

### 3. 損傷の主な着目箇所

#### 3-1 鋼橋

(1)一般的に生じやすい損傷など

鋼橋において特に損傷が発生しやすく、点検をする上で重点的に着目する必要がある箇所を、損傷種類ごとに下表に示す。

| 損傷種類           | 着目箇所                                                                                                                                                                         |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 異常な音・振動，異常なたわみ | 桁支間中央，桁端部（伸縮装置，支承部）                                                                                                                                                          |
| 塗膜劣化・皮膜劣化      | 桁全体，箱桁や鋼製橋脚内部                                                                                                                                                                |
| 腐食             | 桁端部（支承廻り，桁端対傾構，横桁），継手部，排水装置近傍，箱桁や鋼製橋脚内部，アーチやトラスの格点部（床版内に埋め込まれている内部），鋼アーチ橋のケーブル取付部，トラス斜材等のコンクリート埋込部， $\pi$ 型ラーメン橋取合い部（脚添接部，脚と梁の隅角部，梁隅角部），吊橋のケーブル定着部                           |
| ゆるみ・脱落         | リベットや高力ボルトによる継手部                                                                                                                                                             |
| 亀裂             | ソールプレート前面溶接部，桁端切欠きR部，対傾構取付き垂直補剛材溶接部，主桁ウェブ面外ガセット溶接部，主桁下フランジ突合せ溶接部，横桁取付部，鋼床版縦リブ溶接部，鋼床版縦リブ横リブ交差部，主桁垂直補剛材－鋼床版溶接部，縦桁端部切欠き部，アーチ垂直材根元部，鋼製橋脚沓座溶接部，鋼製橋脚隅角部アーチやトラスの格点部（床版内に埋め込まれている内部） |
| 変形・欠損（衝突痕）     | 車道直上部，アーチやトラスの格点部                                                                                                                                                            |
| 漏水・滞水          | 桁端部，マンホール継手部，排水装置近傍，アーチやトラスの格点部                                                                                                                                              |

## (2) 想定される損傷の状況（例）

### ① 腐食

#### イ) 桁端部

桁端部は湿気がこもりやすい箇所であり、伸縮装置からの漏水も生じやすいことから、局部的に腐食が進行する場合があります、短期間でかなりの板厚減少に至った事例もある。

#### ロ) 継手部

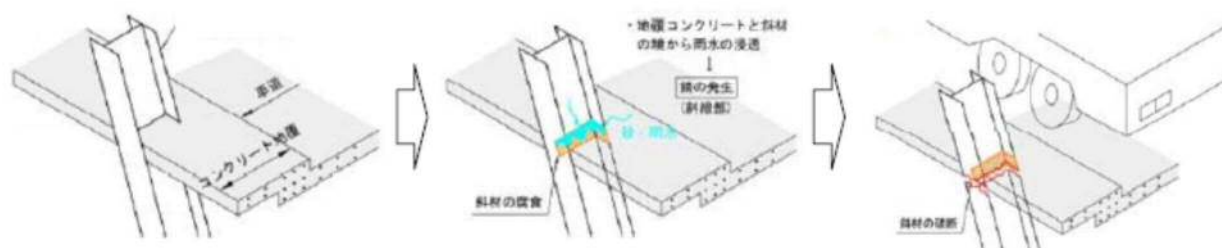
主桁ウェブ及びフランジがシャーププレート及びモーメントプレートでボルト接合された箇所であり、塗膜厚が薄くなる傾向や水はけが悪い状態となりやすいことから、局部的に腐食が進行する場合があります。

同様な環境の箇所として、アーチやトラスの格点部、鋼アーチ橋のケーブル取付部、 $\pi$ 型ラーメン橋取合い部（脚添接部、脚と梁の隅角部、梁隅角部）があげられる。

#### ハ) R C床版等のコンクリート部材に埋め込まれた鋼製のトラス斜材等

主鋼の外側に歩道を有する構造において、コンクリート床版と斜材や垂直材の間に隙間がない場合には、土砂や水が溜まって腐食しやすいことに加え、変形を拘束するため、応力集中を起こして破断に至ることもある。

コンクリートに覆われていない外観目視できる部位の腐食や塗装の劣化の程度に比べて、コンクリート内部の方が腐食の進行が速く、著しい断面欠損や亀裂を生じている場合があるため、注意が必要である。



斜材損傷までのイメージ

#### ニ) 凍結防止剤による耐候性鋼材の異常腐食

凍結防止剤を含む路面排水や床版排水が風などによって飛散し、桁に直接付着して異常腐食を生じる場合がある。排水管や床版の水抜きパイプの長さ不足によって発生した例がある。また、並列橋において、凍結防止剤のタイヤによる巻き上げにより異常腐食が生じた例がある。

#### ホ) 鋼製パイルベント橋脚等の水中部（汽水域を含む）

没水部や飛沫部において、条件によっては鋼部材に著しい腐食が生じる場合がある。防食が施されている鋼部材でも、防食の欠陥や船舶の接触等による損傷等に起因して局部的に著しく腐食が進行し、孔食や断面欠損につながる場合がある。なお、海中部のみではなく、汽水域においても同様に注意が必要である。

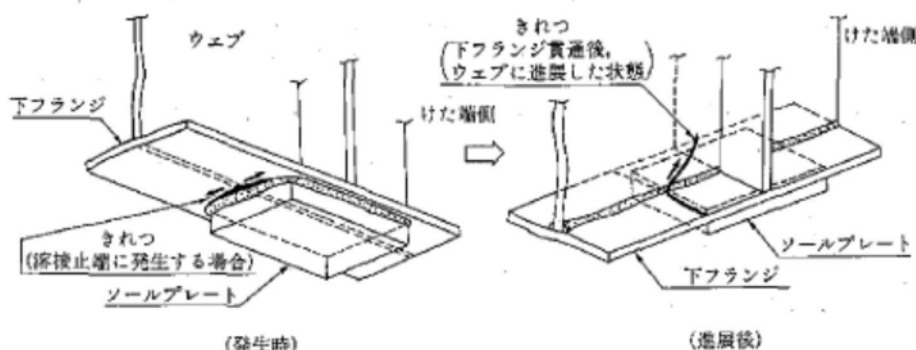
#### ヘ) ケーブル及び吊材等

吊材やケーブル定着部などで、防食のためにカバー等で覆われている場合に、内部に水が浸入して外観目視では見えない内部にて腐食が進行することがあり、注意が必要である。特に、さや管等で覆われていて異種金属接触腐食が生じている場合進行が早い。

## ② 亀裂

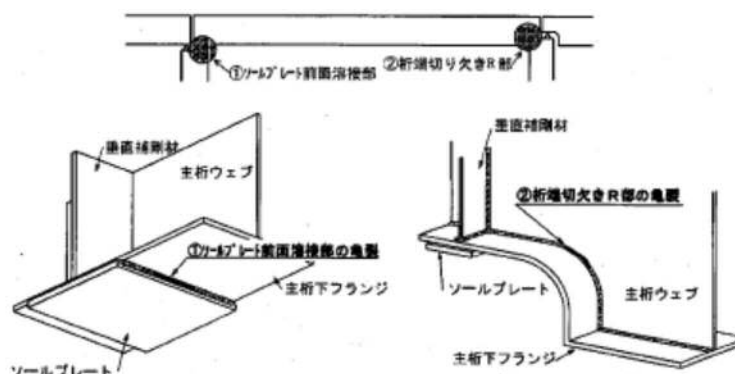
### イ) ソールプレート前面溶接部

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



### ロ) 桁端切欠きR部

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

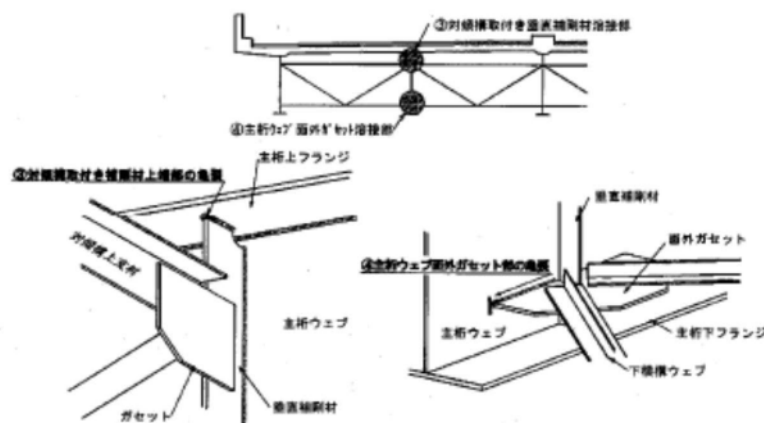


### ハ) 対傾構取り付け垂直補剛材溶接部

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

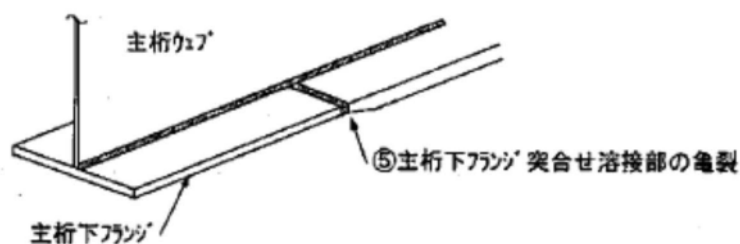
### ニ) 主桁ウェブ面外ガセット溶接部

主桁ウェブに取り付けられた下横構の面外ガセットの端部に発生する亀裂は、主桁ウェブに進展し破断に至るおそれがあるため、注意が必要である。特に、疲労強度等級が低い貫通継手（H'）についての注意が重要である。



ホ) 主桁下フランジ突合せ溶接部

亀裂の発生例としては希である。しかし、亀裂が発生した場合、落橋のおそれもある部位であり、注意が必要である。



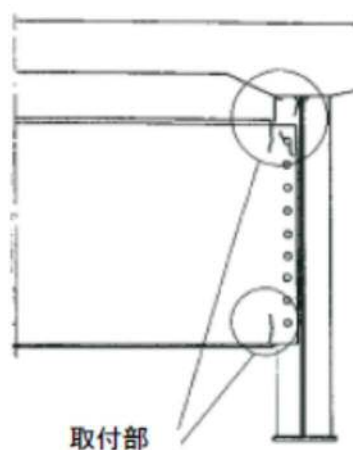
ヘ) 桁端部の溶接部

支点部である桁端部などで板厚減少を伴う腐食が生じると、部材の耐荷力に低下がみられ、疲労による場合と同様に、亀裂が発生することがあり、注意が必要である。



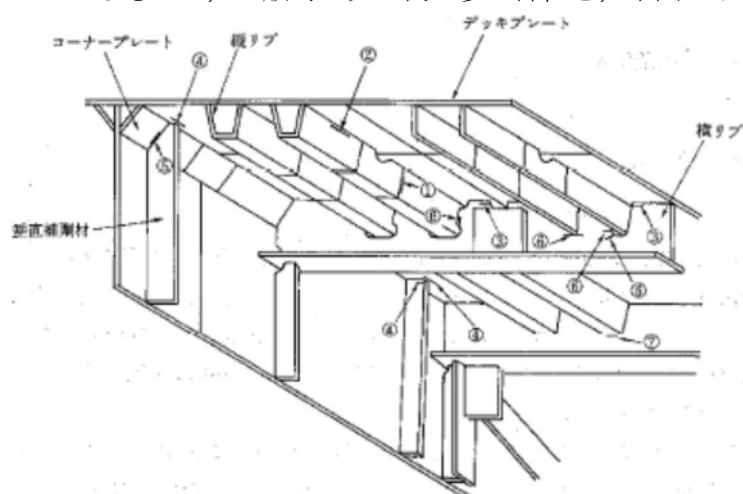
ト) 鈑桁の横桁取付部

横桁が荷重分配横桁である場合、主部材の接合部として耐荷力に影響を及ぼす箇所であり、注意が必要である。

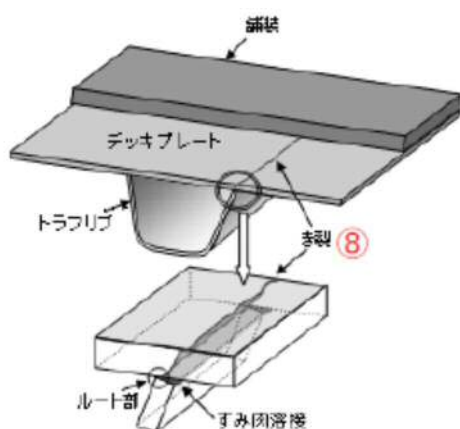


## 7) 鋼床版部

鋼床版は活荷重が直接载荷される部位であり、疲労亀裂の発生事例は多い。構造形式や寸法によるものの、一般的に発生例が多い部位を、下図に示す。



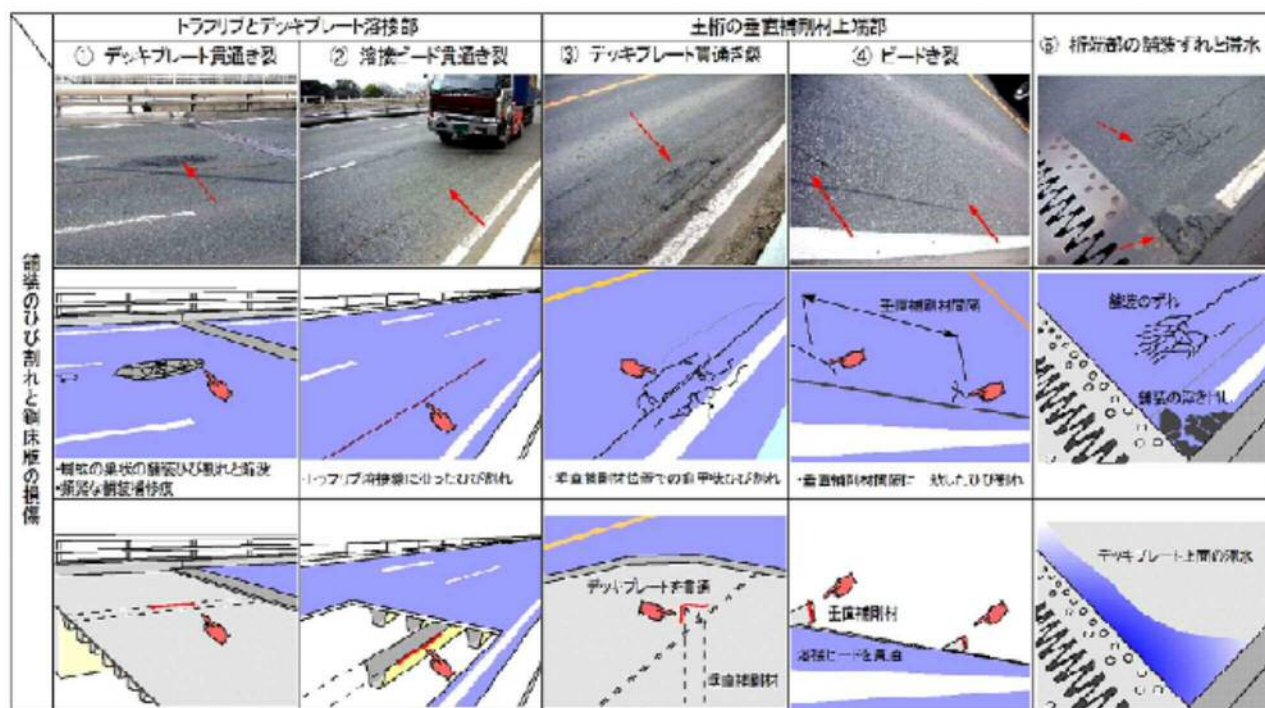
- ① 縦リブの現場突合せ溶接
- ② デッキプレートと縦リブのすみ肉溶接
- ③ デッキプレートと横リブのすみ肉溶接
- ④ デッキプレートと垂直補剛材のすみ肉溶接
- ⑤ コーナープレートの溶接
- ⑥ 横リブと縦リブの交差部
- ⑦ 縦リブ端部のすみ肉溶接



## ⑧ デッキ貫通亀裂

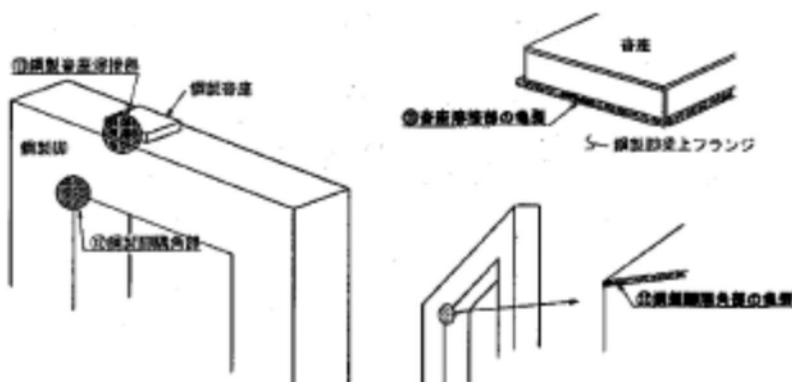
注：目視点検では発見は困難である。

鋼床版舗装は、デッキプレート上面に直接施工され一体化されているため、舗装の変状から鋼床版の交通荷重実態、鋼床版そのもののき裂等の異常の有無を推定することのできる様々な情報が得られる可能性が高い。特に、デッキプレート近傍に発生したき裂損傷に対しては、デッキプレートの挙動の変化や変形状態を反映して舗装のひびわれという形で路面に現れる場合が多い。舗装の劣化とその箇所で確認された鋼床板の損傷の例を次頁に示す。

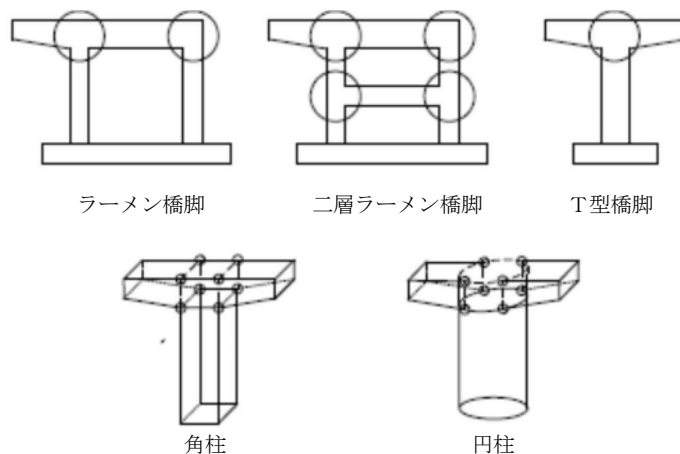


## リ) 鋼製橋脚沓座溶接部、鋼製橋脚隅角部

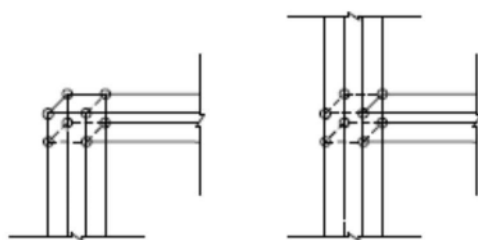
鋼製橋脚においては、鋼製の沓座溶接部や鋼製橋脚の隅角部に亀裂の発生した事例がある。



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



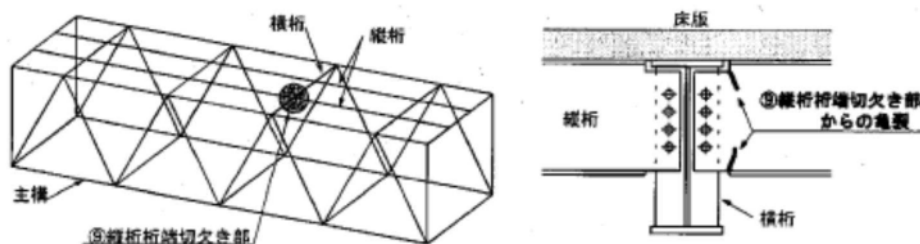
(1) T型橋脚の隅角



(2) 一層ラーメン橋脚の隅角 (3) 二層ラーメン橋脚の隅角

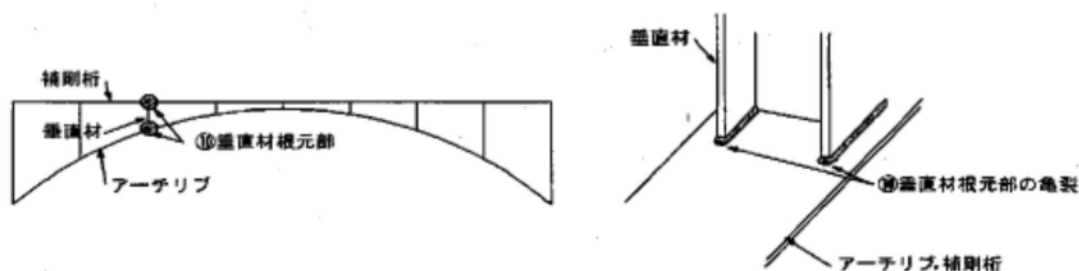
#### ヌ) 縦桁桁端切欠き部

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



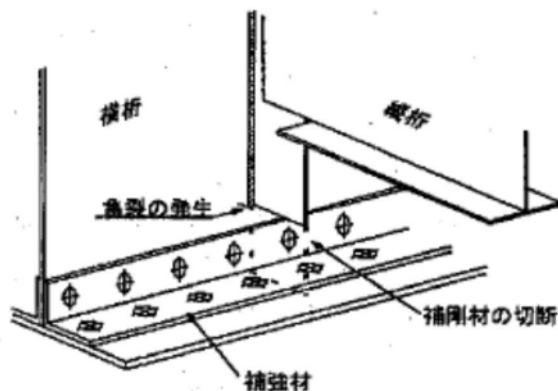
#### ル) アーチ垂直材根元部

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



#### ロ) その他

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

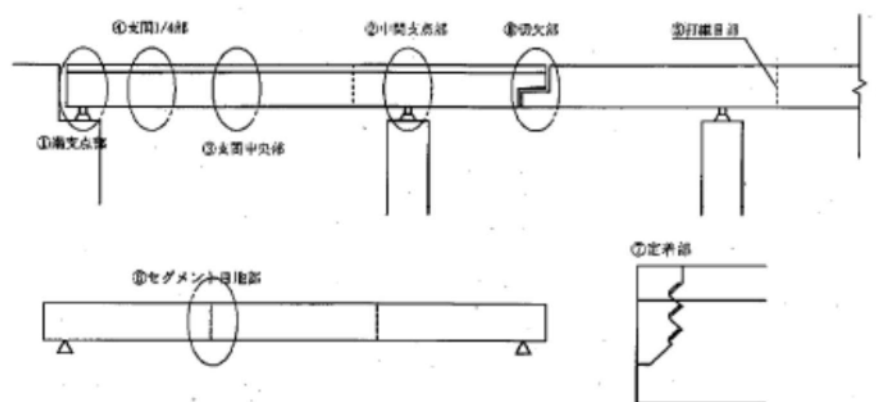


## 3-2 コンクリート橋

### (1)一般的に生じやすい損傷など

コンクリート橋において発生しやすい損傷は、ひびわれと遊離石灰である。点検をする上で特に重点的に着目する必要がある箇所を、下表に示す。

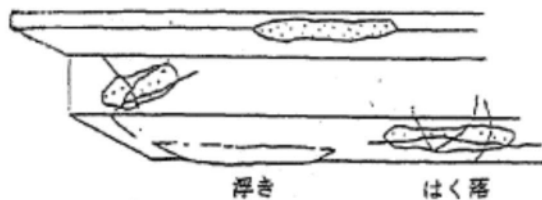
| 着目箇所      | 内容                                                                                                         |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①端支点部     | 支承反力，地震，温度変化による水平力，伸縮装置からの漏水等により損傷を受けやすい。                                                                  |
| ②中間支点部    | 中間支点部(連続桁)では，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応力状態が複雑となる部分であり，ひびわれが発生しやすい。                               |
| ③支間中央部    | 曲げモーメントが極大となる部分であり，曲げびびわれが発生しやすい。                                                                          |
| ④支間 1/4 部 | 鉄筋の曲げ上げ点で鉄筋量が少なく，支承の作動不良等により思わぬひびわれが発生することがある。                                                             |
| ⑤打継目部     | 乾燥収縮や施工不良によるひびわれ，剥離，うき，漏水が発生しやすい。                                                                          |
| ⑥セグメント目地部 | セグメント施工の場合，打継部と同様の損傷が発生しやすい。                                                                               |
| ⑦定着部      | ウェブやフランジに突起を設けてP C鋼材を定着している部分では，引張応力の集中によるひびわれが発生しやすい。また，定着部は後打ちコンクリートで覆われており，打継部目地より雨水が浸透しやすく定着装置が腐食しやすい。 |
| ⑧切欠部      | 主桁断面が急激に変化する部分(ゲルバーヒンジ部や桁切欠部等)では，応力集中によるひびわれが発生しやすい。                                                       |



## (2) 想定される損傷の状況（例）

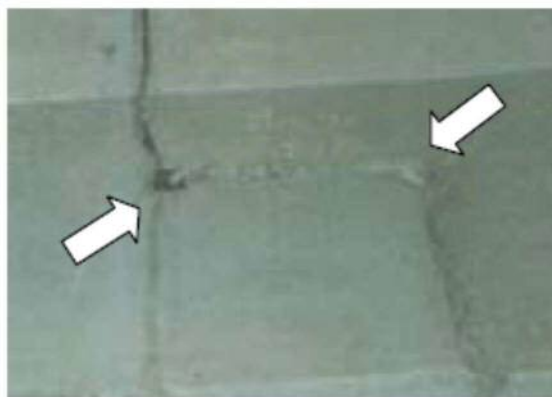
### ① 塩害

桁の端部付近は、伸縮装置部分から雨水が浸透しやすく、飛来塩分量が多い場所や凍結防止剤を散布する場所においては、コンクリートのひびわれ・うき・剥離落下が発生することがある。



### ① ゲルバー部

構造的に局部的な力が作用しやすい主桁隅角部（写真の矢印部）やヒンジ機能を失った支承部付近は、ひびわれが発生しやすい位置である。また、ゲルバー部の損傷は重大事故に繋がる可能性が高く、海外においては落橋事例もある。



### 3-3 コンクリート床版

#### (1) 一般的に生じやすい損傷など

コンクリート床版において特に損傷が発生しやすく、点検をする上で重点的に着目する必要がある箇所を、損傷種類、補修工法ごとに下表に示す。

| 損傷種類     | 着目箇所                                                           |
|----------|----------------------------------------------------------------|
| 漏水及び遊離石灰 | 滞水環境下の床版、錆汁が認められる床版                                            |
| 床版ひびわれ   | 輪荷重の通行軌跡にあたる床版、制動荷重の作用する端部床版、貫通したひびわれが生じている床版（漏水・遊離石灰が生じている床版） |
| その他      | 鋼橋主桁端部の上フランジと床版界面の剥離（うき）                                       |

| 補修工法        | 着目箇所                                       |
|-------------|--------------------------------------------|
| 連続繊維シート接着工法 | 繊維シートの剥離（うき）、漏水、遊離石灰、錆汁                    |
| 下面増厚工法      | ひびわれ、漏水、遊離石灰、錆汁、剥離（うき）                     |
| 鋼板接着工法      | 鋼板端部やボルトキャップ部の錆、うき、漏水、遊離石灰、錆汁              |
| 床版上面増厚工法    | 伸縮装置や地覆部近傍のうき、舗装面のひびわれ、ポットホール、床版下面の漏水・遊離石灰 |

#### (2) 想定される損傷の状況（例）

##### ① 上面損傷

建設当初に床版の上面に乾燥収縮で発生したひびわれが、車両の通行による雨水のポンピング作用で増大し、上面鉄筋の発錆、コンクリートの土砂化に進展していく例がある。

特に、床版防水が十分でない場合や凍結防止剤を散布する場合には、鉄筋の発錆が早いため、進展が早い。



② 貫通ひびわれの生じている床版

ひびわれの外観性状が同様であっても、貫通ひびわれや水分の供給があると損傷の進行速度が早くなるため、注意が必要である。ひびわれに漏水・遊離石灰を伴う場合、貫通ひびわれの発生及び路面からの雨水等の浸入が疑われる。



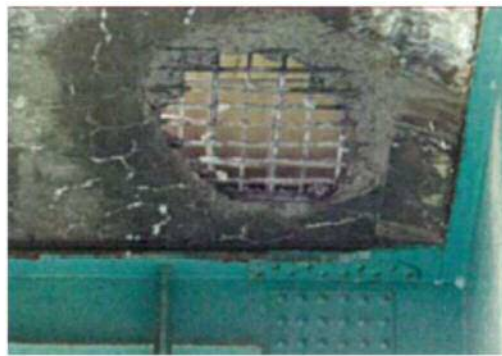
貫通ひびわれなし



貫通ひびわれあり

③ 疲労以外の要因も疑われる床版ひびわれ

放射上に広がるひびわれや遊離石灰が広範囲に見られる場合には、疲労のみが要因ではない劣化が進行している可能性がある。この場合、コンクリート自体の劣化など床版の損傷の原因を把握し、材料劣化や床版全体のコンクリートの劣化の程度を考慮する必要がある。顕著なひびわれがない箇所でも遊離石灰が広範囲で見られることがある。



## 3-4 下部構造

### (1) 一般的に生じやすい損傷など

下部工において特に損傷が発生しやすく、点検をする上で重点的に着目する必要がある箇所を、下表に示す。(着目する損傷はひびわれと遊離石灰)

| 部材種類 | 着目箇所                             |
|------|----------------------------------|
| 橋脚   | 天端、橋座周辺、隅角部、張出取付部、打継目、断面変化位置、柱基部 |
| 橋台   | 天端、パラペット、躯体とフーチングの接合部、ウイング、打継目   |

### (2) 想定される損傷の状況（例）

#### ① 塩害

凍結防止剤を散布する場所においては、桁端部からの漏水によって沓座付近に滞水し、塩分が徐々に蓄積し、コンクリートのひびわれ・錆汁が発生することがある。

## 3-5 支承

### (1) 一般的に生じやすい損傷など

支承において特に損傷が発生しやすく、点検をする上で重点的に着目する必要がある箇所を、支承の種類毎に下表に示す。

| 支承の種類    | 着目箇所と損傷                                                                                                                                                                                                        |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 線支承      | ①下沓本体の割れ、腐食<br>②サイドブロック立上り部の割れ<br>③ピンチプレートの破損<br>④上沓ストッパー部の破損<br>⑤アンカーボルトの損傷、腐食<br>⑥沓座モルタル、沓座コンクリートの損傷                                                                                                         |
| ベアリング支承  | ①下沓本体の割れ、腐食<br>②ベアリングプレートの損傷(飛出し)<br>③サイドブロック取付部の割れ<br>④サイドブロックの接触損傷、サイドブロックボルトの破断<br>⑤上沓ストッパー部の破損<br>⑥セットボルトの破断<br>⑦アンカーボルトの損傷(破断・抜出し)、腐食<br>⑧沓座モルタル、沓座コンクリートの損傷                                              |
| 複数ローラー支承 | ①上沓、下沓、底板の損傷、腐食<br>②ローラー部の損傷(ローラーの抜出し、ピニオンの破損)、腐食<br>③サイドブロックの接触損傷、サイドブロックボルトの破断<br>④下沓ストッパー部の破損<br>⑤セットボルトの破断(鋼桁の場合)<br>⑥ピン部又はピボット部の損傷<br>⑦アンカーボルトの損傷(破断・抜出し)、腐食<br>⑧沓座モルタル、沓座コンクリートの損傷<br>⑨保護カバーの破損          |
| ゴム支承     | ①ゴム本体の損傷、劣化(有害な割れの有無)<br>②ゴム本体の変位・逸脱(常時の許容せん断ひずみは 70%)<br>③ゴムのはらみ等の異常の有無<br>④ゴム本体と上沓との接触面に肌すきの有無<br>⑤サイドブロックの損傷、サイドブロックボルトの破断<br>⑥上沓ストッパー部の破損<br>⑦セットボルトの破断<br>⑧アンカーボルトの接触損傷(破断・抜出し)、腐食<br>⑨沓座モルタル、沓座コンクリートの損傷 |

### (2) 想定される損傷の状況 (例)

#### ① ペンデル支承のアンカーボルトの腐食、破断

ペンデル支承の設置位置は、沓座を切り込んで設けられている場合が多く、土砂詰まりや滞水を生じやすく、腐食しやすい環境にある。

一方、ペンデル支承は少ないアンカーボルト本数に大きな上揚力が常に作用しており、アンカーボルトの腐食は破断につながりやすく、構造系の安定を脅かすことにもなる。

## 3-6 伸縮装置

伸縮装置において特に損傷が発生しやすく、点検をする上で重点的に着目する必要がある箇所を、伸縮装置の種類毎に下表に示す。

| 伸縮装置の種類      | 着目箇所と損傷                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 埋設ジョイント      | ① シール材の脱落<br>② 埋設舗装材のひびわれ、角欠け、剥離（うき）<br>③ 漏水                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 突き合わせジョイント   | ① シール材の脱落、ゴムの切断、うき上がり<br>② コーナーチャンネル等の変形、ゴム材との剥離（うき）<br>③ アンカー材、アンカー部の破損、床版端部の破損<br>④ 土砂の侵入<br>⑤ 後打ち材の角欠け、陥没、舗装との剥離（うき）、ひびわれ、摩耗<br>⑥ 後打ち材と舗装との段差、伸縮装置前後の段差                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 荷重支持型ゴムジョイント | ① フェースゴムの摩耗、さく裂、劣化、剥離（うき）<br>② 取り付けボルトのゆるみ、損失<br>③ アンカー材、アンカー部の破損、床版端部の破損<br>④ 後打ち材の角欠け、陥没、舗装との剥離（うき）、ひびわれ、摩耗<br>⑤ 後打ち材と舗装との段差、伸縮装置前後の段差<br>⑥ 周辺舗装のひびわれ、陥没、剥離（うき）<br>⑦ ゴムと鋼材、鋼材と鋼材の間にできた隙間から発生する車両通過時の騒音<br>⑧ 段差による車両通過時の騒音<br>⑨ アンカーボルトの取り付け不良、ゆるみによる車両通過時の騒音                                                                                                                                                                                                                          |
| 鋼製フィンガージョイント | ① フェースプレートの破断、破損<br>② フェースプレートとウェブとの取り付け溶接部の破断、それによるフェースプレートのはがれ、うき、ウェブのわれ、またそれらによる車両通過時の騒音・金属音<br>③ アンカー部の取り付け溶接部の破断などによるアンカーの離れ<br>④ 鋼材やアンカーの腐食<br>⑤ 高力ボルトのゆるみ・破断・それによる車両通過時の騒音・金属音<br>⑥ 後打ち材や周辺舗装の角欠け、陥没、ひびわれ、摩耗、盛り上がり<br>⑦ 後打ち材や周辺舗装とフェースプレートとの段差、後打ち材と周辺舗装との段差<br>⑧ アンカー部コンクリートのひびわれ、破損<br>⑨ 前後のフェースプレート間の段差、それによる車両通過時の騒音<br>⑩ フェースプレートが離れすぎてフィンガーの歯がかみ合っていない、非排水シール材の離れ、引きちぎれ、排水樋が水の落ちる位置とかみ合わない、それらによる漏水<br>⑪ フェースプレートが接触し、桁の伸びを阻害する<br>⑫ フィンガーの歯が横方向に接触<br>⑬ 排水樋の土砂の堆積や腐食による漏水 |

## 3-7 高欄・地覆

高欄・地覆において特に損傷が発生しやすく、点検をする上で重点的に着目する必要がある箇所を、高欄・地覆の種類毎に下表に示す。

| 高欄・地覆の種類           | 着目箇所と損傷                                                  |
|--------------------|----------------------------------------------------------|
| 鉄筋コンクリート製<br>高欄・地覆 | ① 表面、水切り部のかぶりコンクリートの剥離（うき）、剥落<br>② 付帯設備の異常振動等による取り付け部の損傷 |
| 鋼製高欄               | ① 支柱取り付け部、レール連結部の腐食<br>② 付帯設備の異常振動等による取り付け部の損傷           |

## 3-8 排水施設

排水施設において特に損傷が発生しやすく、点検をする上で重点的に着目する必要がある箇所を、排水施設の部位別に下表に示す。

| 排水施設の部位 | 着目箇所と損傷                       |
|---------|-------------------------------|
| 排水ます、蓋  | 蓋のはずれ、破損、損傷による車両通行時の打撃音、土砂詰まり |
| 排水管     | ジョイント付近の破損・はずれ、鋼管の溶接われ        |
| 取付金具    | 排水管や取付部材からのはずれ                |

## 3-9 落橋防止システム

落橋防止システムにおいて特に損傷が発生しやすく、点検をする上で重点的に着目する必要がある箇所を、落橋防止システムの種類別に下表に示す。

| 落橋防止システムの種類 | 着目箇所と損傷                              |
|-------------|--------------------------------------|
| 鋼製ストッパー     | 鋼材の腐食・ボルト及びアンカーボルトのゆるみと欠損            |
| コンクリートストッパー | コンクリートのひびわれ（特に基部）、剥離（うき）、鉄筋露出        |
| P C連結タイプ    | P Cケーブルの腐食、アンカーボルトのゆるみ、ボルトのゆるみ、鋼材の腐食 |
| チェーン連結タイプ   | チェーン被覆の腐食、アンカーボルトのゆるみ、ボルトのゆるみ、       |
| 緩衝ゴム        | 鋼材の腐食                                |
| 鋼製ブラケット等    | 鋼材の腐食、アンカーボルトのゆるみ                    |
| コンクリートブロック等 | コンクリートのひびわれ、剥離（うき）、鉄筋露出              |
| ジョイントプロテクター | ジョイントプロテクターの破損                       |