版設計基準の変遷の観点から、RC床版の損傷原因として以下のようなものが考えられます。</p> <p>① 床版厚さの不足</p> <p>② 配力筋の不足</p> <p>③ 主鉄筋の曲上げ位置の不適正による鉄筋量不足</p> <p><b>関連する損傷</b></p> <p>床版ひびわれ</p>	<p><b>メカニズム</b></p> <p>① 床版厚さの不足</p> <p>昭和46年の設計基準以前に設計・施工されたRC床版は薄いものが多く、薄い床版は大型車両の走行によってひびわれが発生し易いと考えられます。</p> <p>② 配力筋の不足</p> <p>昭和42年の示方書以前に設計・施工されたRC床版は配力筋が25%程度と現行基準の1/3~1/4程度で、①・②が相まって床版上面に橋軸直角方向のひびわれが発生し易く、そのひびわれ後は橋軸方向の応力の配分が劣り、連続性を失い主鉄筋断面に多大な負荷が掛かります。</p> <p>③ 主鉄筋の曲上げ位置の不適正による鉄筋量不足</p> <p>主鉄筋の曲上げ位置は昭和48年以前の基準では床版支点からL/4でした。</p> <p>昭和53年の示方書より配力鉄筋量がそれまでに比べて大幅に増えることとなりました。</p>



## 4.3.2 鋼部材

鋼部材の損傷について、代表的な損傷と損傷原因の関係を表 4.3.2 に示します。

表 4.3.2 鋼部材の主な損傷および劣化要因

損傷	発生部位	主な損傷原因	
防食機能の劣化 腐食	主桁、副部材、 他鋼部材全般	外力作用	—
		環境	飛散塩分の付着、化学的侵食
		材料劣化	品質不良
		製作・施工	製作・施工不良、防水・排水工不良
		構造	構造形式・形状不良
		他部位劣化による影響	床版のひびわれ、打継ぎ不良部からの漏水、伸縮装置・床版端部からの漏水、箱桁・橋脚内部の結露、滞水
亀裂 破断	主桁、副部材、 他鋼部材全般	外力作用	繰返し荷重、衝突、地震、応力集中 設計上考慮されていない二次応力、風による渦励振
		環境	腐食
		材料劣化	品質不良
		製作・施工	製作・施工不良、
		構造	構造形式・形状不良
ゆるみ・脱落	ボルト設置箇所	外力作用	繰返し荷重、衝突、地震
		環境	腐食
		材料劣化	品質不良、高力ボルト(F11T以上)の遅れ破壊
		製作・施工	製作・施工不良
		構造	構造形式・形状不良
変形・欠損	鋼部材全般	外力作用	繰返し荷重、衝突、圧密沈下、洗堀・浸食、地震
		製作・施工	製作・施工不良、
		構造	構造形式・形状不良
異常な音・振動	主桁他	外力作用	繰返し荷重、地震
		製作・施工	製作・施工不良、
		構造	構造形式・形状不良
		他部位劣化による影響	異常な音・振動は、構造的欠陥、損傷が原因となり発生するものであり、各々が複合して生じる場合があるため、別途各々の損傷として扱う

## 4.3.3 コンクリート部材

コンクリート部材の損傷について、代表的な損傷と損傷原因の関係を表 4.3.3 に示します。

表 4.3.3 コンクリート部材の主な損傷および損傷原因

損傷	発生部位	主な損傷原因	
ひびわれ	主桁、 橋脚、橋台、 壁高欄、地覆等	外力作用	繰返し荷重、衝突、偏土圧・圧密沈下、洗堀・浸食、地震
		環境	乾燥収縮・温度変化、塩害、凍害、化学的浸食
		材料劣化	アルカリ骨材反応、中性化、品質不良
		製作・施工	製作・施工不良、防水・排水工不良
		構造	構造形式・形状不良
剥離・鉄筋露出 うき	主桁、床版、 橋脚、橋台、 壁高欄、地覆等	外力作用	繰返し荷重、衝突、偏土圧・圧密沈下、洗堀・浸食、地震
		環境	乾燥収縮・温度変化、塩害、凍害、化学的浸食
		材料劣化	アルカリ骨材反応、中性化、品質不良
		製作・施工	製作・施工不良、防水・排水工不良
		構造	構造形式・形状不良
漏水・遊離石灰	主桁、床版、 橋脚、橋台、 壁高欄、地覆等	外力作用	—
		環境	乾燥収縮・温度変化、塩害、凍害
		材料劣化	アルカリ骨材反応、中性化、品質不良
		製作・施工	製作・施工不良、防水・排水工不良
		構造	構造形式・形状不良
床版ひびわれ	床版	外力作用	繰返し荷重、衝突、偏土圧・圧密沈下、洗堀・浸食、地震
		環境	乾燥収縮・温度変化、塩害、凍害、化学的浸食
		材料劣化	アルカリ骨材反応、中性化、品質不良
		製作・施工	製作・施工不良、防水・排水工不良
		構造	構造形式・形状不良（配力筋不足、薄い床版厚等）
抜け落ち	床版、壁高欄、 地覆等	外力作用	繰返し荷重、衝突、地震
		環境	塩害、凍害
		材料劣化	アルカリ骨材反応、中性化、品質不良
		製作・施工	製作・施工不良、防水・排水工不良
		構造	構造形式・形状不良
補修・補強材の損傷	コンクリート補強材、 補強鋼板など	—	上記各損傷の種類毎に推定 鋼部材については表 4.3.2 を参照

また、コンクリート部材に見られる損傷の外観上の特徴と劣化機構の一般的な関係を整理すると、表 4.3.4 のようになります。

ただし、劣化による構造物の変状が構造物の安全性に著しく影響するような段階にある場合には、劣化機構が複合していることが多いので、劣化に関与している劣化機構を全て選定すると共に、性能低下に対するそれらの影響度を評価する必要があります。

なお、表内「損傷の外観上の特徴」について状況写真を次頁に掲載するので、目安としてください。

表 4.3.4 損傷の外観上の特徴と劣化機構の関連<sup>23</sup>

損傷の外観上の特徴	劣化機構	劣化要因	劣化指標の例
鋼材軸方向のひびわれ、 コンクリート剥離	中性化	二酸化炭素	・中性化深さ ・鋼材腐食量 ・腐食ひびわれ
鋼材軸方向のひびわれ、錆び汁、 コンクリートや鋼材の断面欠損	塩害	塩化物イオン	・塩化物イオン濃度 ・鋼材腐食量 ・腐食ひびわれ
微細ひびわれ・スケーリング <sup>※1</sup> 、 ポップアウト <sup>※2</sup>	凍害	凍結融解作用	・凍害深さ ・鋼材腐食量
変色、コンクリート剥離	化学的侵食	酸性物質 硫酸イオン	・劣化因子の浸透深さ ・中性化深さ ・鋼材腐食量
膨張ひびわれ（拘束方向、亀甲状）、 ゲル <sup>※3</sup> 、変色	アルカリ骨材反応	反応性骨材	・膨張量（ひびわれ）
格子状ひびわれ、角落ち、 エフロレッセンス <sup>※4</sup>	疲労	大型車通行量 繰返し荷重	・ひびわれ密度 ・たわみ ・累積損傷度 ・鋼材の亀裂長

※1 微細ひびわれ・スケーリング

：凍害現象の一つで、表面のセメントペースト部分が剥離する現象です。コンクリート内の水分の凍結・融解を繰り返すことで生じます。

※2 ポップアウト

：表層部が円錐状に剥離する現象です。コンクリート内に膨張物質が混入し、局所的な力がかかることで生じます。

※3 ゲル

：コンクリート中の水分とアルカリ分（Na とK）が反応して、骨材の周りにゲル状の物質（アルカリ骨材反応ゲル）が生成されます。反応性の高いシリカ鉱物を多く含む骨材をコンクリートに使用した場合に生じます。これが水分を吸収して膨張すると、ひびわれとなって顕在化します。

※4 エフロレッセンス

：コンクリート内に侵入した雨水等の水分が、内部の遊離石灰等の可溶性物質と反応・結合し、水分の蒸発やひびわれを通じて析出する現象です。

<sup>23</sup> コンクリート標準示方書（維持管理編）2013年制定 平成25年10月 土木学会（一部加筆）



写 4.3.1 鋼材軸方向のひびわれ<sup>24</sup>



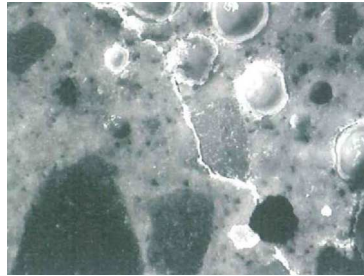
写真 4.3.2 剥離



写真 4.3.3 錆び汁



写 4.3.4 部材の断面欠損<sup>25</sup>



写 4.3.5 微細ひびわれ(顕微鏡)



写 4.3.6 スケーリング<sup>26</sup>



写 4.3.7 ポップアウト<sup>27</sup>



写 4.3.8 変色



写 4.3.9 膨張ひびわれ(亀甲状)



写 4.3.10 ゲルの析出



写 4.3.11 格子状ひびわれ・角落ち



写 4.3.12 エフロレッセンス

4.3.4 その他付属物

その他付属物として、支承、落橋防止装置、伸縮装置、排水装置、高欄、舗装をとりあげます。

なお、その他鋼部材（遮音施設、照明、標識、点検施設、添架物等）については、鋼部材の損傷と損傷原因の関係（表 4.3.2）を参照するものとします。

その他付属物に見られる代表的な損傷と損傷要因の関係を表 4.3.5、表 4.3.6 に示します。

表 4.3.5 その他付属物の主な損傷および損傷原因（その1）

損傷		主な損傷原因	
支承・落橋防止装置	防食機能の劣化 腐食	環境	飛散塩分の付着
		材料劣化	塗装の経年劣化
		他部位劣化による影響	伸縮装置、床版端部からの漏水
	亀裂・破断	外力作用	荷重の繰返し作用、地震荷重が作用
	ゆるみ・脱落	外力作用	振動によるゆるみ
		製作・施工	施工時の締付け不足
	沈下・移動・傾斜	外力作用	地震荷重が作用、下部工の移動
製作・施工		施工時のモルタルの充填不足、 施工時の据付け不足、移動量の設計誤り	
伸縮装置	遊間の異常	外力作用	下部工の傾斜・移動、 支承周りの損傷に伴う桁移動（地震時の水平力の作用）
		材料劣化	支承周りの損傷に伴う桁移動（支承の破断）
		製作・施工	据付け時の誤差、設計上の誤差（伸縮量の設定誤り）、 支承周りの損傷に伴う桁移動（沓座縁端距離の不足、モルタル充填不足、補強鉄筋の不足）
	路面の凹凸 （段差）	外力作用	沓座の破損（地震時の水平力の作用）、 桁の亀裂・破断（支承ソールプレート溶接部、桁端切り欠き部（ゲルバーヒンジ部含む））、 後打ち部の凹凸（繰返し荷重）
		材料劣化	後打ち部の凹凸（経年によるすりへり）
		製作・施工	沓座の破損（沓座縁端距離の不足、モルタル充填不足）、 後打ち部の凹凸（後打ち充填不足）
	漏水・滞水	材料劣化	止水機能の低下による橋面からの浸透水
	亀裂・破断	外力作用	繰返し載荷による疲労亀裂
		製作・施工	施工不良による強度不足
	異常な音・振動	外力作用 製作・施工	繰返し荷重、後打ち充填不足による以下部位の破損 ・フェイスプレート・ウェブプレートの溶接部 ・アンカーバー
	変形・欠損	外力作用	繰返し荷重作用による劣化

表 4.3.6 その他付属物の主な損傷および損傷原因（その2）

損傷		主な損傷原因	
排水装置	腐食	環境	湿潤な環境、飛散塩分の付着
	漏水・滞水	外力作用	舗装の変形
		製作・施工	排水柵据付け高さの誤り、線形計算の誤り
	土砂詰まり	環境	飛来した土砂や木葉などのごみの付着 ごみを押し流す流量の降雨がない
	変形・欠損	外力作用	活荷重の作用による振動、車両走行時のスクリーンの破損
		環境	土砂の堆積
製作・施工		伸縮装置設計の不適當	
高欄	腐食	環境	飛散塩分の付着、化学的侵食
		材料劣化	防食機能の劣化、品質不良
		製作・施工	製作・施工不良、防水・排水工不良
	変形・欠損	外力作用	衝突、地震、応力集中、地覆の変形による応力の作用
舗装	路面の凹凸 舗装の異常	外力作用	繰返し荷重、偏土圧・圧密沈下、洗堀・浸食、地震
		環境	乾燥収縮・温度変化
		製作・施工	製作・施工不良、防水・排水工不良

#### 4.3.5 溝橋

橋長 2m 以上かつ土被り 1m 未満の溝橋（カルバート）については、橋梁として扱います。溝橋の点検結果を受けて行う損傷原因の推定については、「4.3.3 コンクリート部材（P. 33～35）」に基づいて行います。

4.4 詳細調査の必要性の判断

現地踏査の結果や既往の調査結果・文献等から損傷原因が把握できない場合や、複数の損傷原因から明確な原因を特定できない場合や、他部材の損傷との関連性を調査する必要がある場合等には、詳細調査を行う必要があります。

【解説】

(1) 鋼部材／コンクリート部材共通

基本的には、既存資料のみでは損傷の状況が把握できない場合や、複数の損傷原因から明確な原因を特定できない場合、損傷原因について他部材の損傷との関連性を調査する必要がある場合に、詳細調査を行う必要があります。

また、点検において構造物の安全性や利用者・第三者に影響を及ぼすような変状が認められた場合には、応急処置を施すとともに、損傷原因を特定するため詳細調査を検討する必要があります。

(2) 鋼部材

鋼部材の場合、疲労による亀裂は短い期間で進展して部材破断等の重大な影響を橋梁に与える可能性があるため、亀裂の発生部位・状況に応じて、亀裂を見落とさないよう詳細調査を行っていく必要があります。

亀裂は、鋼材内部に生じる場合もあり、外観の目視のみでは検出困難です。また、点検時では「塗膜割れ」について、鋼材の亀裂を直接確認していなくても亀裂として判定するため、表 4.4.1、表 4.4.2 に示す部位に塗膜割れが確認された場合は詳細調査を実施し、亀裂の発見の漏れがないよう注意する必要があります。

(3) コンクリート部材

コンクリート部材の場合は、複合劣化が生じている場合が多く、劣化機構の推定ができない場合があるため、実際に生じている劣化現象に対応する劣化指標を一つあるいは複数選定し、それらに着目して詳細調査を行うことが望ましいです。

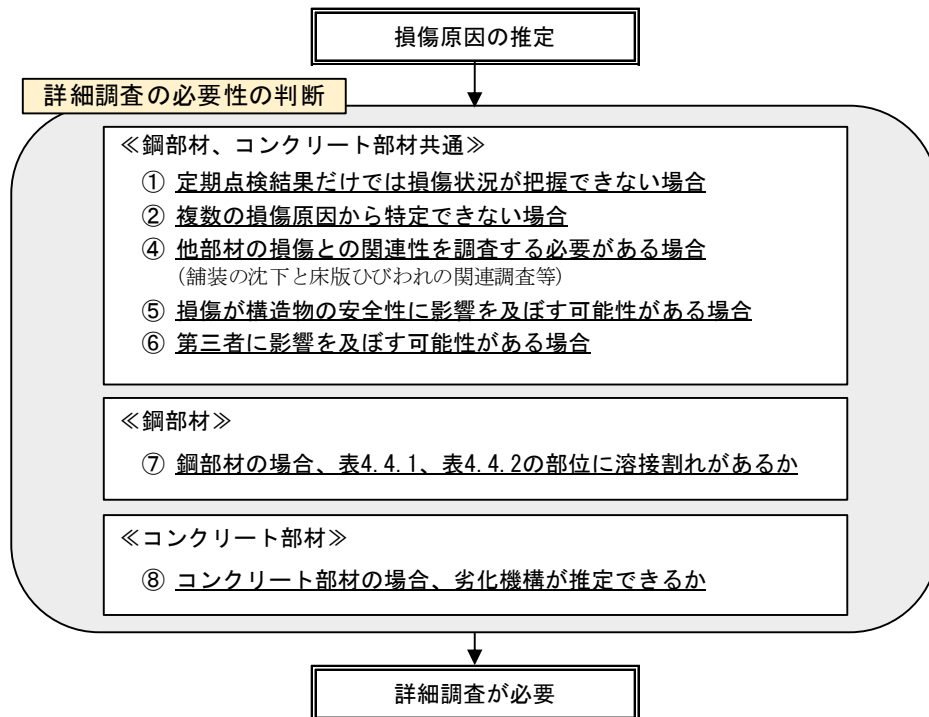
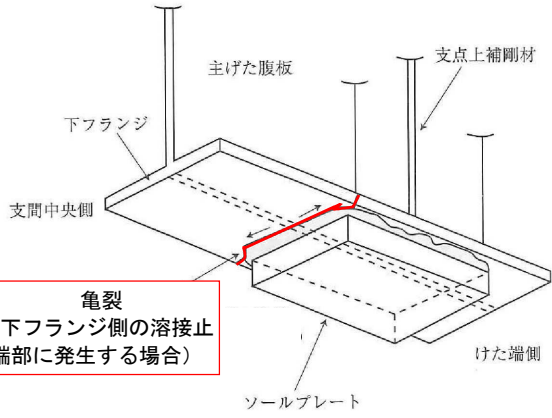
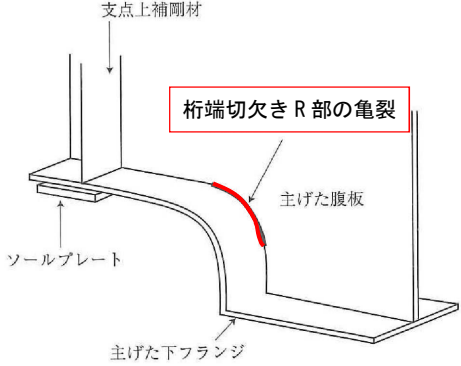
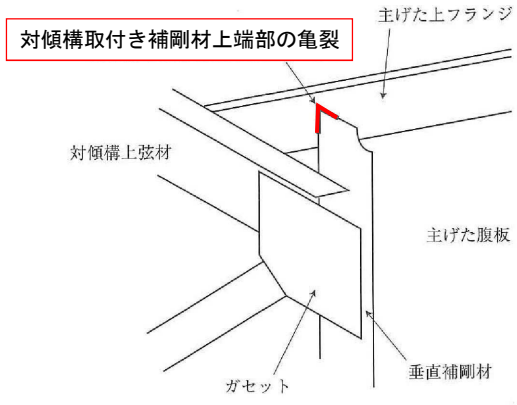
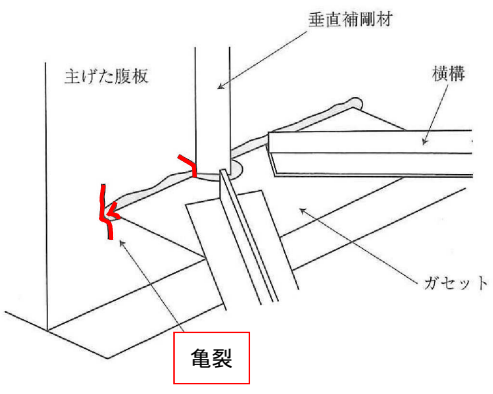
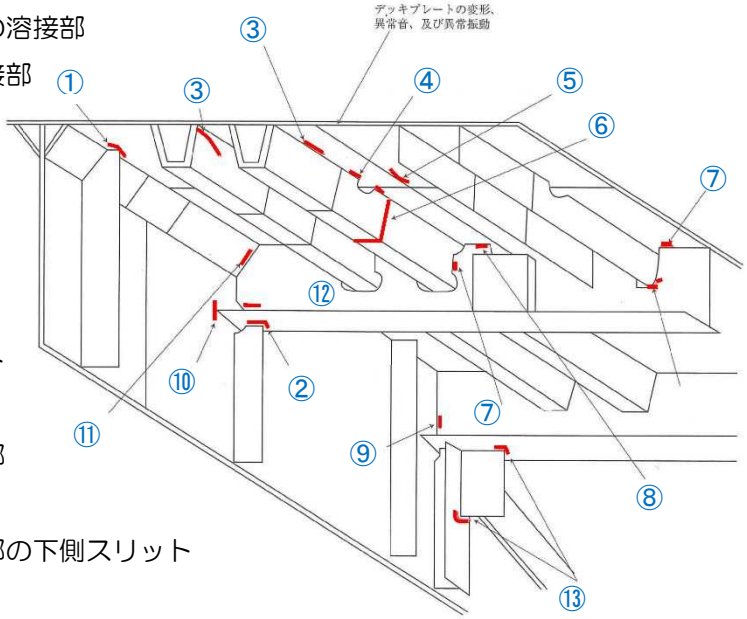


図 4.4.1 詳細調査の必要性の判断フロー

表 4.4.1 亀裂の発生しやすい部位 (1) <sup>28</sup>

1) I 桁	
<p>① ソールプレート前面溶接部</p>  <p>主げた腹板 支点上補剛材 下フランジ 支間中央側 けた端側 ソールプレート</p> <p><b>亀裂</b> (下フランジ側の溶接止端部に発生する場合)</p>	<p>② 桁端切り欠き部</p>  <p>支点上補剛材 主げた腹板 ソールプレート 主げた下フランジ</p> <p><b>桁端切欠き R 部の亀裂</b></p>
③ 対傾構取付き垂直補剛材部	
 <p>主げた上フランジ 対傾構上弦材 主げた腹板 ガセット 垂直補剛材</p> <p><b>対傾構取付き補剛材上端部の亀裂</b></p>	 <p>垂直補剛材 主げた腹板 横構 ガセット</p> <p><b>亀裂</b></p>
2) 鋼床版	
<p>① 垂直補剛材上端部とデッキプレート下面との溶接部</p> <p>② 垂直補剛材上端部と横リブ下面との溶接部</p> <p>③ 閉断面リブとデッキプレートの溶接部</p> <p>④ 閉断面リブ現場高力ボルト継手部</p> <p>⑤ デッキプレートの現場継手部</p> <p>⑥ 閉断面リブ現場溶接継手部</p> <p>⑦ 閉断面リブと横リブ交差部</p> <p>⑧ デッキプレートと横リブの溶接部</p> <p>⑨ 腹板と横桁の溶接部の下側スリット</p> <p>⑩ 横リブと腹板の溶接部</p> <p>⑪ 横リブとコーナープレートの溶接部</p> <p>⑫ 廻し溶接部</p> <p>⑬ ガセットと横桁（補剛材）の溶接部の下側スリット</p>	 <p>デッキプレートの変形、異常音、及び異常振動</p>

<sup>28</sup> 図：道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）



表 4.4.2 亀裂の発生し易い部位 (2) <sup>29</sup>

3) アーチ・ランガー桁	
<p>① アーチ垂直材とアーチリブとの溶接部</p>	<p>② 桁端切り欠き部</p>
4) トラス桁	
<p>① 縦桁補剛材端部の腹板</p> <p>② ソールプレート溶接部</p>	
5) 鋼製橋脚	
<p>① 沓座溶接部</p> <p>② ダイヤフラム溶接部</p> <p>③ 縦リブ貫通部</p> <p>④ 垂直補剛材</p>	

<sup>29</sup> 図：道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）

4.5 第三者被害の防止措置

橋梁のコンクリート部材を対象として、橋梁下の交差道路や鉄道、公園、駐車場および並行する接近した側道または他の道路を利用する第三者への被害が予想される損傷が発見された場合に、第三者被害予防措置を行うものとします。

【解説】

コンクリート片の剥落によって第三者被害が予想される橋梁では、第三者被害の重大性に鑑み、橋梁に対して予防策を講じることにより第三者被害の軽減を図ることが望まれます。

現地踏査で上記のような損傷が認められた場合には、措置作業の効率化を図るため、必要に応じて詳細調査を行い、安全対策を実施します。図4.5.1に措置の対象範囲を、図4.5.2に措置の標準的な手順を示します。

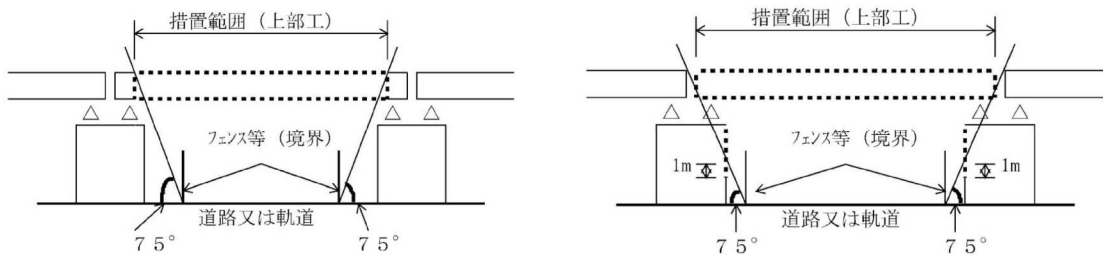


図 4.5.1 措置対象範囲  
(下部工前面が俯角 75° に入る場合 (左)、入らない場合 (右))

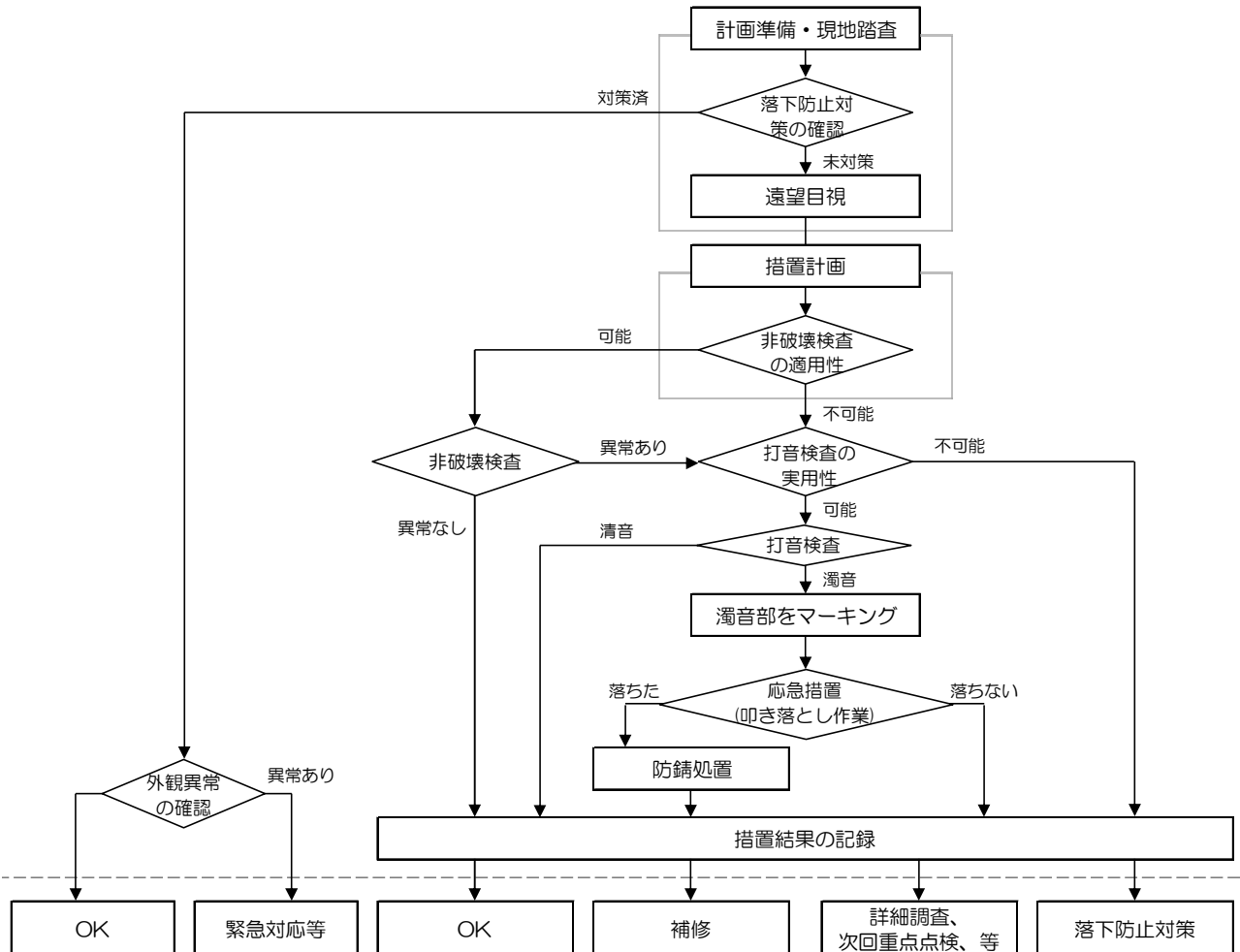


図 4.5.2 措置の標準的な手順フロー

4.6 補修・補強の優先順位付け

各年度の補修・補強計画は、部材の健全性および橋梁の重要度に基づき、「埼玉県橋りょう保全計画」内で優先順位付けを行い、実施します。以下に対策の優先順位を決定するうえで考慮する橋梁の部材単位の健全性および、橋梁の重要度に関する基本的な考え方について示します。

(1) 部材単位の健全性評価

橋梁を構成する部材のうち、主部材である「主桁、横桁、床版、下部構造、支承」については重要部材とし、その他の縦桁、排水施設、高欄・地覆・防護柵、舗装、付属施設、伸縮装置、落橋防止装置などの2次部材についてはその重要性に応じて配点します。

表 4.6.1 部材毎の配点割合例

部材の重要性	部材		評点
	主部材	主桁	高
		横桁	
		床版	
		下部構造	
		支承	
	2次部材	排水施設	中
		舗装	
		伸縮装置	
		縦桁	
		高欄・地覆・防護柵	低
		付属施設	
		落橋防止装置	
		その他	

(2) 橋の重要度に関する評価手法

県が管理する橋梁は、橋梁規模や架橋条件、利用状況などにおいて、一律でなく、非常に多岐にわたります。このため、対策優先順位の決定においては、地域特性、立地条件、環境条件等による橋梁の重要度を評価する必要があります。以下に代表的な橋梁の重要度評価項目および評価の視点例を示します。

表 4.6.2 橋梁の重要度評価項目および評価の視点例

評価項目	評価の視点	評点
迂回路の有無	無し	高
	有り	
交差条件	桁下の鉄道への被害波及性	高
	桁下の道路への被害波及性	
交通状況	大型車交通量の多い路線、バス路線	高
	交通量の少ない路線	
橋長	橋長の長い橋（予防保全による効果大）	高
	橋長の短い橋（架替え時の施工性大）	
ライフライン付設の有無	有り	高
	無し	

#### 4.7 架換え検討

供用年数や損傷状況等から架換えを考慮した方が良いと考えられる場合は、補修・補強設計の中で比較検討を行うことがあります。

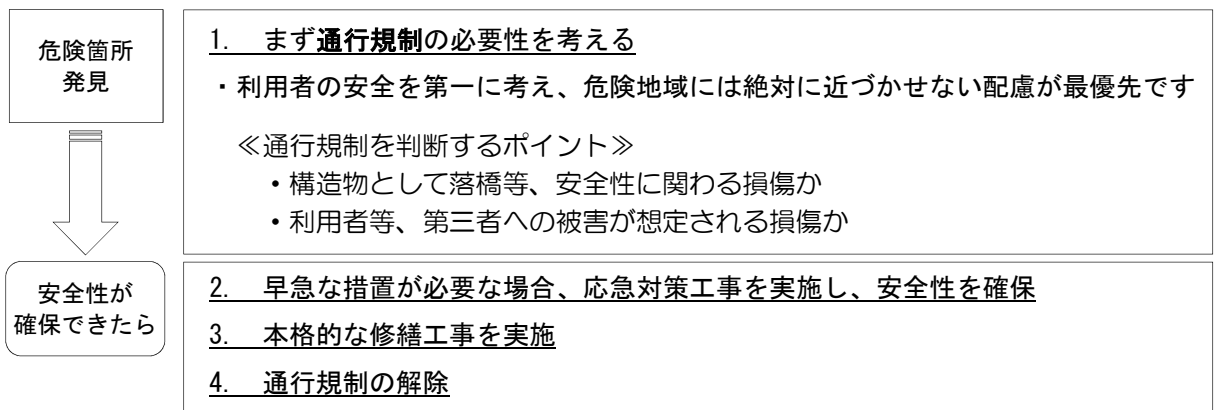
架換えについては「第8章 参考資料」に架換えを検討する際のポイントとして「補修・更新の着眼点リスト」を掲載するため、参考としてください。

#### 4.8 緊急対応

緊急措置が必要な損傷が確認された場合には、直ちに技術者を招集し、交通規制、応急対策の必要性について検討しなければなりません。

##### ポイント

##### 危険箇所を発見したら



##### 4.8.1 緊急対応を行う損傷の目安

緊急対応は、見受けられた損傷が、主に橋梁構造としての安全性を著しく損なう状況にある場合に対策を講じる場合があります。

緊急対応が妥当と判断できる損傷の目安を表 4.8.1～表 4.8.3 に、それらの損傷の代表的な事例写真を関連づけて表 4.8.4 以降に示します。

表 4.8.1 緊急対応が妥当と判断できる損傷 (1)

部位	損傷の種類および緊急対応が妥当と判断できる損傷状況の目安	事例写真
鋼	<b>腐食</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ケーブル構造のケーブル材に著しい腐食が生じており、その腐食が構造安全性を著しく損なう状況</li> <li>・ 鈹桁形式の桁端のウェブ及びアーチやトラスの格点部などに著しい板厚減少等が生じており、対象部材の耐荷力の喪失によって構造安全性を著しく損なう状況</li> </ul>	4.8.1
	<b>亀裂</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 亀裂が鈹桁形式の主桁ウェブや鋼製橋脚の横梁のウェブに達しており、亀裂の急激な進展によって構造安全性を損なう状況</li> <li>・ アーチやトラスの格点部などの大きな応力変動が生じることのある箇所及びゲルバー構造などにある桁を切り欠いた構造部分の亀裂（亀裂の急激な進展のおそれがある状況など）</li> </ul>	4.8.2

表 4.8.1 緊急対応が妥当と判断できる損傷 (2)

部位	損傷の種類および緊急対応が妥当と判断できる損傷状況の目安	事例 写真
鋼	<p>ゆるみ・脱落</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・接合部で多数のボルトが脱落しており、接合強度不足で構造安全性を損なう状況など</li> <li>・常に上揚力が作用するペンデル支承においてアンカーボルトにゆるみを生じ、路面に段差が生じるなど、供用性に直ちに影響する事態に至る可能性がある状況</li> <li>・F11T ボルトにおいて脱落が生じており、遅れ破壊が他の部位において連鎖的に生じ、第三者被害が懸念される状況など</li> </ul>	4.8.3
	<p>破断</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アーチ橋の支材や吊り材、トラス橋の斜材、PC橋のケーブル、ペンデル支承のアンカーボルトなどが破断し、構造安全性を著しく損なう状況</li> <li>・アーチやトラスの格点部などの大きな応力変動が生じることのある箇所及びゲルバー構造などにある桁を切り欠いた構造部分の破断は、構造全体系への影響が大きいため、亀裂の急激な進展のおそれがある状況など</li> </ul>	4.8.4
コンクリート	<p>ひびわれ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・早期にうきに進行し、第三者等への障害の危険性が高い状況</li> <li>・支点部、支承下部、支承下面付近にせん断力による顕著なひびわれが生じている等、進展すると構造安全性を著しく損なう状況など</li> </ul>	4.8.5
	<p>剥離・鉄筋露出</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・剥離が発生しており、他の部位でも剥離落下を生じる危険性が極めて高く、第三者被害が懸念される状況など</li> </ul>	4.8.6
	<p>漏水・遊離石灰</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・床版からの遊離石灰に土砂分が混入しており、床版防水層は損傷していることから今後も損傷進行が早いと判断され、構造安全性を著しく損なう危険性が高い状況など</li> </ul>	4.8.7
	<p>抜け落ち</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・抜け落ちについては、基本的に構造安全性を著しく損なう状況であり、緊急的な対応を講じなければならない</li> <li>・以上に該当しない場合であっても、抜け落ちが生じており、路面陥没によって交通に障害が発生することが懸念される状況などは緊急対応を講じる</li> </ul>	4.8.8
	<p>床版ひびわれ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・著しいひびわれを生じており、上部工全体の剛性の低下によって構造安全性を著しく損なう状況など</li> <li>・抜け落ち寸前の床版ひびわれが発生しており、剥離落下によって第三者被害が懸念される状況などにおいては、緊急対応が妥当と判断できる場合がある。</li> </ul>	4.8.9
	<p>うき</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・うきによるコンクリート塊が落下し、路下の通行人、通行車両に危害を与えるおそれが高い状況など</li> </ul>	4.8.10

表 4.8.3 緊急対応が妥当と判断できる損傷 (3)

部位	損傷の種類および緊急対応が妥当と判断できる損傷状況の目安	事例写真
その他	遊間の異常 ・遊間が異常に広がり、自転車やオートバイが転倒するなど道路利用者等へ障害を及ぼす懸念がある状況など	4.8.11
	路面の凹凸 ・路面に著しい凹凸があり、自転車やオートバイが転倒するなど道路利用者等へ障害を及ぼす懸念がある状況など	4.8.12
	舗装の異常 ・コンクリート床版の上面側が土砂化し、抜け落ち寸前であり、路面陥没によって交通に障害が発生する懸念がある状況など	4.8.13
	支承の機能障害 ・支承ローラーの脱落により支承が沈下し、路面に段差が生じて自転車やオートバイが転倒するなど道路利用者等へ障害を及ぼす懸念がある状況などにおいては、緊急対応が妥当と判断できる場合がある。	4.8.14
	補修・補強材の損傷 ・主桁及び床版の接着鋼板が腐食しており、補強効果が著しく低下し、構造安全性を著しく損なう危険性が高い状況など	4.8.15
共通	定着部の異常 ・着部のコンクリートにうきが生じてコンクリート塊が落下し、路下の通行人、通行車両に危害を与える懸念がある状況など	4.8.16
	異常な音・振動 ・車両の通過時に大きな異常音が発生し、近接住民に障害を及ぼしている懸念がある状況など	4.8.17
	異常なたわみ ・主桁にたわみが発生し、構造機能の喪失によって構造安全性を著しく損なう状況など	4.8.18
	変形・欠損 ・車両の衝突や雪崩などにより主桁が大きく変形しており、構造安全性を著しく損なう状況 ・アーチやトラスの格点部などの大きな応力変動が生じることのある箇所の変形は、構造全体性への影響が大きいため、緊急対応を講じる場合がある ・高欄が大きく変形しており、歩行者あるいは通行車両など、道路利用者等への障害の懸念がある状況など	4.8.19
	沈下・移動・傾斜 ・下部工が大きく沈下・移動・傾斜しており、構造安全性を著しく損なう状況 ・下部工の沈下に伴う伸縮装置での段差により、自転車やオートバイが転倒するなど道路利用者等へ障害を及ぼす懸念がある状況など	4.8.20
	洗堀 ・フーチング下面まで洗掘され、橋脚の沈下や傾斜が生じる危険性が高い状況など	4.8.21

表 4.8.4 緊急対応が妥当と判断できる損傷事例写真 (1)

 <p>原則、緊急の交通規制は必要としませんが、車線規制などを考えましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.1</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>腐食</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>主桁</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 主桁の下フランジ上面                      ② 広範囲に及ぶ著しい以上な錆による剥離、明らかな板厚減少が生じている。                      ③ 支間中央部は、上部構造の耐荷力に影響する部位であり、所要の耐荷力が失われている可能性がある。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.1	損傷の種類	腐食	部材名	主桁	備考		① 主桁の下フランジ上面 ② 広範囲に及ぶ著しい以上な錆による剥離、明らかな板厚減少が生じている。 ③ 支間中央部は、上部構造の耐荷力に影響する部位であり、所要の耐荷力が失われている可能性がある。	
写真番号	4.8.1										
損傷の種類	腐食										
部材名	主桁										
備考											
① 主桁の下フランジ上面 ② 広範囲に及ぶ著しい以上な錆による剥離、明らかな板厚減少が生じている。 ③ 支間中央部は、上部構造の耐荷力に影響する部位であり、所要の耐荷力が失われている可能性がある。											
 <p>通行止めを行い、安全を確保しましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.2</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>亀裂</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>主桁</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 主桁下フランジのソールプレート前面                      ② 下フランジからウェブに進展した亀裂が見られる。                      ③ 主桁端部の亀裂は、支持機能に影響を与える損傷であり、主桁が破断する等危険な状態となる。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.2	損傷の種類	亀裂	部材名	主桁	備考		① 主桁下フランジのソールプレート前面 ② 下フランジからウェブに進展した亀裂が見られる。 ③ 主桁端部の亀裂は、支持機能に影響を与える損傷であり、主桁が破断する等危険な状態となる。	
写真番号	4.8.2										
損傷の種類	亀裂										
部材名	主桁										
備考											
① 主桁下フランジのソールプレート前面 ② 下フランジからウェブに進展した亀裂が見られる。 ③ 主桁端部の亀裂は、支持機能に影響を与える損傷であり、主桁が破断する等危険な状態となる。											
 <p>原則、交通規制を必要としません</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.3</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>ゆるみ・脱落</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>下横構</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 下横構                      ② 多数のボルトの脱落が見られる。  <math>1/4 = 25\%</math>                      ③ 一群のボルト本数が少ない場合、ボルトのゆるみや脱落によって継手性能が大きく低下することがある。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.3	損傷の種類	ゆるみ・脱落	部材名	下横構	備考		① 下横構 ② 多数のボルトの脱落が見られる。 $1/4 = 25\%$ ③ 一群のボルト本数が少ない場合、ボルトのゆるみや脱落によって継手性能が大きく低下することがある。	
写真番号	4.8.3										
損傷の種類	ゆるみ・脱落										
部材名	下横構										
備考											
① 下横構 ② 多数のボルトの脱落が見られる。 $1/4 = 25\%$ ③ 一群のボルト本数が少ない場合、ボルトのゆるみや脱落によって継手性能が大きく低下することがある。											
 <p>通行止めを行い、安全を確保しましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.4</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>破断</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>トラス斜材</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 斜材が破断している。                      ② トラス橋の斜材やアーチ橋の吊り材では、風による渦励振が生じ、高頻度の振動繰り返しによって疲労亀裂が生じることがあり、耐荷力が著しく損なわれ、落橋に至る恐れがある。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.4	損傷の種類	破断	部材名	トラス斜材	備考		① 斜材が破断している。 ② トラス橋の斜材やアーチ橋の吊り材では、風による渦励振が生じ、高頻度の振動繰り返しによって疲労亀裂が生じることがあり、耐荷力が著しく損なわれ、落橋に至る恐れがある。	
写真番号	4.8.4										
損傷の種類	破断										
部材名	トラス斜材										
備考											
① 斜材が破断している。 ② トラス橋の斜材やアーチ橋の吊り材では、風による渦励振が生じ、高頻度の振動繰り返しによって疲労亀裂が生じることがあり、耐荷力が著しく損なわれ、落橋に至る恐れがある。											

表 4.8.5 緊急対応が妥当と判断できる損傷事例写真 (2)

 <p>通行止めを行い、安全を確保しましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.5</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>ひびわれ</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>橋脚</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① ひびわれ幅の程度(大)：幅が大きい ひびわれ間隔の程度(小)：間隔が小さい。                      ② 支承下部、支承下面付近にせん断力による顕著なひびわれが生じており、主に上部工からの荷重を受け持つ部位であるため、進展すると落橋する可能性がある。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.5	損傷の種類	ひびわれ	部材名	橋脚	備考		① ひびわれ幅の程度(大)：幅が大きい ひびわれ間隔の程度(小)：間隔が小さい。 ② 支承下部、支承下面付近にせん断力による顕著なひびわれが生じており、主に上部工からの荷重を受け持つ部位であるため、進展すると落橋する可能性がある。	
写真番号	4.8.5										
損傷の種類	ひびわれ										
部材名	橋脚										
備考											
① ひびわれ幅の程度(大)：幅が大きい ひびわれ間隔の程度(小)：間隔が小さい。 ② 支承下部、支承下面付近にせん断力による顕著なひびわれが生じており、主に上部工からの荷重を受け持つ部位であるため、進展すると落橋する可能性がある。											
 <p>桁下の交通がある場合、影響範囲の規制を考えましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.6</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>剥離・鉄筋露出</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>主桁</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 主桁の下面に剥離・鉄筋露出が見られる。                      ② コンクリート片が落ちており、第三者被害も危惧され、構造安全性が損なわれている可能性がある。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.6	損傷の種類	剥離・鉄筋露出	部材名	主桁	備考		① 主桁の下面に剥離・鉄筋露出が見られる。 ② コンクリート片が落ちており、第三者被害も危惧され、構造安全性が損なわれている可能性がある。	
写真番号	4.8.6										
損傷の種類	剥離・鉄筋露出										
部材名	主桁										
備考											
① 主桁の下面に剥離・鉄筋露出が見られる。 ② コンクリート片が落ちており、第三者被害も危惧され、構造安全性が損なわれている可能性がある。											
 <p>桁下の交通がある場合、影響範囲の規制を考えましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.7</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>漏水・遊離石灰</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>床版</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 跨道橋の床版端部の水切り部分に、つらら状の著しい遊離石灰が見られる。                      ② つらら状の遊離石灰は、落下して第三者被害に至る危険性がある。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.7	損傷の種類	漏水・遊離石灰	部材名	床版	備考		① 跨道橋の床版端部の水切り部分に、つらら状の著しい遊離石灰が見られる。 ② つらら状の遊離石灰は、落下して第三者被害に至る危険性がある。	
写真番号	4.8.7										
損傷の種類	漏水・遊離石灰										
部材名	床版										
備考											
① 跨道橋の床版端部の水切り部分に、つらら状の著しい遊離石灰が見られる。 ② つらら状の遊離石灰は、落下して第三者被害に至る危険性がある。											
 <p>通行止めを行い、安全を確保しましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.8</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>抜け落ち</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>床版</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 輪荷重位置で、床版のコンクリートが鉄筋を残して落下している。                      ② 抜け落ちが生じた床版では、抜け落ち部周辺あるいは車線方向の同じ位置で、舗装に凹凸や顕著なひびわれ、過去の補修痕が認められることがある。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.8	損傷の種類	抜け落ち	部材名	床版	備考		① 輪荷重位置で、床版のコンクリートが鉄筋を残して落下している。 ② 抜け落ちが生じた床版では、抜け落ち部周辺あるいは車線方向の同じ位置で、舗装に凹凸や顕著なひびわれ、過去の補修痕が認められることがある。	
写真番号	4.8.8										
損傷の種類	抜け落ち										
部材名	床版										
備考											
① 輪荷重位置で、床版のコンクリートが鉄筋を残して落下している。 ② 抜け落ちが生じた床版では、抜け落ち部周辺あるいは車線方向の同じ位置で、舗装に凹凸や顕著なひびわれ、過去の補修痕が認められることがある。											



表 4.8.6 緊急対応が妥当と判断できる損傷事例写真 (3)

 <p>原則、緊急の交通規制は必要としませんが、車線規制などを考えましょう</p>	写真番号	4.8.9
	損傷の種類	床版ひびわれ
	部材名	床版
	備考	
	<p>① 格子状、間隔 0.2m 以下、幅 0.2mm 以上が主、連続的な角落ちが生じている。</p> <p>② 床版下面の一部で石灰分の析出した白いひびわれの発達と湿潤による変色が広がっている。直上の舗装に陥没やセメント分の噴出痕が見られるため、床版上面が土砂化し抜け落ちる可能性がある。</p>	
 <p>桁下の交通がある場合、影響範囲の規制を考えましょう</p>	写真番号	4.8.10
	損傷の種類	うき
	部材名	梁部
	備考	
	<p>① うきがある。(うきはマーキングしている部分)</p> <p>② うきの発生範囲は局部的であるが、本橋は跨道橋であり、コンクリート片の落下による第三者被害の発生が懸念される。</p>	
 <p>原則、緊急の交通規制を必要としませんが、速度制限や敷鉄板の敷設を考えましょう</p>	写真番号	4.8.11
	損傷の種類	遊間の異常
	部材名	伸縮装置
	備考	
	<p>① 遊間が異常に広く、鋼製伸縮装置の歯の歯が完全に離れている。</p> <p>② 遊間が異常に離れており、自転車やオートバイが転倒するなど、道路利用者へ障害を及ぼす懸念がある。</p>	
 <p>まずは通行止めを行い、安全を確保しましょう</p>	写真番号	4.8.12
	損傷の種類	路面の凹凸
	部材名	伸縮装置
	備考	
	<p>① 伸縮装置に 20mm 以上の段差が生じている。</p> <p>② 伸縮装置に著しい段差があり、自転車やオートバイが転倒するなど、道路管理者へ障害を及ぼす懸念がある。</p>	


表 4.8.7 緊急対応が妥当と判断できる損傷事例写真 (4)

 <p>原則、緊急の交通規制は必要としませんが、車線規制などを考えましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.13</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>舗装の異常</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>舗装</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 蜘蛛の巣状のひびわれ(幅5mm以上)が発生している。                      ② 舗装に蜘蛛の巣状のひびわれが生じている。(同じ部位のRC床版下面では遊離石灰を伴う顕著なひびわれが生じている。)床版上面が土砂化し、抜け落ち寸前の可能性があり、交通障害の発生も懸念される。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.13	損傷の種類	舗装の異常	部材名	舗装	備考		① 蜘蛛の巣状のひびわれ(幅5mm以上)が発生している。 ② 舗装に蜘蛛の巣状のひびわれが生じている。(同じ部位のRC床版下面では遊離石灰を伴う顕著なひびわれが生じている。)床版上面が土砂化し、抜け落ち寸前の可能性があり、交通障害の発生も懸念される。	
写真番号	4.8.13										
損傷の種類	舗装の異常										
部材名	舗装										
備考											
① 蜘蛛の巣状のひびわれ(幅5mm以上)が発生している。 ② 舗装に蜘蛛の巣状のひびわれが生じている。(同じ部位のRC床版下面では遊離石灰を伴う顕著なひびわれが生じている。)床版上面が土砂化し、抜け落ち寸前の可能性があり、交通障害の発生も懸念される。											
 <p>原則、緊急の交通規制は必要としませんが、車線規制などを考えましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.14</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>支承の機能障害</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>支承本体</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 鋼製ローラー支承のローラーが脱落し、支承の機能が損なわれている。                      ② ローラー支承のローラーが脱落し、支承の荷重支持機能が喪失している。大きな路面段差や桁の脱落等により危険な状態になる可能性があるため、構造の安全性が損なわれている状況である。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.14	損傷の種類	支承の機能障害	部材名	支承本体	備考		① 鋼製ローラー支承のローラーが脱落し、支承の機能が損なわれている。 ② ローラー支承のローラーが脱落し、支承の荷重支持機能が喪失している。大きな路面段差や桁の脱落等により危険な状態になる可能性があるため、構造の安全性が損なわれている状況である。	
写真番号	4.8.14										
損傷の種類	支承の機能障害										
部材名	支承本体										
備考											
① 鋼製ローラー支承のローラーが脱落し、支承の機能が損なわれている。 ② ローラー支承のローラーが脱落し、支承の荷重支持機能が喪失している。大きな路面段差や桁の脱落等により危険な状態になる可能性があるため、構造の安全性が損なわれている状況である。											
 <p>原則、交通規制を必要としません</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.15</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>補修・補強材の損傷</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>柱部</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① コンクリート橋脚柱部の巻立てコンクリートに著しい剥離・鉄筋露出が生じている。                      ② 地震による大きな破損により、著しい剥離・鉄筋露出が生じ、耐荷力が喪失している。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.15	損傷の種類	補修・補強材の損傷	部材名	柱部	備考		① コンクリート橋脚柱部の巻立てコンクリートに著しい剥離・鉄筋露出が生じている。 ② 地震による大きな破損により、著しい剥離・鉄筋露出が生じ、耐荷力が喪失している。	
写真番号	4.8.15										
損傷の種類	補修・補強材の損傷										
部材名	柱部										
備考											
① コンクリート橋脚柱部の巻立てコンクリートに著しい剥離・鉄筋露出が生じている。 ② 地震による大きな破損により、著しい剥離・鉄筋露出が生じ、耐荷力が喪失している。											
 <p>一部的であれば、原則緊急の交通規制は必要としませんが、桁下の交通がある場合、影響範囲の規制を考えましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.16</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>定着部の異常</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>PC定着部(主桁)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 箱桁ウェブに配置された鉛直鋼棒定着部が露出、腐食している。                      ② 一部でコンクリートのうきが見られ、桁下が道路であるため第三者被害が懸念される。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.16	損傷の種類	定着部の異常	部材名	PC定着部(主桁)	備考		① 箱桁ウェブに配置された鉛直鋼棒定着部が露出、腐食している。 ② 一部でコンクリートのうきが見られ、桁下が道路であるため第三者被害が懸念される。	
写真番号	4.8.16										
損傷の種類	定着部の異常										
部材名	PC定着部(主桁)										
備考											
① 箱桁ウェブに配置された鉛直鋼棒定着部が露出、腐食している。 ② 一部でコンクリートのうきが見られ、桁下が道路であるため第三者被害が懸念される。											

表 4.8.8 緊急対応が妥当と判断できる損傷事例写真 (5)

 <p>原則、交通規制を必要としません</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.17</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>異常な音・振動</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>遮音壁</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 遮音壁と照明柱が干渉して異常な音が発生した。                      ② 遮音壁と照明柱との干渉により大きな異常な音が発生している。近接住民に騒音等の障害が及ぼしている。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.17	損傷の種類	異常な音・振動	部材名	遮音壁	備考		① 遮音壁と照明柱が干渉して異常な音が発生した。 ② 遮音壁と照明柱との干渉により大きな異常な音が発生している。近接住民に騒音等の障害が及ぼしている。	
写真番号	4.8.17										
損傷の種類	異常な音・振動										
部材名	遮音壁										
備考											
① 遮音壁と照明柱が干渉して異常な音が発生した。 ② 遮音壁と照明柱との干渉により大きな異常な音が発生している。近接住民に騒音等の障害が及ぼしている。											
 <p>通行止めを行い、安全を確保しましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.18</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>異常なたわみ</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>主桁</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 下部工の異常によって、上部工に異常なたわみが生じている。                      ② 下部工の支持機能が喪失し、構造安全性を著しく損なっている。また、路面にも著しい段差が生じていることから、橋梁構造の安全性及び交通の安全性が損なわれている。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.18	損傷の種類	異常なたわみ	部材名	主桁	備考		① 下部工の異常によって、上部工に異常なたわみが生じている。 ② 下部工の支持機能が喪失し、構造安全性を著しく損なっている。また、路面にも著しい段差が生じていることから、橋梁構造の安全性及び交通の安全性が損なわれている。	
写真番号	4.8.18										
損傷の種類	異常なたわみ										
部材名	主桁										
備考											
① 下部工の異常によって、上部工に異常なたわみが生じている。 ② 下部工の支持機能が喪失し、構造安全性を著しく損なっている。また、路面にも著しい段差が生じていることから、橋梁構造の安全性及び交通の安全性が損なわれている。											
 <p>路肩規制を行い、通行者の安全を確保しましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.19</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>変形・欠損</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>防護柵</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 防護柵の著しい変形・欠損部分に対する緊急対応の例                      ② 防護柵が大きく変形し、歩行者や通行車両などの道路利用者への障害の懸念がある状況などにおいては、交通安全の観点から速やかに機能を回復させる必要がある。                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.19	損傷の種類	変形・欠損	部材名	防護柵	備考		① 防護柵の著しい変形・欠損部分に対する緊急対応の例 ② 防護柵が大きく変形し、歩行者や通行車両などの道路利用者への障害の懸念がある状況などにおいては、交通安全の観点から速やかに機能を回復させる必要がある。	
写真番号	4.8.19										
損傷の種類	変形・欠損										
部材名	防護柵										
備考											
① 防護柵の著しい変形・欠損部分に対する緊急対応の例 ② 防護柵が大きく変形し、歩行者や通行車両などの道路利用者への障害の懸念がある状況などにおいては、交通安全の観点から速やかに機能を回復させる必要がある。											
 <p>落橋上は、原則緊急の交通規制は必要としませんが、路面に異常が生じている場合、通行止め等を考えましょう</p>	<table border="1"> <tr> <td>写真番号</td> <td>4.8.20</td> </tr> <tr> <td>損傷の種類</td> <td>沈下・移動・傾斜</td> </tr> <tr> <td>部材名</td> <td>縦壁</td> </tr> <tr> <td colspan="2">備考</td> </tr> <tr> <td colspan="2">                     ① 下部工が沈下・傾斜している。                      ② 下部工の著しい沈下・傾斜に伴い、上部工と下部工の間に隙間が生じている。下部工の支持機能が喪失し、構造安全性を著しく損なっている。また、路面にも著しい段差が生じている                 </td> </tr> </table>	写真番号	4.8.20	損傷の種類	沈下・移動・傾斜	部材名	縦壁	備考		① 下部工が沈下・傾斜している。 ② 下部工の著しい沈下・傾斜に伴い、上部工と下部工の間に隙間が生じている。下部工の支持機能が喪失し、構造安全性を著しく損なっている。また、路面にも著しい段差が生じている	
写真番号	4.8.20										
損傷の種類	沈下・移動・傾斜										
部材名	縦壁										
備考											
① 下部工が沈下・傾斜している。 ② 下部工の著しい沈下・傾斜に伴い、上部工と下部工の間に隙間が生じている。下部工の支持機能が喪失し、構造安全性を著しく損なっている。また、路面にも著しい段差が生じている											

表 4.8.9 緊急対応が妥当と判断できる損傷事例写真 (6)

 <p>落橋上は、原則緊急の交通規制は必要としませんが、路面に異常が生じている場合、通行止め等考えましょう</p>	写真番号	4.8.21
	損傷の種類	洗堀
	部材名	その他
	備考	
	<p>① 下部工基礎が流水のため著しく洗掘されている。</p> <p>② 橋脚基部に著しい洗掘が生じている。所定の耐荷力が失われ、下部工の沈下・傾斜が生じていることから緊急対応が必要である。</p>	

## 4.8.2 緊急対応の事例

緊急対策の事例について、各文献にて整理されている内容および埼玉県における事例を参考に上げます。

本項では、以下の損傷における緊急対応の事例を示します。

- ◇ ケース1 支点部の主桁における著しい腐食
- ◇ ケース2 床版の抜け落ち
- ◇ ケース3 支点部付近の著しい腐食および床版の抜け落ち（埼玉県）

## ◇ ケース1 支点部の主桁における著しい腐食

## 《損傷の概要》

- ・ 支点部付近の主桁ウェブ下部と下フランジ及び端横桁の主桁取付部に腐食による断面欠損が確認された。
- ・ 舗装をはつり調査した結果、床版上面には損傷はなかった。



写真 4.8.22 主桁ウェブと下フランジ腐食状況



写真 4.8.23 端横桁腐食状況

## 《緊急対応》

- ・ 断面欠損部への輪荷重を軽減するため、車線規制を行った。
- ・ 仮支点設置方法を比較検討し、支承前面設置案として仮補剛材を設置した（写真 4.8.24）
- ・ 応急復旧時の視点位置移動を考慮して、主桁の応力状況を試設計し、安全を確認した。

## 《その後の対応》

- ・ 支点部の垂直補剛材および支承も腐食が進行していたため取替えとした。
- ・ 垂直補剛材は溶接を避け、L形鋼でフィラープレートを用いたボルト接合とした。
- ・ 現況の端横桁はフルウェブ形式で、沓座に落橋防止壁が設置され、維持管理性に劣るため、落橋防止壁は最終的に撤去し、対傾構形式に改修した。
- ・ 緊急に安全確保を行い、対応策検討・仮支点設置までの対策を30日間で終了して道路規制を解除した。



写真 4.8.24 仮支点補剛材施工状況



写真 4.8.25 改修終了状況

## ◇ ケース2 床版抜け落ち

## 《損傷の概要》

- 床版の抜け落ちが発生し、約50cm×50cmの穴が開いた。
- 舗装面をはつり、床版上面を確認したところ、土砂化状態となっており、脆弱部を撤去した結果、鉄筋が露出した。
- 床版下面から目視確認したところ、床版ひびわれが著しい箇所を確認した。
- 昭和31年道路橋示方書に準拠した設計であり、床版厚が160mmと薄く、B活荷重対応でないことも影響していると考えられる。



写真 4.8.26 床版の抜け落ちた様子



写真 4.8.27 床版下面ひびわれ状況近接

## 《緊急対応》

- 土砂化状態となっている脆弱箇所を撤去し、舗装上面まで超速硬コンクリートを打設し、床版との一体化を図った。
- 交通量が多く、緊急輸送路であり迂回路も無いことから、全面通行止めは不可であり、昼間2車線で解放、夜間交互通行規制での施工を行った。

## 《その後の対応》

- 合成桁構造であったため、補修時は交通規制を行う必要があるが、長時間の規制ができない状況であったことから、床版打換えについては非合成桁として上部構造の補強を行い、補修を実施した。
- 完成後の一般通行車両による応力頻度測定を実施し、補強後の安全性の確保について確認した。
- 床版補修工事により、床版打ち換え実施。それまで、道路パトロールで監視を続けた。

◇ ケース3 支点部付近の著しい腐食および床版の抜け落ち（埼玉県）

《橋梁の概要》

- 橋梁名：神流川橋（かんながわはし）
- 橋長：13.5m
- 建設年：1965年
- 橋種：単純非合板I桁橋

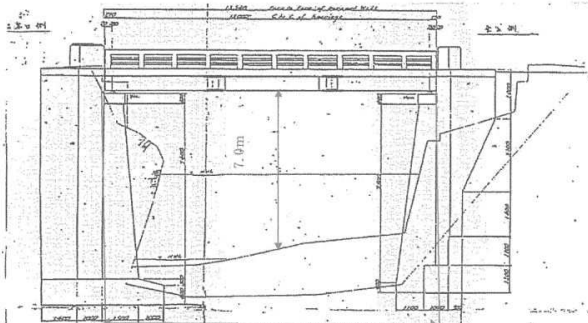


図 4.8.1 神流川橋 側面図



写真 4.8.28 全景

《損傷の概要》

- 主桁、横桁、アンカーボルトに、著しく腐食した箇所が見られた。
- 床版にひびわれ、剥離・鉄筋露出及び抜け落ち箇所等が確認された。
- 橋梁の安全性の観点から、緊急対策が必要であると判定された。



写真 4.8.29 上部構造(主桁)の腐食状況



写真 4.8.30 床版の抜け落ち状況

《緊急対応》

- 安全性の確保を目的に、路肩規制を行った。
- 恒久対策として、防食塗装及び床版打換えを実施し、対策を完了した。



写真 4.8.31 路肩規制状況 (1)



写真 4.8.32 路肩規制状況 (2)

4.9 構造別の留意点

構造種別により損傷の発生しやすい箇所があるため、現地踏査時にはこの点を踏まえて現況確認を行うこともポイントとなります。

ただし、損傷は予期せぬ所にも発生する場合があるため、点検は要領に従って行い、調書の整備が重要となります。

(1) 鋼構造物

亀裂については、「4.4 詳細調査の必要性の判断 (P. 47)」に亀裂の発生しやすい部位を構造部位別に掲載しているため、併せて参照してください。

表 4.9.1 着目点 (I 桁)<sup>30</sup>

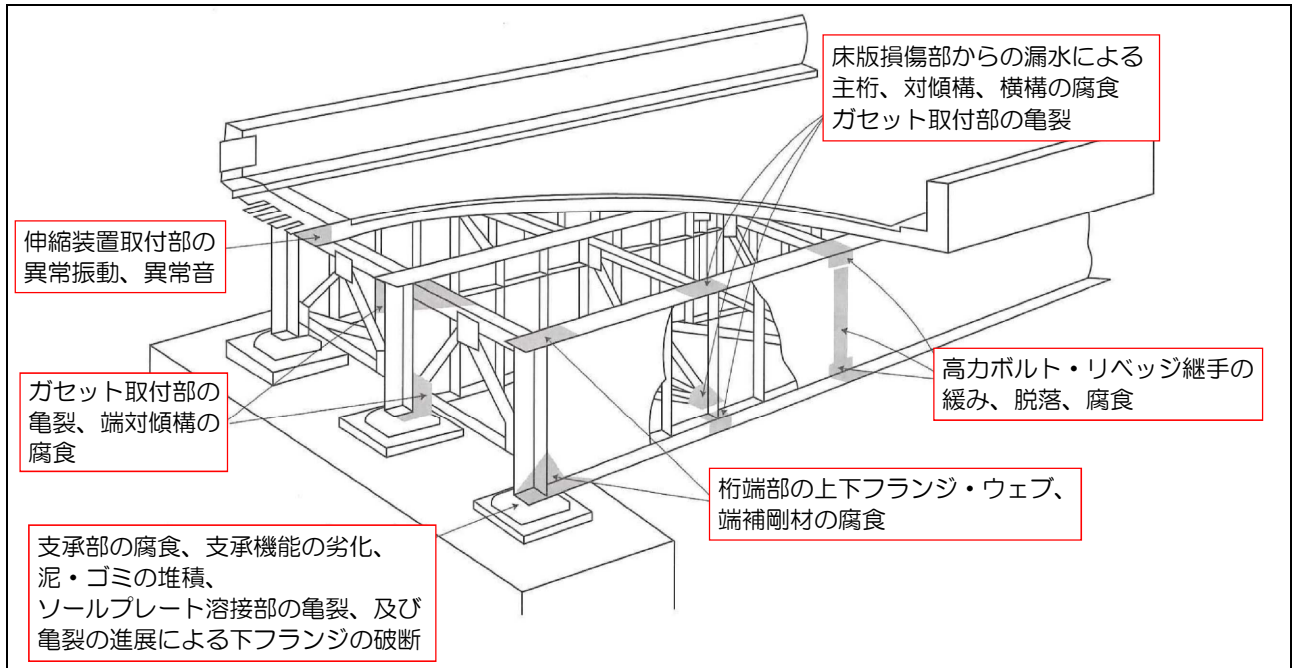
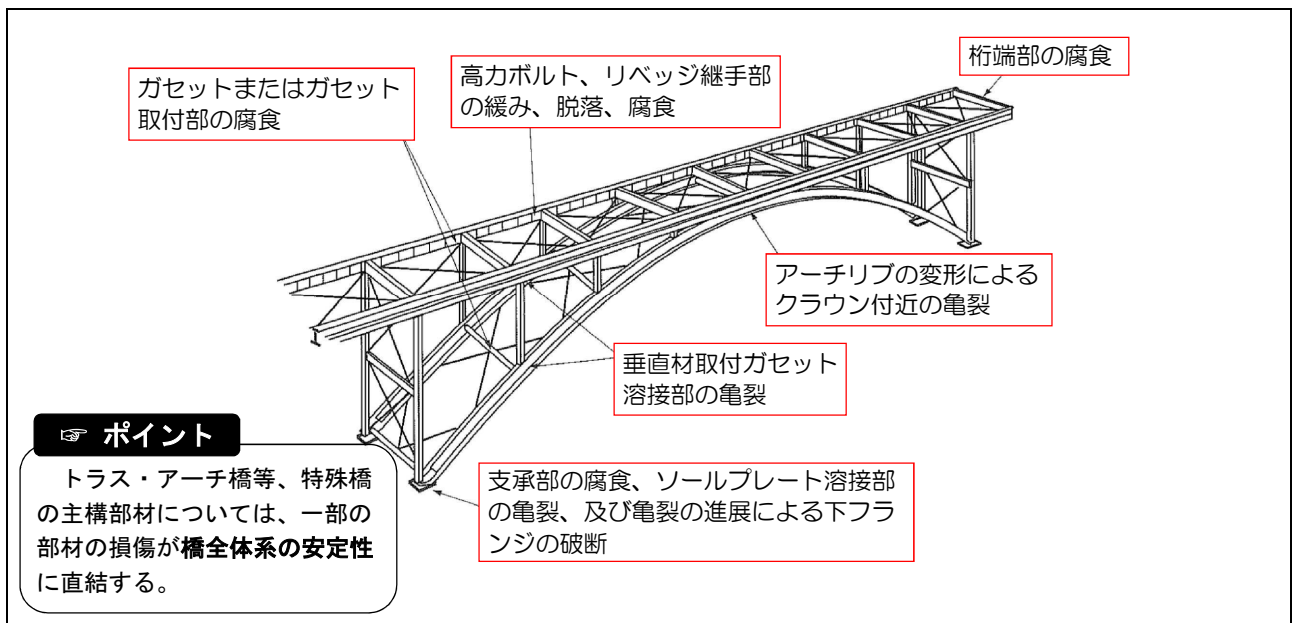


表 4.9.2 着目点 (アーチ)<sup>31</sup>



<sup>30, 31</sup> 図：道路橋補修・補強事例集 (2012年版) 平成24年3月 日本道路協会 (一部修正)



表 4.9.3 着目点 (ランガー桁) <sup>32</sup>

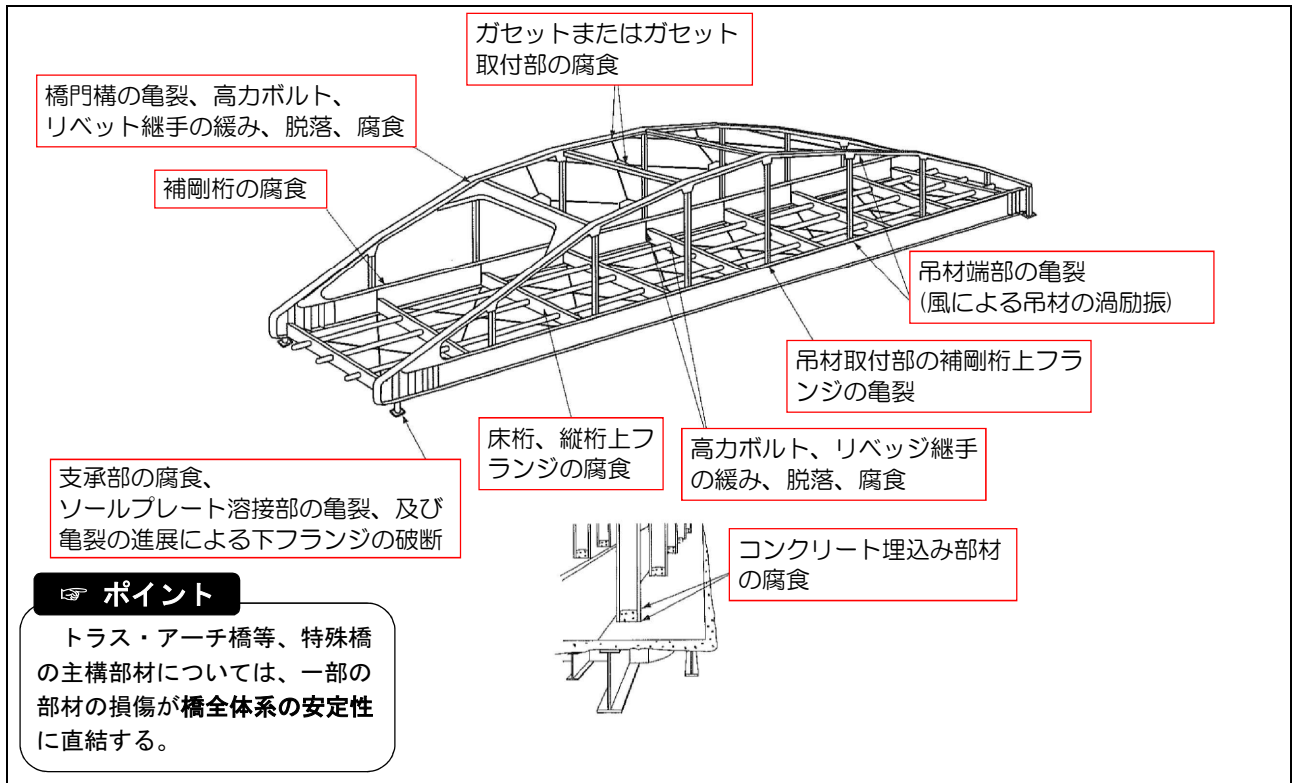
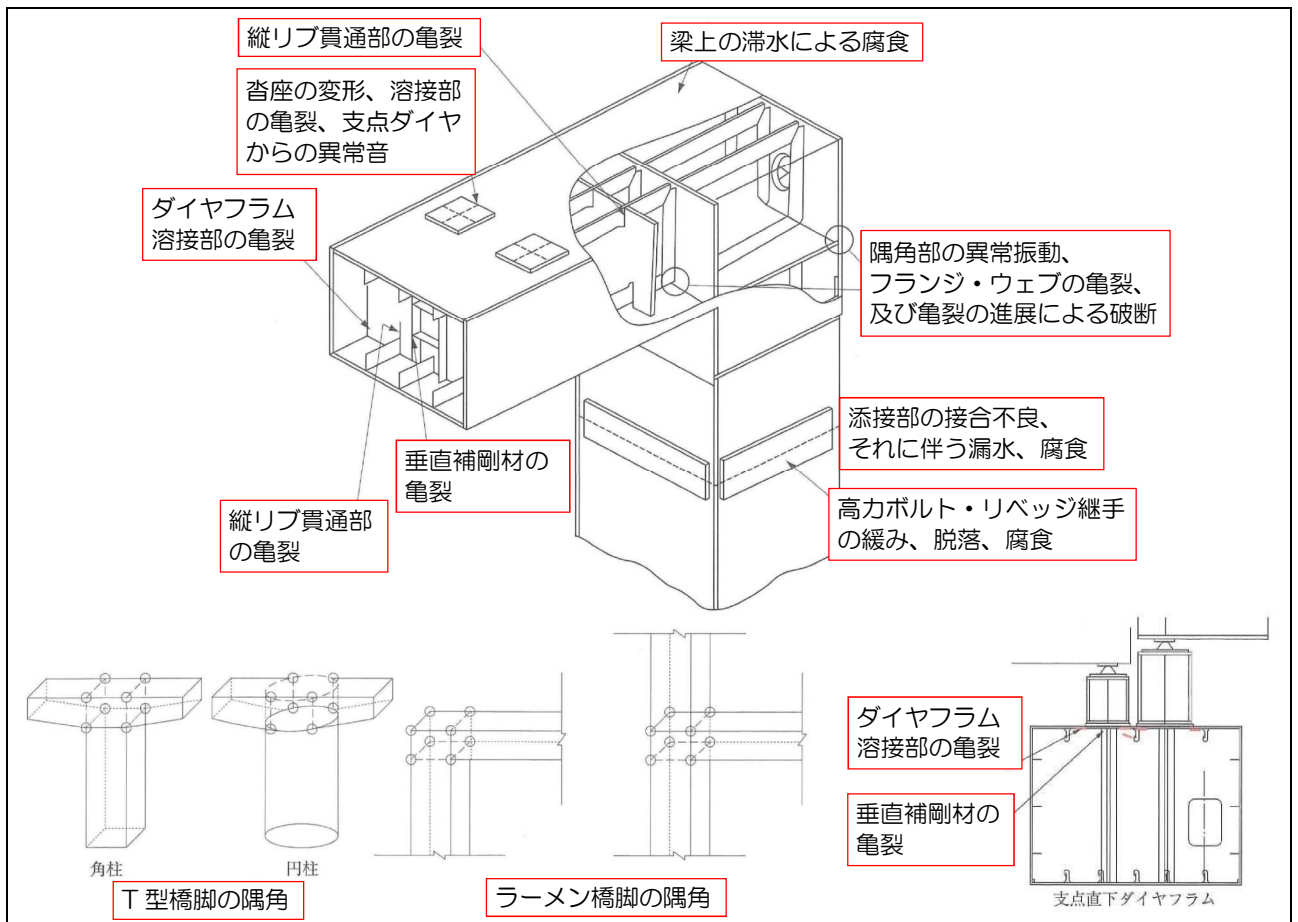


表 4.9.4 着目点 (鋼製橋脚) <sup>33</sup>



<sup>32, 33</sup> 図：道路橋補修・補強事例集 (2012年版) 平成24年3月 日本道路協会 (一部修正)

(2) コンクリート構造物

1) コンクリート桁

コンクリート桁については、部位ごとに着目するポイントが異なることに留意します。

表 4.9.5 コンクリート桁の着目箇所と着目のポイント (その1) <sup>34</sup>

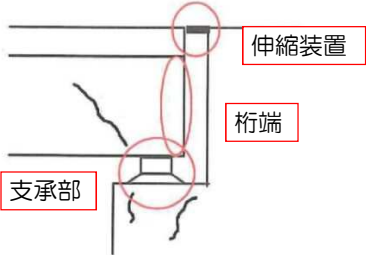
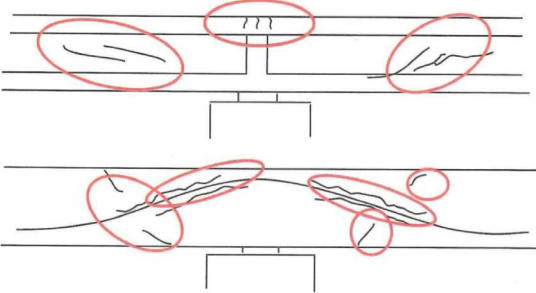
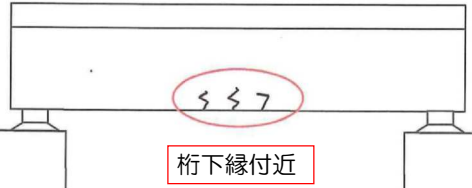
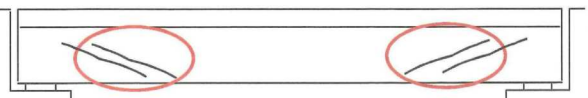
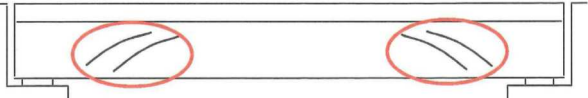
着目箇所	着目のポイント
桁端部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 支承反力、地震、温度変化による水平力等による劣化や変化が発生しやすいです。</li> <li>• 支承部は雨水や土砂等が溜まりやすく、鋼製支承では変状による支承機能の消失、ゴム支承ではゴムの劣化や変形に着目します。</li> <li>• 伸縮装置からの漏水がある場合には、桁端部の変状に着目します。</li> <li>• PC 橋の場合には、PC 鋼材定着部の変状に着目します。</li> </ul> 
中間支点部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 負の曲げモーメント及びせん断力が最大となり、かつ集中的な支点反力を受けて応力状態が複雑となる部分であり、上床版やウェブ付近の変状に着目します。</li> </ul> 
支間中央部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 正の曲げモーメントが最大になるため、この付近の変状に着目します。</li> </ul> 
支間 1/4 付近	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC 鋼材の曲げ付近では、PC グラウトの充填不良による PC 鋼材の配置方向に沿った変状に着目します。</li> </ul>  <p style="text-align: right;">PC 鋼材に沿ったひびわれ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• せん断力が大きく、ウェブ厚が薄い桁橋では斜めひびわれに着目します。</li> </ul>  <p style="text-align: right;">せん断力によるひびわれ</p>

表 4.9.6 コンクリート桁の着目箇所と着目のポイント (その2) <sup>35</sup>

<sup>34</sup> 図：道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）

<sup>35</sup> 図：道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）

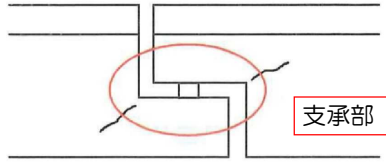
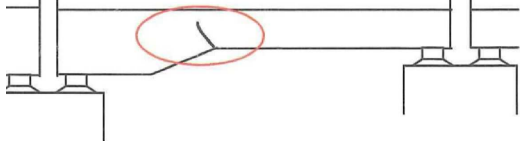
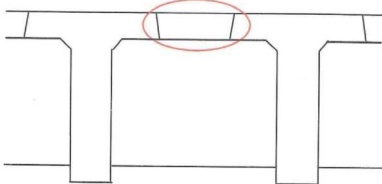
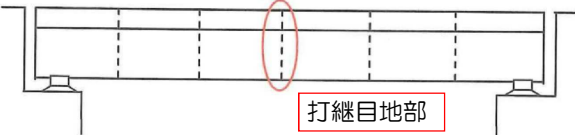
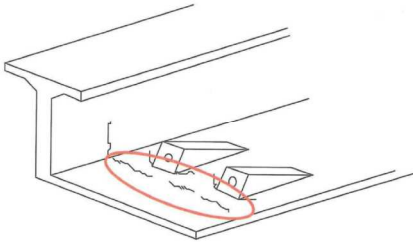

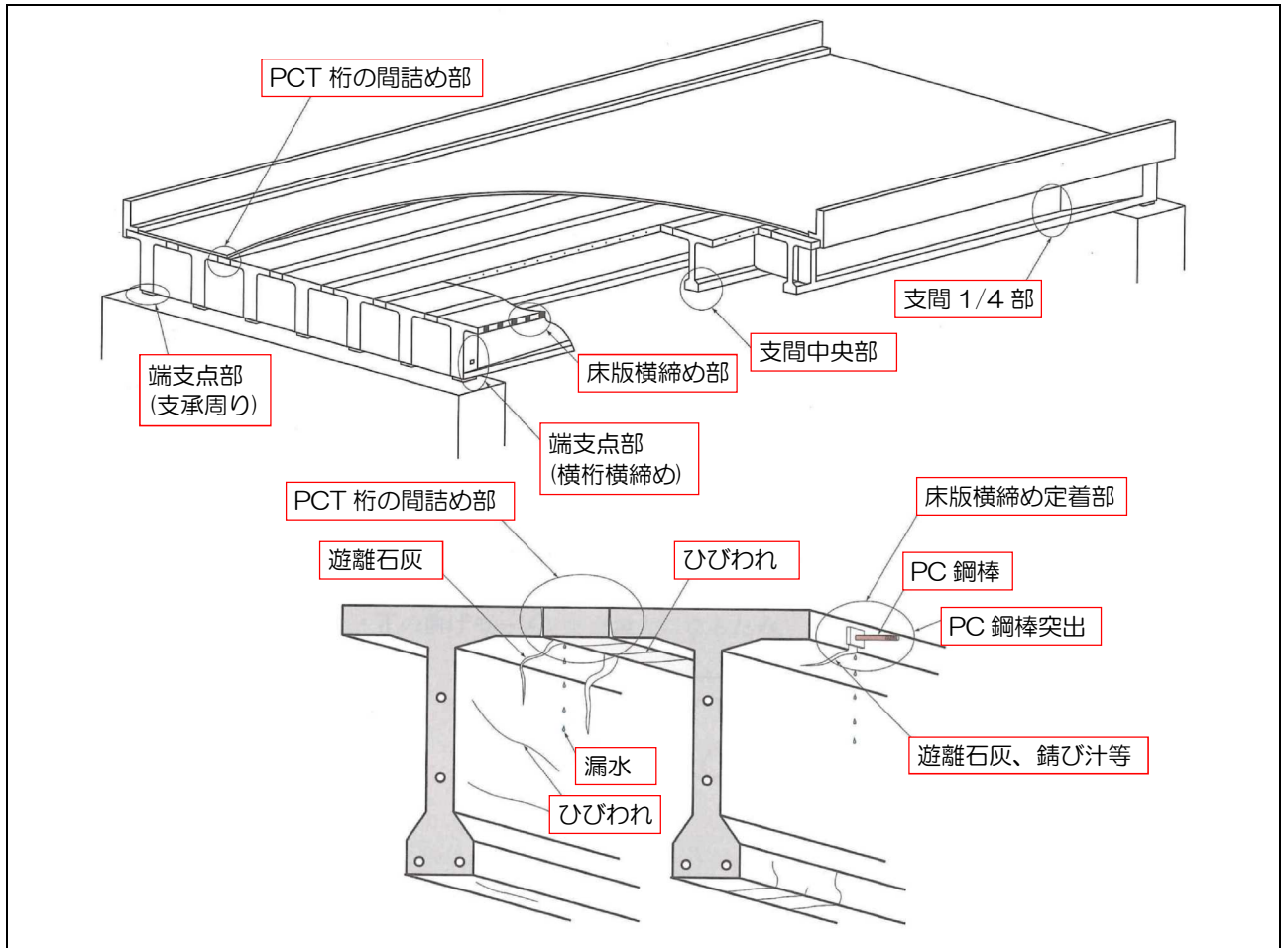
着目箇所	着目のポイント
ゲルバー ヒンジ部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 構造的に局部的な力が作用し易いため、主桁切欠き部のひびわれに着目します。</li> <li>• ヒンジの機能を失う場合に生じる支承付近の変状に着目します。</li> <li>• 伸縮装置からの漏水がある場合には、主桁切欠き部の変状に着目します。</li> </ul> 
断面急変部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 断面が急激に変化している部分の応力集中による変状に着目します。</li> </ul> 
間詰めコンクリート部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 乾燥収縮や施工不良によるひびわれに着目します。</li> <li>• ポストテンション T 桁 (PCT 桁) の場合、間詰めコンクリート部の漏水、遊離石灰、錆び汁、コンクリートの浮きに着目します。</li> </ul> 
セグメント 目地部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC 桁で、定着突起を設けて PC 鋼材を定着している箇所では、定着突起の周辺における局部的な応力（引張応力の集中）によるひびわれに着目します。</li> </ul> 
PC 鋼材の定着突起部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC 桁で、定着突起を設けて PC 鋼材を定着している箇所では、定着突起の周辺における局部的な応力（引張応力の集中）によるひびわれに着目します。</li> </ul> 
横締め定着部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC 桁では、横締め PC 鋼材の定着部付近のひびわれ、剥離、錆び汁、コンクリートの浮きの発生、及びカバーコンクリートの剥落、定着後埋め部の剥離に着目します。</li> </ul> 

表 4.9.7 着目点 (PCT 桁)<sup>36</sup>

<sup>36</sup> 図：道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）



## 2) コンクリート床版

コンクリート床版について、特に表 4.9.8 に示す環境下にある場合に、損傷が発生し易いと考えられます。

また、過去に鋼板接着等で補修・補強済みの箇所では、変状が進行していても、点検が困難なため見逃すことがあります。なお、舗装面のひびわれ、沈下が確認された場合には、その下面の床版の状態について確認し、床版の損傷が要因かどうか把握しておくことが重要です。表 4.9.9 に補修・補強済みの状態における床版の着目箇所について示します。

表 4.9.8 コンクリート床版の損傷と着目のポイント

損傷	着目ポイント
漏水・遊離石灰	<ul style="list-style-type: none"> <li>・滞水環境下の床版</li> <li>・錆び汁が認められる床版</li> </ul>
床版ひびわれ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・輪荷重の載荷位置にある床版</li> <li>・衝撃力が作用する伸縮装置近傍</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼橋主桁端部の上フランジと床版コンクリートの接合面の剥離、うき、異常音</li> </ul>

表 4.9.9 コンクリート床版の補修・補強工法と着目のポイント

補修・補強工法	着目ポイント
連続繊維接着工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・繊維シートの剥離、うき、漏水、遊離石灰、錆び汁の有無</li> </ul>
鋼板接着工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼板端部やボルトキャップの錆、うき、漏水、遊離石灰、錆び汁の有無</li> </ul>
上面増厚工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひびわれ、漏水、遊離石灰、錆び汁、剥離、うきの有無</li> </ul>
下面増厚工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伸縮装置や地覆部近傍のうき</li> <li>・舗装のひびわれ、ポットホール</li> <li>・床版下面の漏水・遊離石灰</li> </ul>

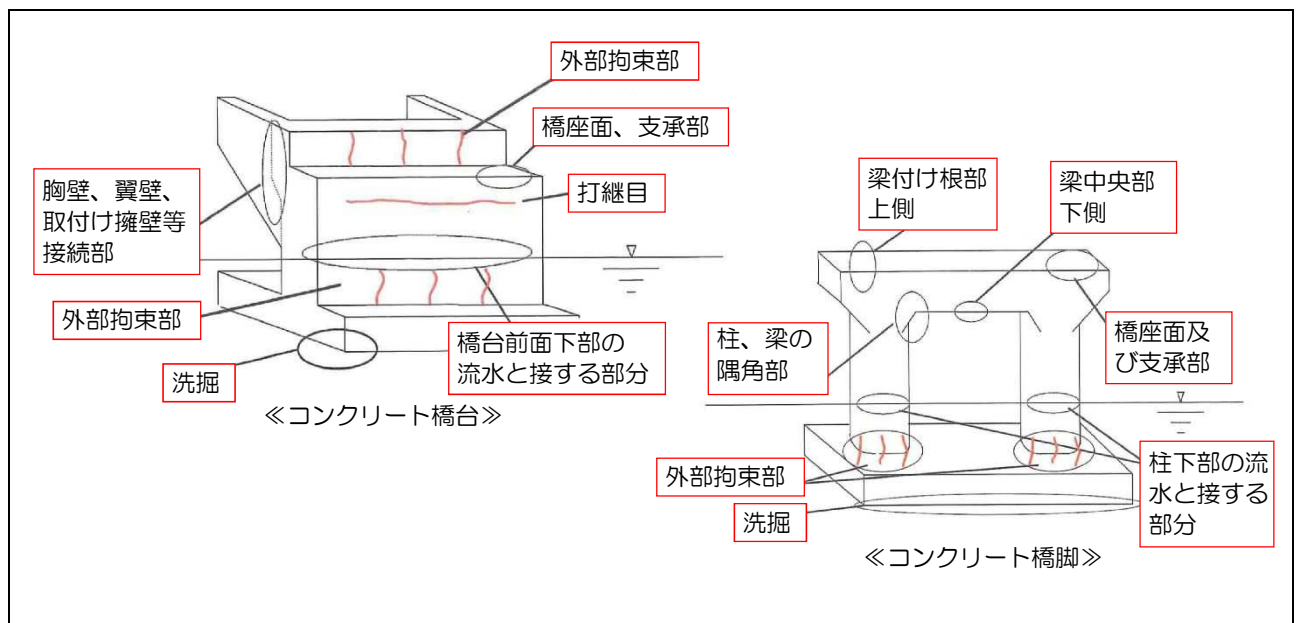
3) コンクリート下部工躯体

コンクリート下部工躯体については、流水による摩耗や干潮河川等に構築された橋脚では、潮の干満により乾燥・湿潤の繰り返しを受ける部位での劣化の進行が速いことや、寒冷地における凍結融解の影響が加わることに留意する必要があります。

表 4.9.10 コンクリート下部工躯体の着目箇所と着目のポイント<sup>37</sup>

着目箇所	着目のポイント
胸壁、翼壁、取付擁壁等の接続部	・断面急変部であり、水和熱による温度ひびわれや乾燥収縮によるひびわれ等の初期ひびわれが発生し易いです。
橋座面及び支承部	・伸縮装置等からの漏水により湿乾が繰り返されるため、鉄筋の腐食やコンクリート劣化が発生し易いです。
外部拘束部	・新旧コンクリートの水平打継ぎ目となる部分であり、旧コンクリート拘束により、水和熱による温度ひびわれや乾燥収縮によるひびわれが発生し易いです。
流水と接する部分	・流水による摩耗や水位の変化により湿乾が繰り返されるため、鉄筋の腐食やコンクリート劣化が発生し易いです。
梁付け根部上側	・片持ち梁として負の最大曲げモーメントが発生する部位であり、上縁に鉄筋が集中的に配置されているため各種変状が発生し易いです。
柱、梁の隅角部	・ラーメン部材の接点部は、応力の方向が急変し、応力伝達機構が複雑であるため、コンクリートの引張強度以上の応力が発生する場合があります。
梁中央部下側	・梁として正の最大曲げモーメントが発生する部分であり、下縁に鉄筋が集中的に配置されているため各種変状が発生し易いです。
洗掘	・流水内にある橋台・橋脚の周りを取り囲むように渦が形成され、川底が掘り起こされる場合があります。 ・河床の異常の有無、流れの変化に留意します。

表 4.9.11 着目点（コンクリート下部工躯体）<sup>38</sup>



<sup>37</sup> 道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）

<sup>38</sup> 図：道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）

(3) 支承・伸縮装置

支承・伸縮装置については、これらの付属物の変状に起因して橋梁本体の構造物が影響を受けたり、上部工や下部工の変状の影響が付属物の変状となって現れたりするため、生じている変状を見逃さずに早期に対策を行うことが重要です。

表 4.9.12 着目点（支承）<sup>39</sup>

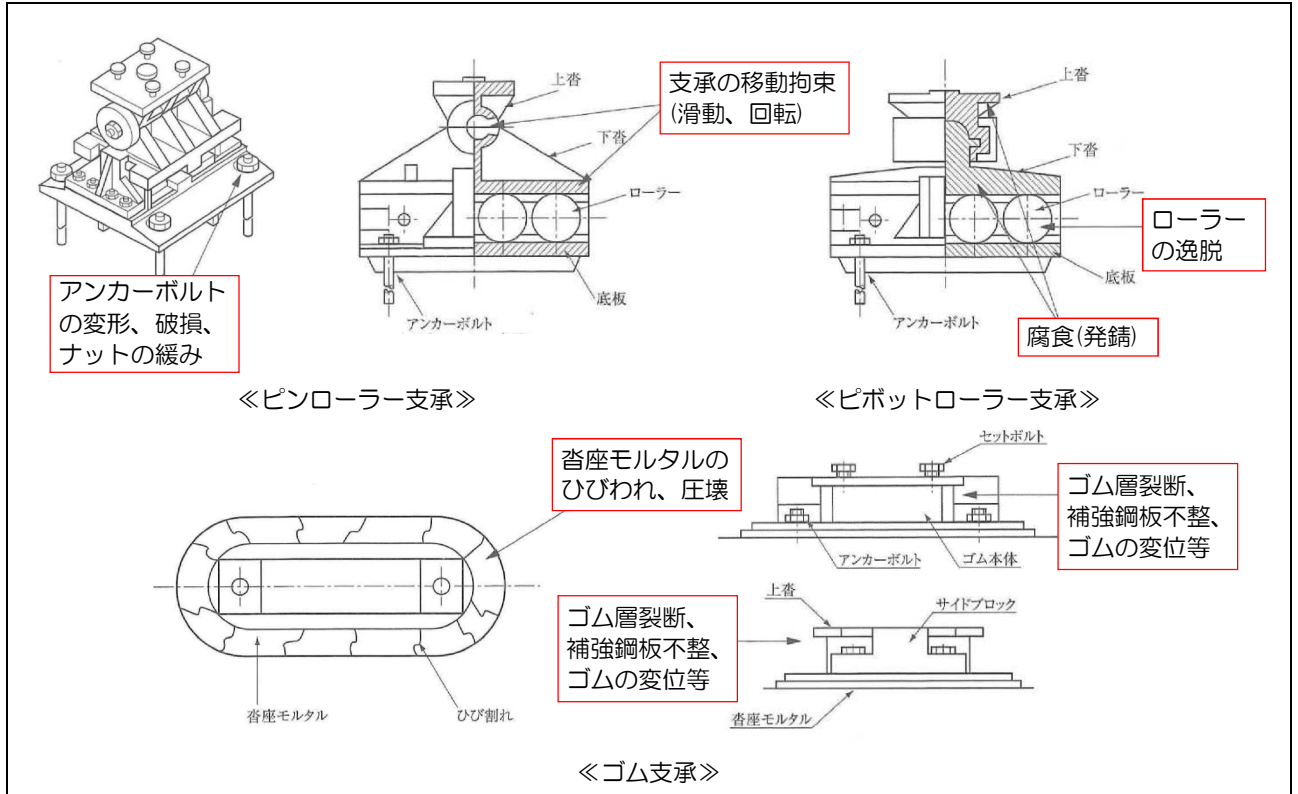
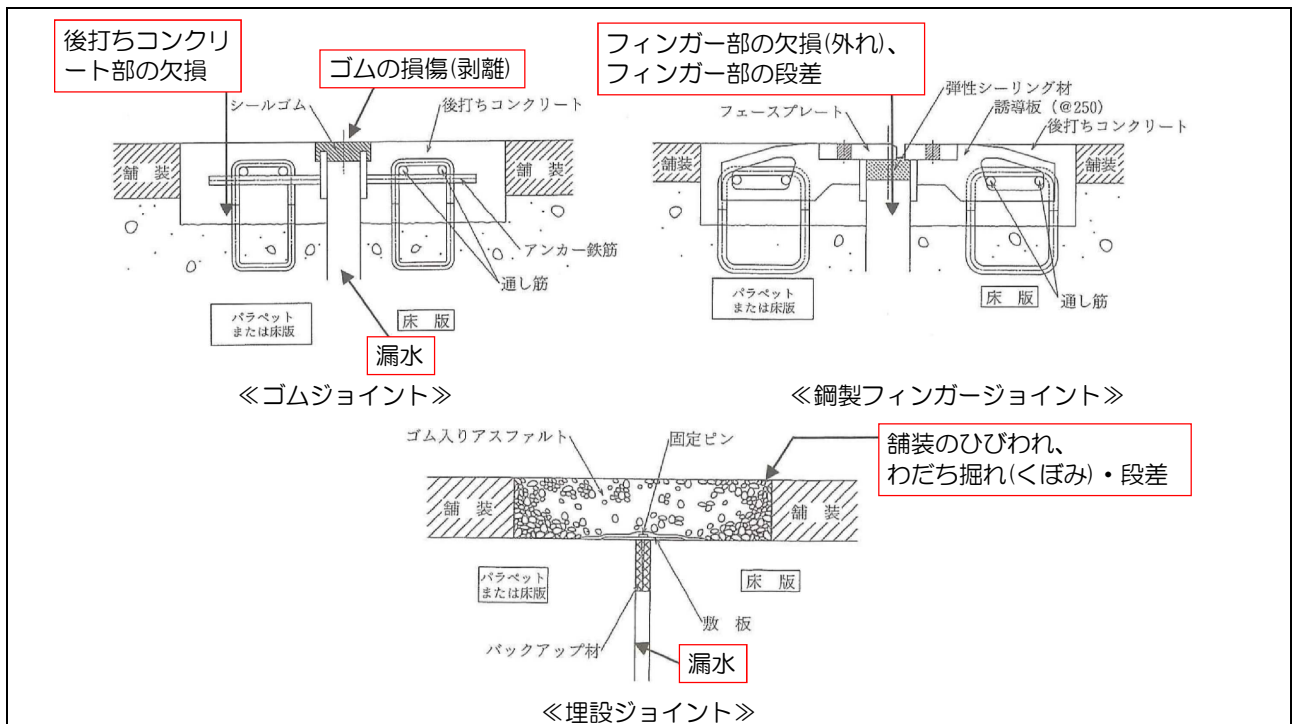


表 4.9.13 着目点（伸縮装置）<sup>40</sup>



39, 40 図：道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）

## 第5章 詳細調査

### 5.1 詳細調査計画一般

詳細調査の実施に当たっては、対象橋梁の損傷状況、現地の状況（交通量、迂回路の有無、施工の難易）、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必要があります。

#### (1) 既存資料の整理

橋梁点検結果等の既存資料から、損傷原因や劣化機構が明らかでないものに対して詳細調査を行います。既存資料の整理については「4.2.1 既存資料の整理」を参照してください。

☞ P. 28

#### (2) 現地踏査

補修・補強設計の実施に先立ち、既存資料の内容と現地状況の照合を行い、また近接方法や周辺環境の確認、施工計画の基礎資料として現地踏査を行うものとします。また、現地踏査時に判断すべき事項としては、詳細調査を必要とする損傷かどうかです。「4.2.2 現地踏査」および「4.4 詳細調査の必要性の判断」を参照してください。

☞ P. 29、P. 47

#### (3) 近接方法の計画

詳細調査時は一般的に部材に近接して作業することとなります。調査方法に応じて資機材の配置、人員配置と高所作業車、橋梁点検車、吊り足場やボートなどの近接手段の計画を行います。

#### (4) 関係機関協議

詳細調査の調査条件や近接方法の計画に合わせて、必要に応じて関係機関との協議、作業に係る許可申請の手続きを行います。協議の一般的な流れについては「5.5 関係機関協議」に例示します。

なお、協議に必要な書類については「第8章 参考資料」を参照してください。

☞ P93、95、P. 238～287

#### (5) 詳細調査結果の利用方法

詳細調査で得られた結果は、最終的に損傷原因の特定や数量積算等のために利用されるものであり、その利用方法に応じて整理します。

以下に詳細調査の利用方法と整理手法を例示します。

表 5.1.1 詳細調査結果の利用方法と整理手法

調査結果の利用方法	整理手法
損傷原因の特定	得られた数値・結果を対象となる損傷原因の場合の一般値と対比してまとめる
補修対策の必要性・時期	得られた数値・結果を損傷程度区分（または劣化グレード）、対策区分と対比してまとめる
補修工法選定	得られた数値・結果を、補修工法選定で必要となる情報として一覧表にまとめる
数量計算	現況図・損傷図として整理する



5.2 鋼部材

鋼部材の主な調査・試験項目を表 5.2.1 に示します。

また、亀裂・変形主体の損傷に対する非破壊検査方法（目視、PT、MT、ET、UT、RT）の一覧を表 5.2.2 に示します。

表 5.2.1 鋼部材の主な調査項目

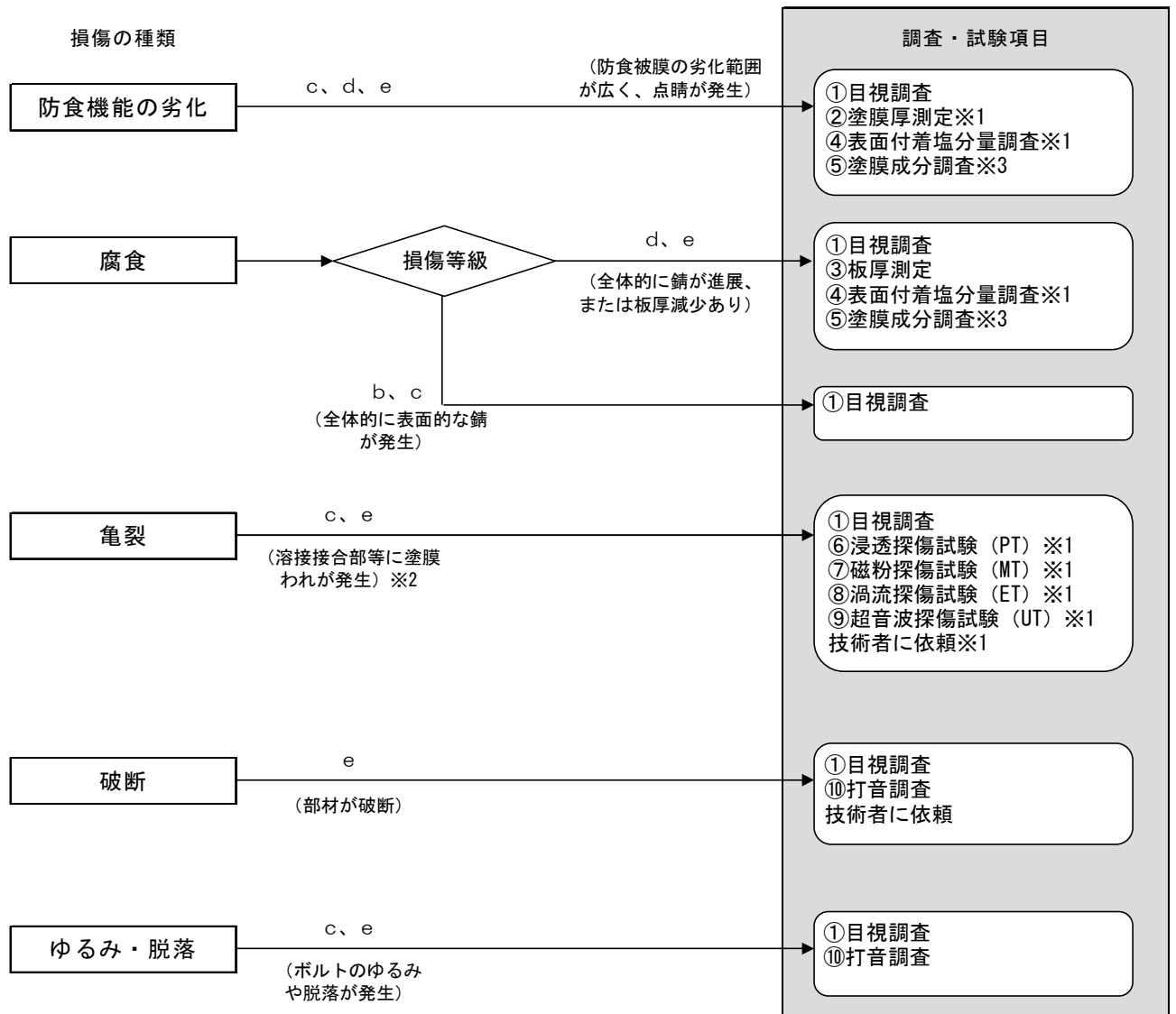
調査項目	調査方法	調査概要・目的
耐荷性能	載荷試験	構造物のたわみ
塗膜中の有害物質の有無	塗膜成分調査	塗装塗替えの実施前に塗膜の有害物質分析を行う
表面の変状	目視調査	変状の有無、変状種類の推定、塗膜劣化程度
	浸透探傷試験（PT）	部材表面にある溶接欠陥及び亀裂の状態 塗膜を除去して鋼材表面の亀裂を把握する （広範囲に概略的に把握）
	磁粉探傷試験（MT）	部材表面及び表面付近にある亀裂の状態 塗膜を除去して鋼材表面の亀裂を把握する
	渦流探傷試験（ET）	部材表面及び表層部の亀裂の状態 塗膜上から鋼材表面に開口した亀裂を把握する
	板厚測定	腐食部の板厚減少量 腐食減肉により耐力への影響が懸念される場合
	塗膜厚測定	塗装劣化範囲の測定 ウェブ面など鋼材の断面が測定できない場所
	付着塩分量測定	部材表面に付着の塩分量
内部の変状	超音波探傷試験（UT）	部材内部及び溶接内部の欠陥状態
	放射線透過試験（RT）	部材内部及び溶接内部の欠陥状態
高力ボルトの変状	目視調査	脱落、ゆるみ、腐食の有無
	打音調査	ボルトのゆるみ、亀裂の有無
	超音波探傷試験（UT）	亀裂の有無
	ボルト種別調査	使用ボルト種別等を把握する

表 5.2.2 非破壊検査方法一覧

変状の種類	検査方法					
	目視	PT	MT	ET	UT	RT
われ、亀裂	○	○	○	○	○	△
変形	○	○	○		○	△
高力ボルトの緩み	○				□	
塗装の劣化	○					
腐食	○					

○：利用可能 □：特殊な方法により利用可能 △：やむを得ない場合利用可能

鋼部材における損傷の種類別の代表的な調査・試験項目選定フローを図5.2.1に示します。



※1：状況に応じて実施

※2：塗膜われが発生しやすい箇所については、「4.4 詳細調査の必要性の判断 (P. 47)」に掲載しているため、参照してください。

※3：塗装塗替えを実施する際、事前に塗膜の有害物質調査を必ず行う必要があります。

ただし、過去の塗歴より有害物質の含有が無いことが明らかな場合は省略してもよいこととします。

塗膜成分調査後の対応についての詳細は、「第6章 補修・補強設計 (P. 103)」または、「第7章 施工管理 (P. 191)」を参照してください。

図 5.2.1 鋼部材における損傷別の調査・試験項目選定フロー

## 5.3 コンクリート部材

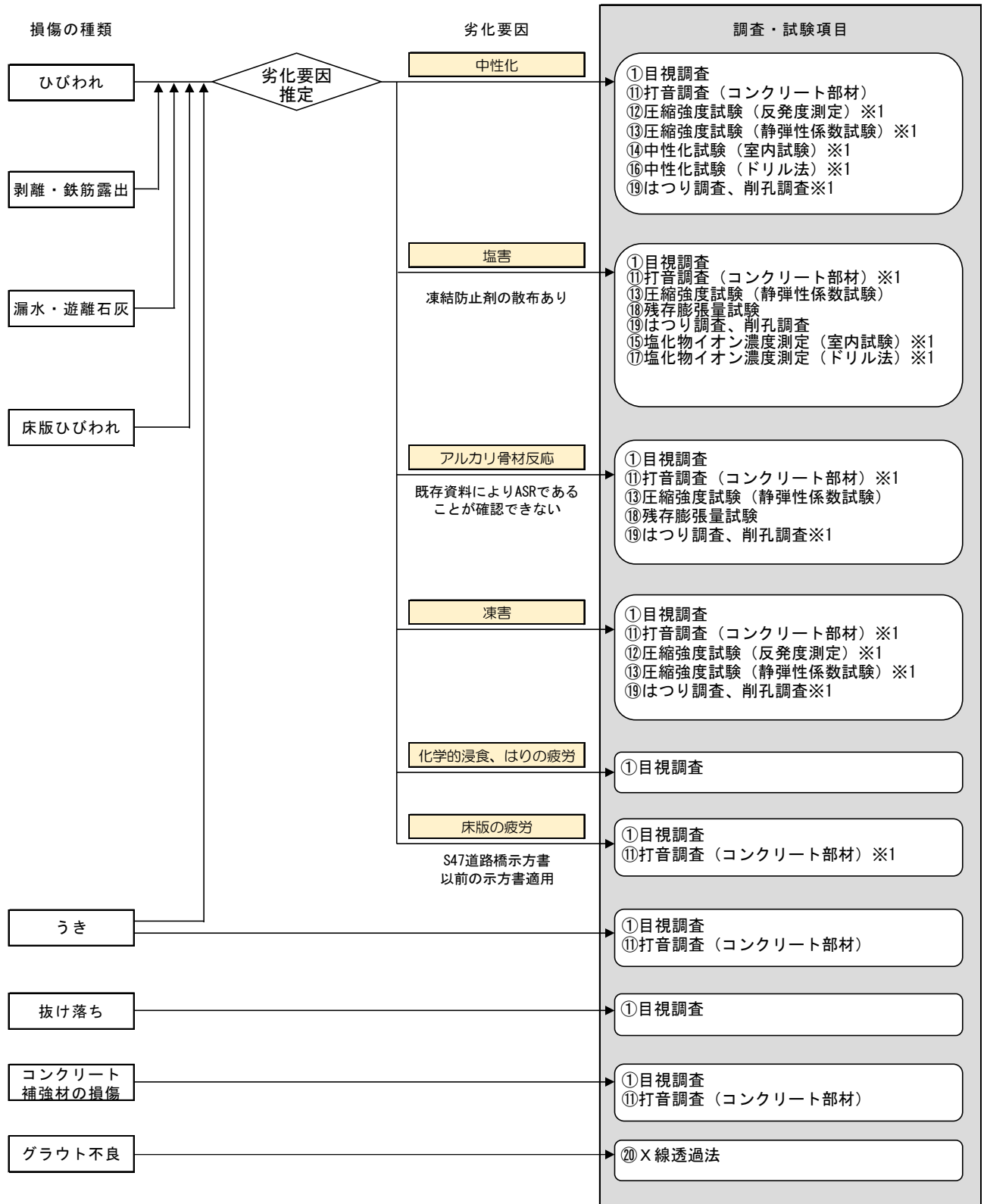
コンクリート部材の主な調査・試験項目を表 5.3.1 に示す。

表 5.3.1 コンクリート部材の主な調査項目<sup>1</sup>

調査項目	調査方法	調査概要・目的
耐荷性能	載荷試験	ひび割れの開閉やすれ、構造物のたわみ
表面の変状	目視調査	コンクリート表面の変状、ひびわれの進展
	超音波法	ひび割れ深さの推定
	凍害関連試験	表面のぜい弱度、凍害深さ
PC鋼材、鉄筋の状況	はつり調査、削孔調査	鉄筋のかぶり厚さ、鉄筋種類、鉄筋の腐食状況、ひび割れ深さ、グラウトの充填状況
	X線透過法	グラウトの充填状況、配筋状況、空洞
	電磁誘導法、電磁波レーダ法	配筋状況、鉄筋のかぶり
	自然電位法	鋼材腐食状況
既設コンクリートの状況	含水量調査	コンクリート表面の水分量
	打音調査	コンクリートの浮きや空洞の有無
	赤外線サーモグラフィ法	コンクリートの浮き、水分の影響範囲
	圧縮強度試験（反発度測定）	表面付近のコンクリートの圧縮強度
	圧縮強度試験（静弾性係数試験）	コンクリートの圧縮強度・静弾性係数
	アルカリ骨材反応関連試験	残存膨張量 コア観察：ゲル・反応リング、鉱物の特定
	塩化物イオン濃度試験	塩化物イオン濃度、見かけの拡散係数
	フェノールフタレイン法	中性化深さ、中性化速度係数
はつり調査、削孔調査	中性化深さ、骨材の種類、アルカリ骨材反応時のしん出物	

<sup>1</sup> 道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会（一部修正）

コンクリート部材における損傷の種類、劣化要因別の代表的な調査・試験項目選定フローを図 5.3.1 に示す。



※1：状況に応じて実施

※劣化要因がアルカリ骨材反応の場合、調査結果後の対応は、「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)」に準ずることとします。

図 5.3.1 コンクリート部材における損傷の種類、劣化要因別の調査・試験項目選定フロー

## 5.4 調査方法の概要

## ① 目視調査

**概要**

目視調査では、架橋環境を考慮して、下記の内容に着目して全体を目視調査します。

構造部位ごとに損傷が現れやすい箇所について、「4.9 構造別の着目点 (P. 64)」に記載しているため、参照してください。

## &lt;鋼部材&gt;

- 塗膜劣化の現象として、ふくれ、割れ、はがれなどがあり、経年とともに劣化して防錆性能を失い景観も損ないます。
- 腐食しやすい部位としては、漏水の多い桁端部、支承周辺、通気性の悪い連結部、泥・ほこり・塩分の堆積しやすい下フランジの上面、下フランジエッジ部および下面などがあります。また、環境や発生原因となる水の浸入源についても調査を行います。
- 鋼構造物に発生するき裂は、繰り返し応力あるいは局所的な応力集中により発生します。構造形状の急変部、切り欠き部、ボルト孔部、腐食箇所、変形箇所等に発生しやすいです。
- 目視調査および打音調査によりボルトのゆるみ、破断の状況を調査します。

## &lt;コンクリート部材&gt;

- コンクリート構造物における目視調査では、可能な範囲でひびわれ、剥離・剥落および漏水等を中心に形状、寸法等が分かるよう記録します。
- また、変色、うき・剥離、ひびわれ状態等からコンクリート内部の鋼材の腐食が疑われる場合には、打音、うき・剥離のたたき落としを行ってからの目視調査等をして、診断に必要な情報を得る必要があります。

**主な使用機器**

- 双眼鏡、カメラ、ルーペ、定規、標準塗膜劣化写真帳

② 塗膜厚測定

**概要**

鉄芯コイルプローブを鉄に近づけると、その距離のわずかな変化に対応し、コイルのインダクタンスが変化します。この変化を利用して、鉄素地に塗布した非磁性被膜の膜厚を測定し、経年変化から塗膜の健全性を評価します。

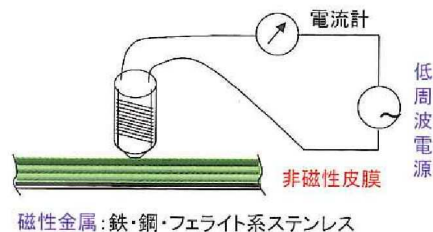
一般に、防食塗装の劣化範囲が広く顕在化している部材等に対して、目視調査のみでは塗膜の劣化程度が分からない場合に行います。

**主な使用機器**

- ・電磁式膜厚計

※非磁性金属（アルミ・ステンレス等）上の絶縁性被膜を計測するには、渦電流膜厚計を使用するとよいです。

《概念図》<sup>2</sup>



《管理目標値》<sup>3</sup>

- ① ロットの塗膜厚平均値は、目標塗膜厚合計値の90%以上であること。
  - ② 測定値の最小値は、目標塗膜厚合計値の70%以上であること。
  - ③ 測定値の分布の標準偏差は、目標塗膜厚合計値の20%を超えないこと。
- ◇ 不合格時の対処例
- ・平均値が不合格の場合は、そのロット全面を増し塗りする。
  - ・平均値が合格し、最小値が不合格の場合は、再度塗膜厚を計測する。  
その結果、塗膜の薄い箇所が部分的な場合は部分増し塗りを行う。  
薄い箇所が比較的多い場合はそのロットの全面を増し塗りする。



《調査試験状況》<sup>4</sup>

<sup>2,3</sup> 道路橋点検必携～橋梁点検に関する参考資料～ 平成27年4月 日本道路協会

<sup>4</sup> 右図：道路橋点検必携～橋梁点検に関する参考資料～ 平成27年4月 日本道路協会

### ③ 板厚測定

#### 概要

測定物の厚さを超音波が往復する時間を測定し、音速で校正して実際の厚さに対応する数値を表示します。

超音波厚さ計は、探触子で超音波を送受信する点ではパルス反射式の探傷器と同じですが、音速調整やゼロ点調整を進めやすくした厚さ測定専用器です。

厚さ計用の探触子には2種類あり、保守検査で通常用いる二振動子探触子は、送信用と受信用の2個の探触子を一つにあわせた構造です。2個の振動子探触子は、0.1mm単位で測定する保守検査に使いやすい特徴があります。

#### 主な使用機器

- ・ノギス
- ・デプスゲージ
- ・超音波探傷装置（UT）など

#### 《測定手順》

##### ①測定位置の選定

- ・測定点の清掃を行う。
- ・測定点のマーキングを行う。

##### ②測定

- ・対象箇所 contacts 接触媒質（グリス）を塗布した後に、探触子を設置させ、測定を行う。
- ・超音波厚さ計は、当該材質に合った周波数を選定し、必要に応じてテストピースで補正する。

##### ③データの記録

- ・測定終了後、データを野帳に記録する。



《調査試験状況》

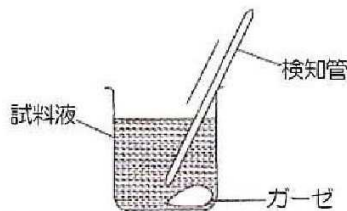
④ 表面付着塩分量調査

**概要**

塗膜表面の塩分をガーゼで拭き取り、脱イオン水に溶解させ、検知管にて塩化物イオン量を測定します。

**主な使用機器**

- ・脱イオン水または蒸留水
- ・ガーゼ
- ・ビニール手袋またはポリエチレン手袋
- ・マスキングテープ
- ・メジャー
- ・ポリビーカー
- ・塩素イオン検知管



《使用機器例》<sup>5</sup>

《測定手順》<sup>6</sup>

①測定位置の選定

- ・測定位置の清掃を行う。
- ・測定箇所を正確に測り、マスキングテープなどで仕切る（計測箇所面積0.25㎡）

②測定

- ・脱イオン水で十分洗浄したビニール手袋を装着する。
- ・脱イオン水で十分洗浄したビーカーに脱イオン水100mlを入れる。
- ・適当な大きさのガーゼを脱イオン水で湿潤させる。
- ・上記のガーゼで計測面を平行方向に拭き、拭いたガーゼを脱イオン水の入ったビーカーに入れる。この操作を3回繰り返す。
- ・ビニール手袋を50mlの脱イオン水でよく洗い、ビーカー（100ml）に加える。
- ・検知管により塩素イオン濃度（ppm）を測定する。

③データの記録

- ・測定終了後、データを野帳に記録する。

⑤ 塗膜成分調査

**概要**

塗装塗替えを実施するにあたり、剥離作業中の作業者の有害物質暴露防止及び、剥離後の塗膜くずの適切な廃棄のため、事前に塗膜の有害物質分析が必要となります。

- ① 鉛  
「JIS K0116、JIS K0121、JIS K0133」のいずれかで実施します。
- ② クロム  
「JIS K0116、JIS K0121、JIS K0133」のいずれかで実施します。
- ③ PCB（昭和49年度以前の橋梁）  
「低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法(第3版)平成29年4月」によって行います。  
(環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課)

《作業例》

①試料採取

- ・1㎡程度、下塗りまで
- ・採取後は、簡易に復旧する。

②分析機関

③結果提出

《留意点》

- ① ISO17025(試験所認定)を取得している分析機関で調査を行うこと。
- ② 鉛等有害物質が基準値以上含有していることが確認された場合は、原則湿式による作業を実施すること等、鉛中毒予防規則等関係法令を順守すること。
- ③ PCB含有量調査を実施する場合は内容の確認を行うため、事前に県土整備部道路環境課へ連絡すること。

<sup>5</sup> 道路橋点検必携～橋梁点検に関する参考資料～ 平成27年4月 日本道路協会

<sup>6</sup> 道路橋点検必携～橋梁点検に関する参考資料～ 平成27年4月 日本道路協会（一部加筆）



⑥ 浸透探傷試験 (PT)

**概要**

部材表面に浸透液を塗布すると亀裂内に浸透液が浸み込みます。表面の浸透液を拭ってから現像剤を用いると、亀裂内の浸透液が現像剤の微粉末中に吸い出され、指示模様が表れます。

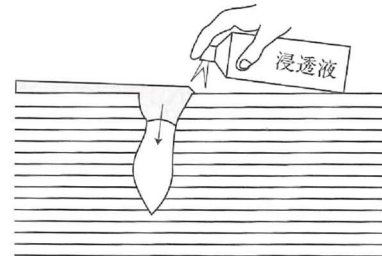
亀裂の検出精度を高めるには、浸透液の浸み込みと定着に一定の時間をかける必要があります。

**主な使用機器**

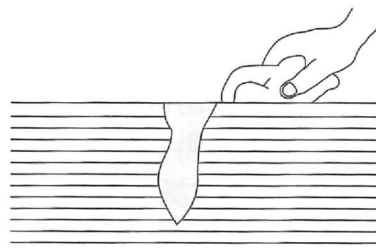
- 塗膜剥離材、電動工具
- 浸透液
- 現像剤
- 洗浄剤
- ウェス（布）
- カメラ、記録用紙、定規、タッチアップ塗料

《試験手順》<sup>7</sup>

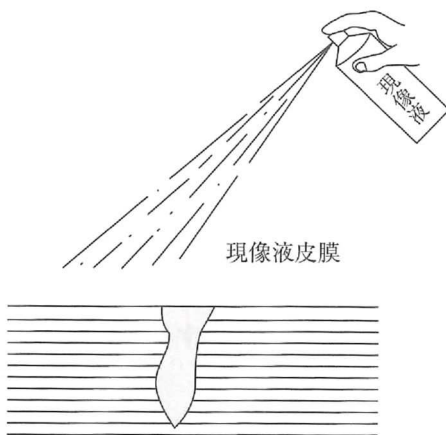
①浸透処理



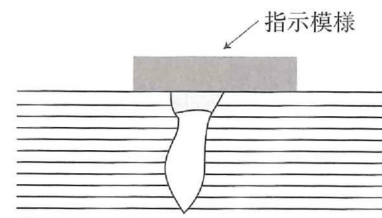
②除去処理



③現像処理



④観察



<sup>7</sup> 道路橋補修・補強事例集（2012年版）平成24年3月 日本道路協会

⑦ 磁粉探傷試験 (MT)

**概要**

鋼材を磁下すると鋼材の中を磁束が通りますが、磁束を遮るような不連続部が存在すると磁束は迂回して外側に漏れてきます。

そこに鉄粉を近づけると鉄粉が磁化され凝集吸着し、指示模様が形成されます。

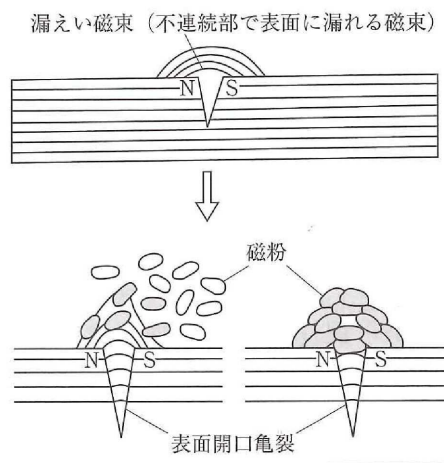
亀裂の検出には、一般にスプレー式の蛍光磁粉を用い、吹きつけた箇所に紫外線を照射して変状の有無や長さなどを調べます。

他に、紫外線灯の不要な黒色磁粉や、溶剤を用いない乾式法もあります。乾式法は検査面がよく乾いた状態で適用します。

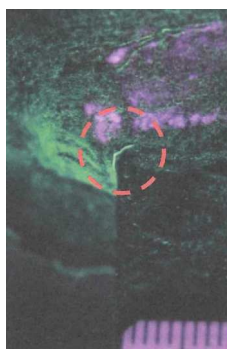
**主な使用機器**

- ・発電機
- ・塗膜剥離材、電動工具
- ・蛍光磁粉、黒色磁粉
- ・安定器
- ・紫外線照射灯
- ・磁化装置
- ・ウェス (布)
- ・カメラ、記録用紙、定規、タッチアップ塗料

《概念図》<sup>8</sup>



《調査試験状況》<sup>9</sup>



《蛍光磁粉(湿式)》<sup>10</sup>



《黒色磁粉(湿式)》<sup>11</sup>

<sup>8, 9, 10, 11</sup> 道路橋補修・補強事例集 (2012年版) 平成24年3月 日本道路協会

⑧ 渦流探傷試験 (ET)

**概要**

鋼材に交流を流したコイルを近づけると、電磁誘導による起電力のために、鋼材に円形電力が誘導されます（渦電流という）。

鋼材表面にキズがあると渦電流の流れが変わり磁束が変化してコイルのインピーダンスも変化します。

この性質を利用して、渦電流の変化を電気的信号として探知し、信号の振幅及び位相から鋼材の変状を把握します。

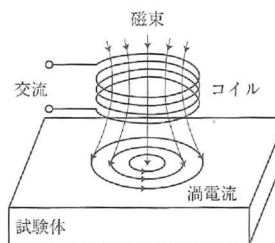
**主な使用機器**

- 渦流探傷装置
- バッテリー
- 記録用紙

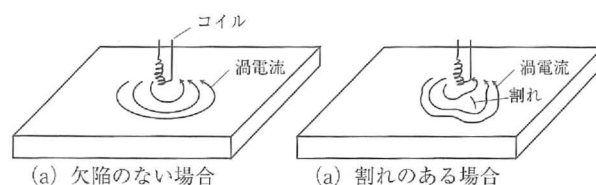


《渦流探傷装置》<sup>12</sup>

《概念図》<sup>13</sup>



(渦電流誘導現象の概念図)



(a) 欠陥のない場合

(a) 割れのある場合



《調査試験状況》<sup>14</sup>

<sup>12, 13, 14</sup> 道路橋補修・補強事例集 (2012年版) 平成24年3月 日本道路協会

⑨ 超音波探傷試験 (UT)

**概要**

超音波パルスを鋼材表面に当てた探触子より伝搬させ、内部から戻ってくる反射波（エコー）を観察します。現れるエコーの位置と高さにより欠陥の位置、深さ、大きさを知ることができます。

超音波の入射方法により、垂直探傷法と斜角探傷法に分けられます。

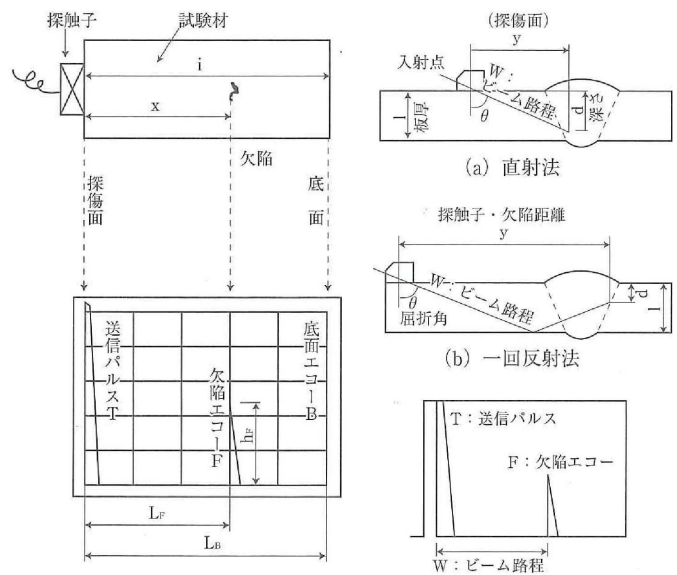
**主な使用機器**

- 超音波探傷器
- バッテリー
- 探触子
- 接触媒質
- 定規、記録用紙、タッチアップ塗料



《超音波探傷器》<sup>15</sup>

《概念図》<sup>16</sup>



(垂直探傷法の概要)

(斜角探傷法の概要)



《調査試験状況》<sup>17</sup>

<sup>15, 16, 17</sup> 道路橋補修・補強事例集 (2012年版) 平成24年3月 日本道路協会

⑩ 打音調査（高力ボルトのゆるみ・破断調査）

**概要**

高力ボルト、リベット等の損傷は腐食と遅れ破壊（F11T）とがあります。

腐食環境が大きな要因となるため、架橋状況全体の把握が重要です。

目視調査および打音調査によりボルトのゆるみ、破断の状況を調査します。

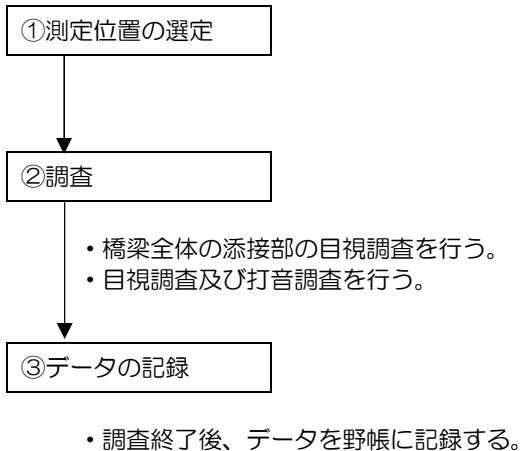
打音調査は、ハンマーによりナット側を3～4回たたき、ハンマーの打撃角度と90°～180°の位置に当てた指に伝わる振動、異常音によって損傷の有無を確認します。ゆるみが発生している場合には、軽い打撃音が生じます。

打音により、ボルトやナットが容易に回転するかどうかだけでなく、座金や連結板周辺のすべり痕の有無についても確認する必要があります。

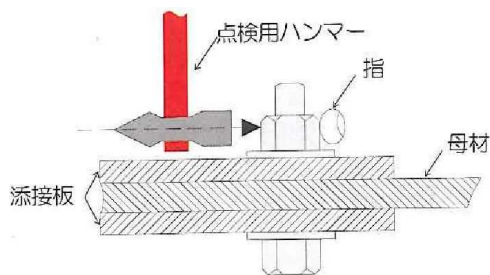
**主な使用機器**

- ・点検ハンマー

《測定手順》



《概念図》<sup>18</sup>



《調査試験状況》

<sup>18</sup> 道路橋点検必携～橋梁点検に関する参考資料～ 平成27年4月 日本道路協会

## ⑪ 打音調査（コンクリート部材）

**概要**

変色、うき・剥離、ひびわれ状態等からコンクリート内部の鋼材の腐食が疑われる場合には、打音、うき・剥離のたたき落としを行ってからの目視調査等をして、診断に必要な情報を得る必要があります。

打音調査では、点検ハンマーを用いてコンクリート表面を打撃し、その打音（静音、濁音）から浮きや表面近傍の内部欠陥の有無を判定します。

なお、第3者に影響があると思われる浮き、剥離に関しては、梯子などを使用し、可能な範囲でたたき落としを実施します。

**主な使用機器**

- ・点検ハンマー

## 《測定手順》

①測定位置の選定

②調査

- ・橋梁全体の目視調査を行う。
- ・目視調査及び打音調査を行う。

③データの記録

- ・調査終了後、データを野帳に記録する。



《調査試験状況》

⑫ 圧縮強度試験（反発度測定）

**概要**

シュミットハンマー内部のバネの力で一定の衝撃が加わるように打撃し、反発度によりコンクリート強度を測定します。

全測定値の平均値をその箇所の測定反発度とします。この測定反発度に対して打撃角度による補正を行い、推定式より圧縮強度の推定値を求めます。

測定方法はJIS A 1155を基本とします。

**主な使用機器**

- ・シュミットハンマー



《シュミットハンマー》<sup>19</sup>

《測定手順》

①測定箇所の特定

- ・平らな面を選び、ひびわれや豆板等の損傷箇所を避ける。
- ・仕上材、上塗りのある場合、それらを全て除去する。
- ・測定対象物の厚さは、100mm以上とする。
- ・柱・梁などの場合、隅角部から60mm以内に測定点を設けない。

②表面の処理

- ・砥石を用いて躯体表面が平滑になるよう研磨する。
- ・測定面の付着物を除去する。

③測定

- ・環境温度が0~40℃の範囲で実施する。
- ・測定は、水平打撃を基本とし、測定面に対して垂直に打撃する。
- ・1箇所の測定では、お互いに25~50mmの間隔をもった9点について測定する。



《調査試験状況》<sup>20</sup>

<sup>19, 20</sup> 道路橋点検必携～橋梁点検に関する参考資料～ 平成27年4月 日本道路協会

## ⑬ 圧縮強度試験（静弾性係数試験）

**概要**

採取したコアにおいて、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」、JIS A 1149「コンクリートの静弾性係数試験方法」に準じて圧縮強度、静弾性係数試験を行います。

**主な使用機器**

- コアカッター
- 圧縮強度試験機
- コンプレッソメーター

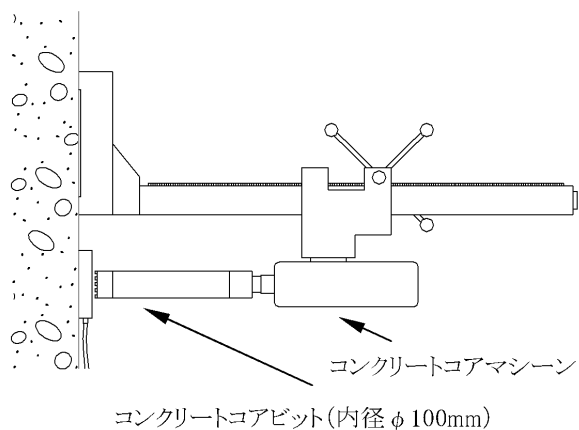
**《コア採取》**

コア採取は、事前に鉄筋探査機で鉄筋位置を確認した後に、JIS A 1107「コンクリートからのコア採取方法及び圧縮試験方法」に準じて、 $\phi 100\text{mm} \times$  深さ200mm程度のコアを採取します。

採取後のコア孔は、ポリマーセメントモルタル等を用いて復旧を行います。

通常着目部材に対して、3箇所程度コア採取を行い、採取したコアから得られた値を平均して、部材の代表値とする場合が多いです。

1つのコアで、圧縮強度試験、中性化深さ試験、塩化物イオン濃度試験の3試験を行うことができます。

**《概念図》**



## ⑭ 中性化試験、⑮ 塩化物イオン濃度試験（室内試験）

**概要**

## (1) 中性化試験

採取したコアにおいて、JIS A 1152「コンクリートの中性化深さの測定方法」に準じて採取したコアの割裂面において中性化深さ試験を実施します。

中性化深さ試験は、試験体にフェノールフタレイン1%アルコール溶液を噴霧し、赤色に変化しない部分の深さを測定します。

## (2) 塩化物イオン濃度試験

採取したコアを深さ方向にスライスし（例えば2cmの間隔）、JIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」により、各試料の塩化物イオン濃度を測定することで、コンクリート部材における深さ方向の塩化物イオン濃度分布を把握することができます。

**主な使用機器**

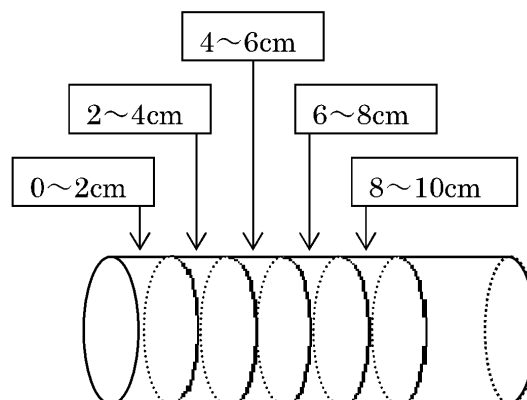
## (1) 中性化試験

- ・コアカッター、電動ドリル
- ・フェノールフタレインの1%エタノール溶液

## (2) 塩化物イオン濃度試験

- ・コアカッター、電動ドリル
- ・指示薬など

## 《概念図》



(塩化物イオン濃度試料採取位置図)

## ⑩ 中性化試験（ドリル法）

**概要**

中性化試験は、「ドリル削孔粉を用いたコンクリート構造物の中性化試験方法（（社）日本非破壊検査協会NDIS）」に準じて実施します。

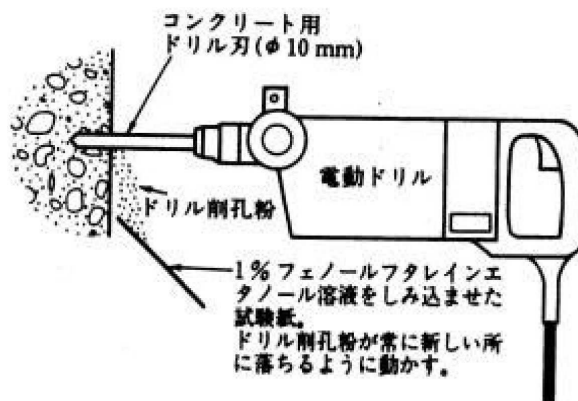
測定方法を以下に示します。

- (1) 鉄筋探査機により鉄筋位置を測定する。
- (2) ろ紙に噴霧器等を用いて試験液を噴霧・吸収させておき、削孔開始前に試験紙を削孔粉が落下する位置に保持し、コンクリート構造物の側面を垂直に電動ドリルでゆっくり削孔する。
- (3) 落下した削孔粉が試験紙の一部分に集積しないように試験紙をゆっくり回転させる。
- (4) 落下した削孔粉が試験紙に触れて赤紫色に変色したとき直ちに削孔を停止する。
- (5) ノギスのデプスバーと本尺の端部を用いて孔の深さをmm単位で小数点以下1桁まで測定し、中性化深さとする。
- (6) 削孔した孔は、試験終了後にセメントペースト、モルタル等を充填して修復する。

**主な使用機器**

- ・電動ドリル
- ・フェノールフタレインの1%エタノール溶液
- ・ろ紙
- ・ノギス
- ・鉄筋探査装置

## ＜概念図＞



⑰ 塩化物イオン濃度試験（ドリル法）

**概要**

電動ドリルを用いた採取法による簡易測定試験です。

集塵タイプの電動ドリルをコンクリート壁面に直角に保持し、コンクリート表面から鉄筋位置程度まで 20mm 刻みで試料採取を行い、測定深さごとに袋詰めし保管します。

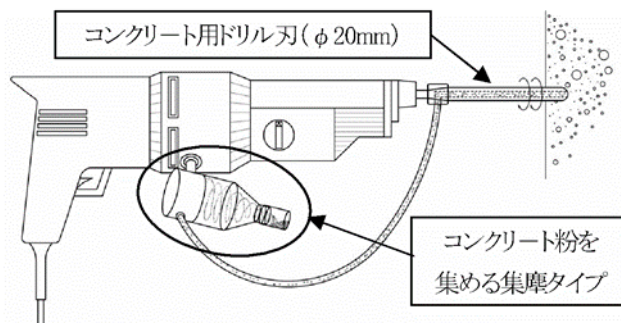
削孔した孔は、試験終了後にセメントペースト、モルタル等を充填して修復します。

現地にて試料を採取後、室内試験にて塩分含有量を分析します。

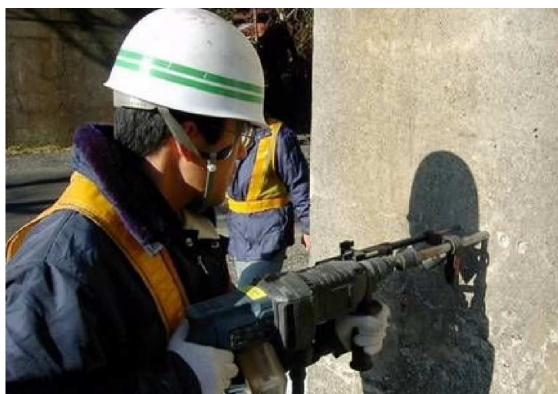
**主な使用機器**

- ・電動ドリル
- ・鉄筋探査装置

《概念図》



（集塵タイプ電動ドリル）



《調査試験状況》

⑱ 残存膨張量試験

**概要**

採取したコアを用いて、膨張量試験を行い、アルカリ骨材反応の今後の進展を推測します。

試験方法はJIS A 1145 を基本とする。

《試験方法》

◇JIS A 1145 化学法

粒度 0.15~0.3mm に調整した骨材試料 25g と 1N の NaOH 溶液 25ml を 80℃の温度条件で 24 時間保持したときに得られたアルカリ濃度減少量 (Rc) と溶解シリカ量 (Sc) を判定図にプロットし、「無害」または「有害」を判定する。

⑱ はつり調査、削孔調査

**概要**

はつり調査、削孔調査は、調査箇所のコンクリートを 20cm 角程度の大きさを鉄筋位置まではつり取り、鉄筋の腐食状況等を確認するものです。その他に、以下の情報を得るために調査が行われることが多いです。

- 配筋状況及び鉄筋の種類、鉄筋径
- コンクリートの中酸化深さ
- 骨材の種類
- アルカリ骨材反応時のしん出物

調査後は、セメントペースト、モルタル等を用いて適切に復旧を行います。

**主な使用機器**

- コアカッター
- はつり機械など



《調査試験状況》

⑳ X線透過法

**概要**

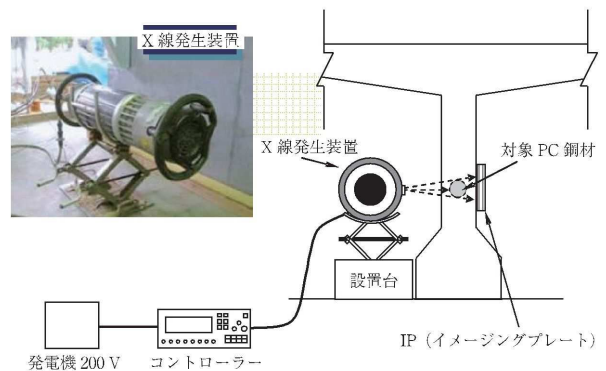
X線が物質を透過する場合、その物質の種類や厚さ等によって透過後のX線の強弱を像に表すことによりコンクリートの内部の状況を確認します。

例えばグラウトが充填されている場合、シース内部は周りのコンクリートと同様白く写りますが、充填不足箇所はX線が吸収されず透過量が多くなるため濃く（黒く）写ります。

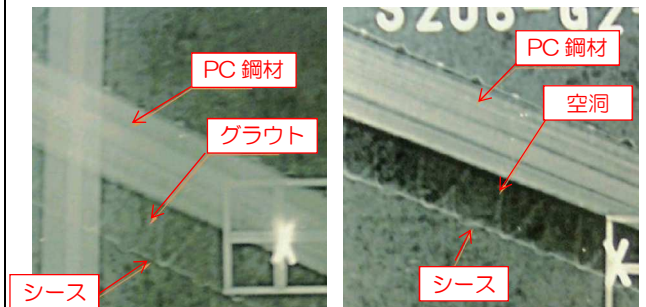
鉄筋や配管等の埋設物及び空洞やひびわれ等内部の様子をほぼ実態に近い状態で確認できます。

**主な使用機器**

- 放射線発生装置
- X線フィルムまたはイメージングプレート
- 増感紙



《X線透過法撮影概要》



(シース内グラウトが充填済(左)、未充填(右)の場合)

5.5 関係機関協議

調査から工事完了までの期間では関係機関との協議を要する場合があります。ここでは、調査から設計までの業務に限定し、協議に必要な事項について、標準的な内容を整理します。

【解説】

橋梁は、管理者が異なる交差物上に架橋されていることが多く、補修工事を実施するにはこれらの関係機関との協議が必要となります。関係機関協議の実施時期は、設計完了後に協議を行うと協議結果によって仮設計画等の前提条件が変更となり大きな手直しが必要となる場合も考えられるため、業務の節目で行うことが重要です。

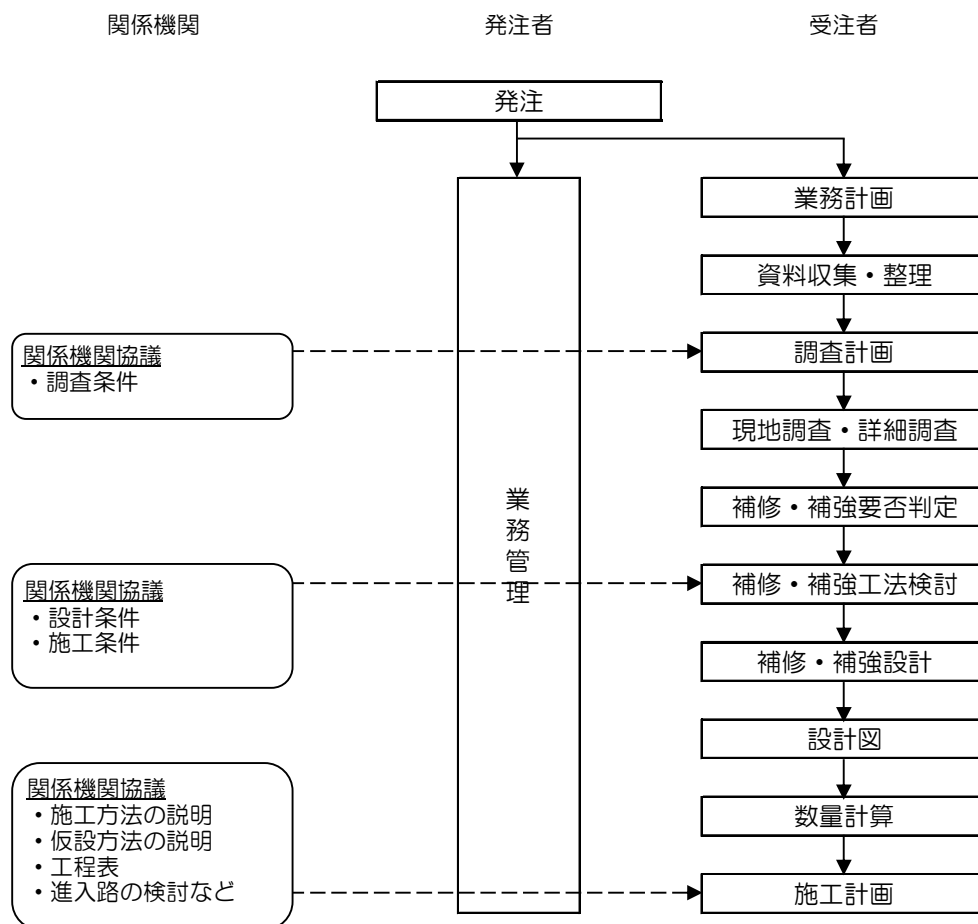


図 5.5.1 補修・補強設計業務における関係機関協議の流れ

## 5.5.1 河川協議

河川区域（水面部分の他上空、水中、地下護岸を含む）で工事・調査や仮囲い（足場）等を行う際は、河川管理者に申請手続きを行う必要があるため、事前に協議資料を作成し協議を行います。

## 【解説】

河川を跨ぐ橋梁の補修設計では、補修方針及び構造、施工・仮設計画、工程、進入路を検討し、河川管理者と事前に協議しておくことが重要であり、設計後に協議を行うと、協議結果によっては工事時期に協議が進まず、大きく影響が出てしまうおそれがあります。

## (1) 協議に必要な書類

県管理河川の占用等を行う場合、県土整備事務所に提出する申請様式を「第8章 参考資料」に添付します。

表 5.5.1 河川法に基づく許可申請

行為の内容	条例
河川管理者以外の者が施工する河川工事	第20条
河川の流水の占用	第23条
河川区域内の土地の占用	第24条
河川区域内の土地における土砂等の採取	第25条
河川区域内における工作物の設置・改築・除却	第26条
河川区域内の土地における土地の形状を変更、 または竹木の栽植・伐採	第27条
一級河川における竹木の流送	第28条
河川区域内の土地において河川の流水を汚濁する恐れがある物件を洗浄すること、 または土石、竹木等を堆積・設置すること	第29条
河川保全区域内における土地の形状を変更、 または工作物の設置・改築	第55条

表 5.5.2 河川協議資料例

資料	摘要
河川占用申請書類	工事（調査）の概要、工程表、現況写真、設計図、 施工（調査）方法説明、近接方法説明、 その他申請様式、など
設計協議	補修方針、現況写真（損傷図）、設計内容説明 施工・仮設方法説明、工程表、進入路の検討など

## 5.5.2 鉄道協議

跨線橋の点検及び修繕工事（耐震補強工事を含む）を行う場合は、事前に道路管理者と鉄道事業者との間で安全確保に係る協議を行い、計画的な実施に取り組む必要があります。

## (1) 点検計画、修繕計画の協議について

埼玉県では、年度間の点検及び修繕工事の実施を一括して平準化するため、道路メンテナンス会議を設置し、委託協定等の締結が必要な鉄道交差点について鉄道事業者と協議を行い、今後5年間の点検及び修繕工事計画を行っています。

また、上記の計画を基に、補修設計時及び工事実施前には道路管理者と鉄道事業者で個別協議を行い、道路管理者が設計（工事）の内容（施工範囲、工法、工期等）を検討した上で協定を締結します。

次頁の表 5.5.4 に鉄道協議の標準的な流れを示します。なお、表は跨線部の作業について鉄道管理者に委託した場合であることや、鉄道事業者毎で跨線橋の取扱い方法に差異があることに留意する必要があります。

## [跨線橋の取扱い]

- 点検：【JR】 → ・JRが受託しますが、診断は受託の範囲に含まれません。そのため、取付け部の点検等で委託しているコンサルタントに診断を依頼してください。
- 【民鉄】 → ・基本的に道路管理者が実施します。ただし、跨線部の立入りは鉄道事業者との立会いが必要となるため鉄道事業者と協議が必要になります。
- ・東武鉄道の軌道では軌陸車の使用が認められないため、東武関連会社に足場工を別途発注して対応する場合があります。
- 設計：【共通】 → ・原則、鉄道事業者は設計を受託しません。
- ・復元設計が必要で設計ができない等の場合においては、鉄道事業者が受託を受け入れるか相談出来ます。
- ・点検の実施協議の際、修繕を見越し設計が受託可能か、工事の事前協議に向けてどのレベルの設計書・図面が必要か調整しておくことが望ましいです。（近接を行う場合、点検時と同様の時間と予算を要する事が見込まれるため）
- 工事：【共通】 → ・架線内に影響がある場合、基本的に鉄道事業者が受託施工します。
- ・跨線部の工事予定がある場合、前年度（前々年度）より個別協議を開始します。

## (2) 協議に必要な書類

補修設計の実施に当たり、鉄道事業者との個別協議に必要な書類を表 5.5.3 に示します。なお、協議資料は「第8章 参考資料」に例示します。

表 5.5.3 鉄道協議資料例

資料	摘要
協定書	事業の内容、事業工程表、事業費負担額調書、 全体一般図及び平面図、その他必要図面、 その他必要書類： 「公共事業における鉄道委託工事を行う場合の透明性確保の徹底に関する申し合わせ（H20.12）」による運営に努めること

表 5.5.4 鉄道協議の標準的な流れ

協議項目		メンテナ ンス会議	鉄道 事業者	道路 管理者
計画	① 点検・修繕計画の立案	○	—	●
	② 一括協議の事前協議	●	○	—
	③ 優先順次の調整	●	—	○
	④ 協議	●	○	—
	⑤ 点検・修繕計画の変更の立案	○	●	●
	⑥ 変更協議	●	○	—
点検	① 事前協議（点検委託の可否、点検条件の確認等）	—	○	●
	② 概算金額算出の依頼 ※	●	○	●
	③ 概算金額算出の提示 ※	—	●	○
	④ 予算措置 ※	—	—	●
	⑤ 実施協議	—	○	●
	⑥ 協定の締結 ※	—	●	○
	⑦ 変更協定の締結 ※	—	●	○
	⑧ 点検結果（判定含む）の報告	—	○	●
	⑨ 完了報告 ※	—	●	○
	⑩ 積算書 ※	—	●	○
	⑪ 引継書（報告書、透明性確保資料） ※	—	●	○
設計 ・ 工事	① 事前協議（設計（工事）委託の可否、設計（工事）条件の確認等）	—	○	●
	② 概算金額算出の依頼 ※	—	○	●
	③ 概算金額算出の提示 ※	—	●	○
	④ 予算措置 ※	—	—	●
	⑤ 設計（実施）協議	—	○	●
	⑥ 協定の締結 ※	—	●	○
	⑦ 設計成果の途中報告【設計の場合】	—	○	●
	⑧ 変更協定の締結 ※	—	●	○
	⑨ 設計成果（工事完了）の報告	—	○	●
	⑩ 完了報告 ※	—	●	○
	⑪ 積算書 ※	—	●	○
	⑫ 引継書（報告書、透明性確保資料） ※	—	●	○

※：鉄道事業者へ委託する場合 ●：発議 ○：了承