

# リクワイヤメントについて(橋梁)

---

# 橋梁の点検支援技術のリクワイヤメント(1/2)

- リクワイヤメントの視点①: 見えない又は見えにくい部材等の状態をより詳しく把握できる技術  
 リクワイヤメントの視点②: 健全性の診断に必要な情報を定量的に把握・推定する技術  
 リクワイヤメントの視点③: 点検作業(状態の把握、点検結果の記録やとりまとめ)を効率化できる技術

| 求める技術<br>(道路行政の技術開発ニーズ) |  |
|-------------------------|--|
| PC上部構造や吊材の状態把握          | PC鋼材の劣化状況(破断を含む)を把握する技術                        |
|                         | 吊材の状態や劣化状況(破断を含む)を把握する技術                       |
|                         | コンクリート中のPC鋼材緊張力や吊材の張力等の定量的な情報を取得できる技術          |
| 支承部の機能障害の把握             | 支承部の状態や劣化状況を把握する技術                             |
|                         | 支承部の状態(機能障害)をより適切に把握するため、作用荷重などの定量的な情報を取得できる技術 |
| 橋梁基礎の洗掘や斜面上の基礎等の状態把握    | 水中カメラ等により、橋梁基礎の状態を把握する技術                       |
|                         | 斜面上に築造された下部構造本体及び斜面の点群データを取得(形状把握)する技術         |
|                         | 水中部の河床、基礎、護床工等の位置計測ができる技術                      |
| 狭隘な溝橋内空の状態把握            | 溝橋内空の状態を水上ドローン等で把握する技術                         |
| 狭隘な桁端部やゲルバー一部の状態把握      | 小型ドローンやファイバースコープ等による狭隘部の状態を把握する技術              |

# 橋梁の点検支援技術のリクワイヤメント(2/2)

## 求める技術 (道路行政の技術開発ニーズ)

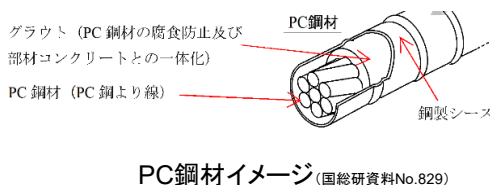
|                               |  |
|-------------------------------|--|
| 疲労亀裂の状態把握                     | 塗膜や舗装を剥がさずに、鋼部材の亀裂の有無や状態を把握できる技術   |
|                               | 足場等の仮設を行わず、亀裂の有無の状態を把握できる技術  |
| 落下防止対策箇所における状態把握              | 落下防止対策がなされている状態でも、その内部を把握できる技術   |
|                               | コンクリートの劣化の要因となる水の浸入状況の有無を把握できる技術   |
| コンクリート内部の鉄筋腐食の状態把握            | 内部鉄筋の腐食状態を把握できる技術  |
|                               | コア採取に変わる、塩化物イオンを簡易に測定できる技術   |
|                               | コンクリート中の鋼材位置に含まれる塩化物イオン量計測、又はかぶりコンクリート内における塩化物イオン量の深さ方向の把握(塩害の影響地域に位置する橋梁)ができる技術 |
| 遅れ破壊が生じたボルトの状態把握              | 外観上、折損が生じていない状態のボルトにおいて、遅れ破壊を把握できる技術   |
| 床版上面の土砂化等の状態把握                | 舗装を撤去することなく床版上面の損傷状況(土砂化、泥状化)およびその範囲を把握する技術                                      |
|                               | 土砂化の要因となる床版上面の滞水の有無や分布を確認する技術  |
| 点検作業(状態の把握、点検結果の記録やとりまとめ)の効率化 | ひびわれなどの損傷等を画像で記録する技術や、画像から損傷の検出や損傷図作成を行う技術                                       |

- PC上部構造の要であるPC鋼材は、主桁の引張力を受け持つ重要な部材であるが、通常、コンクリート中に埋め込まれており、その状態を近接目視で把握することが困難である。
- 吊材についても、通常、塗装または保護管などで被覆されており、目視や触診ではその状態が把握できないため、新技術を活用した状態の把握が求められる。

## 求める技術

- ・PC鋼材の劣化状況(破断を含む)を把握する技術
- ・吊材の状態や劣化状況(破断を含む)を把握する技術
- ・コンクリート中のPC鋼材緊張力や吊材の張力等の定量的な情報を取得できる技術

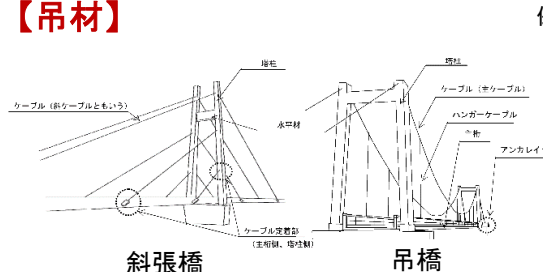
### 【PC鋼材】



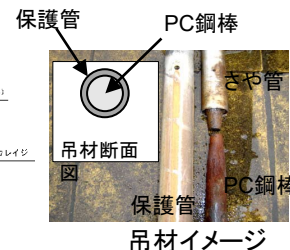
PC鋼材イメージ(国総研資料No.829)

PC鋼材は通常、コンクリート内部に埋め込まれている

### 【吊材】



吊材は通常、保護管で覆われている



吊材イメージ

### 【状態把握のための計測項目】

- ・コンクリート中のPC鋼材緊張力
- ・コンクリート中のPC鋼材の破断(欠損)
- ・コンクリート中のPC鋼材の断面積の減少量
- ・コンクリート中のPC鋼材のシース内の空隙(水分量)

### 【状態把握のための計測項目】

- ・吊材張力
- ・塗装や保護管で被覆された吊材の破断(欠損)
- ・被覆内部にある吊材の断面積の減少量
- ・吊材被覆内部にある水分・湿気

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

### 参考資料

直轄国道における点検支援技術の活用原則化  
 引張材を有する道路橋の損傷例と定期点検に関する参考資料 (平成31年2月)  
 監視計画の策定とモニタリング技術の活用について(令和2年6月)  
 モニタリング技術も含めた定期点検の支援技術の使用について(令和2年6月)

○ 支承部は、必要に応じて橋梁の上部構造と下部構造との間に設置されている部材で、桁端部などの狭隘部に設置されているため、人が接近しにくく、近接目視が困難である場合も想定される。支承部の状態(機能障害)をより適切に把握するためには、近接目視による外観だけでなく、作用荷重や移動量などの定量的な情報を取得することが求められる。

## 求める技術

- ・ 支承部の状態や劣化状況を把握する技術
- ・ 支承部の状態(機能障害)をより適切に把握するため、作用荷重などの定量的な情報を取得できる技術

### 【支承】



遊間の異常



ローラーの脱落



支承の傾斜



機能障害(移動)

### 【状態把握のための計測項目】

- ・ 支承の反力
- ・ 支承の移動量
- ・ 支承の傾斜量
- ・ アンカーボルトのコンクリート内部での腐食の有無や全長での定着の有無
- ・ ゴムの亀裂の有無、長さ、深さ

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

### 参考資料

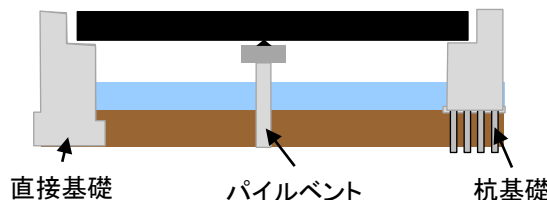
監視計画の策定とモニタリング技術の活用について(令和2年6月)  
モニタリング技術も含めた定期点検の支援技術の使用について(令和2年6月)

- 橋梁の基礎部分は水中や土中にあるため、その状態を近接目視により直接的に把握することが困難である。
- 一方、河川増水時の洗堀や、土砂災害等により基礎が損傷し、その結果、沈下や傾斜が生じることから、基礎の状態を把握する技術が求められる。

## 求める技術

- ・水中カメラ等により、橋梁基礎の状態を把握する技術
- ・斜面上に築造された下部構造本体及び斜面の点群データを取得(形状把握)する技術
- ・水中部の河床、基礎、護床工等の位置計測ができる技術

## 【基礎洗堀】



橋脚の傾斜



橋脚の沈下



杭基礎の露出



斜面上基礎の洗堀

洗堀とは、河川の流れにより河床等がけずりとられること。構造物周囲の土砂等が洗堀により消失されることが多く、これにより、土中部、水中部の橋脚が損傷。

## 【状態把握のための計測項目】

- ・水中部・土中部の橋梁基礎の断面欠損
- ・水中部・土中部の橋梁基礎の位置、標高
- ・地盤高やフーチング基礎天端の高さ
- ・橋梁基礎周辺の河床高や斜面では基礎周辺の地盤形状
- ・橋梁又は下部構造の軸線の形状(傾斜、偏心率など)

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

直轄国道における点検支援技術の活用原則化

水中部の状態把握に関する参考資料(平成31年2月)

橋梁基礎の洗堀に係る点検実施要領(平成19年10月)

監視計画の策定とモニタリング技術の活用について(令和2年6月)

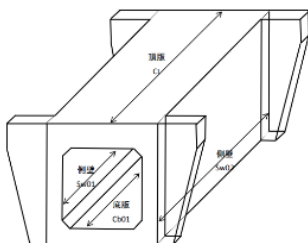
モニタリング技術も含めた定期点検の支援技術の使用について(令和2年6月)

- 溝橋の中には、狭隘な環境のうえ、足下条件として泥やヘドロが堆積したり、水位が高いため、近接目視による点検に手間がかかったり、困難な場合がある。

## 求める技術

- ・溝橋内空の状態を水上ドローン等で把握する技術

### 【狭隘な溝橋内空】



▲溝橋内空



▲溝橋内空



### 【状態把握のための計測項目】

- ・溝橋の水中部や狭隘部にあるひびわれの位置、幅、長さ
- ・溝橋の狭隘部にある漏水の位置、規模
- ・溝橋の水中部や狭隘部にあるのうき・剥離の位置、規模

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

### 参考資料

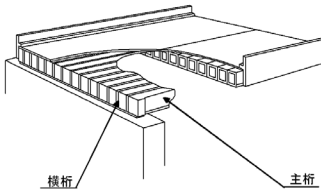
直轄国道における点検支援技術の活用原則化  
特定の条件を満足する溝橋の定期点検に関する参考資料 (平成31年2月)

○ 桁端部の狭隘部は、橋梁点検車での近接が難しかったり、検査路がない場合も多く、近接目視が困難である。また、近接できたとしても、添架物等により、人が接近しにくく、近接目視ができない部材等がある。

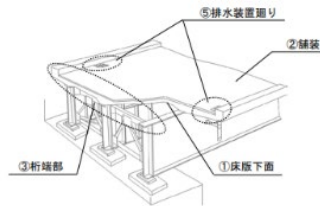
### 求める技術

- ・小型ドローンやファイバースコープ等による狭隘部の状態を把握する技術

### 【狭隘な桁端部やゲルバー部】



▲コンクリート橋桁端の狭隘部



▲鋼橋桁端の狭隘部



▲ゲルバー部の狭隘部

### 【状態把握のための計測項目】

- ・桁端部やゲルバー部のひびわれの位置、幅、長さ
- ・桁端部やゲルバー部の漏水の位置、規模
- ・桁端部やゲルバー部のうき・剥離の位置、規模

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

### 参考資料

直轄国道における点検支援技術の活用原則化  
監視計画の策定とモニタリング技術の活用について(令和2年6月)  
モニタリング技術も含めた定期点検の支援技術の使用について(令和2年6月)

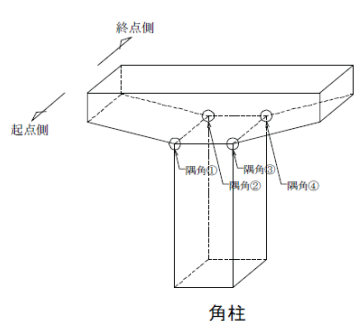


○鋼部材に疲労亀裂の発生が疑われる場合には、疲労亀裂か否かを特定する必要があるが、その労力は膨大になる場合がある。鋼床版や鋼桁、鋼製橋脚隅角部などの溶接部における亀裂箇所を効率的に把握する技術が求められる。

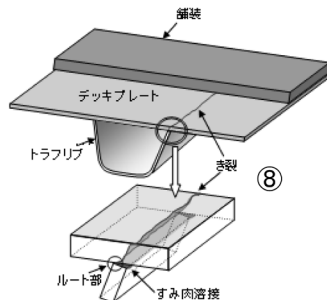
## 求める技術

- ・塗膜や舗装を剥がさずに、鋼部材の亀裂の有無や状態を把握できる技術
- ・足場等の仮設を行わず、亀裂の有無の状態を把握できる技術

### 【疲労亀裂】



T型橋脚の隅角部



鋼床版のUリブ



疲労亀裂



磁粉探傷検査



### 【状態把握のための計測項目】

- ・亀裂の位置、深さ、長さ

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

### 参考資料

鋼製橋脚隅角部の疲労損傷臨時点検要領(平成14年5月)

- 落下防止対策や補修補強を実施したコンクリート部材からコンクリート塊が落下する事例がみられる。コンクリート片程度の落下を防ぐためには補修材料の状態の把握が必要である。また、塊での落下を防ぐためには母材コンクリートの状態や、母材の劣化の結果として生じる水の浸入の有無等を把握できると有用な情報となる。
- 国が管理する道路橋については、5年に一度の打音か、事前措置を求めている。また、事前措置を行っていない箇所は、中間年での措置を求め、事前措置を行っていても、必要に応じて状態の確認を行う。このことから、既に事前措置を実施済の箇所の状態の把握を適切に行うために、支援技術の活用が期待される。

**求める技術**

- ・落下防止対策がなされている状態でも、その内部を把握できる技術
- ・コンクリートの劣化の要因となる水の浸入状況の有無を把握できる技術

**【剥離】**

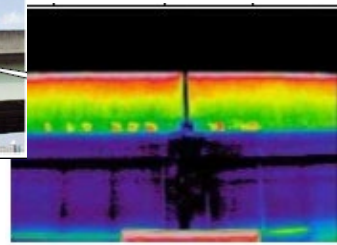


剥離・鉄筋露出が目視できる



剥離・鉄筋露出が目視できる

断面修復部の剥離・鉄筋露出



赤外線サーモグラフィの記録写真

**【状態把握のための計測項目】**

- ・第三者被害防止のためにシート等を貼っている状態において、うき・剥離の位置、規模

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

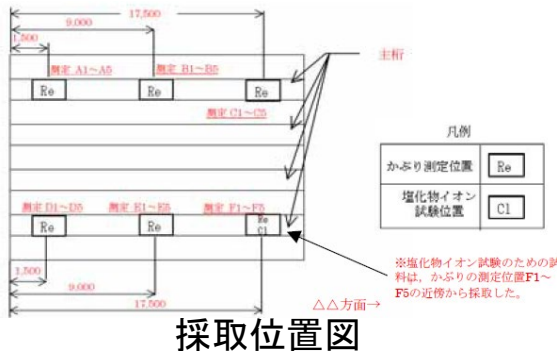


○塩害特定点検は、鋼材位置のコンクリート内部に含まれる塩化物イオン量から、塩害の可能性を推定する。塩化物イオン量を調査するためのコア採取やドリル削孔等により、試料を採取することは、構造物を傷つけるため、多数回行うことは好ましくなく、10年に1回実施する。このことから、コア採取に変わる塩化物イオン濃度の計測が求められる。また、予防保全の観点からはできるだけ早い段階で鋼材が腐食に至る可能性を把握できることは有用である。

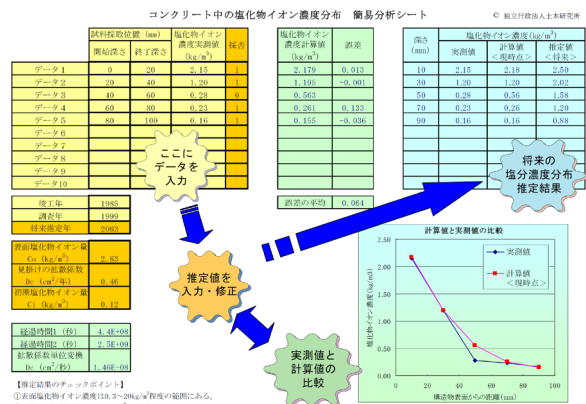
### 求める技術

- ・コンクリート中の鋼材位置に含まれる塩化物イオン量計測、又はかぶりコンクリート内における塩化物イオン量の深さ方向の把握(塩害の影響地域に位置する橋梁)ができる技術
- ・コア採取に変わる、塩化物イオンを簡易に測定できる技術
- ・内部鉄筋の腐食状態を把握できる技術

### 【塩害】



試料採取



### 【状態把握のための計測項目】

- ・塩化物イオン濃度
- ・内部鉄筋の断面積の減少量

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

### 参考資料

直轄国道における点検支援技術の活用原則化  
 コンクリート橋の塩害に関する特定点検要領(案)(平成16年3月)

○高力ボルトの遅れ破壊が生じてても、さびによる固着や塗膜での拘束などにより、外観上は変状が生じていないように見えることもある。したがって、高力ボルトについては、打音検査を行い、既に折損が生じているボルトを抽出することが行われる。打音検査なしでボルトが折損したことが把握できる技術が求められる。

## 求める技術

- ・外観上、折損が生じていない状態のボルトにおいて、遅れ破壊を把握できる技術

### 【遅れ破壊】



ボルトの脱落



遅れ破壊したボルト

### 【状態把握のための計測項目】

- ・ボルトの内部の状態を把握
- ・軸力

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

○床版上に土砂化した部分ができる、As舗装の損傷を容易に招くとともに、その後のコンクリート床版の劣化を著しく加速させる。土砂化はAs舗装下の床版上面の損傷であることから、外観での発見ができない。また、調査するにも、交通規制を伴い、舗装を撤去する必要がある。したがって、舗装を撤去することなく舗装下の状態を把握できる技術が求められる。

## 求める技術

- ・舗装を撤去することなく床版上面の損傷状況(土砂化、泥状化)およびその範囲を把握する技術
- ・土砂化の要因となる床版上面の滞水の有無や分布を確認する技術

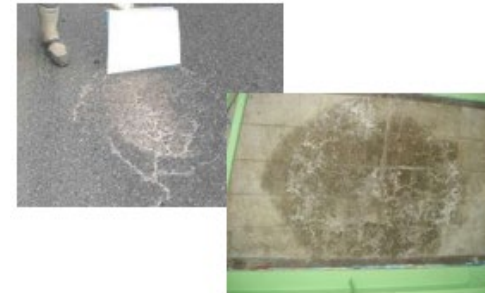
## 【土砂化】



舗装ひびわれから白色析出物



床版上面の土砂化(舗装を撤去)



床版上面の土砂化の可能性

## 【状態把握のための計測項目】

- ・床版上面の損傷状況を把握
- ・床版上面の滞水の有無を把握

※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

# 点検作業(状態の把握、点検結果の記録やとりまとめ)を効率化できる技術

LEVEL1 LEVEL2

橋梁

- 橋梁の点検を近接目視にて行う際は、部位によっては作業の際に仮足場などを設置している。そのため、近接目視によらず損傷画像を撮影する技術が求められている。
- 定期点検結果の記録・保存にあたっては、大量の写真データや損傷変状データ図の整理に手間がかかる。そのため、撮影画像から損傷を検出する技術や損傷図を作成をする技術が求められている。

## 求める技術

- ・ ひびわれなどの損傷等を画像で撮影する技術や、画像から損傷の検出や損傷図作成を行う技術

### 画像撮影技術

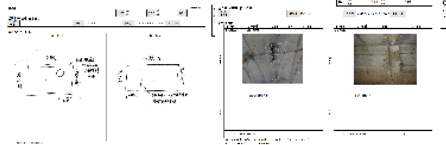


### 損傷写真やスケッチなど



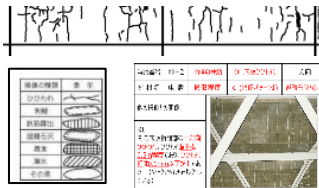
定期点検の結果等の記録・保存

### 地方公共団体管理橋梁の定期点検結果の記録やとりまとめ例



- ・ 診断において着目した変状を抽出し、俯瞰的に把握できるようなスケッチを残したり、主要な変状の写真毎に種類や寸法・範囲の概略や展開図等を残しておくことよい。
- ・ スケッチにこだわる必要はなく、記録の利活用を念頭に、求める内容に応じた自由な記録として残す。

### 国管理橋梁の定期点検結果の記録やとりまとめ例

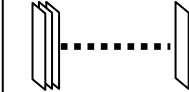


橋梁定期点検要領(国管理橋梁)の様式に基づき整理・作成

### 点検支援技術の例

国の様式に準拠した損傷図として記録・保存

大量の写真データ

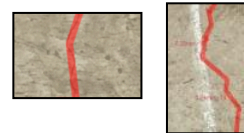


オールソ画像作成 → ひびわれを自動検出

次期点検に活用でき、点検要領の改訂にも対応可能

### 点検支援技術の例

損傷図として記録・保存



ひびわれ幅と長さを自動表示

複数の損傷を記録・保存

複数の損傷を3次元データ(座標や標高データも含む)で記録

