

4.3 状態の把握と技術的評価及び措置の必要性の検討

次ページから、橋梁初級 I 研修の講義「状態の把握と技術的評価及び措置の必要性の検討」の説明に用いる資料の例を示す。

状態の把握と技術的評価 及び措置の必要性の検討

1

他の講義

損傷の種類や特徴
損傷の原因や進行

鋼部材

コンクリート部材

下部構造 など

軸力・曲げ・せん断
に対する断面の
抵抗のメカニズム

部材の役割・機能

橋の構造の基本

技術的には同
じ内容を見方
を変えて学ぶ

- ・ 損傷が断面の強度や耐久性に与える影響の見立て方
- ・ 強度の低下が部材の担う機能に与える影響の見立て方
- ・ 部材が機能を果たせないときに上部構造・下部工構造及び上下部接続部の役割に与える影響の見立て方

本講義で学ぶ内容

(「現地実習配布資料(3) 現地実習のための例題」についても同様の流れ)

状態の把握のポイント

- ・ どこにどんな損傷が生じやすいか？

橋の技術的評価のポイント

- ・ 部材の役割・機能を満足していることを推定する手順や着眼点

措置の切迫性を考えるときのポイント

2

4-52

■ 講義の構成

- 状態の把握
- 技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

3

状態の把握

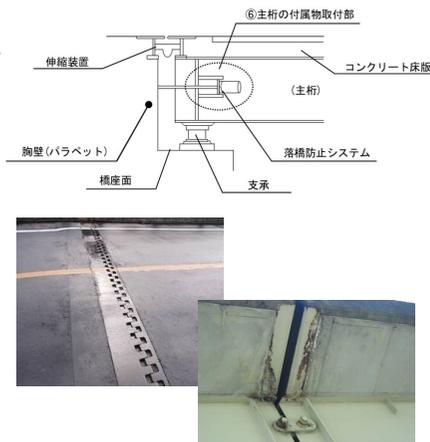
4

状態の把握の着目点

◆状態の把握の主な着目点の例(鋼橋)



主な着目箇所	着目のポイント
①桁端部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 狭隘な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積など腐食環境が厳しい場合が多く、局部腐食や異常腐食が進行しやすい。 ■ 伸縮装置部からの漏水などが生じやすい。



5

状態の把握の着目点

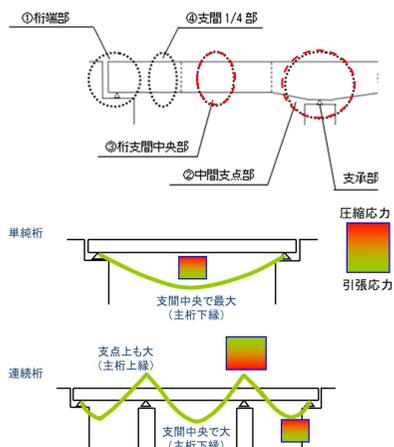


主な着目箇所	着目のポイント
①桁端部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 路面段差や伸縮装置の影響から、自動車荷重の衝撃の影響を受けやすい。 ■ 支点部であり、落橋防止構造などが設けられる耐震性能上重要な部位である。



6

状態の把握の着目点

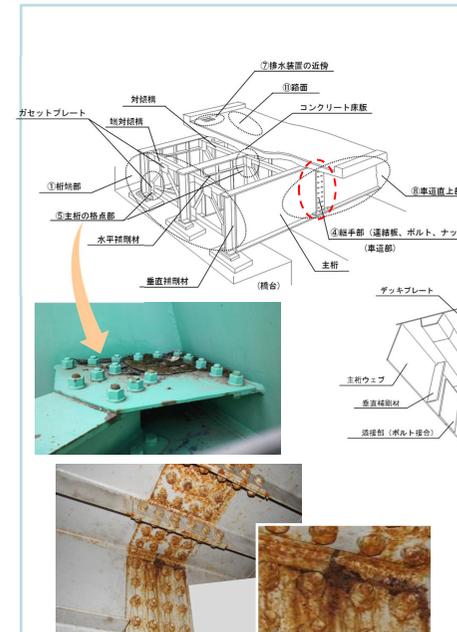


主な着目箇所	着目のポイント
②桁中間支点部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 狭隘な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積などにより腐食環境が厳しい場合が多いため、局部腐食や異常腐食が進行しやすい。 ■ 支点部であり、桁端部同様に、大きな応力を受けやすく、溶接部の亀裂を生じたり、地震時に変形などの損傷を生じやすい。
③桁支間中央部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大きな応力が発生する部位であり、亀裂の発生などで部材が大きく損傷すると落橋など致命的な状態になる可能性がある。

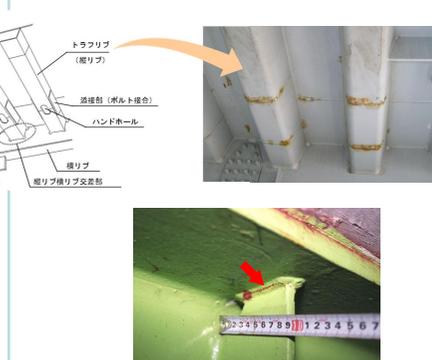


7

状態の把握の着目点

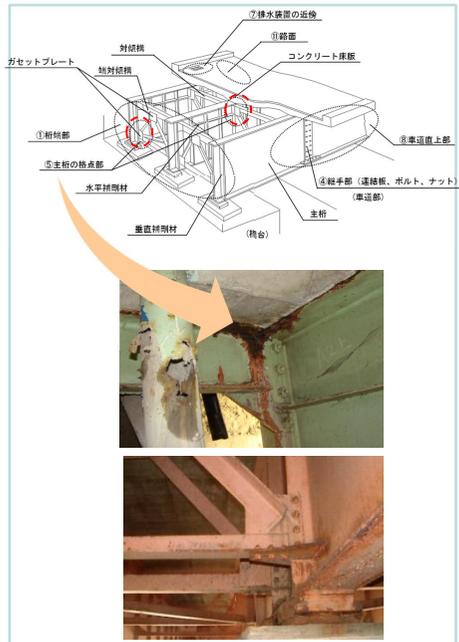


主な着目箇所	着目のポイント
④継手部	<ul style="list-style-type: none"> ■ ボルト継手部は、連結板やボルト・ナットによって雨水や塵埃の堆積が生じやすく、腐食が生じやすい。 ■ ボルト、ナット、連結板は、角部・縁部で塗膜が損傷しやすいだけでなく、塗装膜厚が確保しにくい部位であるため、防食機能の低下や腐食が進行しやすい。 ■ 溶接継手部は、亀裂が発生しやすい。(亀裂はそのほとんどが溶接部から発生する)



8

状態の把握の着目点

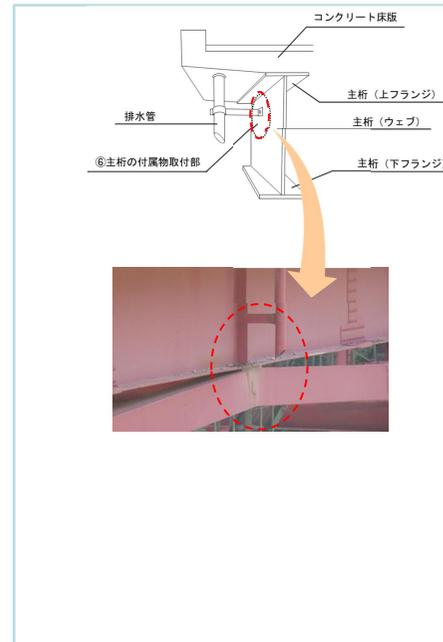


主な着目箇所	着目のポイント
⑤主桁の格点部	<ul style="list-style-type: none"> ■部材が輻輳して狭隘部となりやすく、腐食環境が厳しい場合が多く、局部腐食や異常腐食が進行しやすい。 ■ガセットプレートは、亀裂や変形が生じやすい。 ■橋全体の耐荷力に重要な箇所であることが多い。

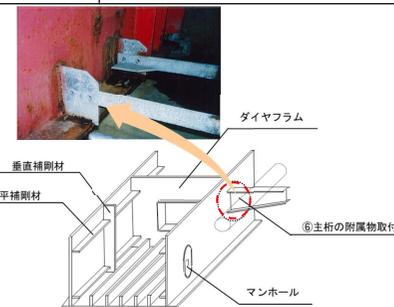


9

状態の把握の着目点

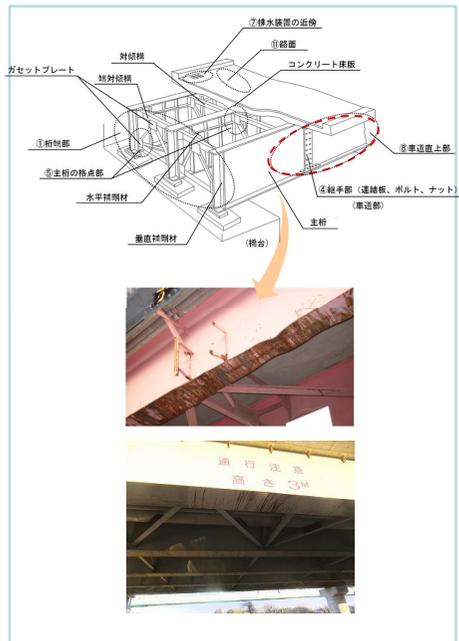


主な着目箇所	着目のポイント
⑥主桁の付属物取付部	<ul style="list-style-type: none"> ■附属物の取り付け構造によっては、滞水などにより腐食しやすい場合がある。 ■附属物の振動の影響を受けることがあり、本体部材でもボルトのゆるみ、亀裂が生じることがある。 ■附属物側の取り付け構造が腐食や亀裂で損傷すると落下や倒壊による第三者被害を生じることがある。
⑦排水装置の近傍	<ul style="list-style-type: none"> ■排水管の不良や不適切な排水位置などにより雨水の漏水・飛散により、腐食が生じることがある。 ■特に、凍結防止剤を含む路面排水の飛散は、局部腐食や異常腐食を著しく促進することがある。

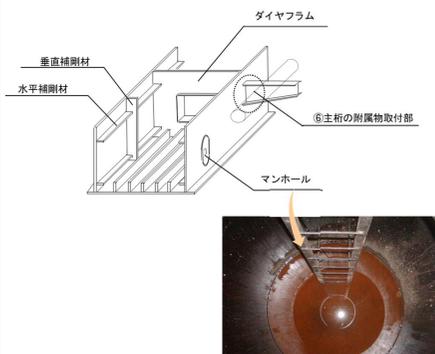


10

状態の把握の着目点

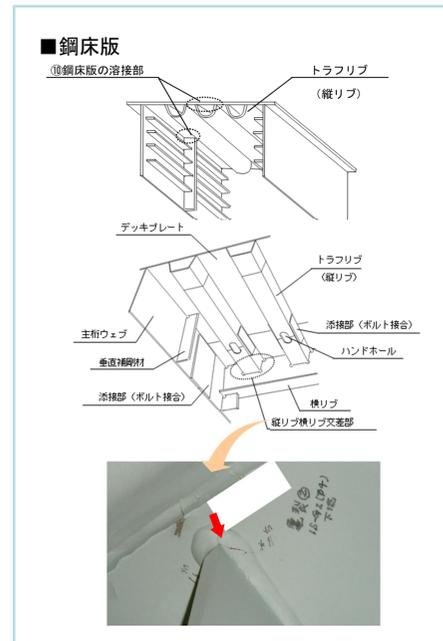


主な着目箇所	着目のポイント
⑧車道直上部 (跨道橋の場合)	■下を通過する車両の衝突による変形や欠損が生じていることがある。
⑨箱桁や鋼製橋脚の内部	■マンホール継手部や排水管からの漏水により、滞水が生じたり、著しく腐食していることがある。

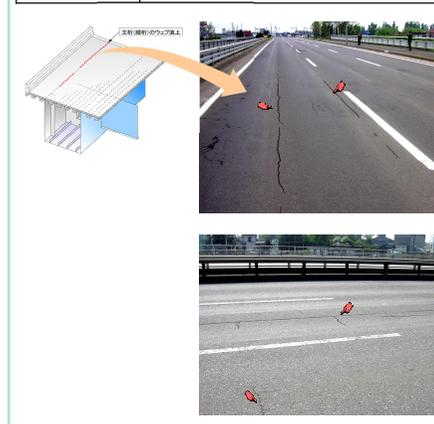


11

状態の把握の着目点



主な着目箇所	着目のポイント
⑩鋼床版の溶接部	■縦リブ溶接部、縦リブ横リブ交差部、主桁垂直補剛材の溶接部では疲労亀裂が生じやすい。
⑪路面	■鋼床版の亀裂や、コンクリート床版の破損など、床版に異常がある場合、舗装にも変状が生じていることがある。

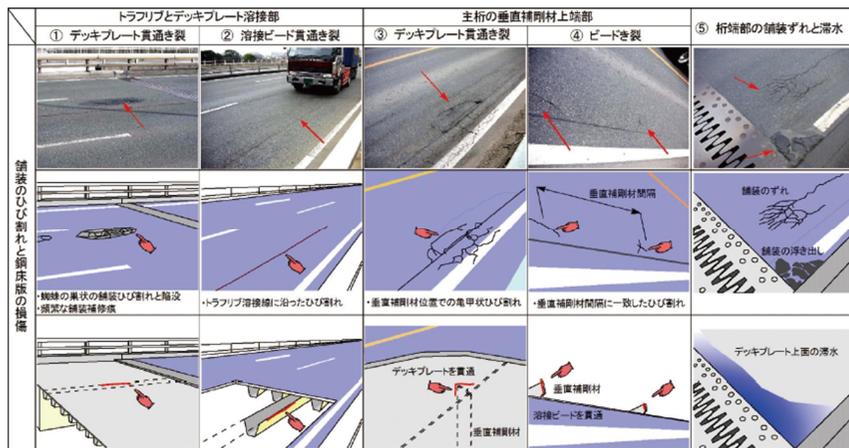


12

状態の把握の着目点

◆状態の把握の主な着目点の例(路面舗装—鋼床版)

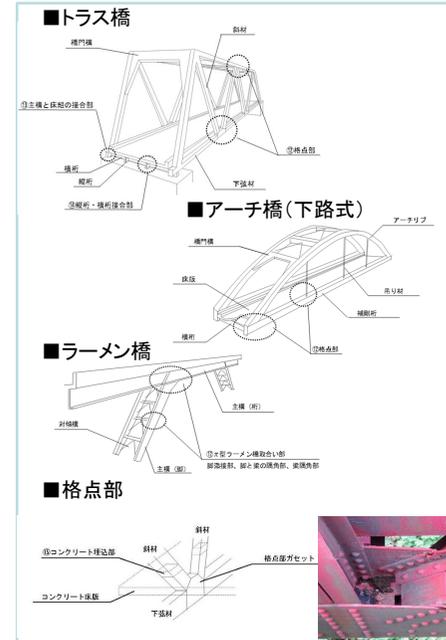
舗装の劣化とその箇所を確認された鋼床版の損傷



参考資料 国土技術政策総合研究所資料共同研究報告書、No.471、2008.8
鋼部材の耐久性向上策に関する共同研究-実態調査に基づく鋼床版の点検手法に関する検討-

13

状態の把握の着目点



主な着目箇所	着目のポイント
⑫トラス橋、アーチ橋、ラーメン橋の格点部	<ul style="list-style-type: none"> ■水はけが悪く塵埃となりやすいため腐食が生じやすい。 ■応力集中が生じやすく、変形や亀裂を生じやすい。 ■様々な溶接継手が存在し、また、応力が複雑に作用するため、亀裂が発生しやすい。 ■橋全体の耐力に重要な箇所であることが多い。 ■π型ラーメン橋取合い部では、脚添接部、脚と梁の隅角部、梁隅角部等は水はけが悪く、腐食が生じやすい。



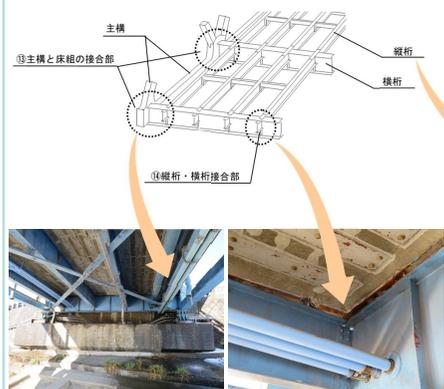
出典: 国家運輸安全委員会 (NTSB) 事故報告書
<https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/HAR0803.pdf>

・上部構造全体の安全性に特に影響する、重要性の特に高い部位

14

状態の把握の着目点

■床組



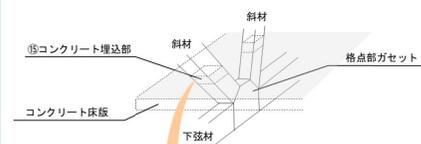
主な着目箇所	着目のポイント
⑬トラスやアーチの主構と床組の接合部	■主構作用と床組作用の応力が複雑に作用するため、疲労亀裂が生じることがある。
⑭横桁・縦桁接合部	■床組作用の応力が複雑に作用するため、疲労亀裂が生じやすい。



15

状態の把握の着目点

■コンクリート埋込部

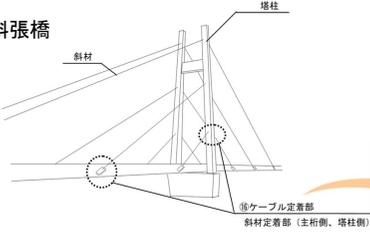


主な着目箇所	着目のポイント
⑮コンクリート埋込部	<ul style="list-style-type: none"> ■土砂や水が溜まりやすく、局部腐食や異常腐食も進行しやすい。 ■コンクリート内部や上下縁部で鋼部材に著しい腐食が生じやすく、鋼材の破断に至ることがある。 ■埋込部コンクリート内部の鋼材の腐食や断面欠損は外観目視で発見することは困難であるので、埋込部際での鋼材の腐食の徴候およびその周囲のコンクリートのひびわれの有無や漏水の徴候などから、コンクリート内部での腐食の可能性が疑われる場合には必要に応じてさらなる調査を検討するのがよい。

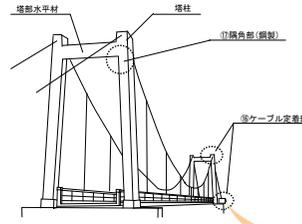
16

状態の把握の着目点

■ 斜張橋



■ 吊り橋



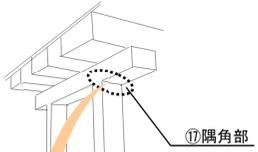
主な着目箇所	着目のポイント
⑯ ケーブル部材の定着部	<ul style="list-style-type: none"> ■ ケーブルを流下する水により腐食を生じやすい。 ■ 構造上特に重要な箇所であることが多い。 ■ 被覆等の防食機構が損傷すると、局部的に腐食が進行しやすい。

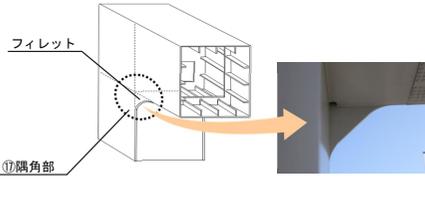



17

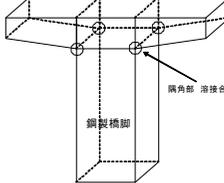
状態の把握の着目点

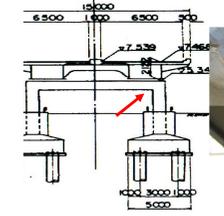
■ 鋼製橋脚





主な着目箇所	着目のポイント
⑰ 鋼製橋脚等の隅角部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 応力集中箇所であり、溶接部から亀裂が生じやすい。 ■ 外観からは塗膜割れで見つかることもある。(塗膜割れがなくても内部で亀裂が生じていたり、塗膜割れをみの場合も多く外観からの亀裂の確認は一般に困難である)

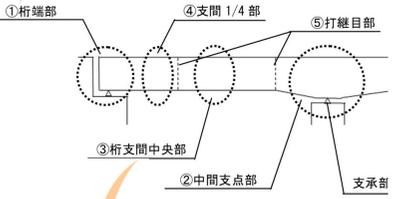





18

状態の把握の着目点

◆ 状態の把握の主な着目点の例(コンクリート橋)

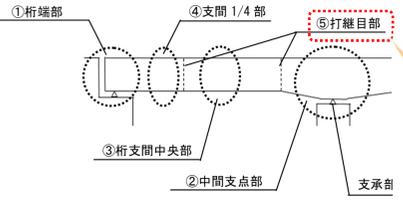




着目箇所	着目のポイント
① 桁端部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 狭隘な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積など劣化環境が厳しい場合が多い。特に支承高さが小さい場合には桁下や下部工上面の視認が困難な場合がある。 ■ 伸縮装置部からの漏水などが生じやすい。 ■ 支承部は大きな応力を受けやすく、地震時にひびわれなどの損傷を生じやすい。
② 桁中間支点部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 狭隘な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積など劣化環境が厳しい場合が多いため、鉄筋の腐食を伴う損傷が進行しやすい。 ■ 支点部であり、桁端部同様に、大きな応力を受けやすく、ひびわれなどの損傷を生じやすい。
③ 桁支間中央部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大きな応力が発生する部位であり、ひびわれなどで部材が大きく損傷すると落橋など致命的な影響が懸念される。 ■ PC鋼材や鉄筋などの内部鋼材の腐食に伴うひびわれや、錆汁による変色がみられることがある。
④ 支間1/4部	<ul style="list-style-type: none"> ■ ウェブ厚が薄く変化する部分であること、鉄筋の曲げ上げによる鉄筋量の少ない部分であり、せん断ひびわれが生じやすい。

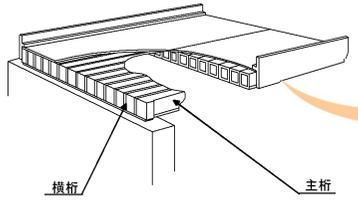
19

状態の把握の着目点

■ 打継部・後打部・目地部



PCプレテン中空床版橋



着目箇所	着目のポイント
⑤ 打継部・後打部・目地部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 境界部でひびわれが生じるなど、連続性や一体性が損なわれていることがある。 ■ 貫通ひびわれがあると漏水や著しい石灰分の析出が生じている場合がある。




20

状態の把握の着目点



着目箇所	着目ポイント
⑥ PC鋼材	<ul style="list-style-type: none"> ■グラウト未充填箇所がある場合、PC鋼材に著しい腐食が生じやすく、鋼材の破断に至ることがある。 ■PC鋼材に破断が生じた場合、蓄積されていたひずみが開放され、PC鋼材が突出する場合があります。 ■コンクリート内部の腐食や断面欠損は、外観目視のみで見つけることは困難な場合があります。 ■PC鋼材位置近傍や間詰部のコンクリートの漏水や石灰分の析出などから、内部のPC鋼材へ水の影響が疑われる場合がある。
PC箱桁橋	
PCプレテン中空床版橋	

21

状態の把握の着目点

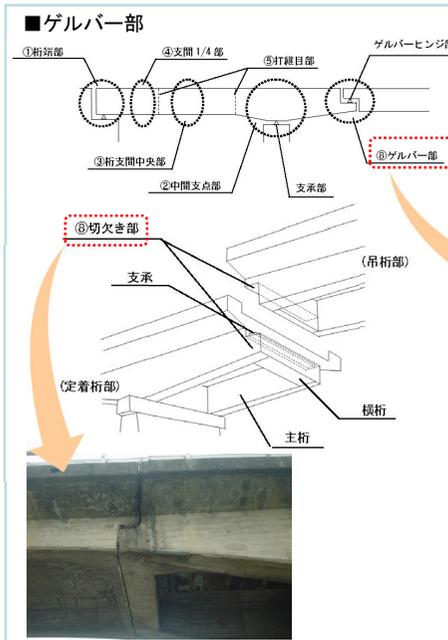


着目箇所	着目ポイント
⑦ 定着部	<ul style="list-style-type: none"> ■応力集中によりひびわれが生じやすい。 ■上縁定着部は、PC鋼材への水の浸入経路になりやすい一方で、舗装下になり外観からは異常が確認できないことが多い。 ■定着部およびその周囲のコンクリートの劣化状況や鋼部材の腐食状況から、コンクリート内部での腐食の徴候を把握することも有効である。 ■突出の可能性が疑われる変状がある場合には、新たな突出による第三者被害のみならず、定期点検中の二次被害にも注意する必要がある。

22

4-57

状態の把握の着目点



着目箇所	着目ポイント
⑧ 切欠部・ゲルバー部	<ul style="list-style-type: none"> ■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、応力集中によりひびわれが生じやすい。

23

状態の把握の着目点



着目箇所	着目のポイント
① 床版下面	<ul style="list-style-type: none"> ■繰り返し荷重によるひびわれが生じやすい。 ■床版上面からの水の供給により、遊離石灰や錆汁が生じやすい。 ■路面段差や伸縮装置の影響から、自動車荷重の衝撃の影響を受けやすい。 ■疲労によるひびわれと中性化や塩害の複合的な要因により、かぶりコンクリートにうき、剥離、鉄筋露出を生じやすい。 ■疲労によるひびわれ内部への雨水の浸入がある場合、床版コンクリートの急激な劣化により突然の抜け落ち事故に至ることがある。 ■舗装の陥没やセメント分の噴出痕が見られる場合、床版が上面から土砂化するなど著しく劣化していることがある。 ■床版下面に鋼板や炭素繊維シートや剥落防止材などが設置されている場合、内側で損傷が進行しても外観に変化が現れにくい。 ■床版下面に鋼板や炭素繊維シートや剥落防止材などの補修補強材が設置されている場合、床版内部に水が浸入すると、床版並びに補修材料の接合部に急速に劣化が進行することや、これらの劣化が広範囲にわたることがある。

24

状態の把握の着目点



着目箇所	着目のポイント
②舗装	<ul style="list-style-type: none"> ■コンクリート床版に異常がある場合、舗装にも損傷が生じやすい。 ■伸縮装置との接合部では、段差や滞水が生じやすい。
③桁端部	<ul style="list-style-type: none"> ■自動車荷重の衝撃の影響を受けやすい。



25

状態の把握の着目点

◆状態の把握の主な着目点の例(路面舗装-コンクリート床版)

舗装のひびわれから水が浸入すると、コンクリート床版の損傷を著しく進行させることがある。



遊離石灰を伴う舗装の陥没



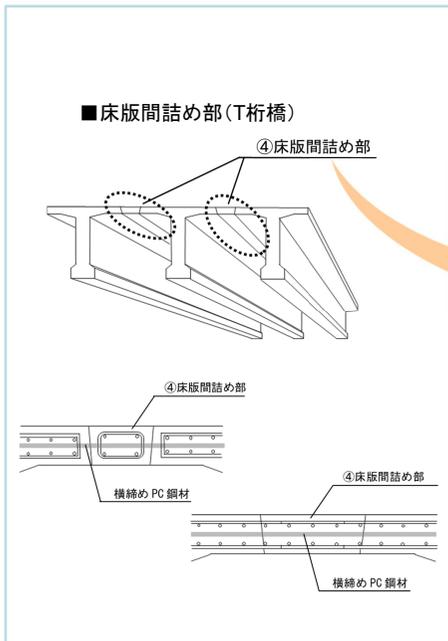
床版上面の土砂化



床版下面のひびわれと遊離石灰の滲出

26

状態の把握の着目点

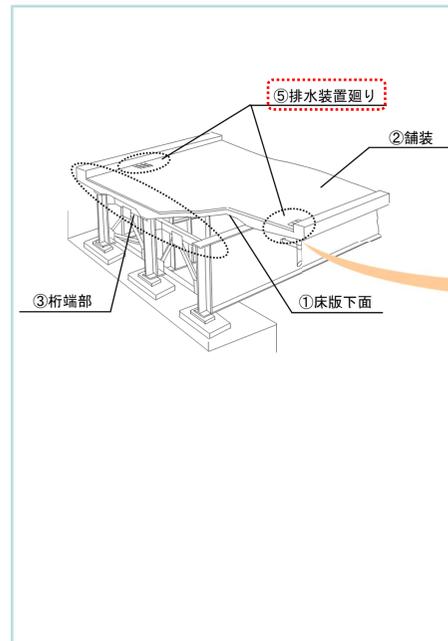


着目箇所	着目のポイント
④コンクリートT桁橋の床版間詰め部	<ul style="list-style-type: none"> ■打継ぎ部では、床版上面からの水の供給により、遊離石灰や錆汁が生じやすい。 ■T桁と間詰めとの境界部の付着が切れると、間詰めコンクリートが大きな塊で抜け落ちることがある。



27

状態の把握の着目点



着目箇所	着目のポイント
⑤排水装置廻り	<ul style="list-style-type: none"> ■排水装置廻りは漏水しやすく、損傷も進行しやすい。



28

状態の把握の着目点

コンクリート床版断面

防塵柵
地覆
鋼筋
舗装

主桁

床版張出部 床版一般部

着目箇所	着目のポイント
⑥ 補修補強材	<ul style="list-style-type: none"> ■補修補強材が設置されている場合、内側で損傷が進行しても外観に変化が現れにくい。 ■鋼板や炭素繊維シートや剥落防止材などの補修補強材が設置されている場合、内部に水が浸入すると、母材と補修補強材の接合部に急速に劣化が進行することや、これらの劣化が広範囲にわたることがある。

鋼板接着補強

炭素繊維シート補強

29

状態の把握の着目点

◆状態の把握の主な着目点の例(下部構造)

■橋台

部材種類	着目箇所
①橋台	<ul style="list-style-type: none"> ■雨水が直接かかる部位では、ひびわれが生じやすい。 ■背面からの水が供給されることから、ひびわれ部では遊離石灰や錆汁が生じやすい。 ■地盤の影響を直接受けることから、沈下・傾斜・移動が生じやすい。 ■斜面上の橋台では、下方地盤の洗掘や浸食により不安定になることがある。

30

状態の把握の着目点

■橋脚

部材種類	着目箇所
②橋脚	<ul style="list-style-type: none"> ■張出部では、雨水が直接かかるなど環境が厳しく、損傷が生じやすい。 ■張出付け根部の上部では、大きな応力が発生する部位であり、ひびわれが生じやすい。 ■支承部では、ひびわれが生じやすい。 ■支承部は、狭隘な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積など腐食環境が厳しく、劣化も進行しやすい。 ■河川内では、洗掘が生じていることがある。

31

状態の把握の着目点

■水中部

部材種類	着目箇所
③水中部	<ul style="list-style-type: none"> ■直接基礎やパイルベントはその構造上の特徴から洗掘が生じたときに変状が不安定化(沈下、傾斜全体・局部座屈)につながるやすい。 ■洗掘範囲は、水流に対する抵抗幅に応じて増加する傾向がある。 ■パイルベントに砂や石等がぶつかると、防食機能の低下、孔食につながる場合がある。 ■パイルベントでは、没水部や飛沫部では、条件によっては著しい腐食につながる可能性がある。付着物を除去して状態を確認するのがよい。 ■パイルベントへの係留などによる防食の損傷、異種金属接触腐食などにも注意する。 ■水中部については、カメラ等でも、河床や洗掘の状態を把握できることが多い。 ■濁水期に実施時期を合わせることで、近接し、直接的に部材や河床等の状態を把握できる。

パイルベント橋脚の座屈

パイルベント橋脚の腐食

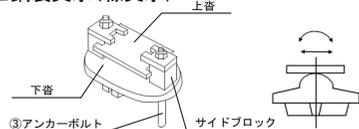
橋脚の洗掘

32

状態の把握の着目点

◆状態の把握の主な着目点の例(支承部)

■鋼製支承(線支承)



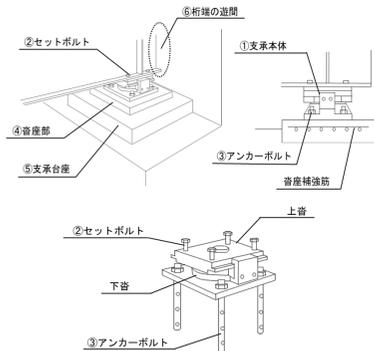
■ゴム支承



部材種類	着目箇所
① 支承本体	<ul style="list-style-type: none"> ■ 狭隘な空間となりやすく、高湿度や塵埃の堆積など腐食環境が厳しい場合が多く、局部腐食や異常腐食も進行しやすい。 ■ 大きな応力を受けやすく、地震時に割れ、破損、もしくは破断が生じやすい。 ■ 上部構造の異常移動や下部構造の移動等により、異常遊間を生じやすい。 ■ 路面段差や伸縮装置の影響から、自動車荷重の衝撃の影響を受けやすい。

33

状態の把握の着目点



主な着目箇所	着目のポイント
②セットボルト	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大きな応力を受けやすく、地震時に破断が生じやすい。 ■ ボルト角部で塗膜が損傷しやすく、防食機能の低下や腐食が進行しやすい。
③アンカーボルト	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大きな応力を受けやすく、地震時に破断が生じやすい。 ■ ボルト、ナット部で塗膜が損傷しやすく、防食機能の低下や腐食が進行しやすい。
④沓座部	<ul style="list-style-type: none"> ■ 沓座モルタルでは、大きな応力を受けやすく、ひびわれ、うき、欠損が生じやすい。 ■ 鋼製橋脚沓座溶接部では、衝撃を伴う支点反力により疲労亀裂が生じやすい。
⑤支承台座	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大きな応力を受けやすく、ひびわれ、うき、欠損が生じやすい。
⑥桁端の遊間	<ul style="list-style-type: none"> ■ 上部構造の異常移動や下部構造の移動等により、異常遊間を生じやすい。

34

状態の把握の着目点

■溝橋(ボックスカルバート)



主な着目箇所	着目のポイント
①頂版	<ul style="list-style-type: none"> ■ 上載土や裏込め土による力が作用し、側壁と同様に、ひびわれが生じやすい。 ■ 上部道路の自動車荷重の繰り返しにより、ひびわれが生じやすい。 ■ 頂版に異常がある場合には、舗装にも変状が生じやすい。 ■ 規則的なひびわれがあるときには、自動車荷重の繰り返しに加え、コンクリート内部の構造の特徴についても考察するとよい。
②側壁	<ul style="list-style-type: none"> ■ 頂版同様に上載土、裏込め土による力が作用し、ひびわれが生じやすい。
③底版	<ul style="list-style-type: none"> ■ 上載土、裏込め土による頂版や側壁の変形に応じてひびわれが生じることがある。 ■ 流下する水の影響を受け、変形やひびわれを生じる可能性がある。 ■ 継手の前後における不同沈下抵抗する過大な力が作用し、底版部の損傷につながる可能性がある。
④翼壁	<ul style="list-style-type: none"> ■ 雨水の影響により、ひびわれや鉄筋露出、剥離が生じやすい。

35

状態の把握の着目点

■溝橋(ボックスカルバート)



主な着目箇所	着目のポイント
⑤周辺地盤	<ul style="list-style-type: none"> ■ 軟弱地盤上の設置或いは基礎地盤と周辺地盤の耐力に差がある場合などは不同沈下を生じる可能性がある。 ■ 近傍の路面に異常がある場合は、地中の不可視部で背面土が流出している可能性がある。
⑥その他路上	<ul style="list-style-type: none"> ■ 活荷重等の影響により、損傷が著しく進展し、内空の外から流入する排水不良が続くと、本体コンクリートの損傷を促進させる恐れがある。



36

状態の把握の着目点

◆状態の把握の主な着目点の例(伸縮装置)

・伸縮装置の損傷が、他部材の損傷と関連していることがある。

・伸縮装置に段差がある場合には、タイヤのパンクや騒音などの要因となることがある。



遊間の異常



桁端部の異常

支承の機能障害



段差



端部床版の損傷



支承の機能障害



止水材の脱落



床版接点での腐食



桁端部の腐食



支承部の滞水

37

状態の把握の着目点

◆状態の把握の主な着目点の例(防護柵)



防護柵に変形が見られ、異常なたわみ・傾斜・沈下等が疑われる



防護柵に著しい変形・欠損が生じ、緊急対応した例。防護柵の損傷や欠落に対しては、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。



遊間の異常



桁端部の異常



支承の機能障害



下部構造の移動・傾斜

38

状態の把握の着目点

◆状態の把握の主な着目点の例(排水装置)



導排水管路からの漏水によって、特定の場所に対象の滞水が生じて、他部材の損傷につながることもある。



箱桁内部などの部材内部に、滞水が生じている状態
(部材の隙間や、排水施設の破損などにより部材内に漏水すると滞水することがある。)



不適切な排水計画による滞水



排水管からの水の影響によると考えられるコンクリート欠損



受けますに土砂詰りがみられ、漏水が疑われる。

39

状態の把握の方法

・健全性の診断の根拠となる状態の把握は、近接目視を基本としている。

◆遠望目視では死角が生じてしまう



遠望目視での死角



桁端部



支承部

遠 → 近

40

状態の把握の方法

- 健全性の診断の根拠となる状態の把握は、近接目視を基本としている。

◆遠望目視では見逃しが生じてしまう



見逃しリスクの存在
誤認リスクの存在



遠  近

41

状態の把握の方法

- 健全性の診断の根拠となる状態の把握は、近接目視を基本としている。

◆橋梁の裏面を近接目視しないと状態の把握が出来ない



デッキプレートの腐食



腐食による断面欠損

遠  近

42

状態の把握の方法

- 健全性の診断の根拠となる状態の把握は、近接目視を基本としている。



外観  内部

◆桁の内部を近接目視しないと状態の把握が出来ない



【下弦材内部ケーブル定着部】



吊りケーブルの腐食

43

状態の把握の方法

◆必要に応じた触診や打音

- 砂、植生等は、取り除く
- 腐食片等が固着しているときには、取り除かないと、腐食深さが把握できないことも。
- 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、及び、うき・剥離のたたき落としを行うなど、健全性の診断に必要な情報を得る必要がある。



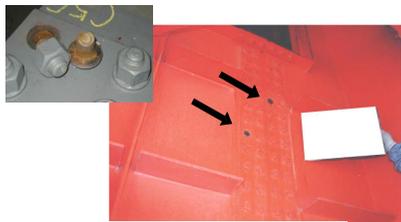
44

状態の把握の方法

◆必要に応じた触診や打音

- ボルトのゆるみやコンクリートのうき・剥離などのように外観だけでは把握できない事象もあるため、触診や打音も併用する。

◆ボルトのゆるみ・脱落は遠望目視では発見不可能



高力ボルトの抜け落ち



ボルトのゆるみ



ボルトの破断(震災後)

ズレ

45

状態の把握の方法

◆近接目視が物理的に困難な場合

- 定期点検の本質は、「健全性の診断の区分」の決定を行うことであり、法律や道路橋定期点検要領の趣旨に則って、必要性がある場合には非破壊検査や部材の一部のはつりなどの破壊調査も行わなければならない。これはあくまで健全性の診断を適切に行うにあたって必要かどうかで判断すればよい。

以下の例も参考にし、健全性の診断を行う技術者や健全性の分類について意思決定を行う管理者が実施の是非を判断する。

基本(近接目視)



橋台のたて壁背面



フーチング、杭



コンクリート埋め込み部

必要に応じて破壊調査・試掘等



試掘調査

潜水調査

必要に応じて



はつり出し

46

状態の把握の方法

基本(近接目視)

当該部位の周辺の状態や、他の同一部材の状態などから健全性の診断に必要な情報を取得する



端横桁の背面

必要に応じて

必要に応じた非破壊検査

ファイバースコープやビデオカメラなどのデジタル機器を併用する



ファイバースコープの使用



主桁の背面

排水管

47

状態の把握の方法

基本(近接目視)

当該部位の周辺の状態や、他の同一部材の状態などから健全性の診断に必要な情報を取得する



添加物の存在

必要に応じて



ファイバースコープの使用



ゲルバー部の遊間



48

状態の把握の方法

基本(近接目視)

当該部位の周辺の状態や、他の同一部材の状態などから健全性の診断に必要な情報を取得する



下部工の水中部

必要に応じて

必要に応じた非破壊検査等



水中カメラの使用

49

状態の把握の方法

◆ 測定器具による検知・捕捉



塗装の剥がれが見られ、他の損傷もあることが疑われる例



測定器具で計測することにより、5mmの変形が確認された。

変形の場合、変形量の程度によっては発見が困難であったり、発見してもその程度を定量的に把握することが困難。

対象部材周囲の状況から損傷が疑われる場合には、測定器具により損傷の有無を確認し、変形量を測定することが必要。

■ 点検道具例

- ・点検ハンマー
- ・水平器
- ・水系
- ・コンベックス

50

状態の把握の方法

◆ 必要に応じた詳細調査(亀裂)



追加調査の実施判断



・近接目視だけでは、塗膜われと亀裂の区別がつかず、正確な状況が把握できない場合がある。

・詳細調査の実施を検討する。

51

状態の把握の方法

◆ 部材解体による点検



カバープレートが変形(定期点検時)



内部でローラーの破断を確認

ローラー支承のカバープレート内部
(点検時、カバープレートの変形がみられ、取り外したところローラーの破断を確認)



近傍にも同様の構造あり
(吊り筋材に水の痕跡)



アーチ吊り部材の破断の例
(さや管を解体した状態)

内部状況が目視では直接確認できないような組み立て部材においては、他の同様の部材で変状が発見されていたり、周囲の変状などからの判断により必要に応じて部材を解体し、内部状況を確認することが有効である。

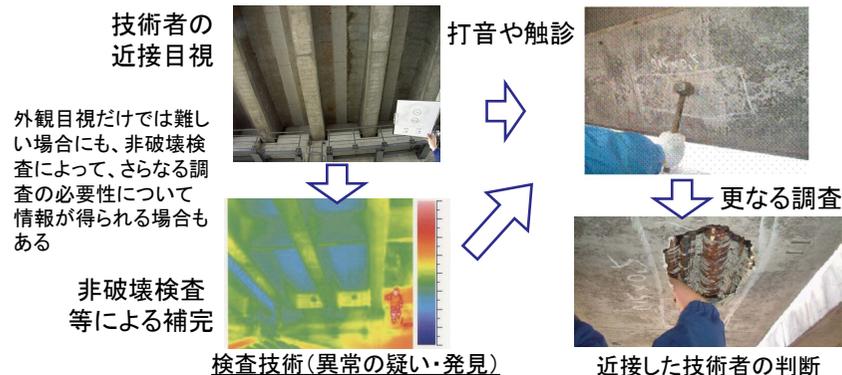
➤ 点検手法例

- ・部材解体による点検
- ・点検ハンマーによる打音

52

状態の把握の方法

- 基本は、知識と技能を有する者による近接目視であり、非破壊検査などを必ず実施するというものではない。
- 逆に、非破壊検査などを行ったという理由だけでは、近接目視が省略できるわけではない。



健全性の診断を行うためにさらなる情報が必要となれば、破壊検査や非破壊検査を実施する必要がでてくる。

53

状態の把握を行うにあたっての留意事項

- できるだけ適切に状態の把握を行うことができるように、現地にて適切な養生等を行ったり定期点検を行う時期を検討したりするのがよい

- 砂等の堆積や植生等がある場合は、取り除いてから状態の把握を行う



橋座面に土砂が堆積



支承部に土砂が堆積



伸縮装置に土砂が詰まっている



排水柵に土砂が詰まっている

54

状態の把握を行うにあたっての留意事項

- 腐食片、うき・剥離等がある場合は、取り除いてから状態の把握を行う



- 腐食片等が固着して腐食深さが把握できないことがあるので、かき落とすなどしてから状態の把握を行う



55

状態の把握を行うにあたっての留意事項

- 桁の外側と内側で損傷の見え方が違う場合がある



桁外側



桁内側

- 部材の交差部で、腐食程度が確認しにくい場合がある



56

状態の把握を行うにあたっての留意事項

- ・出水期には橋脚基礎の周辺地盤や躯体の損傷部が深く水没していることも想定されるため、濁水期など、近接目視を基本とした状態の把握ができるだけ広範囲に可能な時期に行う



- ・前回定期点検からの間に、道路橋の状態にとって注意すべき出水や地震等を受けた道路橋では、災害の直後には顕著に表れない変状が把握されることを念頭に状態の把握を行う



津波後に発見された損傷



洪水によって洗掘が進行

57

状態の把握を行うにあたっての留意事項

- 近接目視で把握できる範囲の情報では不足するとき、触診や打音検査等も含めた非破壊検査等を行い、必要な情報を補う

- ・ボルトのゆるみや折損などは、目視では把握が困難な場合が多く、打音等を行うことで初めて把握できることが多い

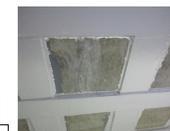


高力ボルトが抜け落ちている例
(※ボルト落下防止キャップは強度を与えているものではなく、単に抜け落ちたボルトの落下を防止するもの)

- ・剥落対策工がされている場合には、対策工の内部のコンクリートの状態について、触診や打音検査等を行うなど、慎重に行う



床版表面に格子状に接着された繊維補強材の例
(健全な状態である)



床版表面の繊維補強材の表面の保護塗装にひびわれが生じ、錆汁を伴う漏水の例
(内部の状態の確認が必要)

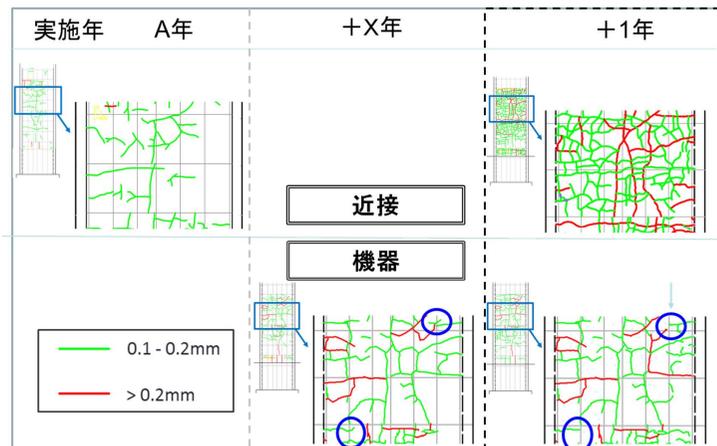
58

診断者が必要とする情報とは

条件(例:明るさ、角度、速さ、深さ・高さ、規模・・・)に応じて、何を、どんな誤差特性で把握できるのか？

- ・情報の質が分からなければ適切に活用できない
 - ✓ 捕捉できない情報の特徴を知っていれば診断に反映できる
 - ✓ 空振りもあると知っていれば、診断に反映できる

イメージ



59

安全に心掛けた定期点検の実施

■点検施設

- ・点検施設に損傷が見られる場合、使用に際して事前の安全確認が必要である。
- ・特に被災後の点検では、アクセス路・検査路設備そのものが危険な状態になっていることもあるため、十分に注意する必要があるとともに、危険がある場合は周知・明示するのがよい。



検査路足場の破損



検査路取り付け部のコンクリートが破壊(被災後)



取り付け部のボルト脱落

60

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

- この橋に求められる措置の必要性、対象範囲、目的・観点、及び切迫度・緊急性の観点から次回定期点検までの措置の必要性を分析する。
- 緊急性や、必要なか望ましいのかの観点で措置の切迫度を考える。
- さらに調査を行い情報を得ることで、性能の見立てや措置の必要性の考察が大きく変化し得るのか等の観点で調査の必要性についても考える。

(技術的評価)

部材群の機能とその部材群の機能が低下した時に構造に与える影響

現状の耐荷性能の見立て

- ①機能、強度、耐荷力に与える影響の度合い(今、耐荷性能はどうか)
- ②原因の推定と根拠

現状の耐久性能(中長期的な機能の低下の進行・拡大の可能性やそれが修繕に与える影響)

- ①進行・拡大の可能性(機能の変化、変化のスピード、変化の要因 など)
- ②見立ての根拠
- ③予防保全の必要性の観点…例えば、

道路利用者や第三者被害の発生の可能性

- i. 次回定期点検以降まで放置した場合の修繕の規模や困難さの違いの見立て
- ii. 次回定期点検以降まで放置した場合のLCCの違いの見立て
- iii. 特定事象の有無や状態の見立て などを思い浮かべながら考える

(措置の必要性の検討)

施設単位毎の性能の確保・維持の観点での措置の必要性等の検討

- ①観点(予防保全、機能・性能の回復、第三者被害など)
- ②切迫度(次回点検までに、現時点で、早期に、緊急に など)
- ③目的(原因の除去、進行・拡大防止 など)※原形状の回復にこだわる必要はない
- ④対象範囲(どの範囲に手を掛けるか)
- ⑤見込み違いの可能性、詳細調査や追跡調査の必要性の有無

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

鋼主桁の耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・塗膜が広範囲に劣化
 - 全体的かつ表層から劣化が進行
 - ・腐食はみられない
 - 母材は腐食していない

■技術的評価の例

- ・塗装品質は良好であった可能性が高い。
- ・今後着実に塗装の劣化範囲は拡大、より下層へと進展

ポイント：・LCCを考慮した措置時期と内容の考慮が合理的
 ・この例では、このまま発錆に至ると、素地調整など大がかりな補修が不可欠となる。

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

コンクリート主桁の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・支間中央
 - 大きな力が作用している
 - ・ひびわれ幅は小さく分散
 - 桁は設計通り機能している
 - ・雨水の影響はみられない
 - 急速な状況の変化は生じにくい

■技術的評価

- ・損傷が今後拡大する可能性はある。
- ・状況変わらない限り、急速な状態の変化は生じにくい。
- ・現時点では部材の性能は損なわれていない。

ポイント：「部材の働き」+「現状」+「今後の推定」

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

支承部の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・台座コンクリートのうき・剥離
 - 台座の健全性は支承の性能に直結
 - ・支承の防食機能の劣化
 - 母材の腐食は機能障害に直結
 - ・狭隘な空間
 - 高頻度の湿潤環境は劣化を促進

■技術的評価の例

- ・露出した鉄筋は腐食が急速に進行する懸念
- ・さらなる台座コンクリートの劣化は、支承機能に支障の懸念

ポイント：・取り得る対策工法も想定した評価が必要な場合も
 ・この例では、大規模な補修補強は施工空間に厳しい制約
 ・予防保全の観点から腐食環境の改善をできるだけ早期にするとよい

65

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

コンクリート床版の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・ひびわれは乾燥
 - 上からの著しい雨水の供給はない
 - ・ひびわれは格子状かつ全面に
 - 活荷重による疲労の進展過程
 - ・漏水や石灰分の析出がない
 - 貫通ひびわれはない可能性が高い

■技術的評価の例

- ・現状での耐荷力低下はほとんどない。
- ・ひびわれは今後も確実に増加するものと見込まれる。
- ・今後劣化速度は徐々に早くなる可能性がある

ポイント：・劣化メカニズムの推定は、予防保全実現の鍵
 ・この例では、疲労（特定事象）に対する予防保全が鍵

66

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

鋼主桁の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・支点上
 - 大きな力が作用している
 - ・著しい断面欠損
 - 耐荷力余裕の減少
 - ・漏水が継続
 - 劣化は急速に進行しつつある。

■技術的評価の例

- ・明らかな耐荷力の低下がある。
- ・地震などの大きな外力によって崩壊する可能性。
- ・環境が改善されない限り、このまま急速な進行が予想される。

ポイント：・「部材の働き」+「現状」+「今後の推定」
 ・この例では、構造安全性の観点から、直ちに仮支持、仮固定の対応の必要性を検討する。

67

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

鋼主桁の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・母材の板厚減少はほとんどない
 - 緩やかに防食機能の劣化が進行
 - ・塗装は大半が喪失している
 - 今後は急速に腐食が進行する
 - ・継手部を含む
 - ボルトの腐食も進行が予想される

■技術的評価の例

- ・部材の耐荷力性能はほとんど失われていない。
- ・状況変わらない限り、今後確実に腐食が急速に進行する。

ポイント：・予防保全の有効性・必要性を常に念頭に
 ・この例では、ボルトの更新が必要となった場合、極めて大がかりとなる。
 ・予防保全の観点から、防食機能の回復の措置を早期にするるとよい。

68

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

主桁ゲルバー部の耐荷性能



■着目できるポイント

- ・主桁ゲルバー部
 - 落橋に直結する部位・構造
- ・ウェブがほぼ破断
 - 耐荷力が大きく低下している
- ・応力集中箇所+常時応力変動
 - 更なる進展がいつでも起こりうる

■技術的評価の例

- ・現時点で耐荷力は大きく損なわれていると言える。
- ・更なる進展は、全橋崩壊に至る危険性が高い。
- ・小規模な地震や通常の交通荷重によっても進展の可能性。

- ポイント：・重大事故の可能性の判断や緊急措置は迅速かつ安全側に
 ・道路管理者の健全性の診断の区分の決定とは関係なく、大至急の対応が必要の場合もある（ⅢやⅣだから措置をするというわけではなく、見つけた時点で最善を尽くす必要がある場合もある。）
 ・この例では、構造安全性の観点から、通行規制及び耐荷性能の回復の措置を緊急で実施する必要

69

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

鋼主桁の耐荷性能



■着目できるポイント

- ・接合部ボルト群の極一部
 - 継手性能への影響は限定的
- ・一部は脱落している
 - 緩みではなく折損の疑い
- ・一部ボルトの著しい腐食
 - 脱落したボルト部で防食機能が低下

■技術的評価の例

- ・継手性能の大きな低下はない
- ・遅れ破壊の場合、今後急速に折損が広がる可能性もある（過去に使用された高力ボルトでは遅れ破壊が生じることがある）

- ポイント：・適用技術（示方書、製作・施工法）も考慮が必要
 ・この例では、予防保全の観点からの、詳細調査が必要な可能性もある

70

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

鋼主構(トラス)の耐荷性能、耐久性能



■着目できるポイント

- ・トラスの斜材
 - 全橋の安全性に極めて重要
- ・境界部での断面欠損
 - 埋め込み内部の著しい劣化も懸念
- ・雨水の供給は継続
 - 腐食は今後も着実に進行

■技術的評価の例

- ・部材の耐荷力状態は不明である。(危険性も否定できない)
- ・外観からの評価には限界。(内部の把握が不可欠)
- ・破断すると、全橋崩壊のリスクもある。

- ポイント：・「判断できない」ことの的確な判断も重要
 ・この例では、構造安全性の観点から、早期に詳細調査を実施するとよい
 ・調査しないならば、安全側の対応（規制、早急な修繕）を検討すべきである

71

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

対傾構の耐荷性能



■着目できるポイント

- ・対傾構(主桁とはボルト接合)
 - 亀裂は主桁には進行しにくい
- ・対傾構(多主桁)
 - 機能喪失の影響は限定的
- ・対傾構(多主桁)
 - 同種構造を多数有する

■技術的評価の例

- ・亀裂の位置や向きから、直ちに亀裂が主部材へ進展する可能性は少ない。
- ・同じ構造が多数あり、他部位での発生や今後の頻発も懸念
- ・原因が「疲労」の場合、放置すると着実な進展が予想される

- ポイント：・原因特定の必要性を判断することも重要
 ・この例では、上部構造全体としての予防保全のタイミングを逃さないような「所見」の記述を心掛ける
 ・たとえば、予防保全の観点から、原因特定のための詳細調査を早期に実施するとよい

72

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

対傾構の耐荷性能



- 着目できるポイント
- ・対傾構
 - 常時の耐荷力への影響は限定的
 - ・一部で完全に破断
 - 横抵抗の機能はほぼ喪失
 - 他部材の負担が増大

■技術的評価の例

- ・鉛直荷重に対する耐荷力への影響は限定的。
- ・負担の増えた他の部位で新たに損傷が発生する恐れがある。
- ・大規模地震に対して上部工が危険となる恐れがある。

- ポイント：・着目部材の状態が他の部材に及ぼす影響を考慮
- ・類似箇所でも亀裂や腐食が生じることも多い。
 - ・この例では、端部の対傾構は重要度が高く、早急な措置を検討すべき。

73

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

ケーブル構造(吊橋)の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
- ・吊橋のケーブル定着部(一部素線破断)
 - 破断は全橋の崩壊にも直結
 - ・防食システムの著しい劣化
 - 局部腐食の進行が懸念される
 - ・近接目視の限界(柵・被覆)
 - 通常の外観目視では全貌不明

■技術的評価の例

- ・安全性は、外観目視困難なケーブル素線の状態に依存
- ・長期に雨水の浸入が継続してきた場合、著しい内部腐食も
- ・破断すると補修は極めて困難、かつ全橋崩壊の可能性も

- ポイント：・状態によっては、詳細調査前に緊急措置することも必要
- ・道路管理者の健全性の診断の区分の決定とは関係なく、大至急の対応が必要の場合もある
 - ・この例では、構造安全性の観点から、通行規制及び詳細調査等の措置を緊急で実施する必要がある

74

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

コンクリート主桁の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
- ・箱桁橋の下面
 - 橋軸方向につづく異常な変色
 - ・ポステン(セグメント)橋
 - ひびわれがなく、変色は広範囲に
 - ・近接目視の限界(かぶり)
 - 通常の外観目視では全貌不明



■技術的評価の例

- ・橋の安全に重要なPC鋼材の腐食が疑われる
- ・上面側からの雨水の浸入や腐食の進行が疑われる
- ・外観以上に部材内部で劣化が進行している可能性もある

- ポイント：・劣化要因を推定し、目視の情報を補うことも必要
- (構造特性や可能性のある進展シナリオを考慮)
- ・同じ構造、施工であれば、全体に広がっている可能性がある
 - ・この例では、詳細調査や措置を前提とした対応を直ちに行う必要がある

75

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

コンクリートゲルバー部の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
- ・ゲルバー部
 - 破壊は全橋の崩壊にも直結
 - ・再劣化(表面被覆)
 - 過去より劣化が進展
 - ・近接目視の限界(狹隘・構造的)
 - 通常の外観目視では全貌不明

■技術的評価の例

- ・安全性は、外観目視困難なゲルバー構造の状態に依存
- ・長期に雨水の浸入が継続してきた場合、著しい内部劣化も
- ・再劣化部は、外観からの推定以上に損傷している可能性

- ポイント：・過去の補修補強履歴は、現状推定と将来予測に重要
- ・道路管理者の健全性の診断の区分の決定とは関係なく、大至急の対応が必要の場合もある
 - ・この例では、構造安全性の観点から、通行規制及び詳細調査等の措置を緊急で実施する必要がある

76

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

コンクリート主桁の耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・塩害影響部
 - 部材内部への塩分の供給
 - ・再劣化(広範囲の表面被覆)
 - 上方から部材内部で劣化が先行
 - ・近接目視の限界(被覆やひびわれ注入)
 - 通常の外観目視では全貌不明

■技術的評価の例

- ・安全性は、目視困難な内部鋼材の健全性に大きく依存
- ・桁、床版の広範囲で部材深奥部から劣化している可能性
- ・再劣化部は、外観からの推定以上に損傷している可能性

ポイント：・過去の補修補強時の考え方や方法の妥当性も考慮が必要
 ・塩害(特定事象)に対する予防保全が必要な可能性もある

77

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

コンクリート床版の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・ひびわれは浸潤+石灰漏出
 - 上からの雨水供給が継続
 - ・ひびわれは格子状かつ全面に
 - 活荷重による疲労の進展過程
 - ・ひびわれ幅は大きく、規則的
 - 鉄筋に沿ってブロック化の可能性も

■技術的評価の例

- ・内部鋼材の腐食や疲労による床版コンクリートの劣化が懸念
- ・ブロック化した床版コンクリートは脱落する危険性
- ・耐力力の低下につれて、さらに劣化が加速する可能性が高い

ポイント：・超重車両や地震など突発的外力の影響も考慮が必要
 ・道路管理者の健全性の診断の区分の決定とは関係なく、大至急の対応が必要な場合もある

78

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

床版(舗装)の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・舗装のひびわれ
 - 雨水の床版への供給
 - ・ひびわれ部の変色、滞水痕
 - 舗装下の異常(白濁水の漏出)

■技術的評価の例

- ・床版コンクリートの劣化(土砂化)の懸念
- ・舗装と床版の一体性の喪失(舗装の飛散)の懸念
- ・降雨毎に床版に雨水が供給され、劣化が加速する可能性

ポイント：・直接目視できない部材・部位は周辺状況に特に注意
 ・この例では、下面の状況も見ながら、疲労(特定事象)に対する予防保全も念頭にした対応をとっていくこと検討することも考えられる

79

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

床版(舗装)の耐荷性能、耐久性能



- 着目できるポイント
 - ・舗装のひびわれ
 - 規則性のある顕著なひびわれ
 - ・ひびわれ部の変色、滞水痕
 - 舗装下の異常(白濁水の漏出)

■技術的評価の例

- ・床版コンクリートの劣化(鉄筋位置でのブロック化)の懸念
- ・床版の抜け落ち、路面陥没、ブロックの飛散が生じる危険性
- ・降雨毎に床版に雨水が供給され、劣化が加速する可能性

ポイント：・第三者被害の懸念がある場合、緊急性評価は特に重要
 ・この例では、抜け落ちに対する早急な調査、対応への着手を検討
 ・加えて、類似箇所でも劣化が進行している、または、進行する可能性もあるため、予防保全の観点からの調査を実施する必要がある可能性もある

80

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

支承部の耐荷性能



- 着目できるポイント
- ・ゴム支承の大きな残留変位
→ 大きな水平力が発生している
 - ・桁端部の遊間異常
→ 上下部の相対位置関係に異常
 - ・遊間異常以外の変状がない
→ 各部材単独の性能は喪失していない

■技術的評価の例

- ・下部工が移動している可能性
- ・他の支承にも異常が生じている可能性が高い(つりあい)
- ・他の部位にも異常が生じている可能性がある(伸縮装置など)

ポイント：・橋本体以外（地盤など）の異常も念頭に、所見の記述においては記録しておく必要がある。
・この例では、対策にあたっては、支承だけでなく下部構造などに対しても行わなければ再発する可能性もある

81

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

◆診断事例

コンクリート主桁のその他必要な性能



- 着目できるポイント
- ・補修部に一致したうき
→ 補修部の再劣化の可能性
 - ・補修部と以外の性状の相違
→ 補修工法の不適合の可能性
 - ・桁の下端位置
→ 落下の懸念

■技術的評価の例

- ・補修部の再劣化では、様々な原因が考えられる。
(施工不良、材料等の不適合、内部からの劣化の進展・・・)
- ・局部でも拵がりがあるうきは、まとまって落下する危険性も

ポイント：第三者被害の懸念がある場合は、防止措置も併せて実施検討する

82

技術的評価及び措置の必要性の検討のポイント

その他の様々な損傷形態の例

補強部材の損傷



補強部材(鋼板)の再劣化(腐食、うき)が見られる状態

(補強効果が失われていたり、補強部材内部で劣化が進行していることがある)

変色・劣化の例



火災痕が見られる場合

(部材の強度が低下している場合がある)

83