

付録 3 特に注意が必要な損傷

特に注意が必要な損傷の抽出

橋梁の各部材に発生する損傷には、局部的であるが部材の耐荷性に大きな影響を与える損傷や、部材の耐荷性の低下が懸念されるが損傷評価区分では最下位の区分がつかない損傷、同じ最下位の区分でも同等とは評価できない損傷など、健全度評価や長寿命化修繕計画策定など橋梁の維持管理において特に注意すべき損傷がある。本要領（案）では、特に注意すべき損傷を別途抽出し、以下の区分に分類することとした。

① 応急対策（即時の交通規制）が必要な損傷

明らかに耐荷性が低下しており、通行車両の安全性が確保されていない損傷が発生しており、直ちに荷重制限や交通規制等の応急対策が必要と判断される損傷

② 早急な対策が必要な損傷

耐荷性の低下が懸念される損傷が発生しており、早急に（近年中に）対策を実施する必要があると判断される損傷

③ 現時点で有効な対策が確立されていない損傷

現時点で有効な補修・補強工法が確立されておらず、一般的な対策を実施しても将来にわたって安全性を確保することが保証できない損傷が発生しており、将来供用限界に達する直前に架替えざるを得ないと考えられる損傷

（例：アルカリ骨材反応により鉄筋が破断した橋脚 など）

なお、特に注意が必要な損傷の抽出に当たっては、以下に記載する所見例や着眼点を参考にするとともに、部材の重要性や損傷の進行状況、環境の条件など様々な要因を総合的に評価したうえで行うこととする。

特に注意が必要な損傷となり得る損傷の所見例

① 腐食

- ・ケーブル構造物のケーブル材に著しい腐食を生じており、その腐食が構造安全性を著しく損なう状況
- ・鉸桁形式の桁端の腹板が著しい断面欠損を生じており、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

② 亀裂

- ・亀裂が鉸桁形式の主桁腹板や鋼製橋脚の横梁の腹板に達しており、亀裂の急激な進展によって構造安全性を損なう状況

③ ボルトの脱落

- ・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

④ 破断

- ・アーチ橋の支柱や吊材、トラス橋の斜材、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

⑤ ひびわれ

- ・塩害、アルカリ骨材反応が原因と想定される著しいひびわれが生じており、急激な進展によって構造安全性を損なう状況

⑨ 床版ひびわれ

- ・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

- ・ 抜け落ち寸前あるいは抜け落ちが発生しており、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

⑪ 路面の凹凸

- ・ 伸縮装置の異常や支承ローラーの脱落等により、路面に段差が生じて交通に障害が発生することが懸念される状況

特に注意が必要な損傷を抽出するうえでの着眼点

- ・ 3 大損傷（疲労、塩害、ASR）の恐れがあると考えられる損傷は、「特に注意が必要な損傷」として位置付ける。
- ・ PC 構造は、その構造特性からひびわれ等の発生が致命傷になる可能性があるため、PC 桁に発生している軸方向ひびわれ及びひびわれからの遊離石灰は、「特に注意が必要な損傷」とみなす。
- ・ RC 桁の剥離・鉄筋露出は、鉄筋の腐食程度や露出範囲が大きいもの（構造的に悪影響があると考えられる程度のもの）を「特に注意が必要な損傷」とみなし、比較的小規模なものは「特に注意が必要な損傷」とはみなさない。
- ・ その他、経年的な劣化ではない異常な損傷（人為的な損傷も含めて）は、「特に注意が必要な損傷」とみなす。
- ・ 支承の腐食については、荷重支持機能や変位追従機能が著しく低下しており、他部材（コンクリート主桁等）の損傷の要因になっている場合に「特に注意が必要な損傷」とみなし、機能低下や他部材への影響が軽微である場合は「特に注意が必要な損傷」とはみなさない。
- ・ コンクリート片等の落下による第三者被害の恐れのある橋梁については、第三者被害予防対策を別途施策として対応するため、損傷が軽微であれば「特に注意が必要な損傷」とみなさない。

1. 腐食

所見例

- ・ケーブル構造物のケーブルに著しい腐食を生じており、その腐食が構造安全性を著しく損なう状況
- ・鈹桁形式の桁端の腹板が著しい断面欠損を生じており、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

事例写真及び解説



縦桁腹板の断面欠損



縦桁腹板の断面欠損

上図では、縦桁腹板に腐食による断面欠損が大規模に発生しており、ほとんど破断している。このような状況では、縦桁に作用する断面力に抵抗できないため、構造安全性が著しく低下している。

2. 亀裂

所見例

- ・ 亀裂が鉸桁形式の主桁腹板や鋼製橋脚の横梁の腹板に達しており、亀裂の急激な進展によって構造安全性を損なう状況

事例写真及び解説



縦桁腹板に達した亀裂

左図では、腹板に発生した亀裂が腹板中央付近まで進展している。腹板の抵抗断面が約半分に低下しているため、耐荷力の低下により構造安全性が懸念される。



上路式アーチ橋の支柱部と補剛桁の取付け部に発生した亀裂

左図では、上路アーチ橋の支柱部と補剛桁の取付け部に亀裂が発生し、補剛桁の腹板中央まで進展している。

左図のように比較的遠望から撮影した写真でも亀裂の発生が鮮明に視認できる場合は、特に注意が必要な損傷であると位置付けることが望ましい。



ゲルバー部に発生した亀裂

左図では、ゲルバーヒンジ部の受け桁腹板に斜め方向の亀裂が発生しており、その亀裂は腹板全高に及んでいる。

ゲルバーヒンジ部の受け桁に発生した亀裂は、その進展が落橋に直接的に影響を与える恐れがあるため、十分に注意する必要がある。

3. ゆるみ・脱落

所見例

- ・ 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

事例写真及び解説



上フランジ接合ボルトが多数脱落

左図は、トラス橋における縦桁接合部であるが、右側ブロックの上フランジのボルトが全て脱落している。このような状況では、上フランジに作用する応力が左側ブロックから右側ブロックに伝達されないほか、腹板の接合ボルトに過大な応力が作用し、腹板のボルトの脱落にもつながる恐れがある。

接合部のボルトが多数脱落している場合は、接合強度不足により落橋する恐れがあるため、十分に注意する必要がある。

4. 破断

所見例

- ・アーチ橋の支柱や吊材、トラス橋の斜材、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

事例写真及び解説



トラス橋斜材の破断

左図は、下路式トラス橋の斜材が破断している状況である。

トラス橋の主構やアーチ橋の支柱、吊材が破断している場合は、直接的に影響を与える恐れがあるため、十分に注意する必要がある。



トラス橋斜材の破断

左図は、床版に埋め込まれた下路式トラス橋の斜材が腐食により破断している状況である。

床版に埋め込まれた主構造は、埋込部に滞水した雨水の影響により腐食の進行が速いにもかかわらず、通常の見視点検では腐食の状況を確認することが困難である場合がある。このような場合は、必要に応じて床版のはつり調査等を実施して腐食状態を確認することが重要である。

5. ひびわれ

所見例

- ・ 塩害あるいはアルカリ骨材反応が原因と想定される著しい損傷を生じており、損傷の急激な進展によって構造安全性を損なう状況
 - a) 塩害の恐れのある事象
 - ・ 凍結防止剤散布地域に架設されており、錆汁等の塩害特有の損傷が発生
 - b) アルカリ骨材反応の恐れのある事象
 - ・ コンクリート表面に網目状のひびわれが発生
 - ・ PC 桁等における PC 鋼線に沿ったひびわれ
 - ・ 微細なひびわれ等に白色のゲル状物質が析出

事例写真及び解説（塩害によるひびわれ）



塩害劣化した RCT 桁橋



塩害劣化した RCT 桁橋

上図は、塩害による劣化が進行した RCT 桁橋であり、過去に断面修復工及び表面被覆工等の補修対策を実施したにもかかわらず、再度ひびわれが発生している。補修後に再劣化したことから、塩分がコンクリート内部にまで浸入し、従来の補修対策では抜本的な対策が困難であると考えられる。

なお、上図の損傷は、ひびわれ幅は大きいが生じていないため、損傷程度の評価では d 区分となる。上図のように劣化要因が塩害で、しかも塩分の浸入が著しいと考えられる場合には、たとえ d 区分であっても特に注意が必要な損傷として評価することが重要である。

事例写真及び解説（ASR によるひびわれ）



ASR と想定されるひびわれ（橋脚）

左図は、橋脚梁部に ASR と想定されるひびわれが発生している状況である。下部構造のように比較的鉄筋量が小さく外部拘束の影響が小さい構造物の ASR によるひびわれの特徴は、網目状あるいは亀甲状のひびわれが内部にまで発達し、白色不透明のアルカリシリカゲルを伴うことが多い。

ASR に対しては抜本的な補修対策を施すことが困難であることから、ASR の発生には十分注意する必要がある。



ASR と想定されるひびわれ (PCT 桁)

左図は、PCT 桁部に ASR と想定されるひびわれが発生している状況である。PCT 桁のように拘束条件の影響が大きい構造物の ASR によるひびわれの特徴は、拘束方向に直交する方向のひびわれが拘束され、PC 鋼線に沿った方向性のあるひびわれが発生する。

ASR に対しては抜本的な補修対策を施すことが困難であることから、特に PCT 桁の ASR の発生には十分注意する必要がある。

事例写真及び解説 (PCT 桁の軸方向ひびわれ及び遊離石灰)



PCT 桁のひびわれ (遊離石灰を伴う)



PCT 桁のひびわれ (遊離石灰を伴う)

上図では、PCT 桁の PC 鋼線に沿ってひびわれが発生しており、遊離石灰を伴っている。PCT 桁は、一般的にひびわれの発生を許容しない構造物であるため、ひびわれが発生している時点で特に注意が必要な損傷であると認識することが重要である。

ひびわれに遊離石灰を伴う場合には、シース管へ水分が浸透し、シース管の腐食、さらには PC 鋼線のグラウト不足による PC 鋼線の腐食が懸念される。よって、ひびわれに遊離石灰を伴う場合には、更なる注意が必要である。

事例写真及び解説 (ゲルバーヒンジ部のひびわれ)



ゲルバー部のひびわれ

左図は、ゲルバーヒンジ部の受け梁支承部から斜め方向のひびわれが発生した状況である。

ゲルバーヒンジ部の受け桁に発生したひびわれは、その進展が落橋に直接的に影響を与える恐れがあるため、十分に注意する必要がある。

6. 剥離・鉄筋露出

所見例

- ・大規模な剥離・鉄筋露出が発生しており、鉄筋や PC 鋼線の破断が懸念される状況

事例写真及び解説



露出した鉄筋が破断（RCT 桁橋）

左図は、RCT 桁のかぶりコンクリートが大規模に剥離し、かつ露出した鉄筋が腐食による断面欠損を生じ、一部破断している状況である。

鉄筋の腐食による断面欠損や破断が生じている場合には、鉄筋の有効断面が減少し、耐荷力の低下が懸念されるため、十分に注意する必要がある。



露出したシース管が腐食（PC 橋）

左図は、PC 桁のコンクリートが剥離し、露出したシース管が腐食している状況である。

シース管が腐食している場合、PC 鋼線のグラウト充填が不十分であれば PC 鋼線が腐食している恐れがある。特に PC 鋼線が腐食により破断すれば、PC 桁の耐荷力が急激に低下するため、十分に注意する必要がある。

7. 床版ひびわれ

所見例

- ・ 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
- ・ 抜け落ち寸前あるいは抜け落ちが発生しており、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

事例写真及び解説



抜け落ち寸前の床版



抜け落ちが発生した状況

床版のひびわれは、橋軸直角方向の一方向ひびわれから二方向ひびわれへと進行し、格子状に至る。格子状に発生したひびわれは、摺り磨き作用により角落ちが発生し、押抜きせん断強度が低下する（上左図）。その後、押抜きせん断耐力を上回る輪荷重が载荷されると、抜け落ちに至る（上右図）。

床版が抜け落ち寸前になると、ひびわれの角落ちにより床版からコンクリート粉が落下する。よって、コンクリート粉の落下は抜け落ちの合図でもあるため、十分に注意する必要がある。さらに、床版に雨水の浸入があると、床版の疲労耐久性が著しく低下するため、雨水が浸入した床版には特に注意する必要がある。

8. 路面の凹凸

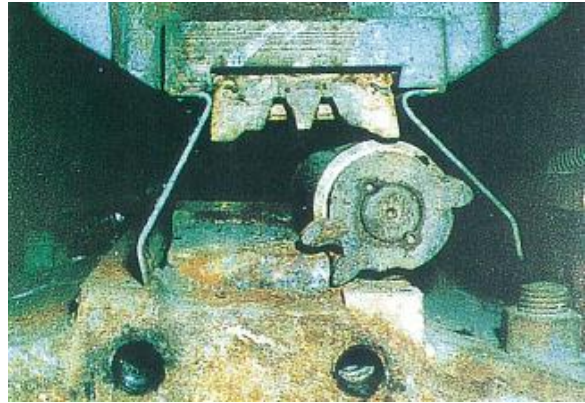
所見例

- ・伸縮装置の異常や支承ローラーの脱落等により、路面に段差が生じて交通に障害が発生することが懸念される状況

事例写真及び解説



支承ローラーの脱落



支承ローラーの脱落

上図は、ローラー支承のローラーが脱落し、路面に大規模な段差が発生した状況である。支承の脱落により段差が発生すると、路面を走行する交通に障害を与えることに止まらず、支承が本来有すべき荷重支持機能や変位追従機能が保持されていないことになる。よって、路面に大規模な段差が生じている場合は、支承の状態を確認することが重要である。