

# 愛知県の橋梁定期点検における 新技術の活用事例

2022年11月1日

愛知県建設局道路維持課  
予防保全G 久野

# 内 容

- 1 2022年度の活用方針
- 2 新技術の活用事例
- 3 今後の活用方針

# 内 容

1 2022年度の活用方針

2 新技術の活用事例

3 今後の活用方針

## 2022年度の橋梁点検における新技術の活用方針

- 2021年度における新技術の活用実績は、4橋(3技術)
- 2022年度は、**点検の質を確保しつつ、コスト縮減効果等が期待できる橋梁は、積極的に新技術を活用するよう、方針を定めた**

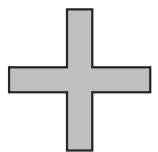
### 着目技術

- これまでの採用実績等を踏まえ、**ドローンやロボットカメラ等の「画像計測技術」**
- ただし、それ以外の新技術の採用を妨げるものではない

### 対象橋梁の条件

#### 点検の質の確保

- コンクリート系の上部工及び下部工の内、箱桁や床板橋
- 前回点検が、健全・I 判定



#### コスト縮減等の効果

- BT400等の**大型の橋梁点検車やロープ高所作業**が必要となる橋梁
- 第3者影響のおそれがない橋梁(径間)
- その他、規制の削減、安全性の向上

上記橋梁で試行し、点検の質とコスト縮減効果を確認

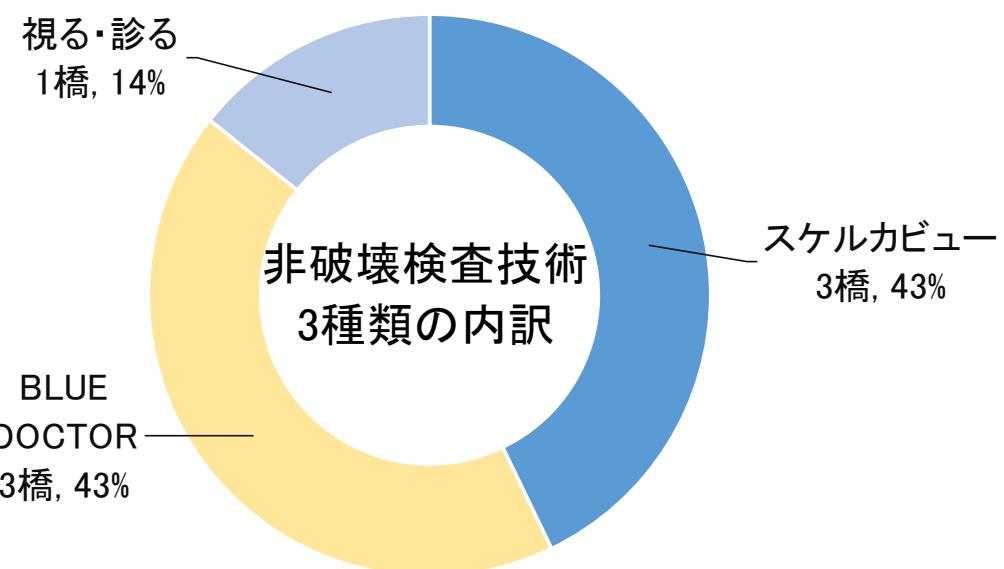
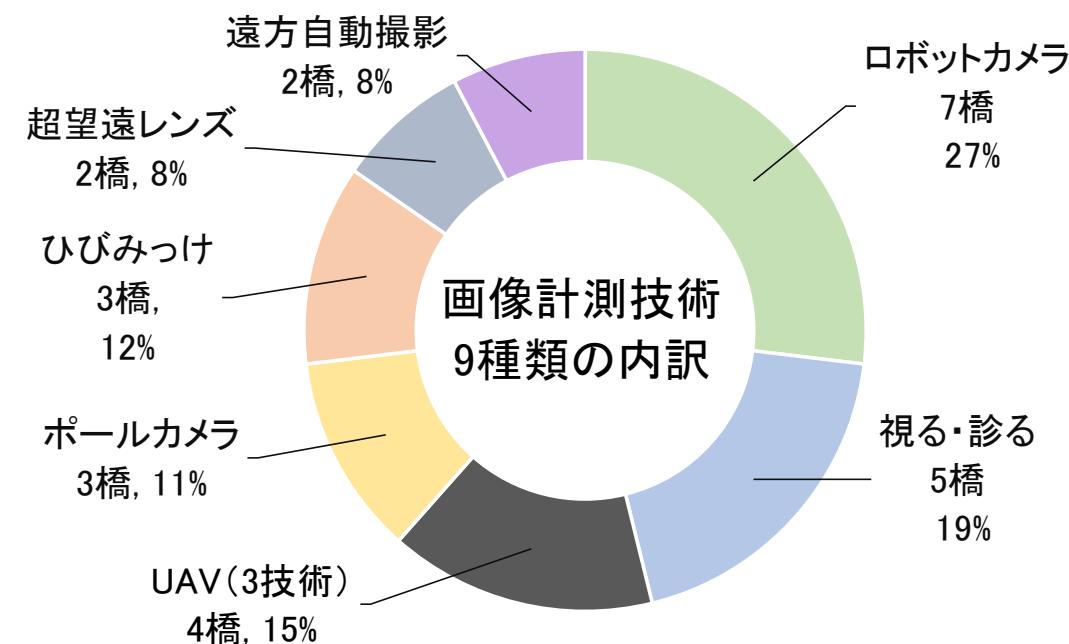
1 2022年度の活用方針

2 新技術の活用事例

3 今後の活用方針

## 2022年度に活用した新技术のまとめ(1)

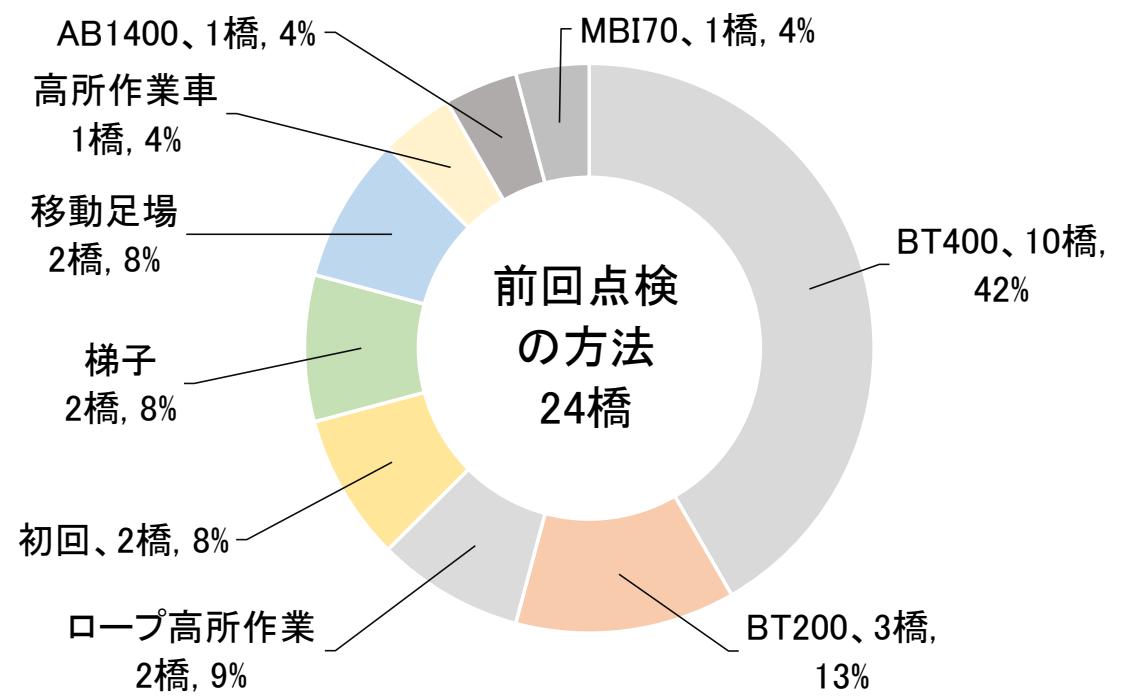
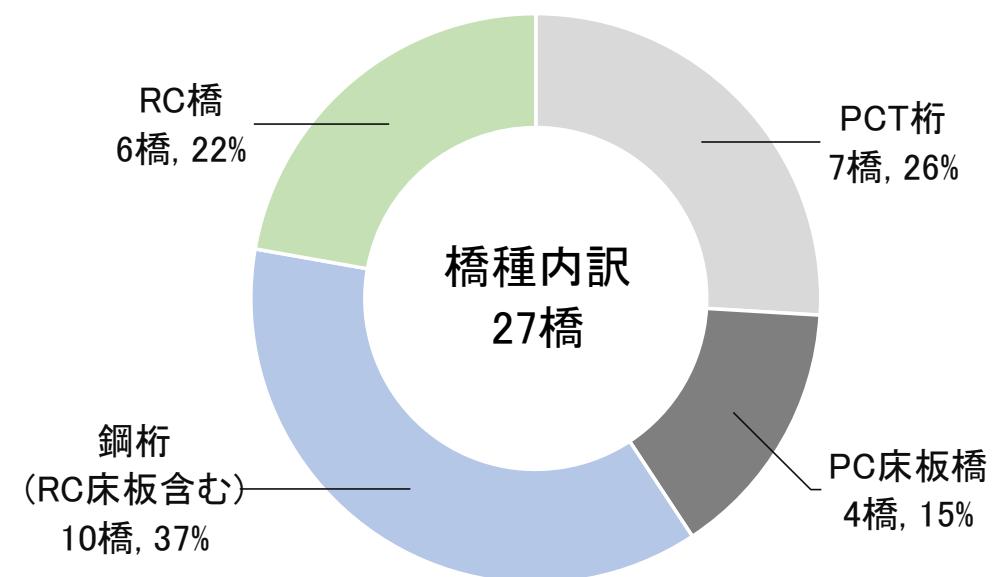
- 27橋で12種類の新技术を活用(画像計測技術9種類、非破壊検査技術3種類)
- 画像計測技術は、「ロボットカメラ」、「見る・診る」で約半数を占める
- 非破壊検査技術は、「うきが確認できる打音系の技術」と「床板上面の変状を確認できる技術」を採用



※複数の新技术を採用している橋もある

## 2022年度に活用した新技術のまとめ(2)

- 新技術を活用した橋種の内訳は、PC橋(41%)、鋼橋(37%)、RC橋(22%)
- 前回点検の方法は、BT400等の大型の橋梁点検車や、ロープ高所作業が必要となる橋梁が、5割以上を占める



※スケルカビューの3橋は除いている

# 変状を詳細に調査し点検の高度化【橋梁等構造物の点検ロボットカメラ】

画像計測技術

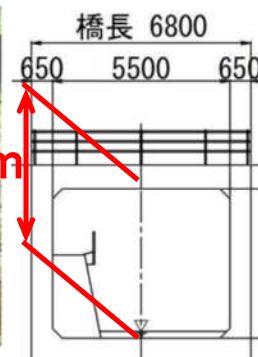
- 点検ロボットカメラの向き、倍率、撮影等をカメラから離れた操作端末から遠隔操作
- 擬似的なクラックスケール、L型スケールを表示させ、損傷の大きさを定量的に計測可能

## 橋梁概要

橋長	6.3m
橋種	RCボックスカルバート
前回点検	2019年度
判定区分	I
手法	梯子

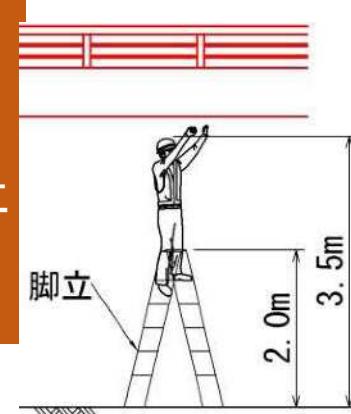


▲橋梁全景



▲断面図

- 前回点検は、梯子と長尺ハンマー
- 内空高4.6m
- 頂版の支間中央に近接するには、脚立が必要であるが、脚立は高さ3.5mが限界

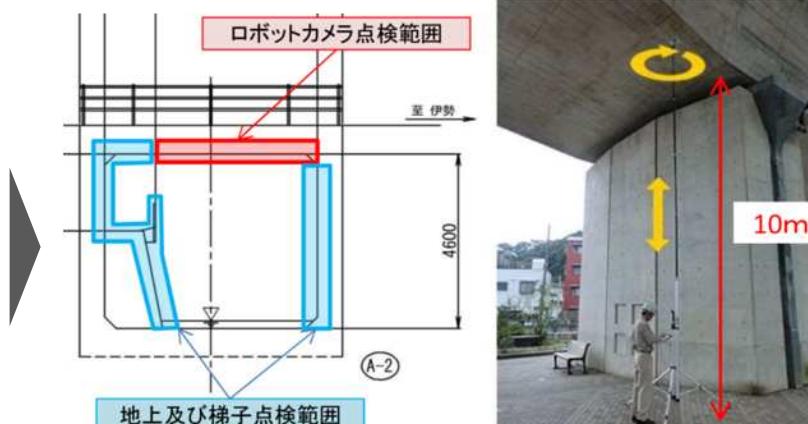


## 点検状況

### 前回



### 今回(イメージ)



## 効果

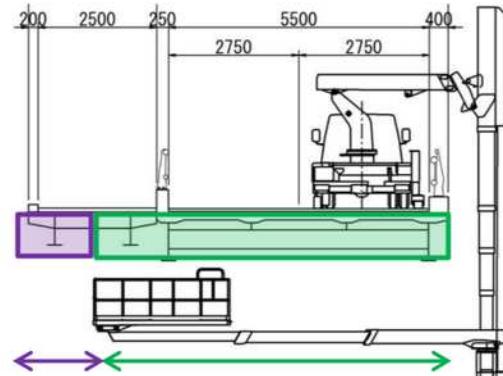
- ロボットカメラの活用により、構造的に特に着目すべき箇所である頂版の支間中央部のひび割れも詳細に確認することができる。
- これにより、健全性の診断にあたっての信頼性が向上

# 橋側歩道橋であることを踏まえた点検の合理化

## 【橋梁等構造物の点検ロボットカメラ】

### 橋梁概要

橋長	15.7m
橋種	鋼単純H桁橋
前回点検	2018年度
判定区分	II
手法	ロープ高所作業

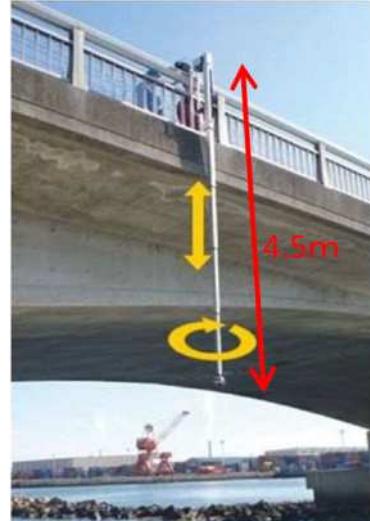


### 点検状況

#### 前回(ロープ高所)



#### 今回(イメージ)



- 車道橋に隣接する橋側歩道橋
- BT200では、歩道を跨いで橋梁下面に差し込めない上に、反対側からは一部未点検箇所が残る
- 前回点検はロープ高所作業
- 前回点検及び現地確認の結果、主桁の一般部は健全であり、桁端部の支承回りに防食機能の劣化が確認されている

### 効果

- 直接経費で約20万円のコスト縮減
- ロープ高所作業の解消による点検の安全性向上

# 修繕済であることを踏まえ、点検を合理化

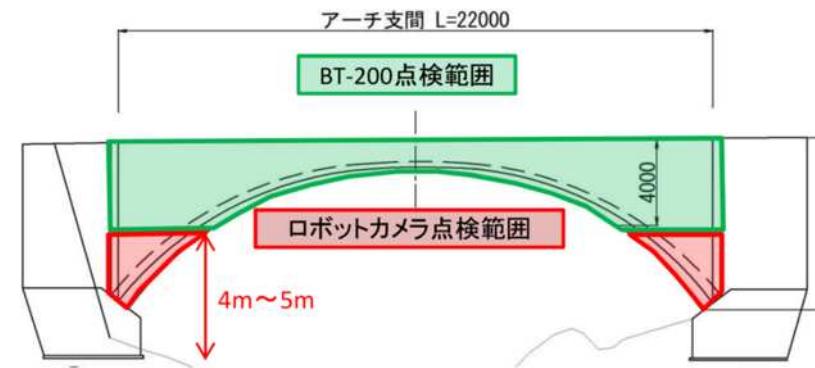
## 【橋梁等構造物の点検ロボットカメラ】

### 橋梁概要

橋長	22m
橋種	RCアーチ橋
前回点検	2018年度
判定区分	Ⅲ(補修済)
手法	橋梁点検車



▲橋梁全景



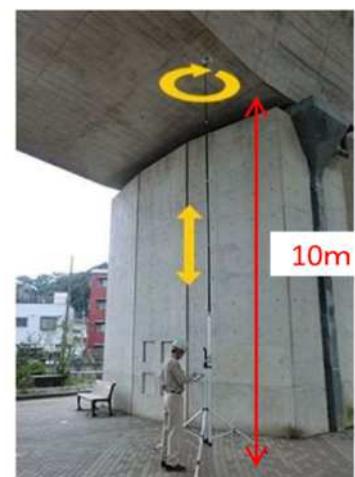
▲断面図(BT200配置)

### 点検状況

#### 前回(AB1400)



#### 今回(イメージ)



- 前回点検は、通行止めを回避するため橋梁点検車(AB1400)
- 1車線を確保するには、BT200クラスが限界であるが、橋台下部はバケットが届かない
- 前回点検Ⅲ判定の損傷は補修済

### 効果

- 直接経費で約50万円のコスト縮減

# 大型の橋梁点検車による道路規制を回避

## 【橋梁等構造物の点検ロボットカメラ】

### 橋梁概要

橋長	55m
橋種	2径間単純合成床板橋
前回点検	2019年度
判定区分	II
手法	橋梁点検車



▲橋梁全景



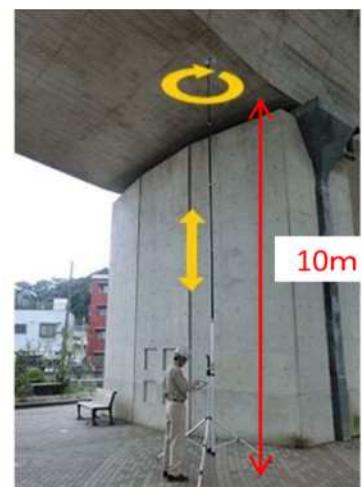
▲断面図(BT200配置)

### 点検状況

#### 前回(AB1400)



#### 今回(イメージ)



- 前回点検は、橋梁点検車(AB1400)
- 歩道にBT200を乗り入れても、主桁下面の中央部にはバケットが届かない

### 効果

- 直接経費で約70万円のコスト縮減

# 大型の橋梁点検車による道路規制を回避

## 【橋梁等構造物の点検ロボットカメラ】

### 橋梁概要

橋長	47m
橋種	PC単純プレテンT桁
前回点検	2017年度
判定区分	I
手法	橋梁点検車



▲橋梁全景

- 前回点検は、橋梁点検車(BT400)
- 前回点検・I 判定及び現地確認の結果、ひび割れ等の注目すべき変状は、なかった

### 点検状況

前回(BT400)



今回(イメージ)



### 効果

- 諸経費等含め、約50万円のコスト縮減
- 前回点検では、橋梁点検車のため、車線規制の必要があったが、桁下からの点検により規制が不要となった
- これに伴い、事故発生リスクを解消し、安全性が向上

# 橋梁等構造物の点検ロボットカメラ

画像計測技術

## 橋梁概要

橋長	17.6m
橋種	単純PCプレテン床板桁
前回点検	2016年
判定区分	Ⅱ
手法	梯子
対象部位	上部工
対象変状	主桁ひび割れ



- 1996年供用(25年経過)
- 間詰Coから遊離石灰が確認されているものの、ひび割れ等は確認されていない。
- 第3者被害の恐れなし

## 点検状況

概算費用 約10万円/橋

前回



今回



## 効果・課題

- 点検車、リフト車の設置できない箇所に設置可能
- 点検車と比較すると経済的に優位
- 触診およびチヨーキング不可
- 土砂や伝い水の汚れに対応できず、誤視による損傷判定ミスのリスク有り

## 初回点検であることを踏まえ点検を合理化

## 【非GPS環境対応型ドローンを用いた近接目視点検支援技術】

- ドローンに高解像度カメラを搭載し、構造物表面の変状を検出する
- 非GPS環境においても、自動飛行制御と衝突回避制御を備えている

## 橋梁概要

橋長	24.6m
橋種	PC単純床板橋
前回点検	初回点検



▲橋梁全景



▲床板

- 支承部は梯子により近接可能
- 第3者被害の恐れなし
- 2020年供用の初回点検
- 遠望目視点検の結果、留意すべき損傷は確認されなかった

## 点検状況

## 従来技術

BT400が必要

※歩道幅員との関係から、BT200では、桁下に差し込めない



## 今回

## 効果

- 諸経費等含め、約20万円コスト縮減
- 道路規制の解消による社会的影響の減少

# 大型の橋梁点検車による道路規制を回避

## 【全方向衝突回避センターを有する小型ドローン】

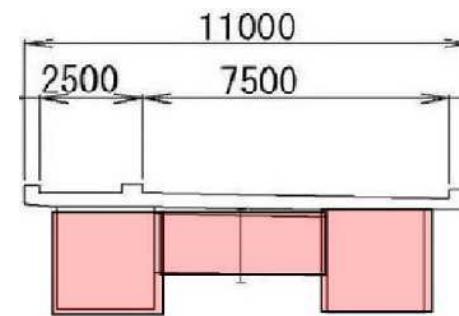
- 非GPS環境下でも狭隘部に進入でき、魚眼レンズセンサーで障害物との衝突を自動回避
- 角度変更が可能な撮影レンズにより、床板下面の損傷を正対位置で撮影可能

### 橋梁概要

橋長	68m
橋種	単純鋼箱桁
前回点検	2018年度
判定区分	II
手法	橋梁点検車(BT400)



▲橋梁全景



▲上部工断面図

### 点検状況

従来技術 (BT400)



今回



- 1996年供用
- 1595台/日(H27センサス)、大型車混入率9.3%
- RC床板
- 以上を踏まえ、疲労の影響は少ないと判断

### 効果

- 諸経費等含め、約10万円のコスト縮減
- 道路規制の解消による、社会的影響の低減

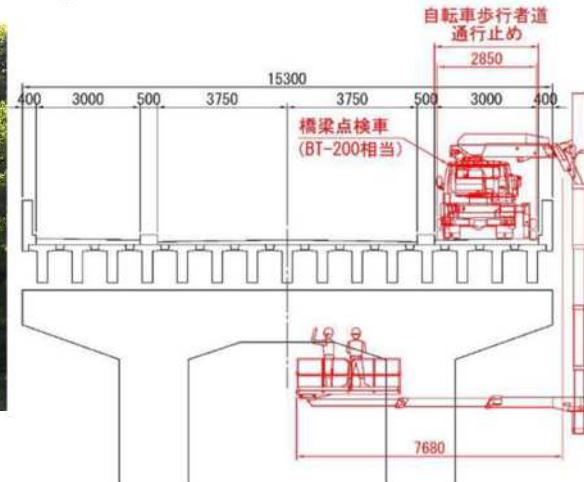
## 全方向衝突回避センターを有する小型ドローン(2)

### 橋梁概要



橋長	179.2m
橋種	9径間PC連結プレT桁
前回点検	2017年度
判定区分	I
手法	橋梁点検車

▲橋梁全景



▲上部工断面図

- 前回は、歩道にBT200を乗入れ点検したため、歩道の通行止めが必要となった
- 橋梁に隣接し樹木が繁茂しているため、点検車の場合、伐採が必要
- 桁下が法面のため、高所作業車が配置できない
- 第3者被害影響範囲外

### 点検状況

従来技術 (BT 200)



今回(イメージ)



### 効果

- 歩道通行止めの解消による、**道路利用者の影響を回避**
- オルソモザイク画像で損傷図を作成することにより、**損傷状況を正確に記録**することができる。

# 大型の橋梁点検車による道路規制を回避【「見る・診る」】

画像計測技術

## 橋梁概要

橋 長	62m
橋 種	PC中空床版橋
前回点検	2017年度
判定区分	I
手法	BT400



▲橋梁全景



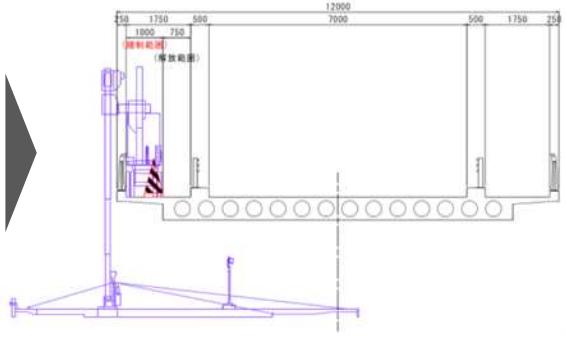
▲上部工下面

## 点検状況

前回(BT400)



今回(イメージ)



- 支承部は梯子により近接可能
- 第3者被害の恐れなし
- 前回点検及び現地確認の結果、注目すべき変状は、なかった

## 効果

- 前回点検は、橋梁点検車のため、車線規制の必要があったが、歩道のみの規制となった
- 点検費用は前回と同程度

# 初回点検であることを踏まえ点検を合理化【「視る・診る」】

画像計測技術

## 橋梁概要

橋 長	42m
橋 種	単純鋼鉄桁
前回点検	初回点検



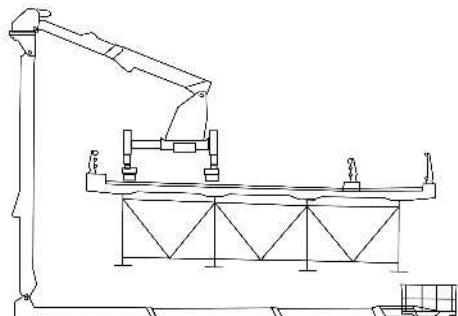
▲橋梁全景



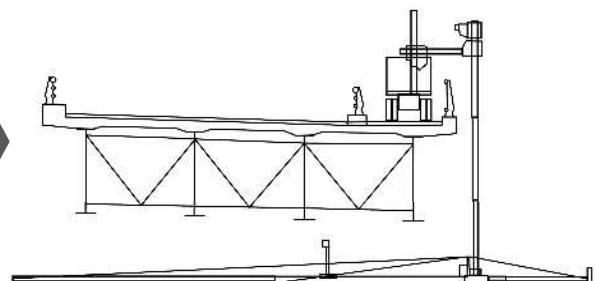
▲上部工下面

## 点検状況

従来技術(BT400)



今回(イメージ)



- 2020年建造の初回点検
- 2176台/日(H27センサス)
- 大型車混入率1.9%
- RC床板
- 以上を踏まえ、疲労の影響は少ないと判断

## 効果

- 従来技術では、橋梁点検車のため、車線規制の必要があったが、**歩道のみの規制**となった
- 点検費用は同程度

# 修繕済であることを踏まえ、点検を合理化

## 【超望遠レンズによる高層構造物の外観検査技術】

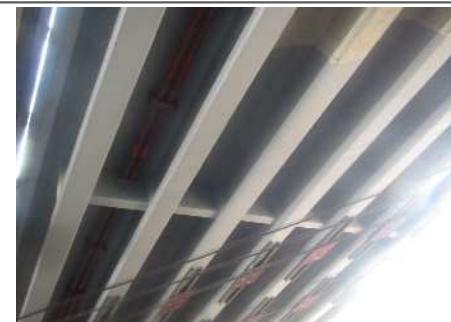
- 1眼レフカメラを使用することで床板下面に対し、高所作業車なしで外観調査を行う
- 撮影した画像に対し、腐食、防食機能の劣化等を自動抽出する

### 橋梁概要

橋長	106.3m
橋種	5径間PC単純プレT桁
前回点検	2018年度
判定区分	Ⅲ(補修済)
手法	組みばらし足場



▲橋梁全景



▲上部工下面

### 点検状況

#### 前回



#### 今回(イメージ)



- 前回点検のⅢ判定の結果を受け、昨年度、劣化損傷箇所の修繕を実施
- 併せて、第3者被害の影響範囲については、主桁の全面に剥落防止工を実施済

### 効果

- 直接経費で約680万円のコスト縮減

## 【超望遠レンズによる高層構造物の外観検査技術】

### 橋梁概要

橋長	18.5m
橋種	ポータルラーメン橋
前回点検	2016年度
判定区分	II
手法	橋梁点検車
対象部位	主桁
対象変状	ひび割れ等



▲橋梁全景



▲上部工下面

- ・ ラーメン橋のため、支承なし
- ・ 第3者被害の恐れなし
- ・ 2012年供用であり、比較的新しい
- ・ 前回点検及び現地確認の結果、注目すべき変状は、なかった
- ・ 4,810台/日 (H22センサス)

### 点検状況

前回



概算費用 約90万円/橋

今回



### 効果

- ・ 前回点検では、橋梁点検車2台必要であったが、新技術の活用により点検車が不要となった
- ・ これに伴い、道路規制の解消による社会的影響の減少

# 通行規制を回避【超望遠レンズによる高層構造物の外観検査技術】

画像計測技術

## 橋梁概要

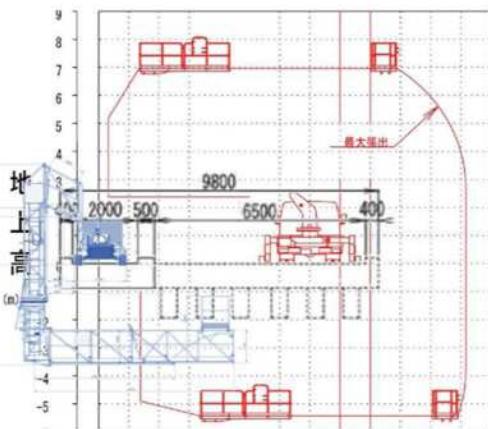
橋長	7.3m
橋種	RC単純床板橋
前回点検	2018年度
判定区分	I
手法	橋梁点検車



▲橋梁全景



▲側面



▲点検イメージ図

## 点検状況

前回



今回(イメージ)



- 車道橋に隣接する橋側歩道橋
- 車道橋は、BT200により点検するが、歩道橋下面まではバケットが届かない
- よって、前回点検では、歩道に乗り入れられる占有幅の狭いMBI70により点検
- 前回点検及び現地調査の結果、特に注目すべき損傷は確認されなかった

## 効果

- 諸経費等含め、約30万円のコスト縮減
- 歩道通行止めが不要となり、利用者の影響を低減

# 橋梁点検車による道路規制を回避し、安全性を向上【遠方自動撮影システム】

- ロボット雲台により自動的、連続的に高解像度撮影
- AIによるひび割れ自動解析、損傷解析結果を自動でCAD化

画像計測技術

## 橋梁概要

橋長	17.7m
橋種	PC単純プレテンT桁
前回点検	2018年度
判定区分	I
手法	橋梁点検車(BT200)
対象部位	上部工
対象変状	ひび割れ、剥離・鉄筋露出



▲橋梁全景

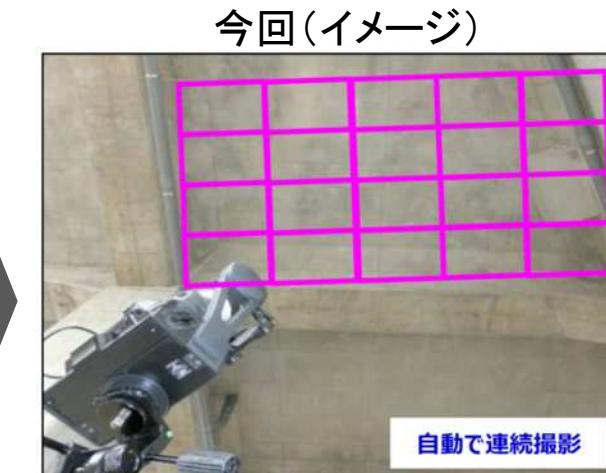


▲桁下状況

- カーブ区間
- 比較的交通量が多い
- 山間部のため、走行速度が高い
- 前回点検及び事前の現地調査においても、留意すべき損傷は確認されなかった

## 点検状況

### 前回(BT200)



今回(イメージ)

### 効果

- 前回点検では、橋梁点検車のため、車線規制の必要があったが、桁下からの点検により規制が不要となった
- これに伴い、事故発生リスクを解消し、安全性が大幅に向上

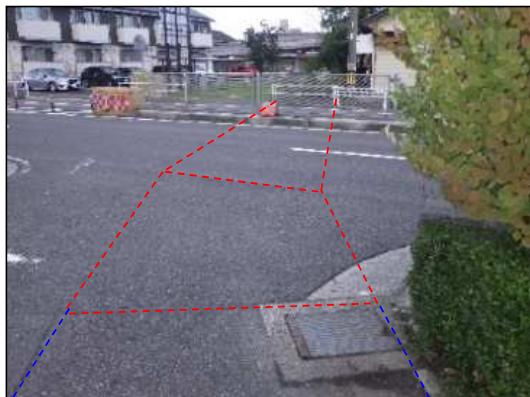
# 小規模橋梁(人が入れない箇所)での可視化【広角カメラ+浮体】

画像計測技術

- 桁下空間が狭くても床板下面の状態を確認できる
- 広角カメラ(画角235°)による内部状況の確認

## 橋梁概要

橋長	2.8m
橋種	RCボックス
前回点検	2015年度
判定区分	I
手法	—
対象部位	Co床板
対象変状	ひび割れ、剥離・鉄筋露出



- 桁下空間が45cm程度で人による近接目視が困難
- 前回点検では側面から目視できる範囲だけの確認



## 点検状況

前回



概算費用 約40万円/橋

今回

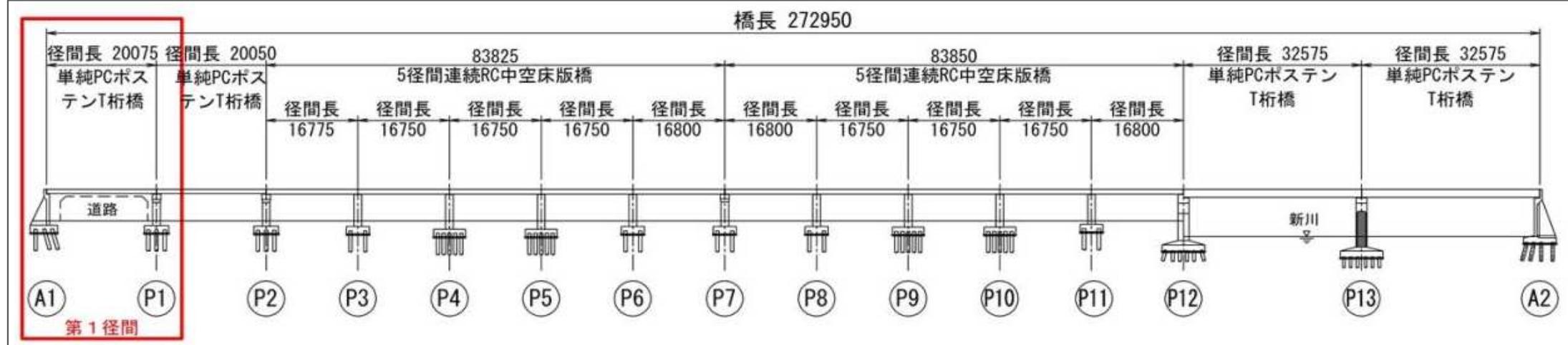


## 効果

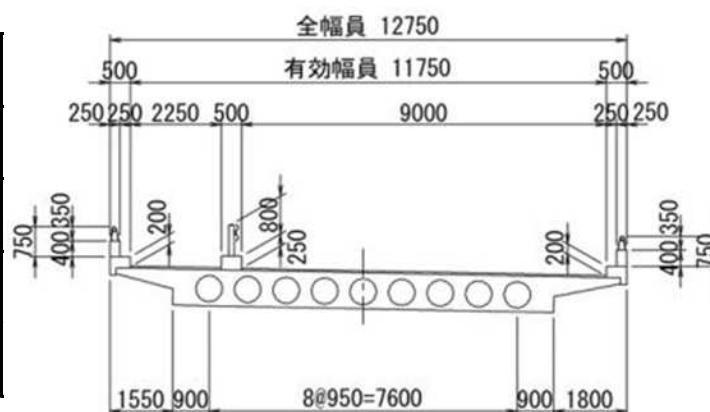
- 定性的な確認ではあるが、**床板下面の状態が確認**できた。
- 変状の程度によっては、さらなる追加調査を行う必要あり

## 【床板キャッチャー】

## 橋梁概要



橋長	273m
橋種	RC連続床板橋
完成年	1968年度(53年経過)
点検	年度
	2020年度
	判定区分
	III



交通量	18,065台/12h
大型混入率	25.6%

(H27センサス)

# 既設舗装の状態及び試掘結果

非破壊検査技術

- 点検結果や試掘の結果から、Co床板が土砂化していることが分かった
- 重交通路線であり規制時間の制約があることから、橋面舗装及び防水工においては、工程管理が重要
- このため、Co床版の全体の損傷状態を予め把握することにより、必要な補修材料・機材などの準備やタイムスケジュール管理に反映させる必要があった

下り車線



上り車線



# 床板上面の損傷調査

非破壊検査技術

- 電磁波レーダーを利用し、床板上面を非破壊調査することにより、**床板の損傷度合と範囲を特定**
- 路面に向かって電磁波を発信し、電気的特性(比誘電率)の異なる境界面で発生する反射信号は波形と強度の大小に応じて、コンター画像に変換

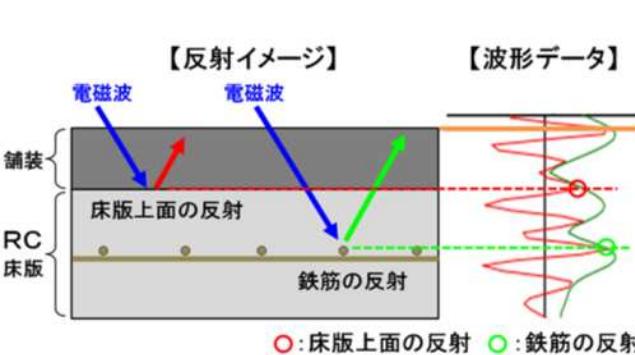


図-2.3 電磁波の反射信号（強度と波形）例

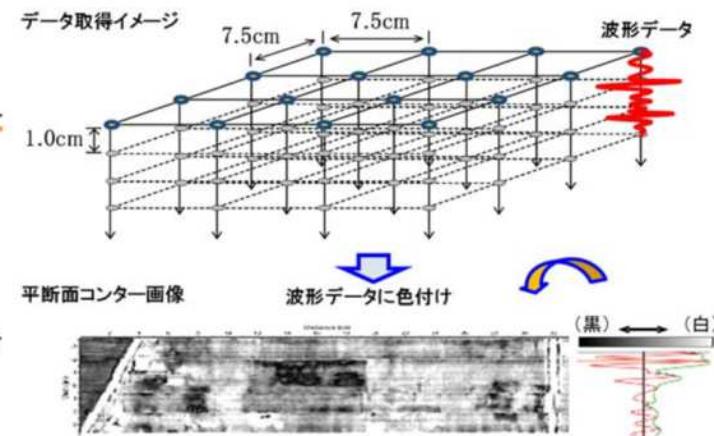


図-2.4 コンター画像イメージ

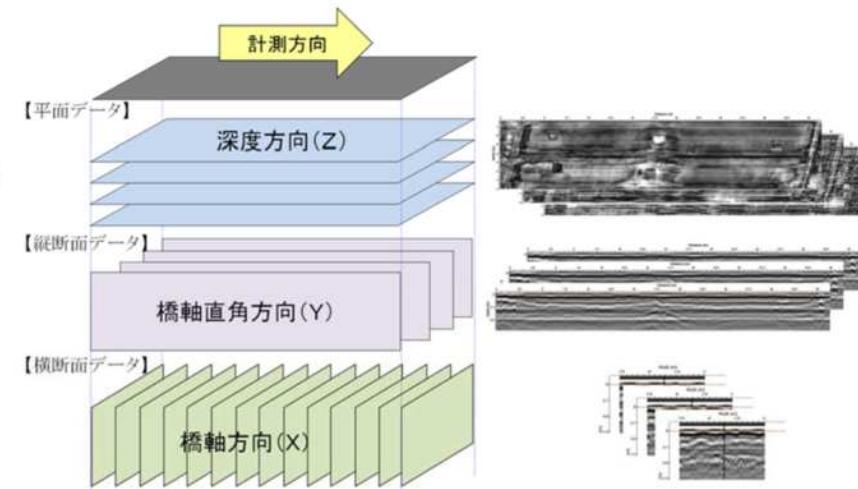
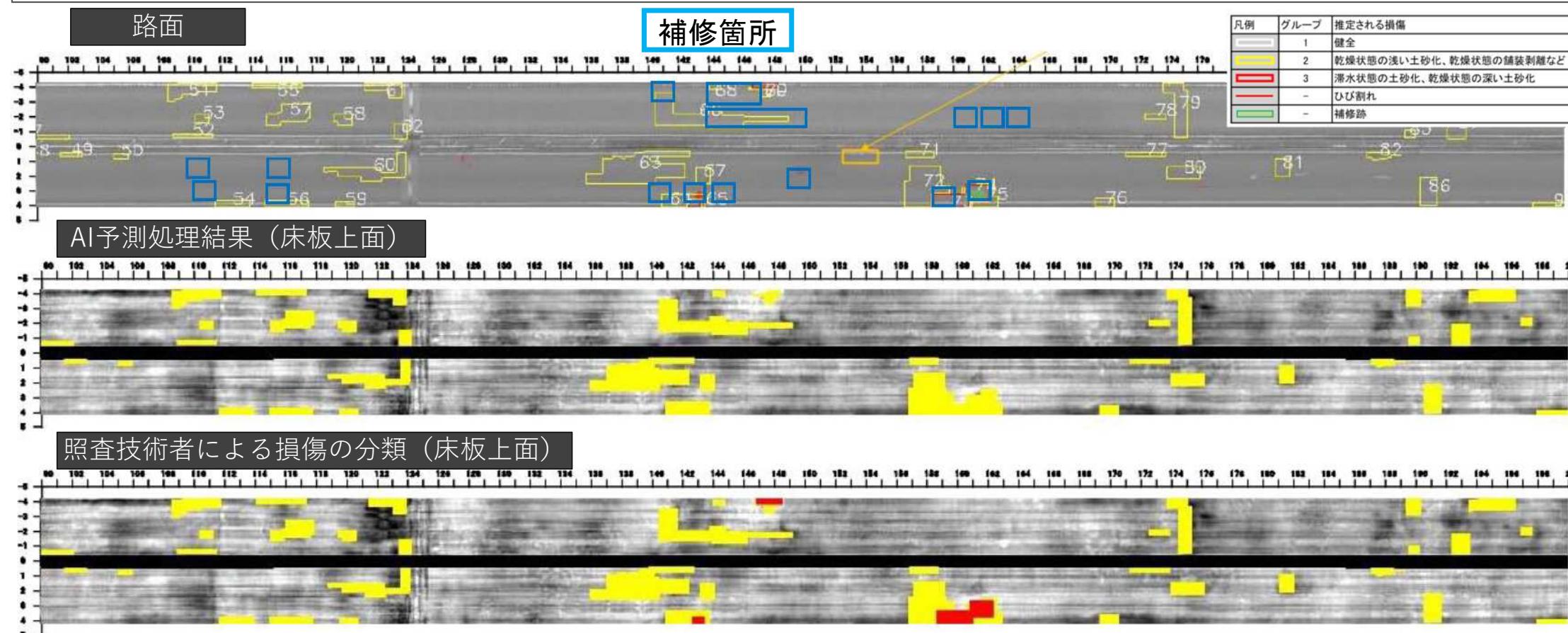


図-2.5 コンター画像（平面図・縦断図・横断図）イメージ

# 調査結果と床板補修箇所

## 非破壊検査技術

- 照査技術者による分類の結果、「損傷の可能性が高い」(赤着色)と判断した箇所については、概ね床板面の変状が確認された。(正答率8~9割)
- 調査結果では、「損傷なし」と判断したが、舗装撤去の結果、損傷が確認された箇所もある



1 2022年度の活用方針

2 新技術の活用事例

3 今後の活用方針

# 今後の新技術の活用方針のイメージ

- 近接目視が、目的でなく、あくまで手段・ツールの一つ
- 点検は、健全性を診断し、次回点検までの措置(修繕、監視等)を決めることが目的
- 適切な診断ができるよう点検精度を確保しつつ、コスト縮減や安全性向上、あるいは、診断、措置にあたっての判断材料となるような観点から新技術の活用を検討

## 方針1【対象橋梁形式の拡充】

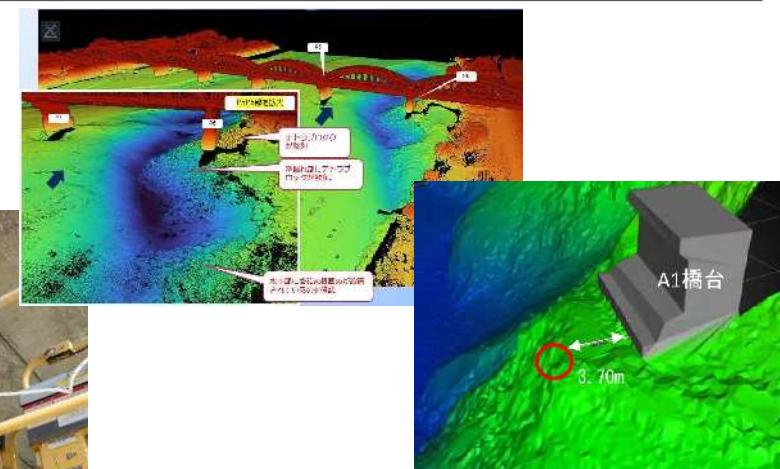
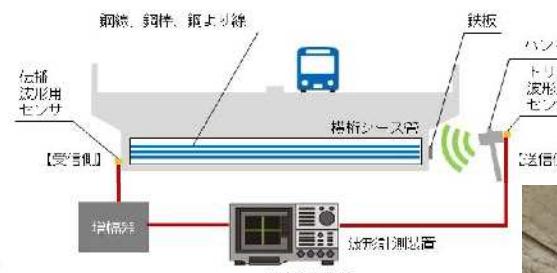
- コンクリート系上部工のT桁橋
- 予防保全段階・Ⅱ判定の橋梁



点検の精度確保

## 方針2【画像計測以外の技術の適用】

- 前回点検の損傷状況を踏まえた、「計測・モニタリング技術」、「非破壊検査技術」の採用



効果(コスト、安全性向上、診断・措置)

