

関東地方整備局
中部地方整備局
同時発表

令和2年12月15日
道路局国道・技術課

「橋梁、トンネルの点検支援技術」を公募します
～定期点検の効率化に向けて、点検支援技術性能カタログの充実を図ります～

国土交通省道路局では、定期点検への新技術の積極的な活用を図るため、点検に活用可能な技術について、その性能値等を取りまとめた「点検支援技術性能カタログ（案）」を平成31年2月に策定し、令和2年6月には掲載技術数の拡充等を行ったところです。

このたび、掲載技術の更なる充実等を図るため、橋梁及びトンネルの点検支援技術を下記の通り公募しますのでお知らせします。

1. 公募期間

令和2年12月15日(火)～令和3年1月29日(金)

2. 公募要領、応募資料作成要領、応募様式等

実施機関HP (<https://www.jbec.or.jp/>) よりダウンロードしてください

3. 参考資料

別添1 点検支援技術の開発の方向性について

別添2 点検支援技術の公募に係るリクワイヤメントについて

技術公募や技術検証の手続き等については、(一財)橋梁調査会が窓口となります。

一般財団法人 橋梁調査会 公募担当：大黒屋、石井

TEL：03(5940)7794 FAX：03(5940)7789 E-mail：r2-koubo@jbec.or.jp

＜お問い合わせ先＞

道路局国道・技術課 技術企画室 課長補佐 橋本、舗装係長 木村

代表：03-5253-8111 (内線 37862、37855)

直通：03-5253-8498 FAX:03-5253-1620

点検支援技術の開発の方向性について

新技術活用の方考え方 [橋梁の例]

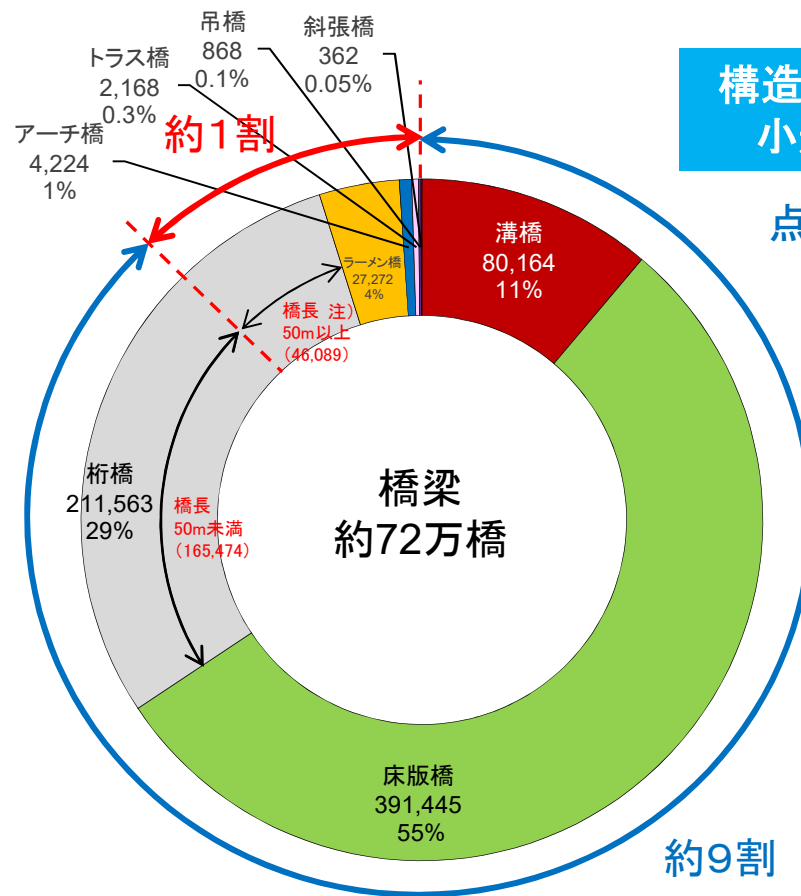
- 溝橋など、構造が単純・小規模な橋梁については、点検項目を絞り込みつつ、作業効率化に資する新技術を活用。
- 規模が大きく、構造が複雑な橋梁は、橋梁の構造に応じて様々な技術を組み合わせることにより、点検を効率化。

構造が複雑、又は大規模な橋梁

部位・部材等に応じて様々な新技術を組み合わせるなどにより、点検を効率化



斜張橋の例



構造が単純、又は小規模な橋梁

点検項目の絞り込み



簡易に、安価に活用できる技術等による作業効率化



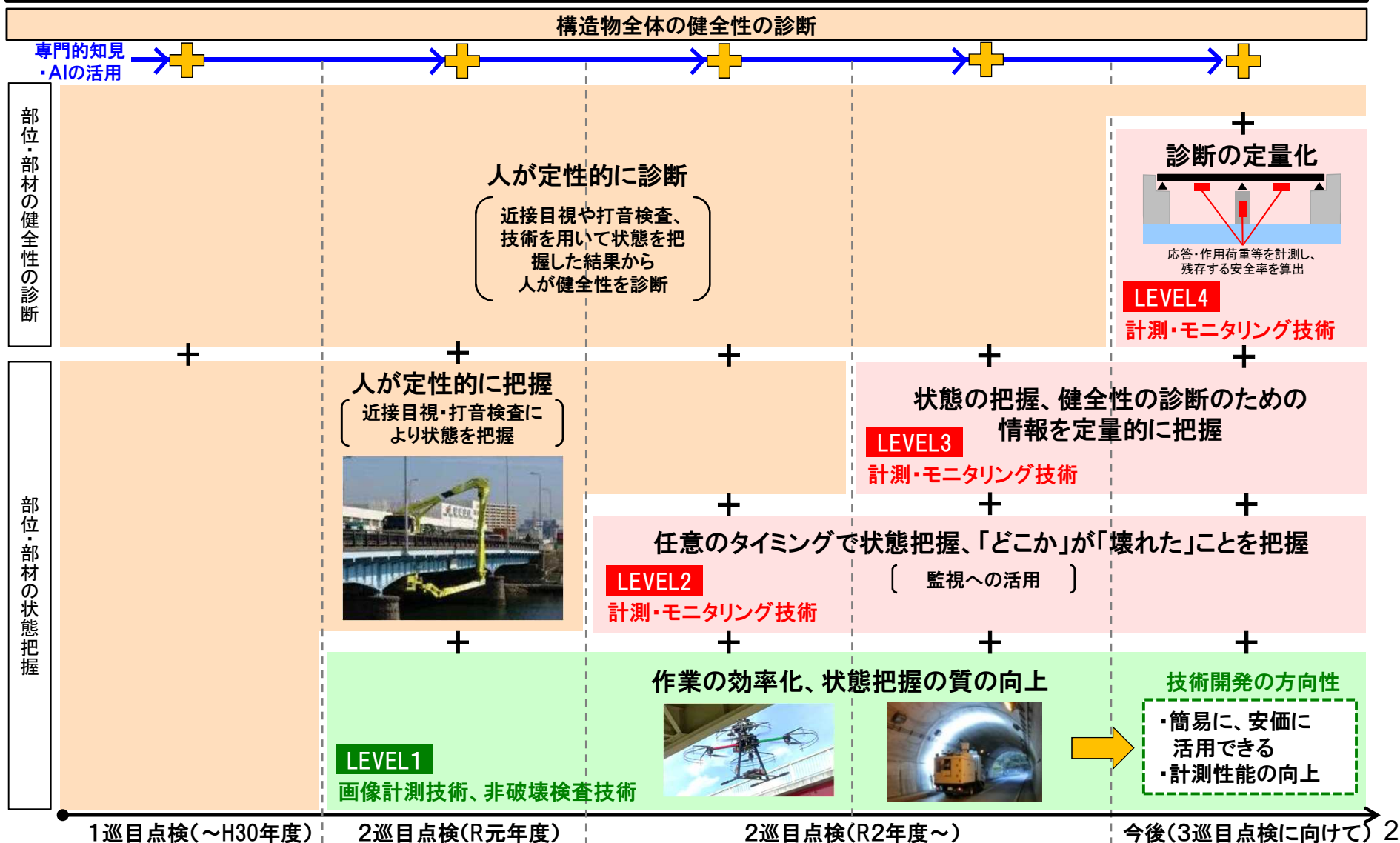
溝橋の例

注) 概ね2径間以上になる橋長

出典) 道路統計年報2020(H30.4)より

定期点検における新技術活用の方角性(案)

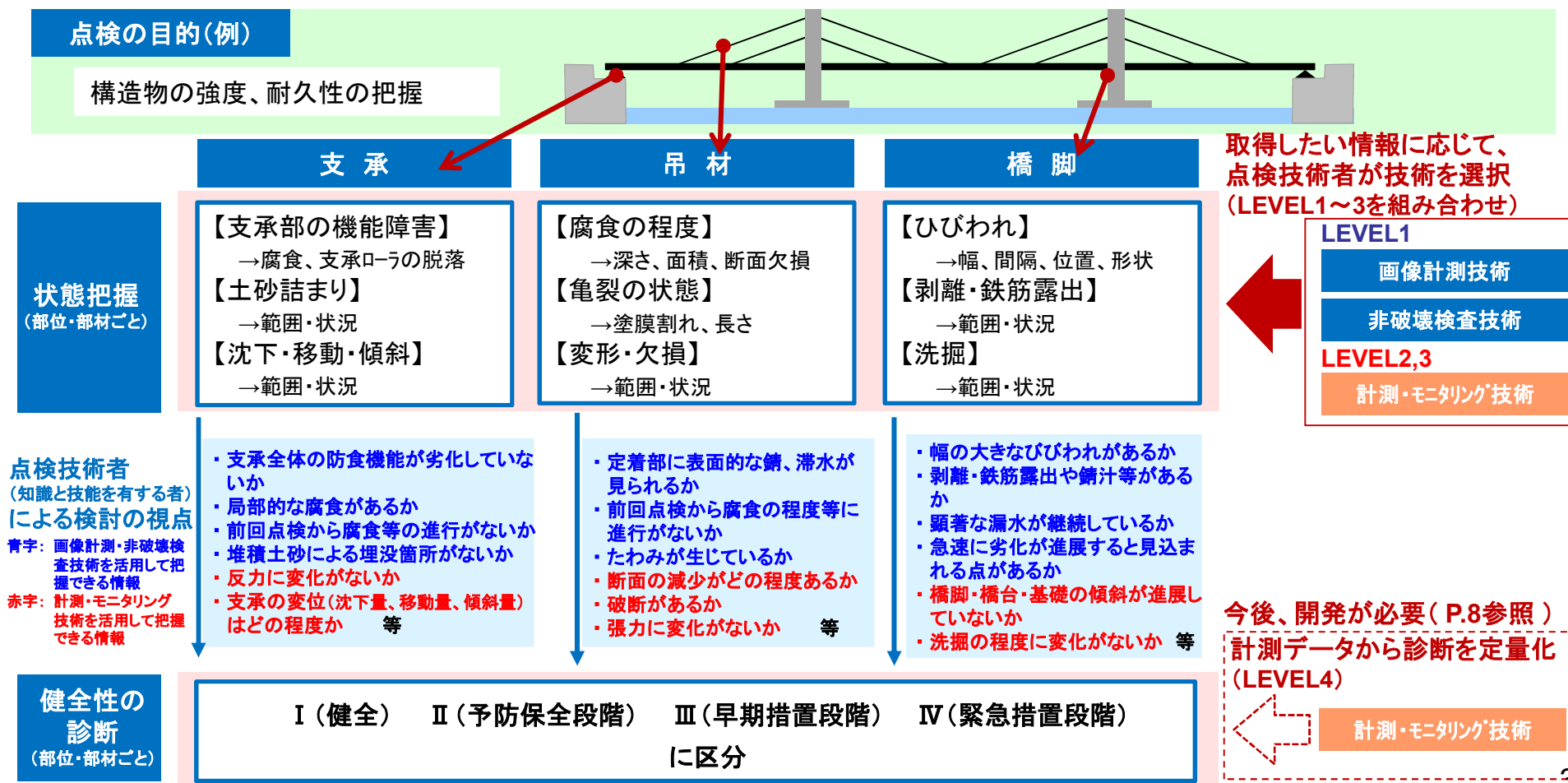
- 部位、部材の状態把握は、目的に応じて最適な技術を組み合わせることで効率的に実施。
- 健全性の診断は、AI等の技術も活用しつつ、人(知識と技能を有する者)が実施。



点検(部位・部材の状態把握)と診断の考え方(現状)

- 健全性の診断とは、構造特性、損傷の原因やその進行性、架橋条件などを踏まえた上で、点検で得られた損傷の程度を考慮し、部位・部材ごと、及び構造物全体の状態を把握し、措置の必要性について評価すること。
- 診断にあたっては、点検の目的に応じて、部位・部材ごとに、状態把握に必要な情報を取得する。

点検の目的に応じた情報の取得と健全性の診断イメージ



○ 画像計測技術とは、点検技術者が対象構造物の外観の変状等を把握するための画像を撮影する技術。

画像計測技術により撮影したい主な項目や変状例

橋梁

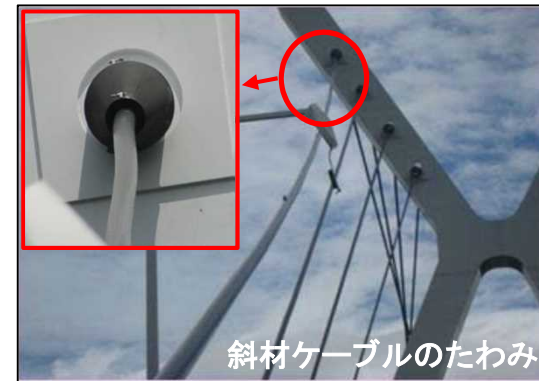
【ひびわれ】



【腐食】



【斜材の変状】



トンネル

【覆工のひび割れ】



【覆工鉄筋／附属物の腐食】



【覆工からの漏水】

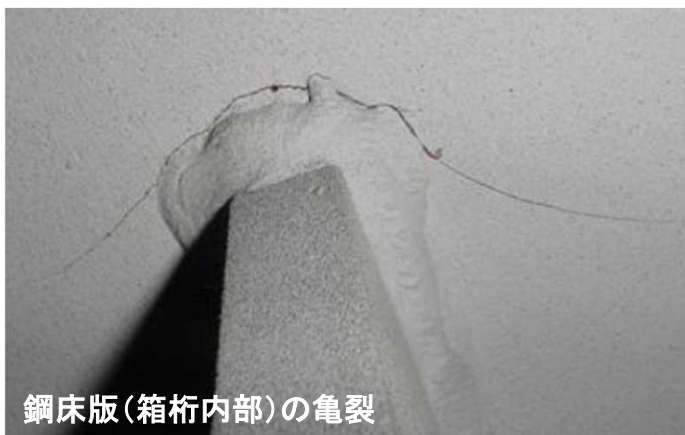


○ 非破壊検査技術とは、外観からは見えない構造物内部の変状等に対して、外部から構造物を破壊せずに把握する技術。

・例えば、従来は点検技術者が打音検査で把握していたうきを非破壊で把握する技術など

非破壊検査技術により把握したい主な項目や変状例

【亀裂】



橋梁

【うき】

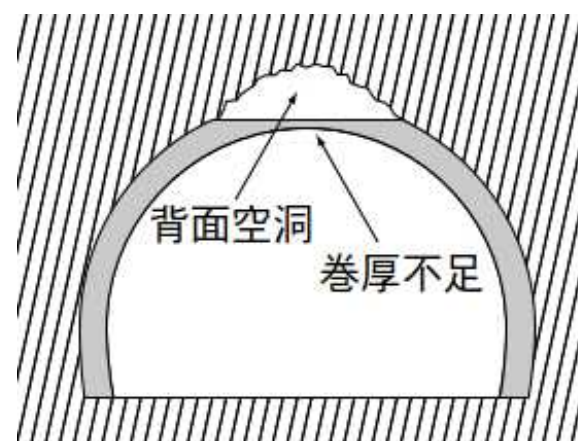


【覆工のうき・はく離】



トンネル

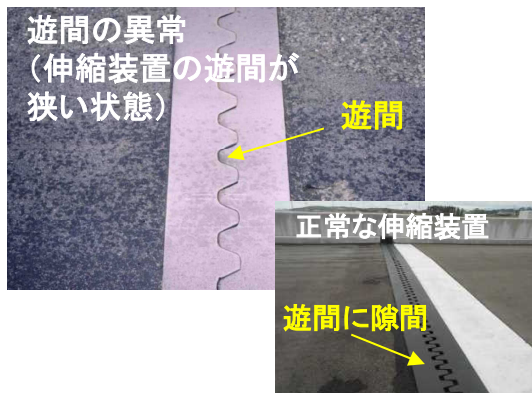
【覆工巻厚・背面空洞】



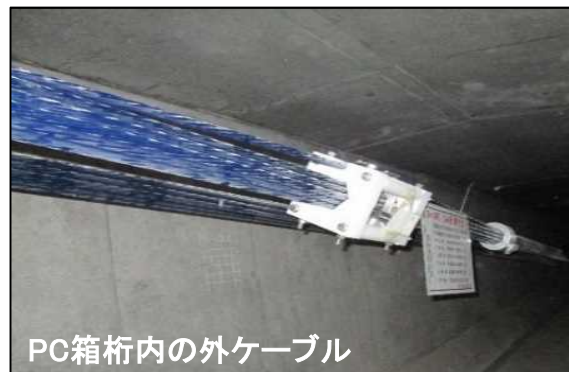
○ 計測・モニタリング技術とは、点検対象構造物の位置(変位)や応答(張力、反力等)を時間的に継続して計測することにより、その変動を定量的に把握する技術。

計測・モニタリング技術により検出したい主な項目と損傷事例

【変位】



【張力】



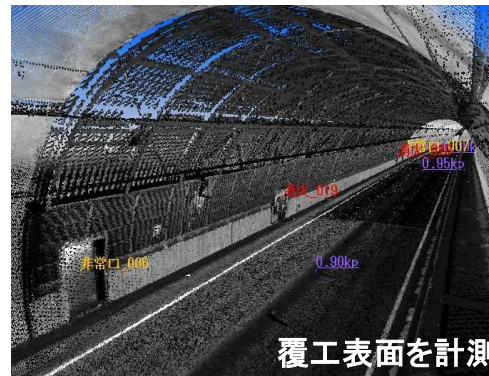
【反力】



【振動特性】



【覆工の変形】



【附属物等の取付状態】



橋梁

トンネル

- 監視とは、対策を実施するまでの期間、構造物への管理への活用を予定し、予め決めた箇所の挙動等を追跡的に把握すること。
- 監視の目的に応じて適切な計測・モニタリング技術を活用することで、効率的に実施。

措置

監視

- ・定期的な監視
- ・常時の監視

対策

- ・補修
- ・補強

撤去

- ・単純撤去
- ・集約撤去

通行規制・通行止め

- ・全面通行止め
- ・車線規制
- ・荷重制限

監視の目的とモニタリング技術の活用(例示)

○ 対策の経過観察

補修・補強や進行要因を取り除くなどの対策をしたうえで、**その効果や変状の経過を把握し**、通行の規制等が取れる機会を増やす



補強材

センサー

対策(補強材)にあわせてセンサーを設置し、変状の経過を把握

○ 仮支持後の経過観察

仮支持材などの設置後、**想定とは異なる挙動をしていないかなどをできるだけ早く把握し**、通行の規制等が取れる機会を増やす



仮受工の設置



カメラの設置

カメラを設置し、挙動を把握

○ 突発的な事象の把握

落橋はしないまでも**突然の橋の機能不全や橋の荷重支持機能を低下させるような部材等の破断等をできるだけ早く把握し**、通行の規制等が取れる機会を増やす



センサー

橋脚に生じたひび割れに対してセンサーを設置し、ひび割れの進展等について継続的に把握

○ 目視困難箇所の把握

直接目視することが困難な箇所の損傷について、突然の機能不全や荷重支持機能の低下に直結する可能性も考慮し、近接目視以外の方法を用いて状態を把握する



ケーブルにセンサーを設置し、目視では困難な張力等のデータを計測することで状態を把握

診断の定量化技術(LEVEL 4)の開発について(将来)

○ LEVEL1~3の充実を図りつつ、LEVEL4の技術(部位・部材の残存強度・耐力を推定し、診断の定量化が可能な技術)を今後開発。

取得データの例

橋梁のPCケーブル張力

トンネル覆工の変状

状態把握
(部位・部材ごと)



取得したデータと、健全性の診断の関係を定量的に把握できる技術の開発

健全性の診断区分
(部位・部材ごと)

区分	状態
I 健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
II 予防保全段階	構造物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段階
III 早期措置段階	構造物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	構造物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

残存安全率の推定に必要な量を計測

作用荷重・応答から残存安全率を推定
(最終的な健全性の診断は点検技術者が実施)

- ✓ 作用荷重又は応答を計測
- ✓ 残存強度推定に必要な量(残面積、材料強度等)を計測し、残存安全率を推定

荷重強度

初期強度

現在の残存強度

作用荷重

応答

Fs = $\frac{\text{現在の残存強度}}{\text{作用荷重}} \geq 1.0$

作業荷重、応答から残存安全率Fsを推定

応答 (ひずみ/変位)

点検支援技術の公募に係るリクワイヤメント について

	リクワイヤメント	想定される利用シーン	掲載ページ
橋梁	PC上部工や吊材の状態把握	LEVEL2 LEVEL3	P. 2
	支承の機能障害	LEVEL2 LEVEL3	P. 3
	基礎の洗掘等	LEVEL2 LEVEL3	P. 4
トンネル	覆工の状態把握	LEVEL1 LEVEL2 LEVEL3	P. 5
	附属物等の取付状態の把握	LEVEL1 LEVEL2 LEVEL3	P. 6
共通 (橋梁・トンネル)	点検に係る現場作業の効率化等に資する技術	LEVEL1	P. 7
	点検結果のとりまとめ(内業)の省人化・省力化が可能な技術	LEVEL1	P. 8

LEVEL1

: 作業の効率化、状態把握の質の向上

LEVEL2

: 任意のタイミングでの状態把握

LEVEL3

: 構造物の状態把握や健全性の診断のための情報を定量的に把握

- PC上部工の構造の要である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、その状態を直接目視で把握することが困難。
- 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。

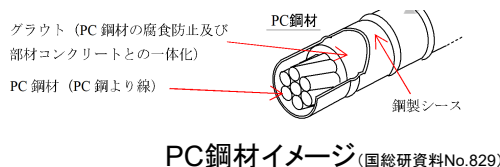
想定する技術(例)

- ・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

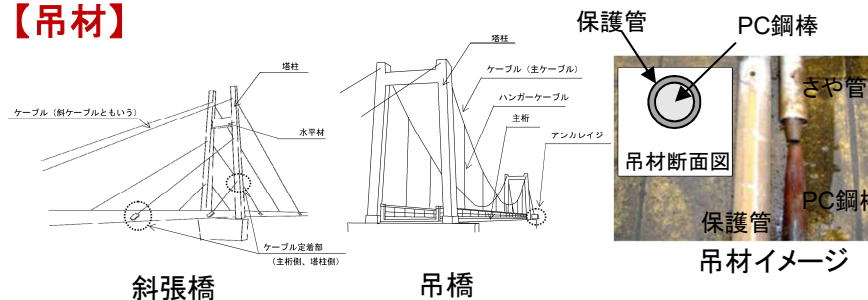
【PC鋼材】



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

【状態把握のための計測項目の例】

- ・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
- ・コンクリート中のPC鋼材のシース内の空隙(水分量)

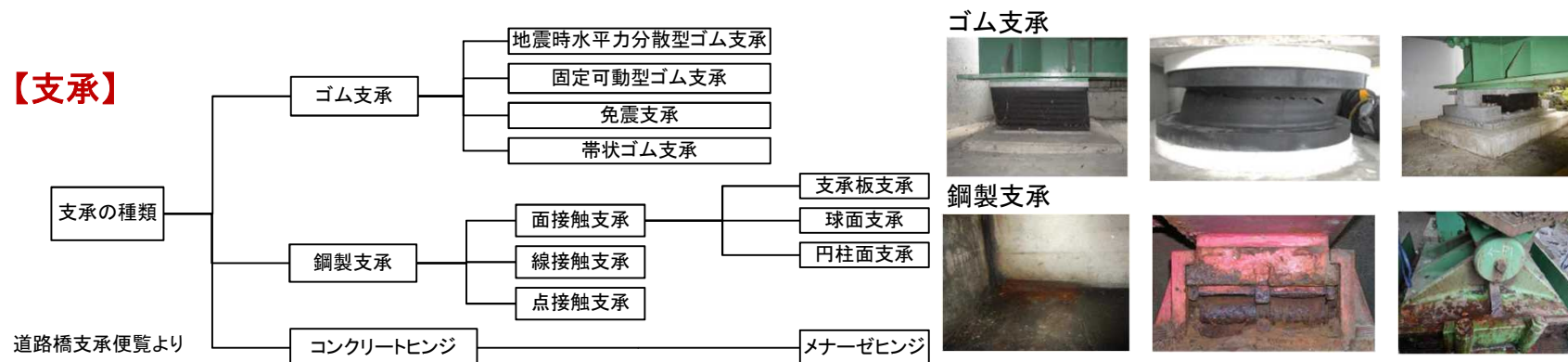
【状態把握のための計測項目の例】

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

- 支承は、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、通常、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、直接目視が困難である。
- 支承の状態(機能障害)をより適切に把握するためには、作用荷重などの定量的な情報を取得できる技術が求められる。

想定する技術(例)
 ・支承の状態や劣化状況を把握する技術



支承は、上部構造の荷重を下部構造に伝達する機構をもち、数種類の構造がある。

【状態把握のための計測項目の例】

- ・支承の反力
- ・支承の移動量
- ・支承の傾斜量

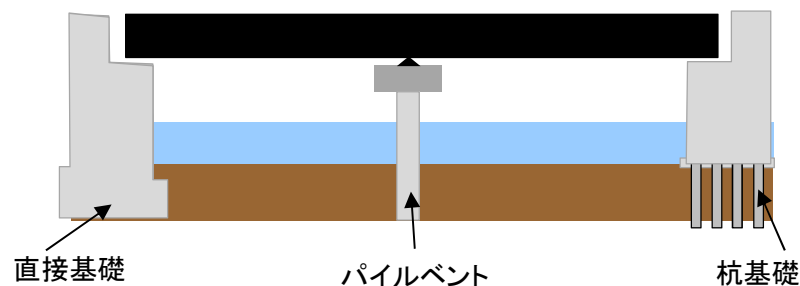
※計測したい物理量に対して、直接計測するのではなく、別途計測した値を用いて換算(推計)する手法も対象とする。

- 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。

想定する技術(例)

- ・水中カメラ等により、橋梁基礎の状態を把握する技術
- ・橋脚や下部工の沈下・移動・傾斜等の変位を把握する技術

【基礎洗堀】



橋脚(水中)



杭基礎の露出

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の例】

- ・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洗堀量・沈下量
- ・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
- ・橋梁の部分的な沈下や移動、傾斜等の変位

※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。

- 利用者被害防止の観点から、トンネル覆工のはく落に至るうき・はく離を効率的かつ精度よく把握する必要。
- ひび割れ等への措置を行うにあたっては、変状の要因を的確に把握する必要があるものの、近接目視のみでは要因の特定(材質劣化によるのか、外力の影響なのか等)が困難な場合があることから、ひび割れの進展や、覆工の変形を把握する技術が必要である。
- 覆工の健全性評価にあたっては、覆工厚・背面空洞を精度よく把握する必要がある。

想定する技術(例)

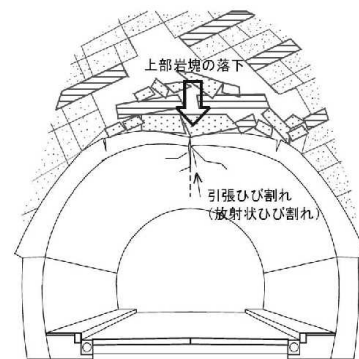
- ・ひび割れ等覆工表面の状態を把握する技術
- ・うき・はく離を把握する技術
- ・覆工厚・背面空洞を把握する技術
- ・覆工の変形を計測する技術



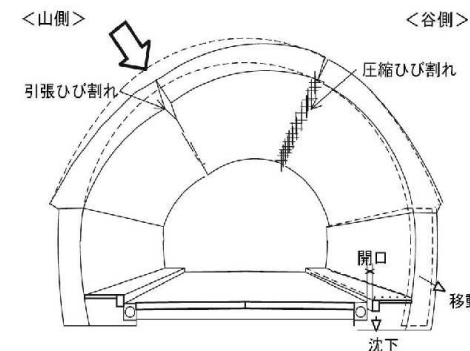
▲覆工表面のひび割れ



▲打継ぎ目の化粧モルタルがういている状態



▲覆工の背面空洞により生じる変状の模式図



▲偏土圧により生じる変状の模式図

【状態把握のための計測項目の例】

- ・ひび割れの位置, 幅, 長さ
- ・鋼材腐食の位置, 規模
- ・漏水の位置, 規模

- ・うき・はく離の位置, 規模

- ・覆工の厚さ
- ・背面空洞の位置, 規模

- ・覆工の形状, 変形(変位)

※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。

- 照明やケーブル等のトンネル附属物等について、落下による利用者被害防止の観点から、取付状態について把握する必要がある。
- 附属物等の取付状態の評価にあたっては、近接目視に加えて打音検査や触診が必要となるが、覆工上部に設置されていることや、設置数が多いことなどから、点検の効率化が課題。

想定する技術(例)

- ・附属物等の取付状態(取付部材の腐食・破断、附属物本体の変位等)を把握する技術



▲附属物取付部の腐食



▲附属物のナットの破断



▲照明本体の腐食



▲照明本体取付部の覆工
コンクリートのひび割れ

【状態把握のための計測項目の例】

- ・附属物等の取付部材の腐食、変形、亀裂、欠損
- ・附属物等のボルト・ナットの腐食、緩み、脱落
- ・附属物等本体の腐食、変位、傾斜
- ・附属物等の取付部の覆工コンクリートのひび割れ
- ・附属物等の振動特性

※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。

○ 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。構造が単純・小規模な橋梁であっても、その数が多いことから、作業の効率化やコストの低減が課題。

想定する技術(例)

- ・ 新技術の活用により、点検に係る現場作業の効率化やコスト低減が可能な技術

点検に係る現場作業の例



※ 点検に係る現場作業コスト: 人件費(目視・打音検査)、機械経費(高所作業車・台船)、仮設費(仮足場)、安全費(交通規制に係る費用)

新技術の例

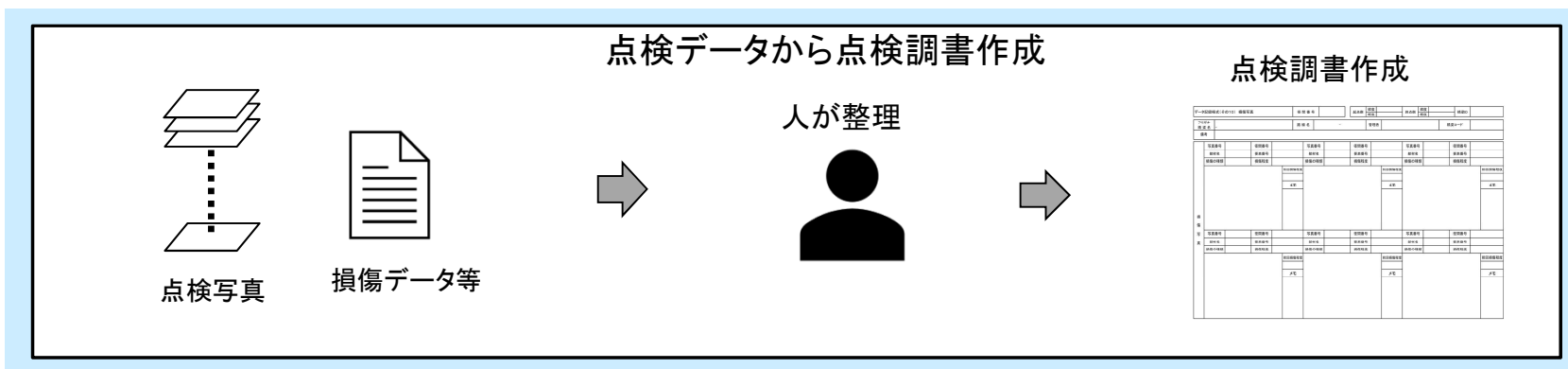


作業効率化
低コスト化

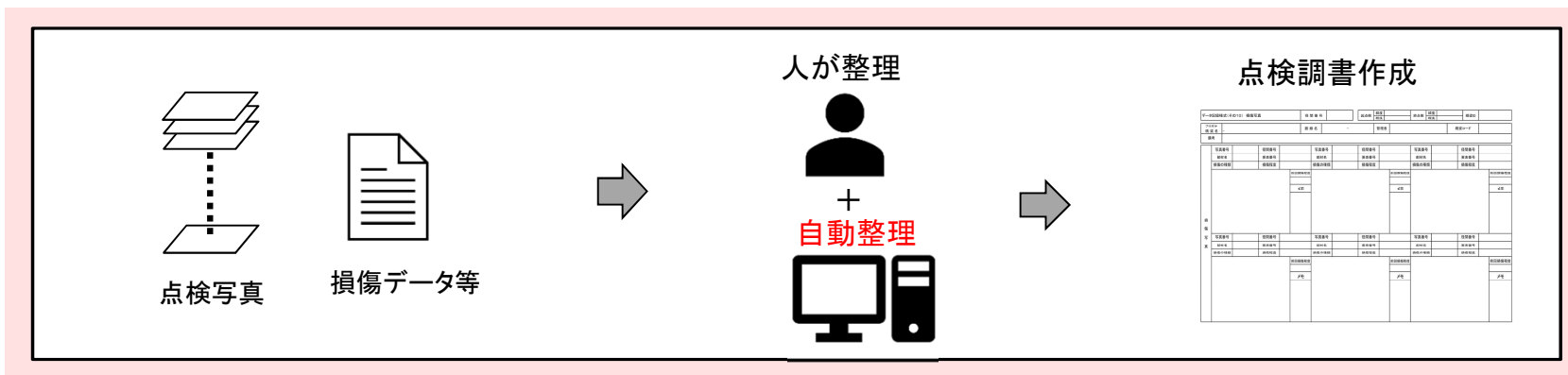
○ 定期点検の結果については、例えば点検調書としてとりまとめることになるが、大量の写真データや損傷データの整理に手間がかかる。

想定する技術(例)

- ・ 点検結果のとりまとめ作業の省人化・省力化を図ることが可能な技術



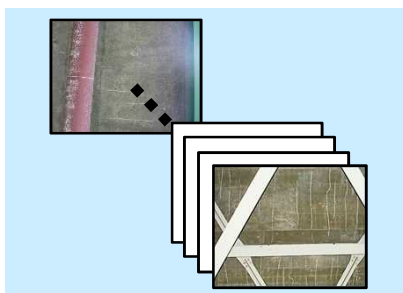
▼ 効率化・省力化



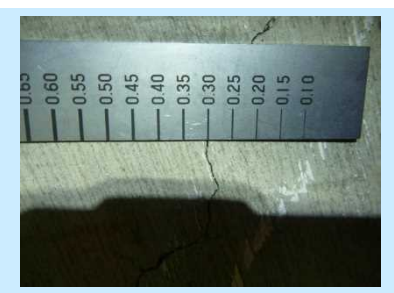
(参考)点検記録の作成について

○定期点検により取得したデータ(写真・損傷情報)は、点検記録の様式に基づき整理・作成している。

取得したデータ



大量に撮影した、損傷写真データ



損傷程度を記録したデータ



部位・部材の損傷のスケッチ

調書の作成作業

← 新技術の活用 (作業効率化)

点検調書として記録・保存

写真番号	①-2	損傷の種類	② 床版ひびわれ	一方向
部材名	床版	損傷程度	c (損傷バー1)	遊離石灰なし

他の損傷との関係

XE R C床版桁間部の一方向ひびわれ。ひびわれ間隔は0.5m程度であり、ひびわれ幅は0.1mm以下が主である。(N-ラックもチェックしている)

損傷写真の整理

写真番号	①-2	損傷の種類	② 床版ひびわれ	一方向
部材名	床版	損傷程度	c (損傷バー1)	遊離石灰なし

他の損傷との関係

XE R C床版桁間部の一方向ひびわれ。ひびわれ間隔は0.5m程度であり、ひびわれ幅は0.1mm以下が主である。(N-ラックもチェックしている)

損傷程度の評価

仕様装置EJ0101: 鋼筋木・桁木-e
標準Ap0101: 鋼筋木・桁木-e

損傷の種類	表示
ひびわれ	
剥離	
鉄筋露出	
遊離石灰	
腐食	
漏水	
その他	

損傷図の作成