

# 橋梁点検・評価を支援する AI技術

【本日お話しする内容】

- ① 動画像からAI解析で変位を取得する技術
- ② 橋梁諸元データと環境条件からAIで  
劣化原因推定や工法選定を支援する技術
- ③ AIを用いた最新の床版劣化診断技術
- ④ コンクリート剥離、鉄筋腐食のAI検出
- ⑤ 支承腐食の判定と教師データのAI生成



インフラ技術研究所 横山 広

# 動画像からAI解析で変位を取得する技術

点検AIヘルパー（主桁+支承）

## 橋梁劣化推定AI

簡易な手法で

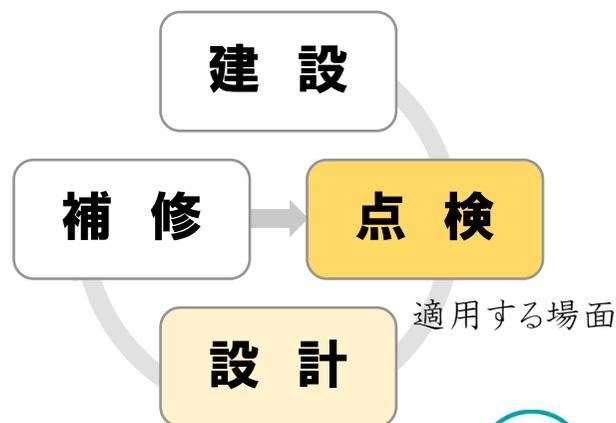
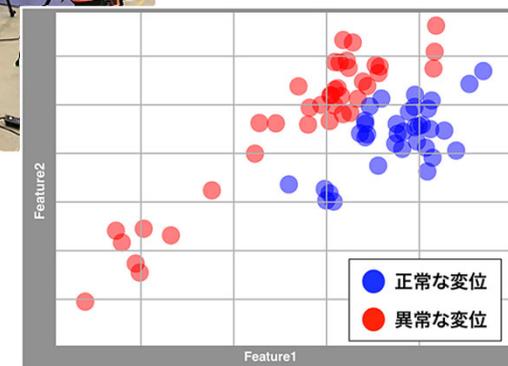
点検・調査で取得する情報を増やし維持管理の精度を向上させたい。

- 定期点検、詳細調査で動画像を取得
- 主桁、支承変位をAI解析
- 精度の高い状態把握
- 対策に活用

### 動画のみで現状を把握！



京都大学大学院 工学研究科社会  
基盤工学 金 哲佑教授とNTTドコモ  
で基礎技術を確立

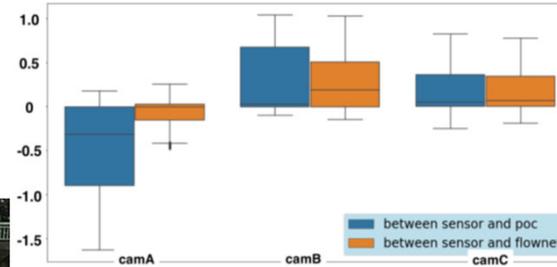
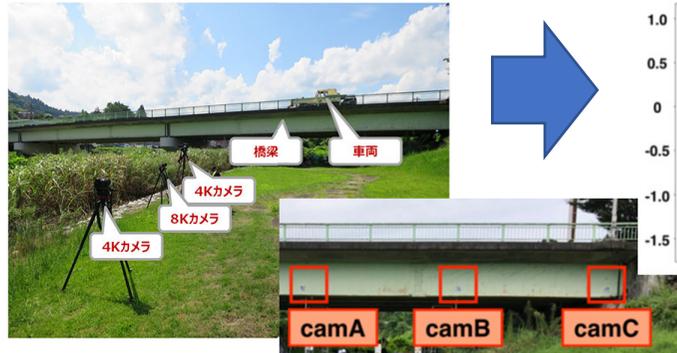


# 動画画像からAI解析で変位を取得する技術

## AI移動量推定技術を用いた変位推定

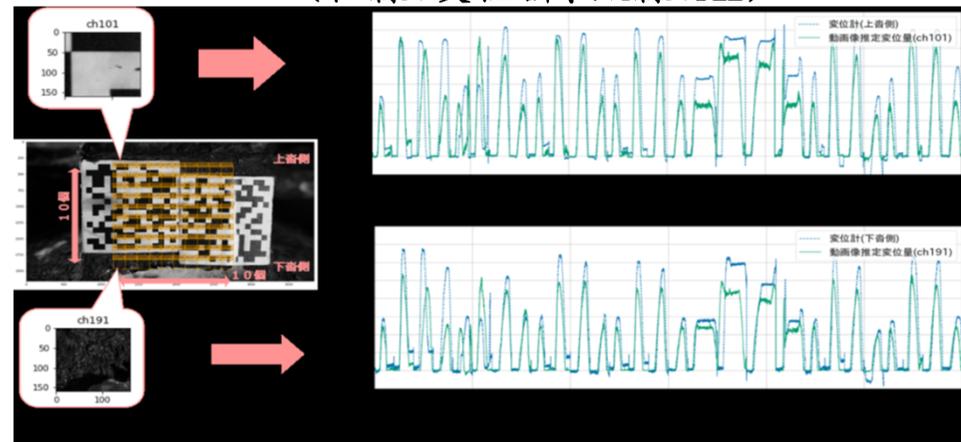
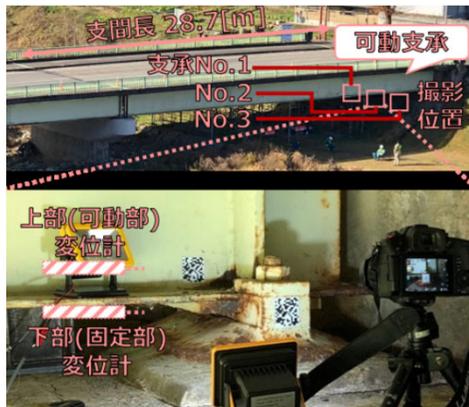
点検AIヘルパー（主桁+支承）

AIは画像処理POC(青)よりも精度が期待できる。



桁変位から車両重量を推定可能  
(Bridge Weigh in Motion)

(細線:変位計、太線:AI)



変位計とほぼ同等の変位量が取得できます。

富山市と協定を結び、富山市の管理橋梁にて実証実験を実施(R1~R2)

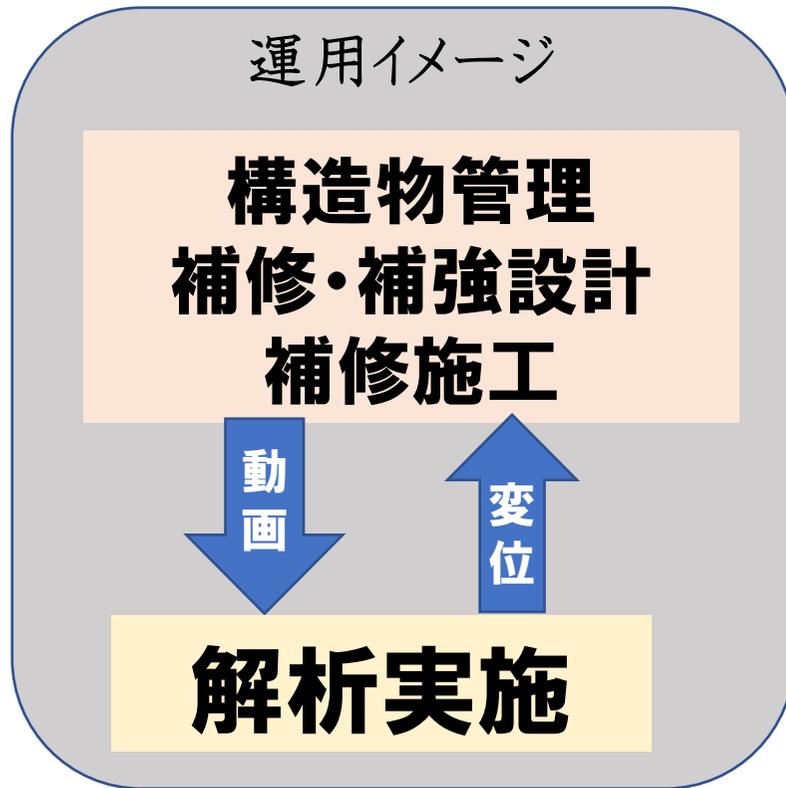
實成優馬、齊藤隆仁、小林基成、池田大造、牧祐之、横山広、平山博、金哲佑、榎谷浩、宇津徳浩:①動画画像解析による橋梁桁変位の取得に関する検討、②動画画像解析による変位量を用いた橋梁支承部の機能評価に関する検討、③動画画像を用いたBridge Weigh in Motionによる車両重量推定実験、第75回土木学会年次学術講演会、2020。

## 運用の具体例（定期点検、詳細調査）

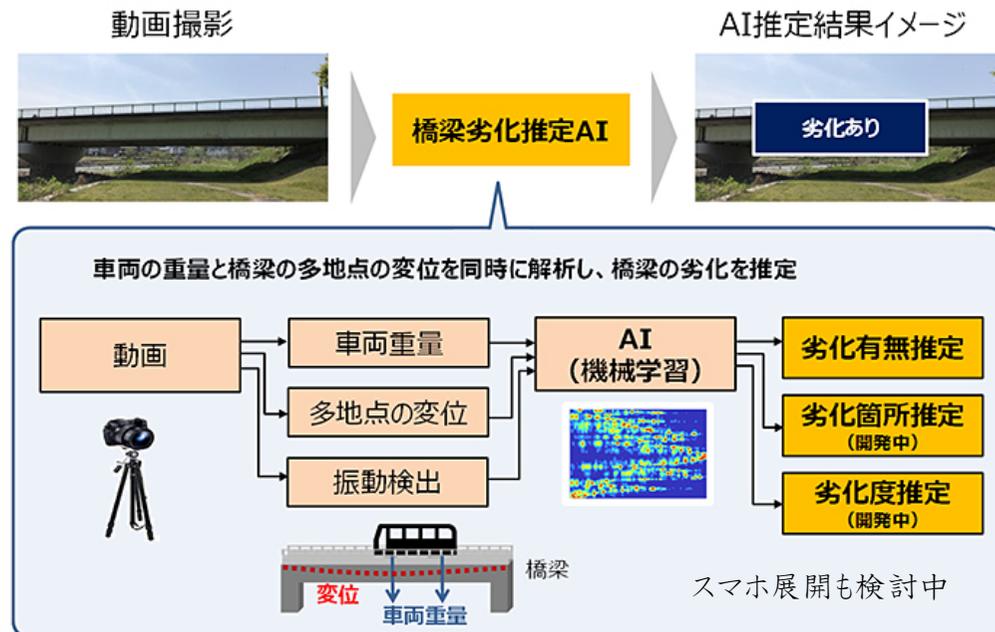
詳細調査の必要性判断にも適用可能

- ◆ 桁変位取得による現状把握＋一定間隔での経時変化の把握
- ◆ 支承変位取得による機能低下の把握（桁変位からの基本移動量推定）
- ◆ 桁変位からの車両重量推定（画像から車種特定し精度を確保）

性能評価  
条件把握



## 動画画像AIの将来像



# 橋梁諸元データと環境条件からAIで劣化原因推定や工法選定を支援する技術

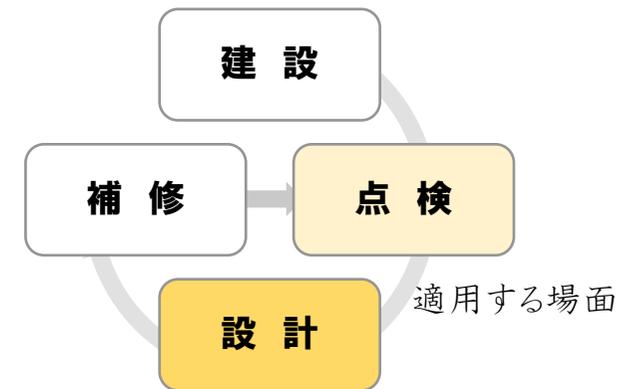
補修設計AIヘルパー

## 橋梁諸元+環境条件

- 平面形状
- 設計震度
- 塩害地域区分
- 橋種
- 構造形式
- 幅員構成
- 等級
- 平面線形
- 交通量
- 橋面積
- 橋長
- 防水工有無
- 縦断勾配
- 設計活荷重
- 迂回路有無
- 点検施設
- 排水施設
- 塗装仕様
- 交差物名称
- 添架物
- etc.

機械学習

## 損傷原因推定 補修補強工法選定支援



龍田齊、横山広、永見武司、榎谷浩、近田康夫、山田宗明:勾配ブースティング決定木を用いた橋梁損傷原因および補修工法の推定と分析、AI・データサイエンスシンポジウム論文集、1巻J1号、pp.63-70、2020.

これまでの補修設計の課題

**ひび割れ補修・断面修復・はく落防止・塗装塗り替え  
→同じような補修設計の繰り返しでした。**

この技術のよりどころ

**過去の維持管理実績を信頼し、それらをデータ化して  
機械学習させることで、原因推定や補修工法を推定**

メリットは？

**補修設計が不要になることでコスト縮減⇒補修費用の増額**

具体的な使い方は？

**ひび割れ検出、剥離検出、腐食検出はAIで概算数量を算出  
優先順位を考えて予算を消化するまで補修を実施**

管理データや過去の設計資産、工事資産を活用することで、  
例えば、このような使い方ができます。

## 活用項目

## 得られる効果

### ■ 構造物管理

- 簡易な補修設計を自動化 →
  - 地域や路線の損傷傾向から主な原因を抽出
  - 再劣化の傾向把握
- コスト縮減とスピードアップ
  - 効果的な対策立案
  - ライフサイクルコストの縮減

### ■ 補修設計

- 補修工法の一次抽出 →
- 設計の省力化

### ■ 補修工事

- 最適工法の提案 →
- 収益改善



# AIを用いた最新の床版劣化診断技術

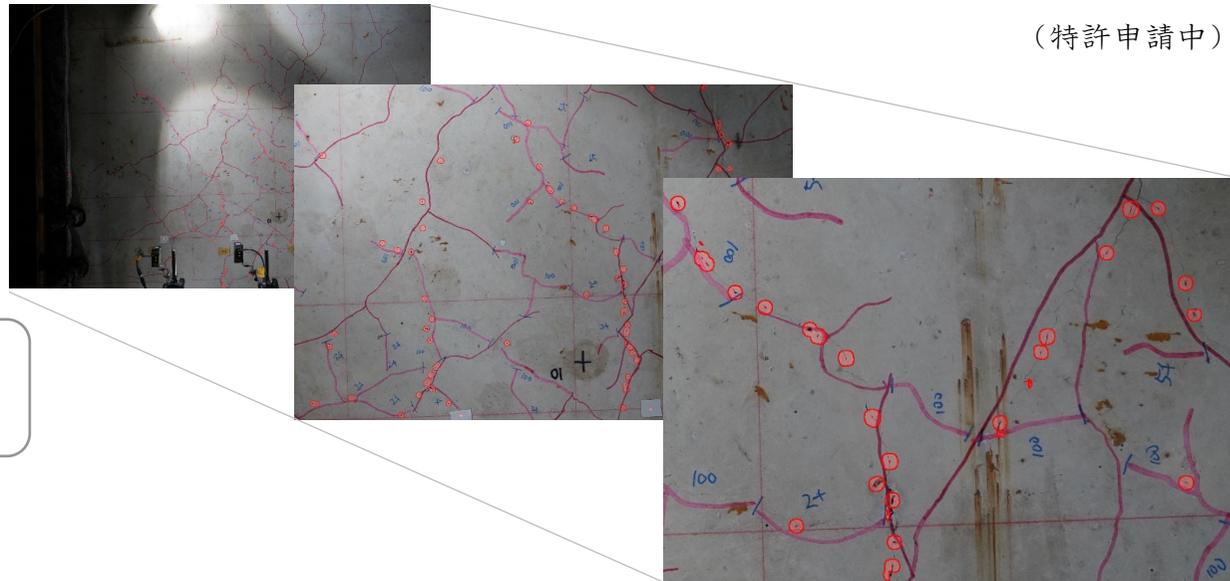
補修設計AIヘルパー（床版）

これまでの道路橋床版の維持管理では、  
深刻な損傷の際に手間がかかりすぎていました。

- 定期点検でひび割れを確認
- 損傷が進展しているので詳細調査を実施
- 耐荷性能を把握するため載荷試験を実施
- 打ち替えが必要

床版下面からの  
撮影画像をAI分析  
**写真のみで現状を把握！**

（特許申請中）



建設

補修

点検

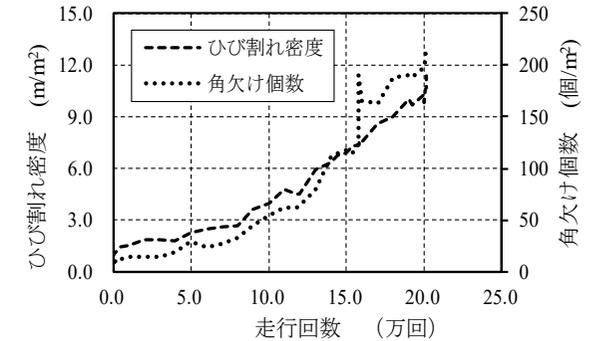
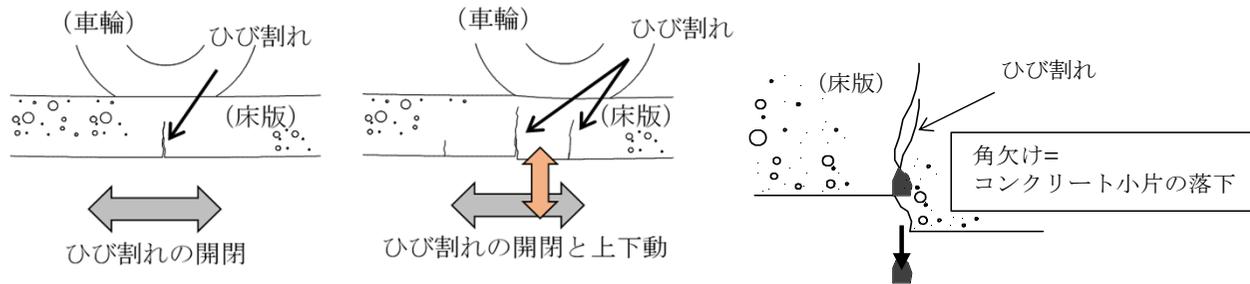
設計

適用する場面

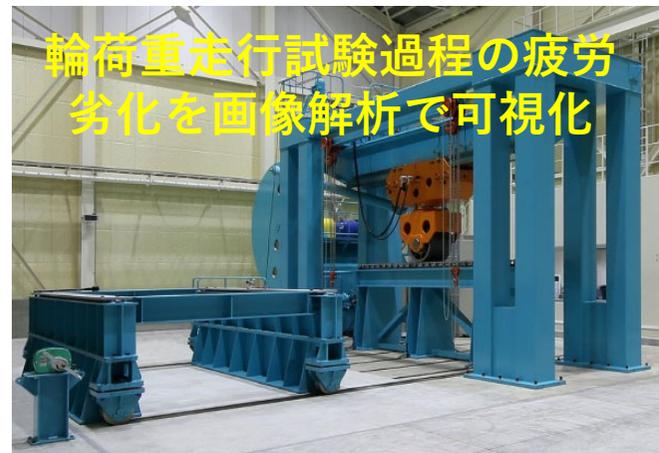


大日本コンサルタント株式会社  
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO.,LTD.

# 床版疲労の進展で出現する角欠けに着目



## 床版のひび割れに生じる角欠け⇒面外変形の進展に起因

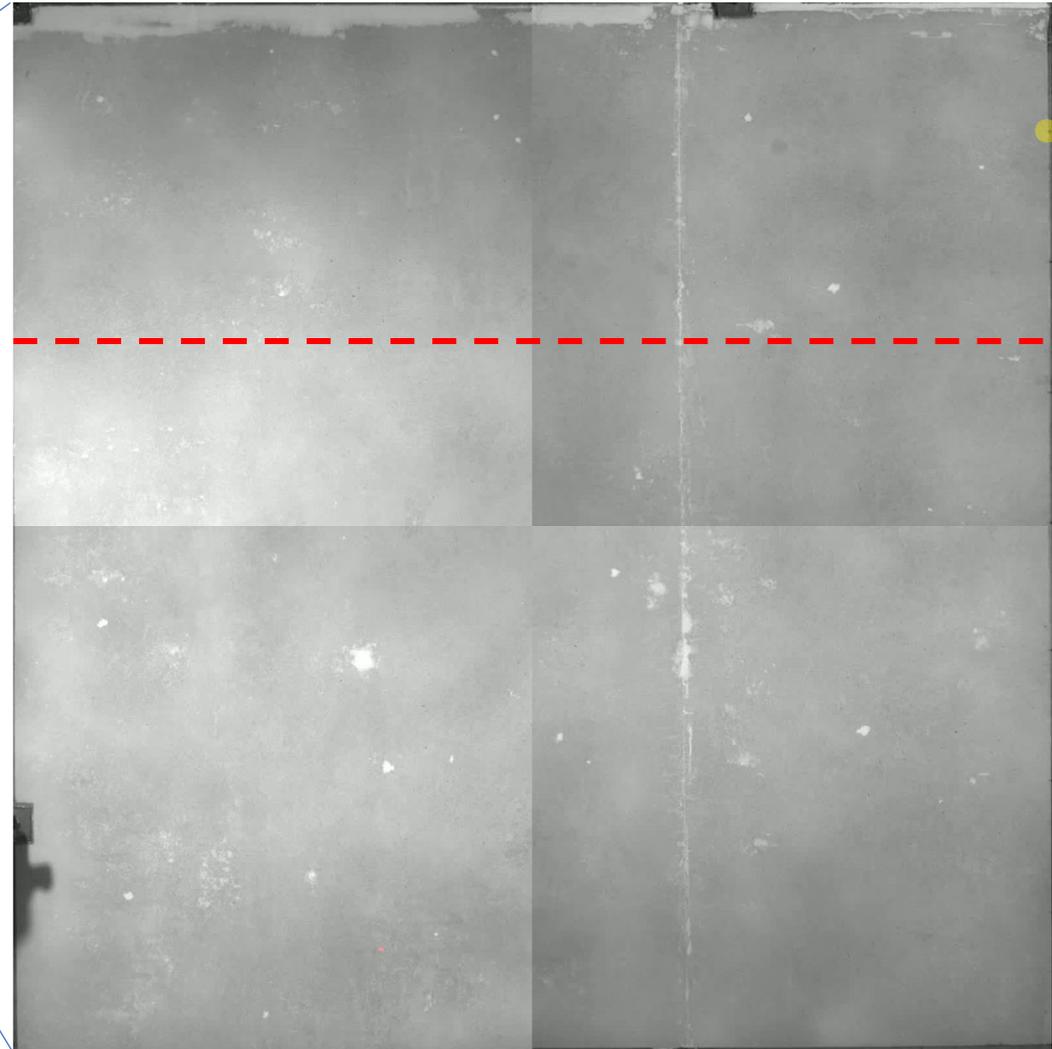
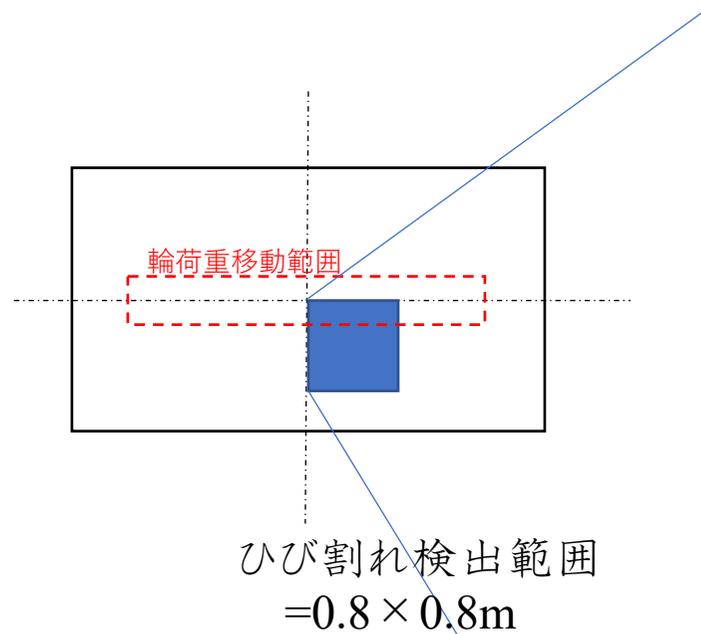


横山広, 龍田齊, 野村貴律, 安東祐樹, 長井宏平: AI画像分析を活用したRC床版疲労遷移点の検知に関する研究, 構造工学論文集Vol. 66A, pp.783-790, 2020.

横山広, 龍田齊, 野村貴律, 中村拓郎, 榎谷浩, 長井宏平: AI画像分析による反応性骨材使用RC床版の疲労劣化検知に関する研究, 構造工学論文集Vol. 67A投稿中

# 昭和39年道路橋示方書準拠床版

AIによるひび割れと角欠けの自動検出



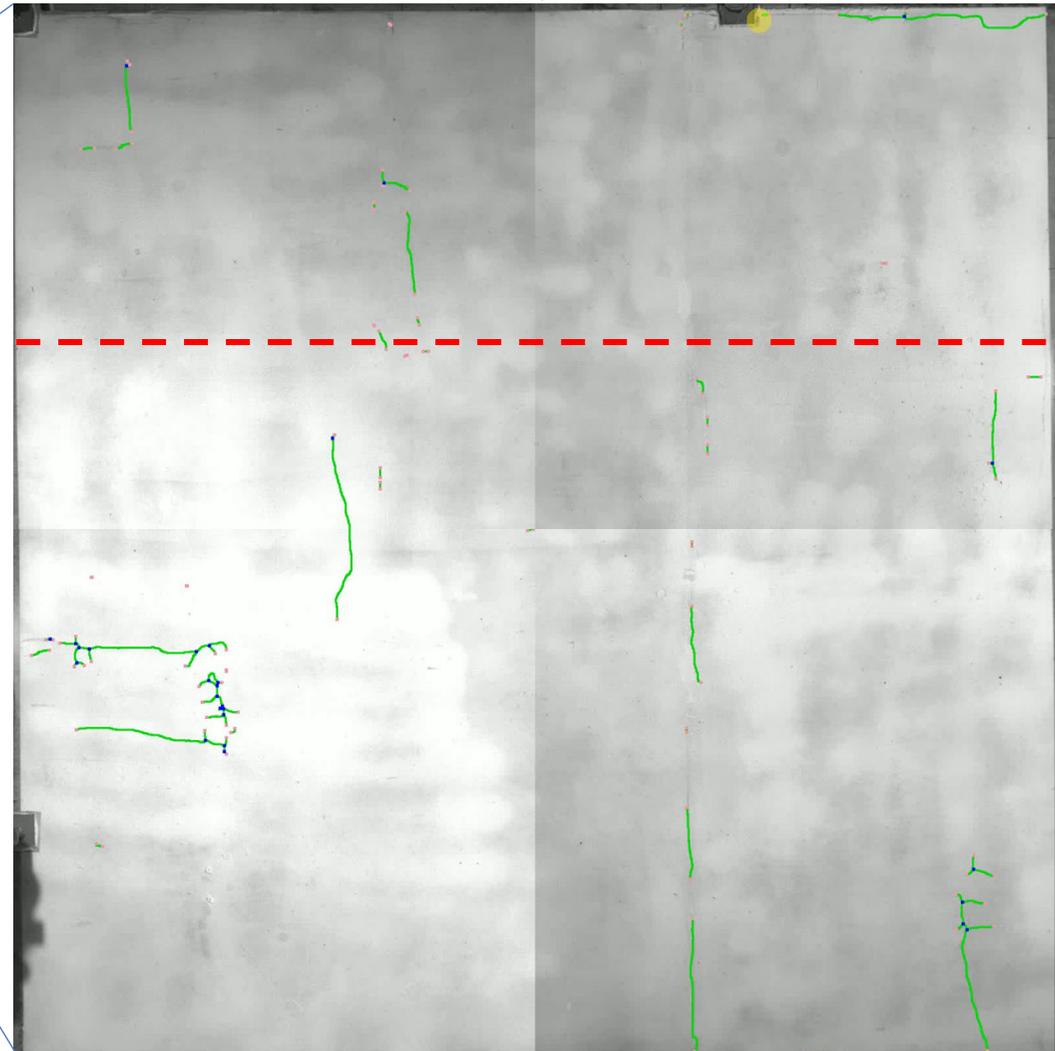
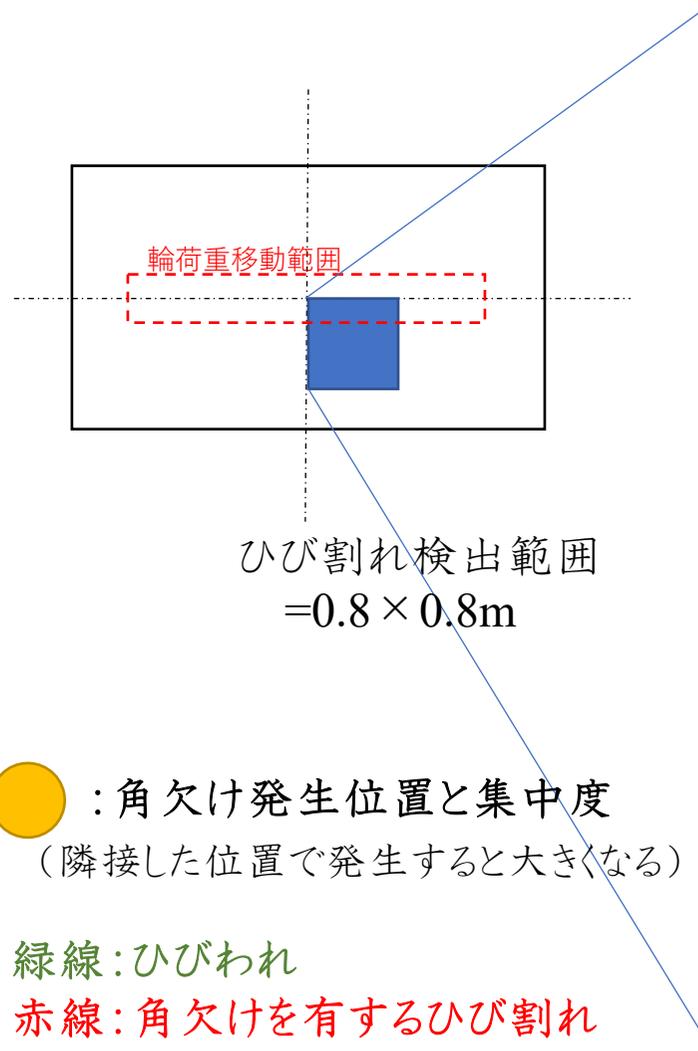
● : 角欠け発生位置と集中度  
(隣接した位置で発生すると大きくなる)

緑線: ひびわれ

赤線: 角欠けを有するひび割れ

# 平成8年道路橋示方書準拠床版

AIによるひび割れと角欠けの自動検出



## 技術導入の効果

過去に最も多くの補修費を投入した橋梁部材は「床版」です。これまで、損傷床版は早い段階で補修・補強、打ち替えが実施されてきました。



しかし近い将来、維持管理費の増大により対策実施が困難になる可能性が指摘されています。

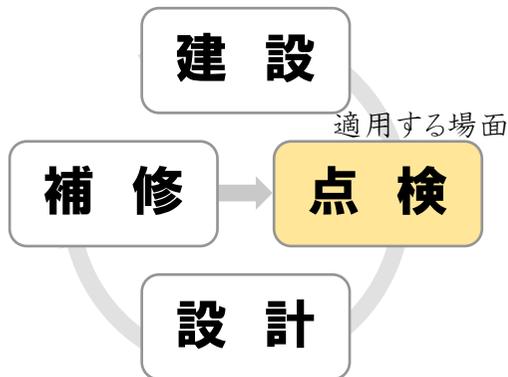


床版下面の写真のみで状態が精度良く把握できれば、対策実施タイミングの適正化が図られ、より広い範囲の修繕計画が立案できます。また、使い切り床版の使用限界判定にも適用できます。

# コンクリート剥離、鉄筋腐食のAI検出

将来の技術者不足に向けて橋梁点検を支援したい。  
ひび割れ検出には多くの技術が出てきているので、それ以外の損傷に着目

コンクリートの剥離・鉄筋腐食に着目



予測

剥離箇所のSegmentationによる判断

柏貴裕、長井宏平、龍田齊、井林康、Helmut Prendinger、Juanjo Rubio: 畳み込みニューラルネットワークを用いたコンクリート床版の損傷検出、土木学会第73回年次学術講演会、CS-10、pp.31-32、2018.

■ 判定結果は剥離・鉄筋露出の傾向をよく捉えています。

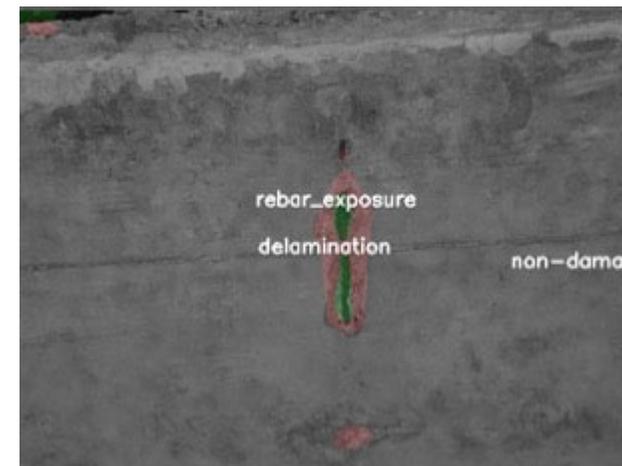
元の画像

判定結果

deck\_d  
0756.jpg



deck\_d  
1202.jpg

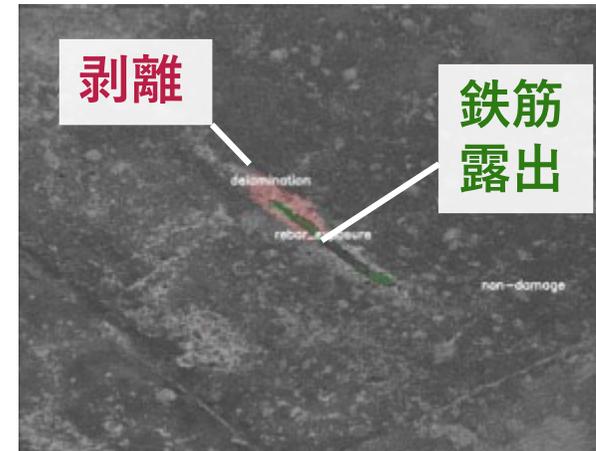


■ 判定結果は剥離・鉄筋露出の傾向をよく捉えています。

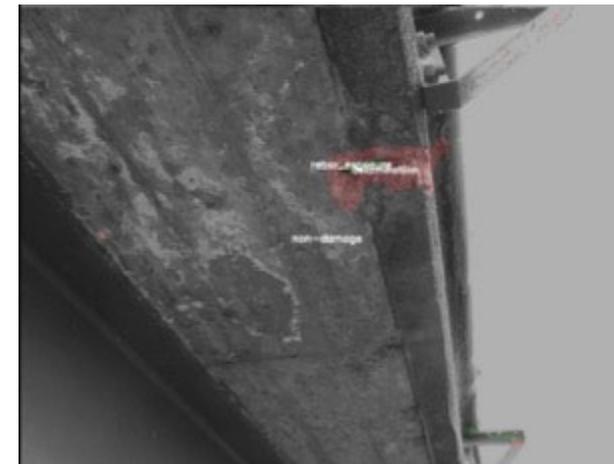
元の画像

判定結果

deck\_d  
1162.jpg



deck\_d  
0251.jpg



# 支承腐食の判定と教師データのAI生成

定期点検データは損傷写真のみであり、教師データとして偏りがあるので精度を向上させるための新たな取り組みが必要になりました。



損傷区分c

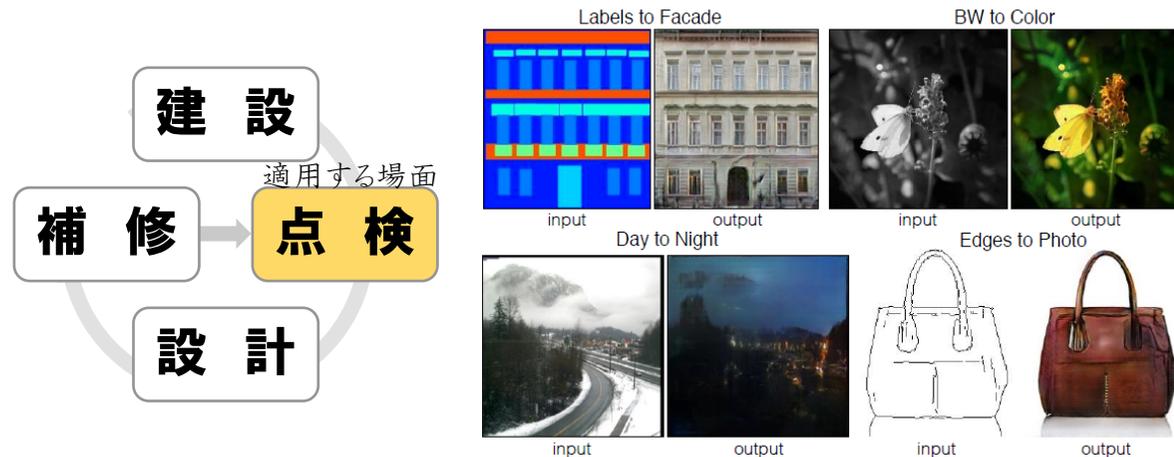


損傷区分d



損傷区分e

GAN(Generative Adversarial Networks)を用いた画像生成

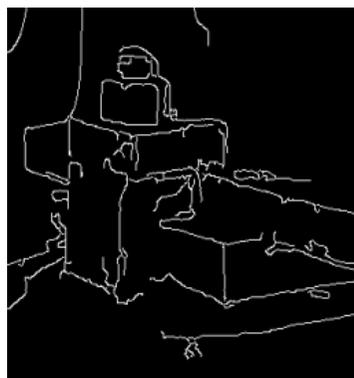


鬼木 浩二、龍田 斉、長井 宏平、横山 広、野村 貴律、宮川 輝幸:Deep Learningを用いた鋼製支承画像の自動生成、土木学会第73回年次学術講演会、CS-10、pp.25-26、2018.

オリジナル画像からエッジを検出して画像を生成



オリジナル画像

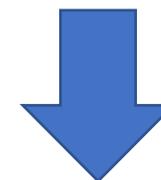


エッジ画像



生成画像

偏りのある画像データ  
を使用するAIの精度  
向上に適用できます。



オリジナル画像



エッジ画像



生成画像

腐食進展の将来予  
測に活用する予定  
です。

オリジナル画像と類似しつつも、印象の異なる支承画像を生成しています。

# END

ご清聴ありがとうございます。