

関西地区高速道路の点検の 現状と今後

2019. 11.19

西日本高速道路エンジニアリング関西(株)
中村 雅彦



これからお話しすること

1. ネクスコ西日本・エンジ関西の紹介
2. 関西地区高速道路事業の現状
3. 高速道路構造物の詳細点検の現状
4. 詳細点検の高度化・効率化

建設事業
地域の暮らしの利便性向上に貢献するため、より安全で使いやすい高速道路ネットワークの構築や、地域活性化が期待される観光地等の観光ネットワークの構築にも取り組んでいます。

保安サービス事業
お客様にいつでも安全・快適に高速道路をご利用いただけるよう、道路や構造物の点検、清掃、補修などの維持管理をはじめ、24時間体制で道路の閉鎖、交通規制の指示、料金収受などを行っています。

SA・PA事業
SA・PAにおいて、くつろぎ、楽しんで、疲れを忘れていただける空間の創出のほか、地域と連携した取り組みを実施するなど、お客様と地域の皆さまに新たなサービスを提供しています。

1. ネクスコ西日本グループで高速道路事業・関連紙業を推進

| | |
|---|---|
| <p>不動産関連業務および人材派遣業務 西日本高速道路ビジネスサポート株式会社</p> <p>点検・管理 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社 (※ 保安作業も実施)</p> <p>西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社 西日本高速道路ファシリティーズ株式会社 (※ 保安作業も実施)</p> | <p>保安作業 西日本高速道路メンテナンス関西株式会社 西日本高速道路メンテナンス中国株式会社 西日本高速道路メンテナンス九州株式会社 (※ 保安作業も実施)</p> <p>料金収受 西日本高速道路サービス関西株式会社 西日本高速道路サービス中国株式会社 西日本高速道路サービス四国株式会社 (※ 交通規制も実施)</p> <p>西日本高速道路サービス九州株式会社 西日本高速道路統合サービス沖縄株式会社 (※ 交通規制、点検・清掃、保安作業も実施)</p> |
| <p>多岐・管理 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社 (※ 保安作業も実施)</p> <p>西日本高速道路エンジニアリング九州株式会社 西日本高速道路ファシリティーズ株式会社 (※ 保安作業も実施)</p> | <p>交通管理 西日本高速道路パトロール関西株式会社 西日本高速道路パトロール中国株式会社 西日本高速道路パトロール九州株式会社 (※ 保安作業も実施)</p> |
| <p>SA・PAの運営・管理 西日本高速道路サービス・ホールディングス株式会社 西日本高速道路ロジスティクス株式会社 西日本高速道路リアルティ株式会社</p> <p>マルチメディアインフラ関連事業 株式会社Lifonic</p> <p>橋梁補修技術の開発および工事・コンサルタント・調査等事業 株式会社富士建設 NEXCO西日本コンサルタンツ株式会社 株式会社フジエンジニアリング</p> <p>広告事業 NEXCO西日本コミュニケーションズ株式会社</p> <p>海外事業 NEXCO-West USA, Inc.</p> | <p>有料道路の運営・管理 株式会社JFE</p> |

施工管理

保安管理

エンジ土木部門の業務内容

高橋
調査・診断
補修設計
補修計画
保安計画・調査設計

保安点検

調査設計

コンクリートブロックの規格検査

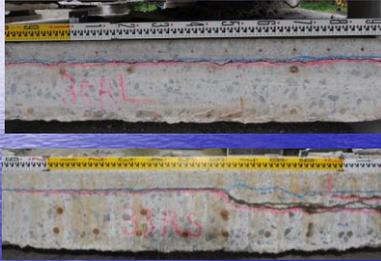
橋梁床版下面の近接目視点検

舗装改良工事の出来形検査

広帯域超音波によるPCグラウト充填調査

床版の変状（水平ひび割れ）

上面増厚境界部の水平ひび割れ



既設床版と増厚の界面剥離

増厚界面のみのひび割れではなく、既設床版内部のひび割れも連続しているケースもある。

発生要因が界面部の付着の問題だけではない。

13

床版の変状（土砂化）



ポットホール

14

② 詳細点検の変遷と内容

詳細点検：昭和61年から1班5人体制で開始

- ・ 橋梁：1回/2年、切土のり面、C-BOX：1回/3年
- ・ トンネル、OV：1回/4年
- ・ 舗装 1日1回はパトロールによる路面点検
- 目視点検が主であり路線単位にて実施(供用10年後から)

※ H13年に点検要領が変更：はく落事故対応：藤野委員長

- ・ 第三者被害想定箇所の打音点検追加
- ・ 供用前に初期点検の導入
- ・ 5年に1回の調査、状況により短期化
- ・ 非破壊検査手法の導入が前提(であったが・・・)
- ・ 点検の非効率化：4班体制でも進まず/10年以上を要す

※ H20年に点検データ管理システムの提案：BMS

※ H24年の点検要領改訂により、健全度判定を導入

※ H26年の道路法改訂による点検要領の見直し

15

> 道路法の改訂

- ✓ 道路法 第四十二条(道路の維持又は修繕)
(平成25年9月2日)
- ✓ 道路法 施行令第三十五条の二(道路の維持又は修繕に関する技術的基準等)
(平成25年9月2日施行)
- ✓ 道路法 施行規則第四十五条の二(道路の維持又は修繕に関する技術的基準等)
(平成26年7月1日施行)



- ・ 道路管理者の義務を明確化
- ・ 点検の基準(点検対象・実施者・手法・頻度・健全性診断・記録保存(点検結果・措置内容))

> 点検要領の改訂

| | 点検種別 | 点検手法 |
|------|------------------------|---------------------------------------|
| 詳細点検 | 第三者等被害を未然に防止する観点から行う点検 | 近接目視かつ触診や打音により行うことを原則とする点検 |
| | 健全性を把握し保持するために行う点検 | 近接目視を基本とし、必要に応じて触診や打音等の非破壊検査を併用して行う点検 |

※ 近接目視：肉眼により構造物の変状の状態を把握し、評価が行える距離まで接近して目視を行うこと

| 点検場所 | 改訂前 | 改訂後 |
|-------------|------------------------------|------------------|
| 第三者被害想定箇所 | 近接・打音・触手 | 近接・打音・触手 |
| 第三者被害想定箇所以外 | ・検査路からの近接、打音、触手 ・橋梁下からの目視 | 近接目視。必要に応じて触診や打音 |

<< 第三者被害想定箇所以外 >>

改訂前

改訂後

※ 第三者被害想定箇所以外とは、NEXCO敷地内・河川・池等

③ 詳細点検 作業状況

橋梁打音点検状況

赤外線サーモグラフィ撮影状況

切土のり面点検状況

点検状況(ロープアクセス)

トンネル覆工計測状況

トンネル覆工部打音点検状況

18

詳細点検の実施状況 (橋梁)

高所作業車・橋梁点検車を利用し、打音点検を実施。

打音

打音

打音

打音

近接目視/打音

19

④ 打音点検(叩き落とし作業)

伸縮継手からの漏水による弾出床版のはく離箇所

現況(はく離の状況)

叩き完了(鉄筋腐食・断面欠損状況)

防錆処理

タタキ点検の限界:どこまでやるか→メンテナンス会社との協働

20

② トンネルの詳細点検

トンネル点検車を利用し、トンネル覆工の打音点検を実施

(高所作業車)



覆工画像撮影、打音

【トンネル点検の流れ】

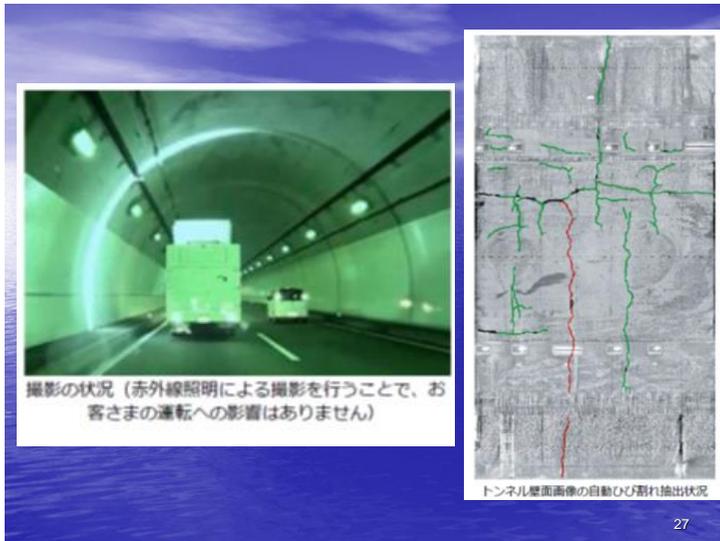
- ① 覆工画像撮影・解析：トンネル詳細点検A
(覆工コンクリート変状箇所を画像から検出)
(※撮影用カメラ:デジタルハイビジョンビデオカメラ)
- ② 目地画像撮影・解析→(事務所へ報告)
(※撮影用カメラ:デジタルハイビジョンビデオカメラ)
- ③ 打音点検：トンネル詳細点検B
(覆工コンクリート変状箇所の打音点検、
ひび割れ計測、坑門、監視員通路、
路面及び、内装板点検)

25



新トンネル測定車 EQドクターT

26



撮影の状況 (赤外線照明による撮影を行うことで、お客様の運転への影響はありません)

トンネル壁面画像の自動ひび割れ抽出状況

27

③ デジタルカメラを用いた点検システム (Auto-CIMA)

国内の道路構造物



急速に老朽化

100%の安心・安全を確保するために、
高度で確実な維持管理

資産数の増加

点検員や調査員等の技術者不足のため、
効率的な維持管理

NEXCO西日本グループでは…
点検の効率化・高度化を目指し、非破壊検査技術を開発
平成24年末に

デジタルカメラを用いた構造物点検システム を開発



デジタルカメラを用いた点検システム (Auto-CIMA)

どういったシステムか…



概要

- Auto-CIMAシステム
- コンクリート壁面高解像度画像撮影システム
- 指定した面を自動で撮影
- 画像を自動で貼り合わせ
- ひび割れを検出

特徴

- 貼り合わせ画像で全体を把握
- 地上作業のため安全
- 規制を必要としない
- 高所でも同精度で撮影可能
- データ蓄積により経年変化を確認

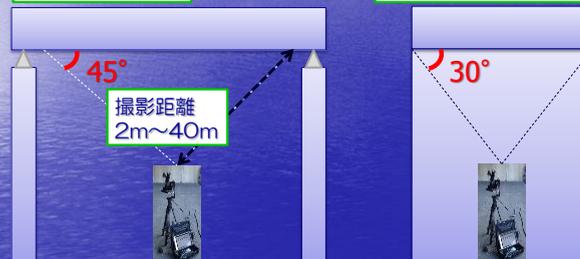


デジタルカメラを用いた点検システム (Auto-CIMA)

① システムの設置

橋軸方向 (パン)

橋軸直角方向 (チルト)



デジタルカメラを用いた点検システム (Auto-CIMA)

② 撮影計画



デジタルカメラを用いた点検システム (Auto-CIMA)

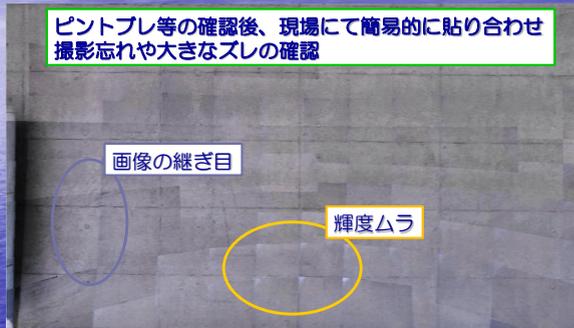
③ 撮影



デジタルカメラを用いた点検システム (Auto-CIMA)

④貼り合わせ (簡易)

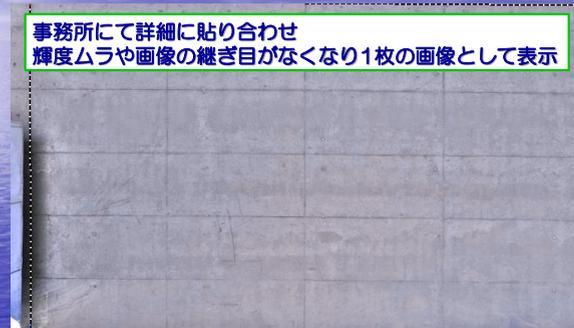
ピントブレ等の確認後、現場にて簡易的に貼り合わせ
撮影忘れや大きなズレの確認



デジタルカメラを用いた点検システム (Auto-CIMA)

⑤貼り合わせ (詳細)

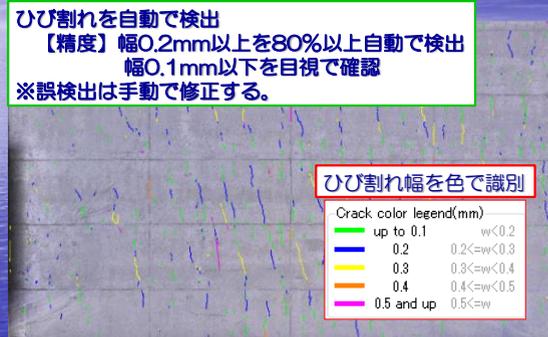
事務所にて詳細に貼り合わせ
輝度ムラや画像の継ぎ目がなくなり1枚の画像として表示



デジタルカメラを用いた点検システム (Auto-CIMA)

⑥ひび割れ検出 (自動+手動)

ひび割れを自動で検出
【精度】幅0.2mm以上を80%以上自動で検出
幅0.1mm以下を目視で確認
※誤検出は手動で修正する。



ひび割れ幅を色で識別

| Crack color legend(mm) | |
|------------------------|------------|
| up to 0.1 | w<0.2 |
| 0.2 | 0.2<=w<0.3 |
| 0.3 | 0.3<=w<0.4 |
| 0.4 | 0.4<=w<0.5 |
| 0.5 and up | 0.5<=w |



④ 舗装路面ひび割れ調査システム

(ラインセンサーカメラを用いた舗装ひび割れ調査システム)

ひび割れ状況から補修計画を作成



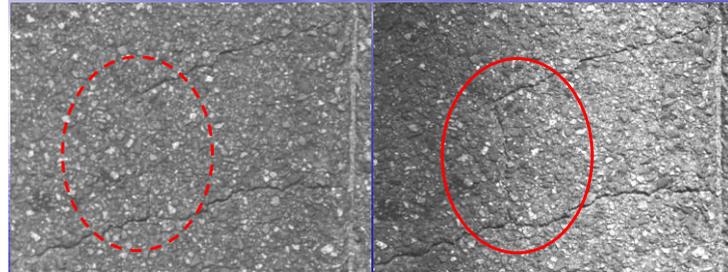


新路面測定車

ひび割れ撮影 (近赤外線LED照明による効果)

【従来】白色LED照明 (波長430~680nm)

【Kei-Doc】近赤外線LED照明 (波長850nm)



- 近赤外線照明のメリットとして考えられることとしては、
- ◆太陽光の大部分をカットすることで昼間の撮影を可能とする。
 - ◆単波長照明なので、色収差の影響のない、鮮明な画像が得られる。
 - ◆人の目には見えない光なので、周辺車両の安全性を高められる。

3

8

| 項目 | 路面性状測定車 (Kei-Doc) | |
|-------|-------------------|---|
| わだち掘れ | 測定方式 | 光切断方式およびエアカメラによる多点変位計測法 光源：高強度ラインレーザ カメラ：エアスキャンカメラ (2048×1088画素) 2台 バンドパスフィルタ：透過波長805~811nm |
| | 測定速度 | 時速100km以下 |
| | 測定幅員 | 5m程度 |
| | 測定間隔 | 走行方向 1m、10m、100m 横断方向 1.5mm |
| | 測定精度 | 横断プロファイルメータによる測定に対して±3.0mm以内 |
| ひび割れ | 測定方式 | ラインセンサカメラによる連続撮影方式 照明：近赤外線LED照明 (ピーク発光波長850nm) カメラ：ラインセンサカメラ (2×4096画素) 2台 バンドパスフィルタ：透過波長810~900nm |
| | 測定速度 | 時速100km以下 |
| | 測定幅員 | 5m程度 |
| | 測定間隔 | 走行方向 1.0mm |
| | 測定精度 | 目視判定によるひび割れ幅1.0mm以上の撮影 |
| IRI | 測定方式 | レーザ変位計による3測点法 変位計：非接触式レーザ変位計3台 IRI計測器：KEYENCE他 バンドパスフィルタ：透過波長610~690nm |
| | 測定速度 | 時速100km以下 |
| | 測定間隔 | 走行方向 10mm IRI評価長 10m、100m、200m |
| | 測定精度 | 縦断プロファイルメータによる測定に対して±30%以内 |
| 位置情報 | 測定方式 | 3項目全て高性能GPSおよび非接触式車速計 ※3項目同時に位置情報取得 |
| | 測定精度 | 距離精度±0.3%以内 |

39

⑤ 車載式赤外線サーモグラフィによる路面調査 橋梁上面からの変状部検出

【調査概要】

舗装路面から赤外線サーモグラフィにより熱画像撮影することで、橋梁床版の変状箇所を抽出

従来調査



橋梁面からの徒歩調査

【問題点】

- ① 規制が必要となりコストが高い
- ② 能力が低い
- ③ 変状位置の把握が困難

開発調査



高速走行 (80km/h) により走行調査

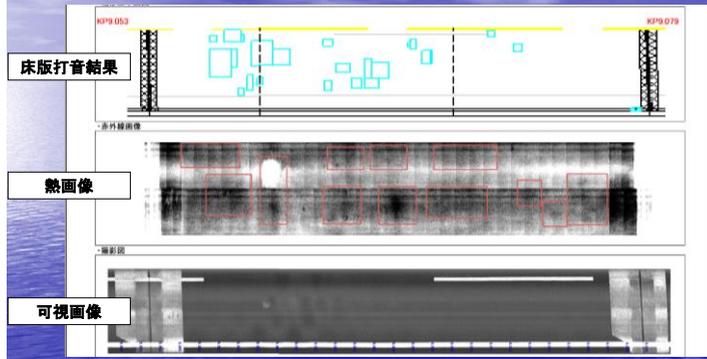
【効果】

- ① 規制が必要でないためコストが低い
(高速道路では80km/h以上が条件)
- ② 展開図化することで位置情報がわかり易い
- ③ 高性能なサーモグラフィの使用により熱画像を鮮鋭化
(変状箇所の判別を容易化)

40

車載式赤外線サーモグラフィ撮影車両(路面調査)

実施結果 (H24.1月撮影)



【課題】

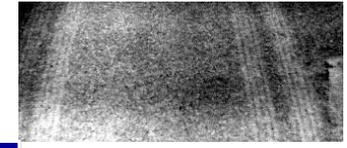
- ①温度変状部の判断が困難
- ②速度データが無く、張り合わせ精度が低い

41

車載式赤外線サーモグラフィ撮影車両(路面調査)

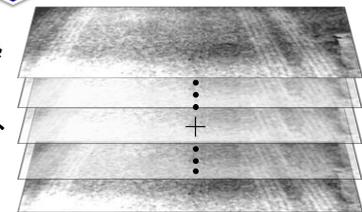
課題① 温度変状部の判断の容易化

1枚の熱画像をあり補正して展開
↓
赤外線画像は可視画像と異なり特徴が乏しいため、
温度変状部の抽出が困難



課題への取り組み

複数枚の熱画像を重ね合わせて熱画像を取得
↓
重ね合わせにより熱画像が鮮鋭に、
温度変状部の抽出が容易

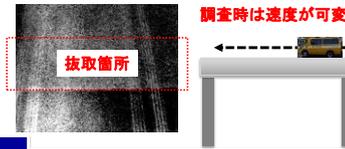


42

車載式赤外線サーモグラフィ撮影車両(路面調査)

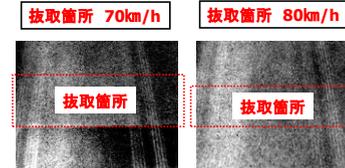
課題② 張り合わせの精度向上

各フレームを同じ大きさに抜取
↓
調査時は速度変動があるため、
張り合わせ精度が低い
(画像の抜けや重複があるため)



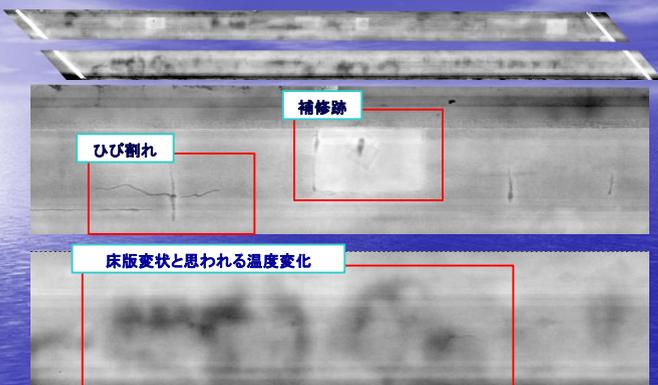
課題への取り組み

速度データを取得して、フレーム毎の抜取箇所を調整する
↓
画像の抜けや重複箇所が無くなり、
張り合わせ精度が向上し、位置情報が正確に



43

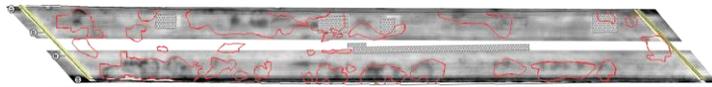
● 走行試験結果 (撮影画像)



【改良後】

- ・ノイズ等の影響を少なくし ⇒ **変状部の判定が容易**
- ・貼り合に速度影響を考慮した展開図 ⇒ **位置情報が正確**

● 走行試験結果(床版変状との比較)



【床版の損傷】

打音調査と切断面調査により深度別に床版の変状を把握

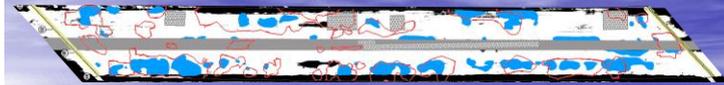
赤線: 第一鉄筋より上
(表面から110mm程度)
青線: 第一鉄筋より下
(110mm程度から下部)

このうち...

赤外線の使用が表面から100mm程度なので、第一鉄筋より上の変状を対象とした



● 走行試験結果(床版変状との比較)



温度変状箇所を判断しやすくするために二値化処理

⇒ 検出率の算出の結果、約80%の検出率

※ 検出率は一部でも被っていたら○、なければ×とし、床版損傷を母数として算出

| 打音結果 損傷番号 | 赤外線 損傷番号 | 判定 | 打音結果 損傷番号 | 赤外線 損傷番号 | 判定 | 打音結果 損傷番号 | 赤外線 損傷番号 | 判定 |
|--------------|-------------|-----|--------------|-------------|-----|--------------|-------------|-----|
| 1 | 1,3 | ○ | 11 | 20 | ○ | 21 | 29 | ○ |
| 2 | - | × | 12 | - | 対象外 | 22 | 32 | ○ |
| 3 | 5,6,7,11,12 | ○ | 13 | - | × | 23 | 35,36,37,40 | ○ |
| 4 | - | × | 14 | - | × | 24 | 40 | ○ |
| 5 | 8 | ○ | 15 | - | 対象外 | 25 | - | 対象外 |
| 6 | - | 対象外 | 16 | 23 | ○ | 26 | 43 | ○ |
| 7 | 14,19,21 | ○ | 17 | 25 | ○ | 27 | 44,45 | ○ |
| 8 | - | 対象外 | 18 | 24 | ○ | | | |
| 9 | 13,16,17 | ○ | 19 | 26 | ○ | | | |
| 10 | 18 | ○ | 20 | 28 | ○ | | | |

| 判定 | 個数 | 検出率 |
|---------|----|-------|
| 打音結果損傷数 | 22 | 81.8% |
| 赤外線一致数 | 18 | |