

令和元年度土木研究所講演会

# 「道路橋メンテナンスにおけるAI・ICTの活用」

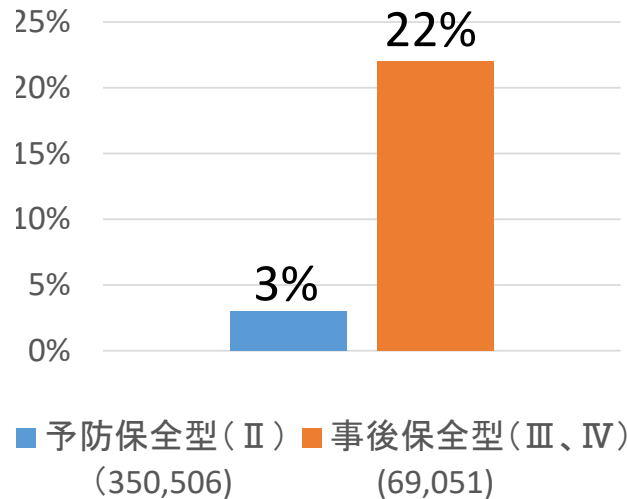
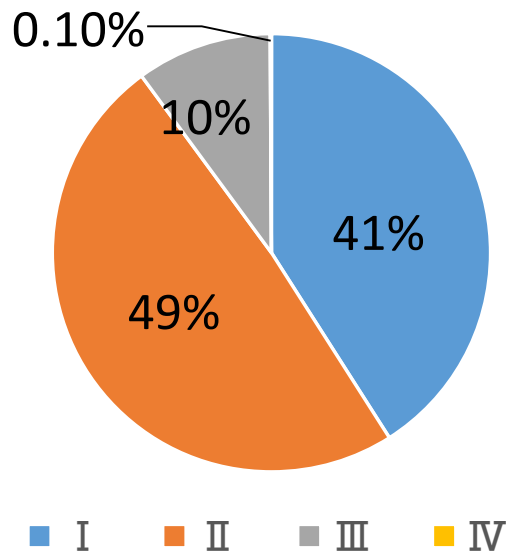
令和元年10月16日

国立研究開発法人 土木研究所  
構造物メンテナンス研究センター  
橋梁構造研究グループ長 金澤 文彦

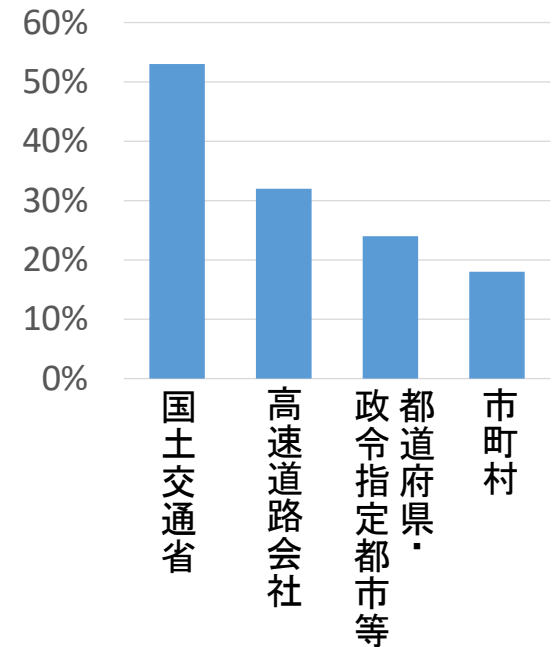
# 背景

- ✓ 道路橋の老朽化に伴う維持修繕費用の増加が予想されている。
- ✓ 法定定期点検が今年度から2巡目。作業の合理化が課題。
- ✓ 橋梁の熟練専門技術者の減少。自治体管理橋梁で措置の着手率が低い(20%程度)。

平成26～30年度の判定区分の割合 橋梁の修繕着手・完了率※1  
橋梁(716,466) (H26～30)



Ⅲ・Ⅳ判定の橋梁における  
修繕着手・完了率(H26～30)



( )内は施設数

判定区分 I:健全、II:予防保全段階、III:早期措置段階、IV:緊急措置段階

※1 平成26～30年度に判定区分Ⅱ、Ⅲ、Ⅳと診断された施設のうち、修繕(設計を含む)に着手または修繕工事を完了した割合(H30年度末時点)

# AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究

- ✓ 今後の点検作業の合理化や診断レベルの維持は喫緊の課題
- ✓ AI・ICTを活用するなど戦略的に予防保全を行う技術開発が必要
- ✓ 「AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究」を平成30年9月に構築(研究期間:H30-R3)

## ①点検AIの開発(床版の土砂化)

・RC床版の土砂化を対象に、電磁波レーダー等を活用して、**水の早期検出方法、措置方法**を開発。電磁波レーダーの画像解析には②の技術、土砂化の診断には③の技術を活用。

## ②点検AIの開発(画像解析)

・**ディープラーニングなどの画像解析技術**を活用して、変状の抽出や要点検部位への誘導等を行うもので、ロボット等による点検作業の補助や一部自動化を目指し**診断に役立つ点検データ等**を取得・記録する技術を開発

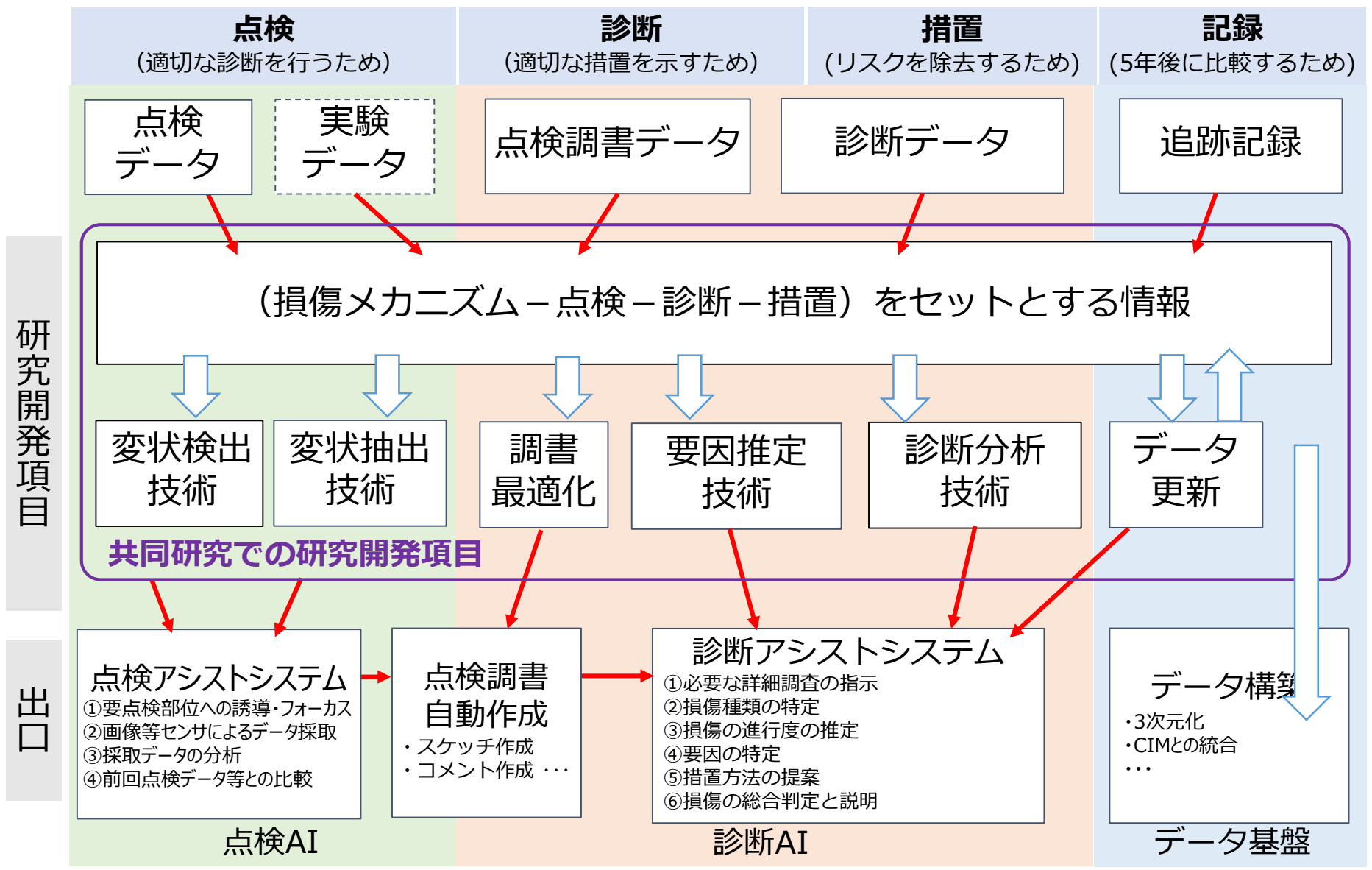
## ③診断AIの開発

・**熟練技術者の診断プロセスや診断の決め手となる情報**等をもとにエキスパートシステム等を適用して、損傷種類・要因の特定、措置方法の提案など**技術者の判断支援**を行うシステムを開発

## ④データ基盤の開発

・点検・診断・措置に関する**データを収集・保管・活用・更新**するシステムの開発

# AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究 全体像



## 土研の呼びかけに官民25者が集結

官民連携で研究を推進するため、建設コンサルタント、IT企業、診断機関、研究機関、地方自治体等25者から成る共同研究体制を平成30年度に立ち上げました。



共同研究キックオフ会議  
(H30.10.26開催)

DENSO iwasaki  
その期待の一步先へ

# AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究 実施体制

土木研究所

道路管理者 【構成事業者】・茨城県 ・富山市

- 点検AI(床版の土砂化等)開発グループ**  
【構成事業者】
- ・日本無線
  - ・ニチレキ
  - ・復建技術コンサルタント
  - ・アジア航測・富士電機
  - ・大日本コンサルタント

- 診断AI開発グループ**  
【構成事業者】
- ・まざらん
  - ・ニュージェック
  - ・日本海コンサルタント
  - ・福山コンサルタント
  - ・大日本コンサルタン

- 点検AI(画像解析)開発グループ**  
【構成事業者】
- ・グローバルウォーカーズ
  - ・理化学研究所(東北大)・岡谷研究室
  - ・アジア航測・富士電機
  - ・福山コンサルタント
  - ・デンソー・岩崎
  - ・ニュージェック
  - ・日本海コンサルタント
  - ・大日本コンサルタント
  - ・首都高技術

※下線付きは重複応募者

- データ基盤グループ**
- ・富士通
  - ・アジア航測
  - ・パシフィックコンサルタンツ
  - ・エイト日本技術開発
  - ・首都高速道路技術センター
  - ・日立製作所
  - ・日本工営
  - ・八千代エンジニアリング
  - ・橋梁調査会
  - ・三菱電機

- ・富士通
- ・イクシス
- ・パシフィックコンサルタンツ
- ・エイト日本技術開発
- ・首都高速道路技術センター
- ・日立製作所
- ・日本工営
- ・八千代エンジニアリング
- ・橋梁調査会
- ・三菱電機

データ基盤グループ

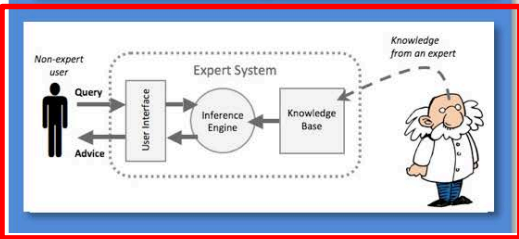
# どのAI(人工知能)を活用するか

## 人工知能の3つのアプローチ

### ルールベース・アプローチ

専門家の知識やノウハウを人手によってルール化し、そのルールに従ってデータを処理

if (条件)  
then (処理1) else (処理2)



**エキスパートシステム**  
診断の理由が出力可能  
技術の継承が可能

診断AIに活用

### 統計・確率論的アプローチ

データに内在する因果関係を確率的に記述する統計手法 (ベイジアン・ネットワーク) を使ってデータを処理

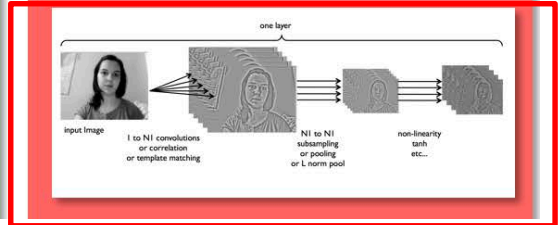
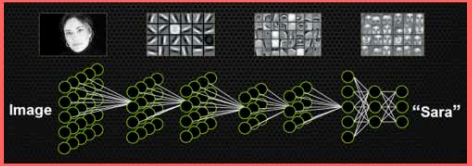
Aである確率: 98%  
Bである確率: 17% → Aが妥当



$$P(A|H) = \frac{P(H|A)P(A)}{P(H)}$$

### 脳科学的アプローチ

脳科学の研究成果を取り入れ、脳の神経活動を再現する数学的モデル (ディープ・ニューラル・ネットワーク) を使ってデータを処理



**ディープラーニング**  
画像判読が得意  
Black Box

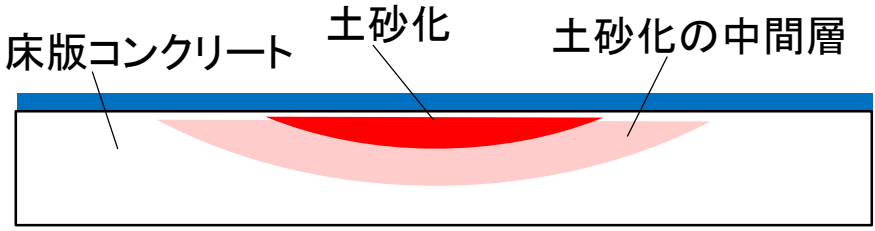
点検AIに活用



# 点検AI(床版の土砂化)の開発

## 床版の土砂化

外観から検知することが難しい一方、突如、床版の抜け落ちに至るなどのリスクが存在



土砂化のイメージ(概念図)

### 研究内容

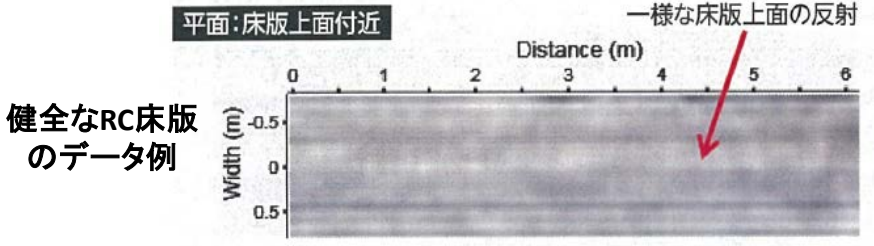
・水の検知を軸として電磁波レーダー等を活用した早期検出技術の確立(AIによる自動化・大規模化について実証)

・床版の内部劣化状態の推定・措置方法決定に資する重点点検項目の把握

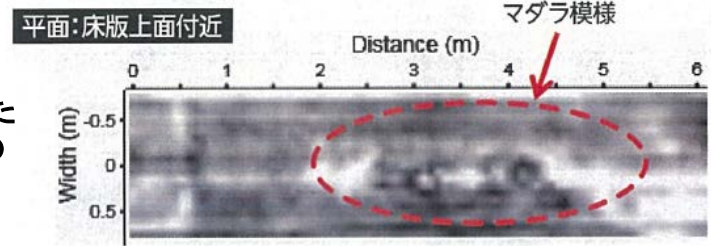
・床版内部の水の早期検知を前提とした新たな床版補修工法の提案



舗装全面をはがした状態



健全なRC床版のデータ例



土砂化したRC床版のデータ例

電磁波レーダー画像

ニチレキ資料より



# 点検AI(画像解析)の開発

## ○研究内容

- ・ロボット技術を活用し、搭載されたカメラやレーザーなどで取得した膨大なデータから、変状を自動抽出・分類するAI技術と評価手法を開発。また、最適な撮影手法と3次元での変状データの管理蓄積手法を開発
- ・開発した学習モデルに基づき、土木技術者の判断を正解とするデータセットを蓄積(AI教師データ)整備し、民間のAI開発者へ提供するとともに、民間で開発されたAIの性能を評価することで、ロボットやAIの民間開発を加速する。

## 研究対象

- 点検ロボット用AIのための学習モデル開発
- 3次元での損傷情報の管理蓄積手法の開発
- 教師データ検証のためのAIプロトタイプの開発



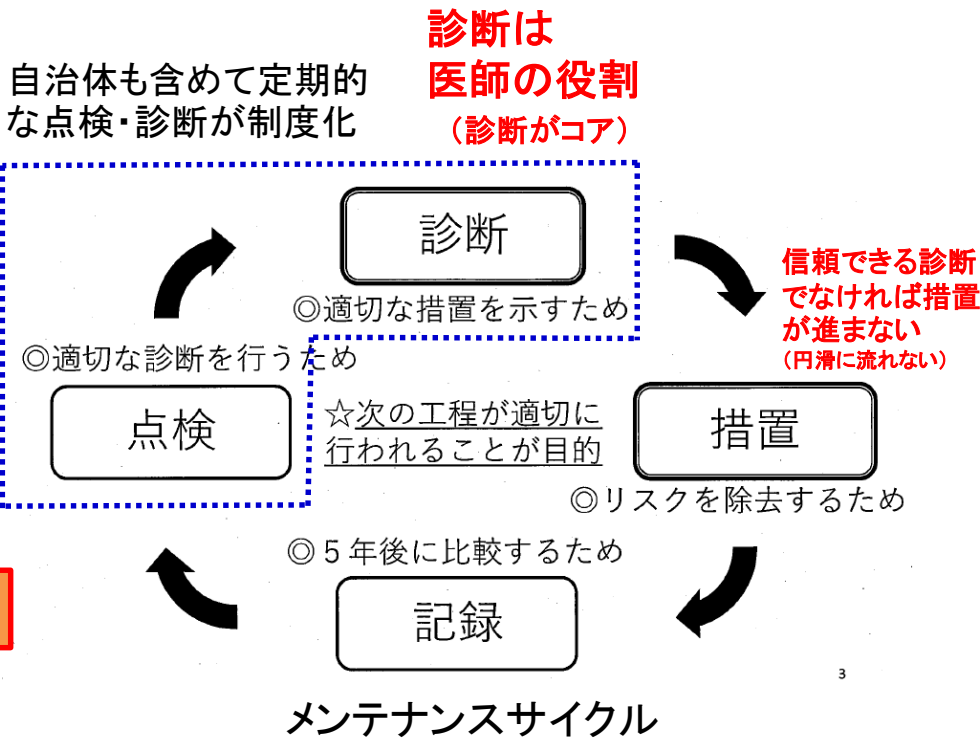
+



# 診断AIの開発(必要性)

## ■ 予防保全を前提としたメンテナンスの計画的な実施

- 定期点検が1巡し、点検・診断がされているが、措置が確実・適切に行われているか？
- 予算制約の問題のほかに、措置が進まない原因の一つとして、**診断の信頼性**があるのではないか？



## 課題① 「診断」の信頼性向上

- 診断AI**
- ① 診断についての納得のいく説明
    - ・納得のいく診断を受ければ、安心して措置を進めることができる
  - ② 誤診の防止
    - ・誤診が減少すれば、**再劣化**、早期劣化による手戻りも減り、長寿命化にも寄与する
    - ※今後、補修箇所の再劣化が顕在化する可能性

- ・熟練診断技術者の不足
- ・減少する若手への技術継承が喫緊の課題
- などの条件への対応も必要

## 課題② 予防保全を前提としたメンテナンスのための「点検・診断」

- ① 予防保全するための点検(早期発見)
  - ・予防保全の段階で損傷の兆候をとらえる点検技術 (例: 床版の土砂化を早期に検知する「**電磁波レーダー**」)
- ② 予防保全するための診断 **診断AI**
  - ・予防保全の段階を見極める診断
  - ・適切な予防保全のための措置を示す診断

## ■ どうすれば診断技術の向上が可能か？

- 責任技術者のOJTが効果的(直轄では症例検討会等を実施, 橋梁調査会や高速道路会社は可能)
- 地方自治体や地方の民間会社では, 熟練技術者がいない状況も多く, そのような場合どうするのか？

土木研究所のAI導入チャレンジ

熟練技術者の代わりとなる  
診断AIを開発

## ■ 診断AIの教師となるデータは？

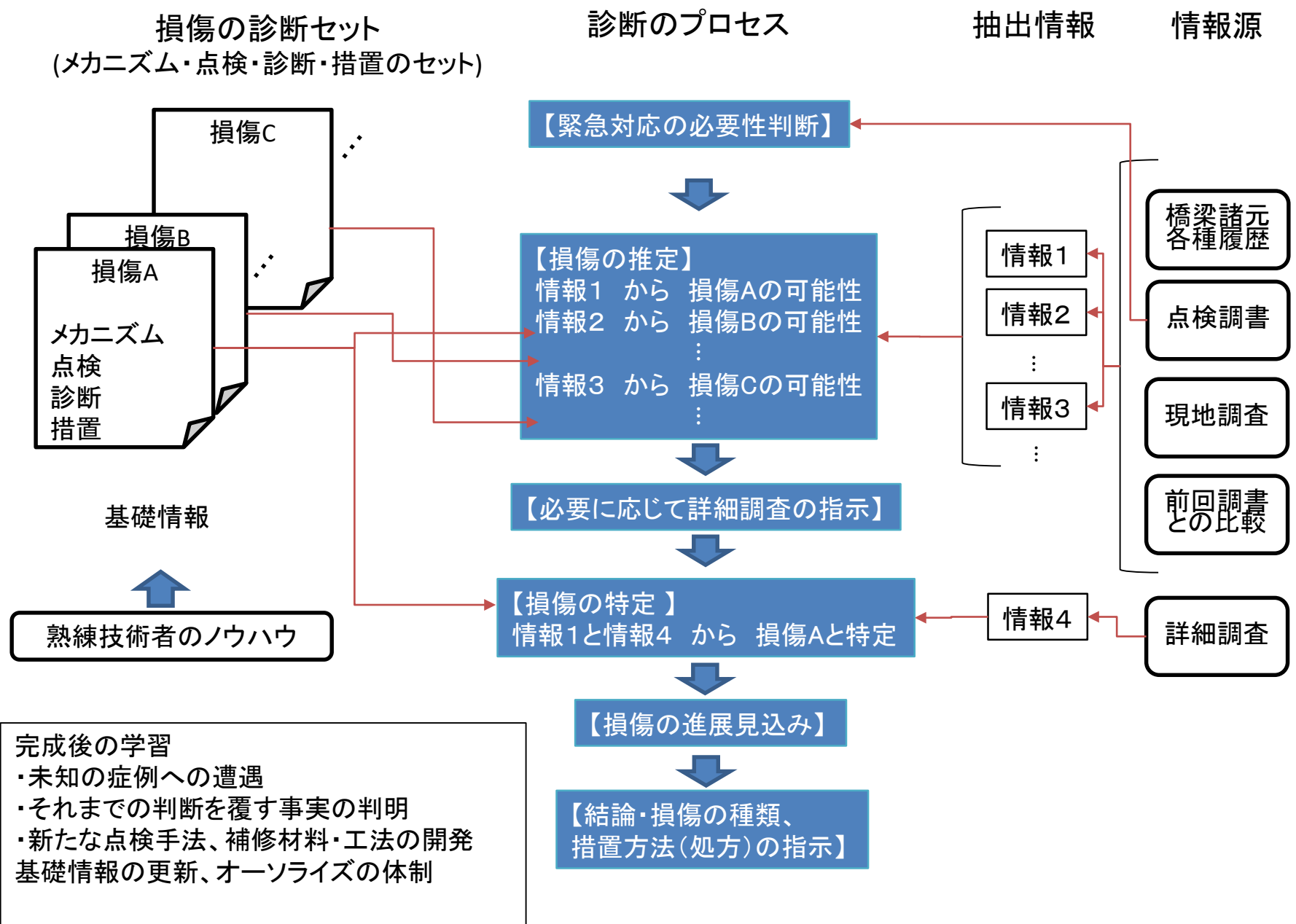
橋に生じる可能性のあるすべての劣化・損傷に対し、以下の情報を整理し、教師データとする(診断セット)

予防保全を念頭に  
おいた診断のため  
のデータを集積

- ① 損傷の原因から崩壊に至る現象(メカニズム)
- ② 点検で着目する変状、検知方法及び詳細調査の活用方法(早期に発見する方法が重要)
- ③ 損傷の進行程度、補修可能性を判断するため決め手となる情報(診断)
- ④ 損傷の補修技術・効果(措置)

土木研究所  
共同研究者が  
連携して作成

# 診断セットと情報源、プロセスの関係



# 診断のプロセス

情報源	橋梁診断に考慮した状況
橋梁諸元 各種履歴	<ul style="list-style-type: none"> <li>桁形式</li> <li>適用示方書</li> <li>車線数</li> <li>寒冷地か否か</li> <li>融雪剤の散布の有無、散布量</li> <li>交通量及び大型車交通量</li> <li>周辺環境(沿岸地域、田園地帯、住宅地等)</li> <li>補修・補強の実施の有無、目的、施工時期、工法</li> <li>過去に実施された詳細調査・追跡調査の有無、調査目的、調査内容、実施時期、調査結果</li> </ul>
点検調書	<ul style="list-style-type: none"> <li>中間床版のひび割れ等の発生状況</li> <li>ひび割れの方向(橋軸、橋軸直角、ブロック化)</li> <li>ひび割れの角かけの有無</li> <li>ひび割れからの滲出状況(水分、エフロレッセンス、錆汁、土砂等の有無)</li> <li>ひび割れの発生箇所は全体的、部分的</li> <li>伸縮装置付近のひび割れ、はく離、はく落の有無</li> <li>張出し床版の水切り部分の滞水の有無</li> <li>排水柵、排水管の設置位置、その周辺の損傷有無</li> <li>舗装ひび割れ、わだち掘れ、ポットホール等の有無</li> <li>舗装ひび割れからの土砂の噴出の有無</li> <li>舗装の損傷と床版下面の損傷との関連の有無</li> <li>滞水の有無</li> </ul>
現地調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>中間床版のひび割れ等の発生状況</li> <li>ひび割れの方向(橋軸、橋軸直角、ブロック化)</li> <li>ひび割れの角かけの有無</li> <li>ひび割れからの滲出状況(水分、エフロレッセンス、錆汁、土砂等の有無)</li> <li>ひび割れの発生箇所は全体的、部分的</li> <li>伸縮装置付近のひび割れ、はく離、はく落の有無</li> <li>張出し床版の水切り部分の滞水の有無</li> <li>排水柵、排水管の設置位置、その周辺の損傷有無</li> <li>舗装ひび割れ、わだち掘れ、ポットホール等の有無</li> <li>舗装ひび割れからの土砂の噴出の有無</li> <li>舗装の損傷と床版下面の損傷との関連の有無</li> <li>滞水の有無</li> </ul>
前回調書との比較	<ul style="list-style-type: none"> <li>前回点検時からの進展状況</li> </ul>

## 【緊急対応の必要性判断】 — 診断のプロセス —

➢ ○○が見られず、緊急対応を要する状況ではない。

➢ ○○が確認され、床版耐力の局所的低下が懸念される。

### 【損傷種類(病名)の推定(変状から)】 [ここまでで、健全度は○○確定]

- ① 橋面水の浸透による凍害。
- ② 輪荷重の繰り返しによる疲労。
- ③ 凍結防止剤散布環境であり、また、局部的に錆汁が見られるため、塩害。
- ④ 桁端部が極端に進行しているため、支点沈下も否定できない。

### 【詳細調査の指示】

**診断プロセスの各段階で得られる情報をもとに  
ロジックを構築し、候補となる損傷から絞り込んで  
診断の結論と措置方針を導く**

調査が必要なければ、判定○確定]

- 舗装切削調査の結果、上面の土砂化を確認。防水層は劣化。
- コンクリート試験結果・圧縮強度: ○○N/mm<sup>2</sup>(健全)、静弾性係数: ○○KN/mm<sup>2</sup>(凍害、ASRの可能性あり)、鋼材位置塩分量: ○○kg/m<sup>3</sup>: 鋼材腐食なし(塩害の影響小)

### 【損傷種類(病名)の特定、原因の推定(詳細調査結果反映)】

- ① 塩害の可能性は低く、凍害が主原因。
- ② 橋面水の浸透による凍害が主原因、輪荷重の繰り返しにより助長されたと推定。

### 【損傷の進展見込み】 [判定○○確定]

- 桁端部の損傷は前回点検から著しく進行。
- 今後、急速な進行が懸念される。
- 鋼材腐食の進行も懸念。
- 次回点検まで放置すると、損傷の進行により、橋梁構造や第三者に対する安全性が確保されなくなる懸念される。

### 【結論: 損傷の特定・措置方法(処方)の提示】

- 対策区分C2判定: 健全度Ⅲ: 損傷原因: 凍害
- 部分打ち替え、断面修復等、床版防水の再施工等

- (措置に対する補足説明)
- 補修設計においては、桁端部以外の損傷箇所についても、上面の確認を行い、補修範囲(打替え範囲)を決める。
  - 前回詳細調査では、ASR試験を行っていないので、行うのが望ましい。
  - 凍結防止剤の影響なので、塩分量調査・鋼材腐食調査は、上面で再度行う必要がある。

# 診断セットの概要

□ **診断セット**は、**診断AIの教師データ**。

部材ごと損傷ごとに作成し、内容によっては、原因や構造等に応じて作成。

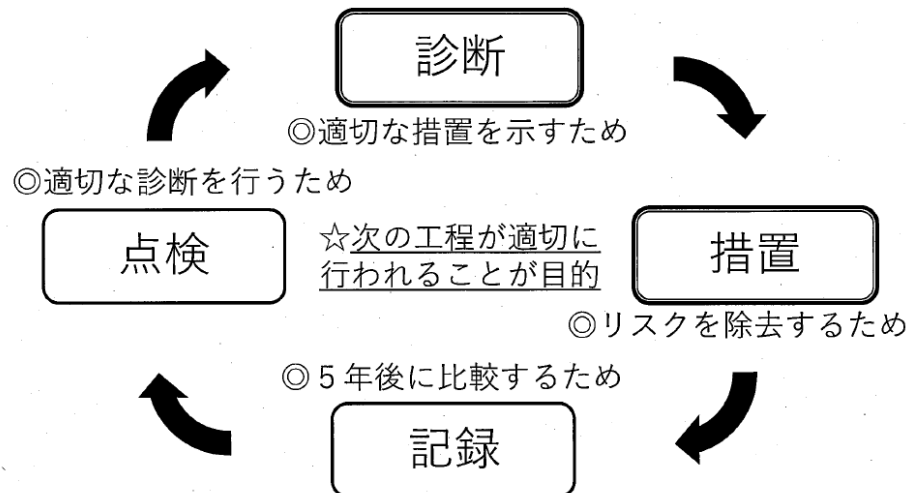
**メカニズム**:何が原因,どのように進行,終局的にどうなるのか?

**点検**:どの段階ならば,どんな方法で発見・確認できるのか?

**診断**:損傷特定の決め手は何か?

適切な措置(放置、経過観察、予防補修、簡易な補修、大規模補修、更新等)を判断する根拠は何か?

**措置**:どの段階なら,どの工法の効果が期待できるのか?





# 診断セットの一覧(抜粋)

※検討中

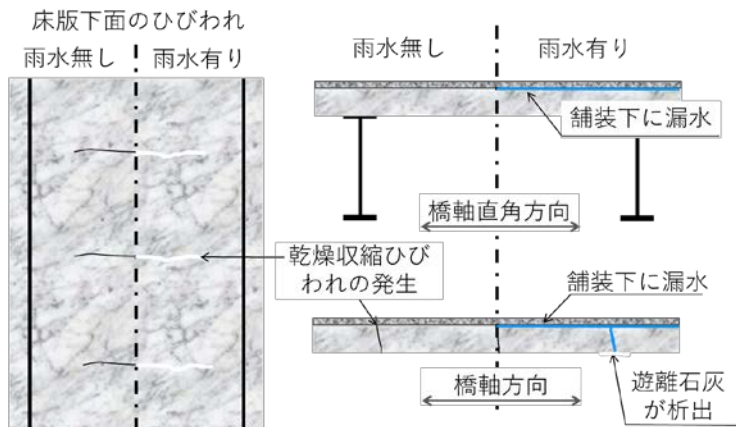
部材	損傷(案)
RC床板	疲労(床版下面から進行、雨水の影響なし)
	(床版下面から進行、雨水の影響あり)
	(床版上面から進行)
	凍害
	塩害(飛来塩分、凍結防止剤、海砂)
PC桁	アルカリ骨材反応
	塩害(飛来塩分、凍結防止剤、海砂)
	凍害
鋼桁	アルカリ骨材反応
	腐食
	疲労亀裂
支承	遅れ破壊
	環境劣化に起因する損傷(ゴム支承のオゾン劣化、腐食、凍害)
	施工品質に起因する損傷
	下部構造の移動に起因する損傷
	地震に起因する損傷

部材	損傷(案)
基礎	洗堀による不安定化
	沈下・移動・傾斜
RC桁	塩害(飛来塩分、凍結防止剤、海砂)
	凍害
	アルカリ骨材反応
鋼床版	腐食
	疲労
橋台・橋脚 躯体	塩害(飛来塩分、凍結防止剤、海砂)
	凍害
	アルカリ骨材反応
伸縮装置	
排水装置	

# 診断セット (例: RC床版下面から進行する疲労) 1/4

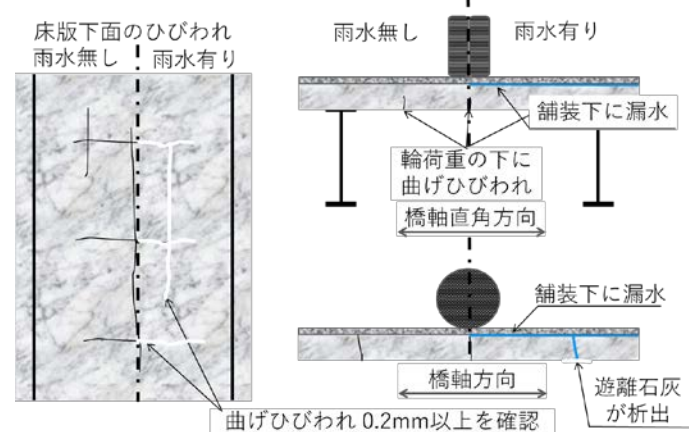
## メカニズム(1)

### 1. コンクリート打設～乾燥収縮ひびわれ



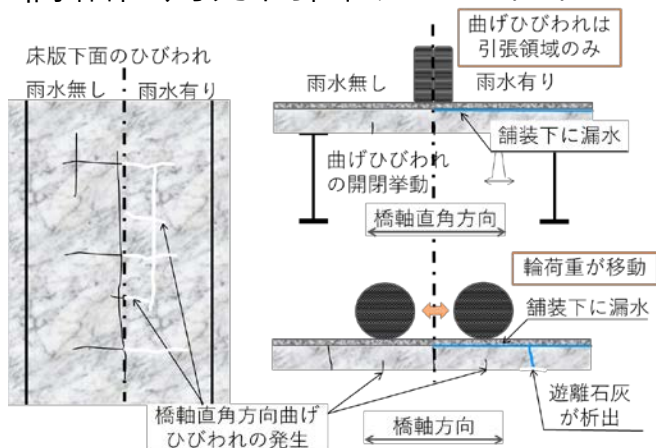
- 床版下面に乾燥収縮による橋軸直角方向のひびわれ
- ひび割れ幅0.2mm以上

### 2. 供用開始～橋軸方向曲げひびわれ



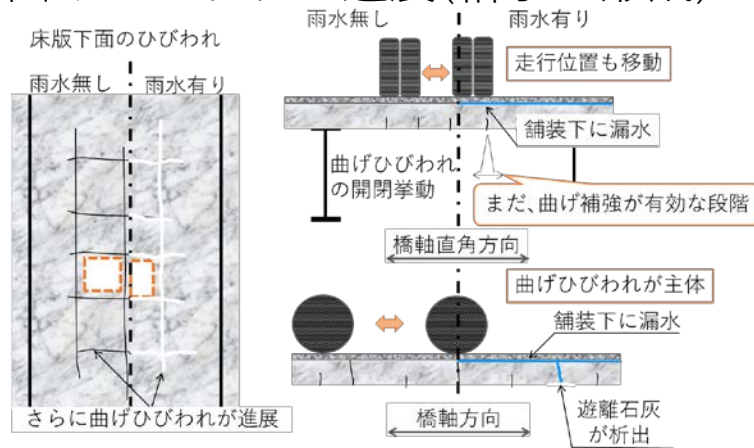
- 床版下面に輪荷重による橋軸方向のひびわれ
- ひび割れ幅0.2mm以上

### 3. 橋軸直角方向曲げひびわれ



- 橋軸直角方向にも曲げひびわれが発生
- ひび割れ幅0.2mm以上

### 4. 曲げひびわれの進展(格子の形成)

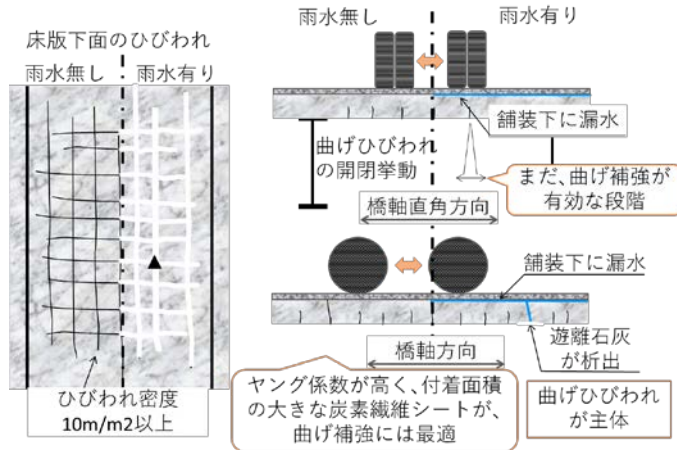


- 複数の閉じたブロックを形成
- 疲労による損傷と確定

# 診断セット (例: RC床版下面から進行する疲労) 2/4

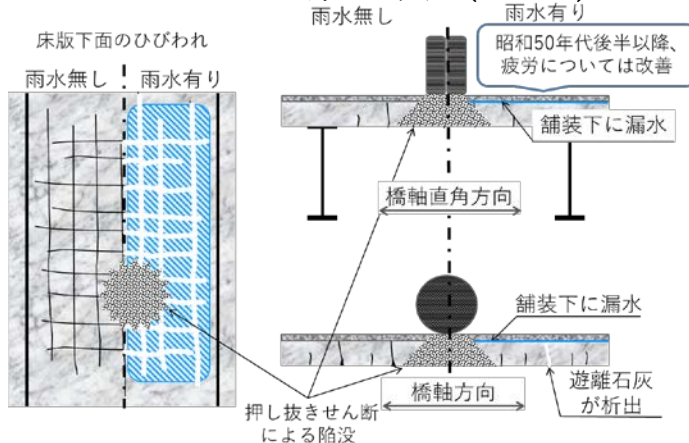
## メカニズム(2)

### 5. 格子密度が飽和状態



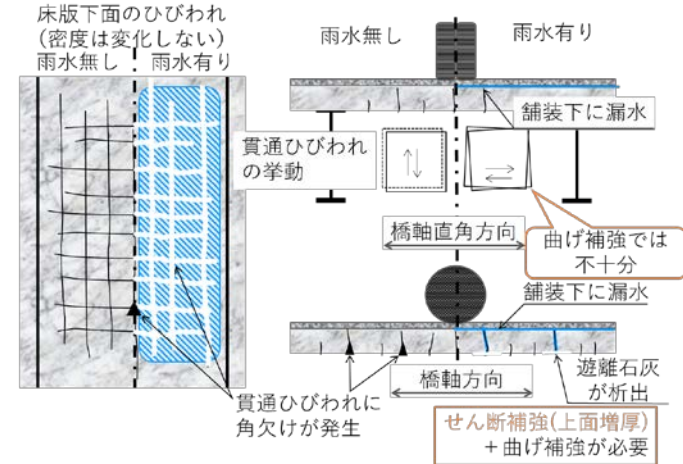
- ひびわれ密度の増加
- 曲げ補強が有効である限界

### 7. 押し抜きせん断破壊 (陥没)



- 抜け落ちの発生
- 橋の上下で第三者被害の可能性あり

### 6. 貫通ひびわれの増加



- 曲げひびわれが床版を貫通
- 曲げ補強 + せん断補強が必要

### 全ステップに共通

- 雨水が舗装下面に漏水・滞水すると、次のステップへ進むまでの時間が短くなる。

# 診断セット（例：RC床版下面から進行する疲労） 3/4

- 診断の決めてとなる情報と措置の方針（雨水を伴う疲労）

【対象：桁間の床版】（張出し床版を含まない）

変状の状況	診断の決め手となる情報	措置の方針	工法例
橋軸直角方向のひびわれが発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひびわれ幅0.2mm以上</li> <li>ひびわれや打継目からの漏水・遊離石灰の発生</li> </ul>	予防保全 (遮水)	床版防水
橋軸方向に曲げひびわれが発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひびわれ幅0.2mm以上</li> <li>連続的なブロックは形成されていない</li> <li>ひびわれや打継目からの漏水・遊離石灰の発生</li> </ul>	予防保全 (遮水+曲げ補強)	床版防水 +炭素繊維接着 <sup>注2</sup>
橋軸直角方向に曲げひびわれが発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひびわれ幅0.2mm以上</li> <li>連続的なブロックは形成されていない</li> <li>ひびわれや打継目からの漏水・遊離石灰の発生</li> </ul>		
ひびわれが格子状（亀甲状）に進展	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数の閉じたブロックを形成</li> <li>ひびわれや打継目からの漏水・遊離石灰の発生</li> </ul>	事後保全 (遮水+曲げ補強+せん断補強) または更新 <sup>注1</sup>	床版防水+炭素繊維接着 <sup>注2、注3</sup> +上面増厚 <sup>注4</sup> or 床版部分打替え or 床版全面取替
格子密度が飽和状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひびわれ間隔20cm程度の箇所を複数確認</li> <li>ひびわれや打継目からの漏水・遊離石灰の発生</li> </ul>		
貫通ひびわれの増加	<ul style="list-style-type: none"> <li>曲げひびわれが全厚を貫通</li> <li>貫通ひびわれに角落ち</li> <li>ひびわれや打継目からの漏水・遊離石灰の発生</li> <li>前回点検時からのコンクリートの色の変化</li> </ul>		
抜け落ちの発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>押し抜きせん断による陥没の有無</li> </ul>	更新	床版部分打替え or 床版全面取替

注1 ひびわれ密度が飽和し貫通ひびわれが増加した段階で、路線重要度が高い場合には床版取替が望ましい。

注2 炭素繊維接着と合わせてひびわれ補修が有効となるのは、ひびわれ部の清掃が十分にできる場合であることに注意する。

注3 事後保全段階で応急復旧として炭素繊維接着を実施する場合もあるが、部分打替えなどの本対策を別途検討する。

注4 上面増厚実施時は、目地部の防水、既設床版との付着性、増厚部のコンクリートの剛性に注意が必要である。

※措置の方針と工法例は管理レベル：高の橋梁に対するものを示す（管理レベル：中と低の措置方針と工法例は検討中）。

## ● 点検の着目点

< 損傷を特定するための点検時確認項目 >

- ひびわれ幅0.2mm以上
- 格子状（亀甲状）のひびわれ
- ひびわれにより複数の閉じたブロックを形成
- ひびわれ間隔20cm程度の箇所を複数確認
- 床版全厚を貫通する曲げひびわれの発生
- 抜け落ちの発生

詳細調査

- コンクリート削孔+孔内の観察

近接目視から推定するための情報

- ひびわれ発生状況と参考写真の比較
- 前回点検からの床版下面の漏水の増加、または角落ち

青字：近接目視で確認 赤枠：詳細調査で確認

< 診断上の留意点 >

- 変状発生範囲が狭い場合にはその箇所特有の原因があるため、原因特定のための調査が必要となる場合がある。
- 舗装下面への漏水・滞水により床版下面に漏水・遊離石灰が生じている場合には、損傷の進行が速い。
- 前回点検時からコンクリートの色に変化がある場合には、漏水により損傷が進行している場合がある。
- ひびわれ密度が飽和し貫通ひびわれが増加した段階で、路線重要度が高い場合には床版取替が望ましい。

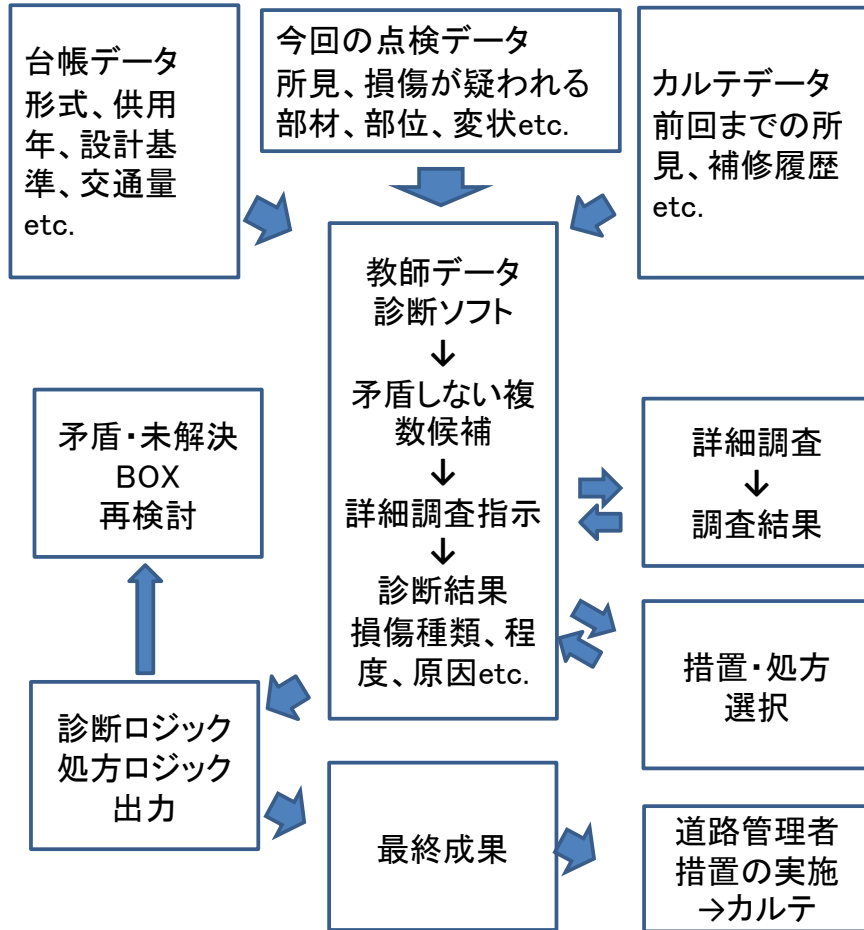
< 矛盾が無いことを確認するための台帳情報 >

- 適用基準（S47道示より前／以降）
- 大型車交通量の大小
- 床版防水工の有無+前回実施からの年数
- 補修・補強履歴（上面増厚、炭素繊維接着、鋼板接着など）

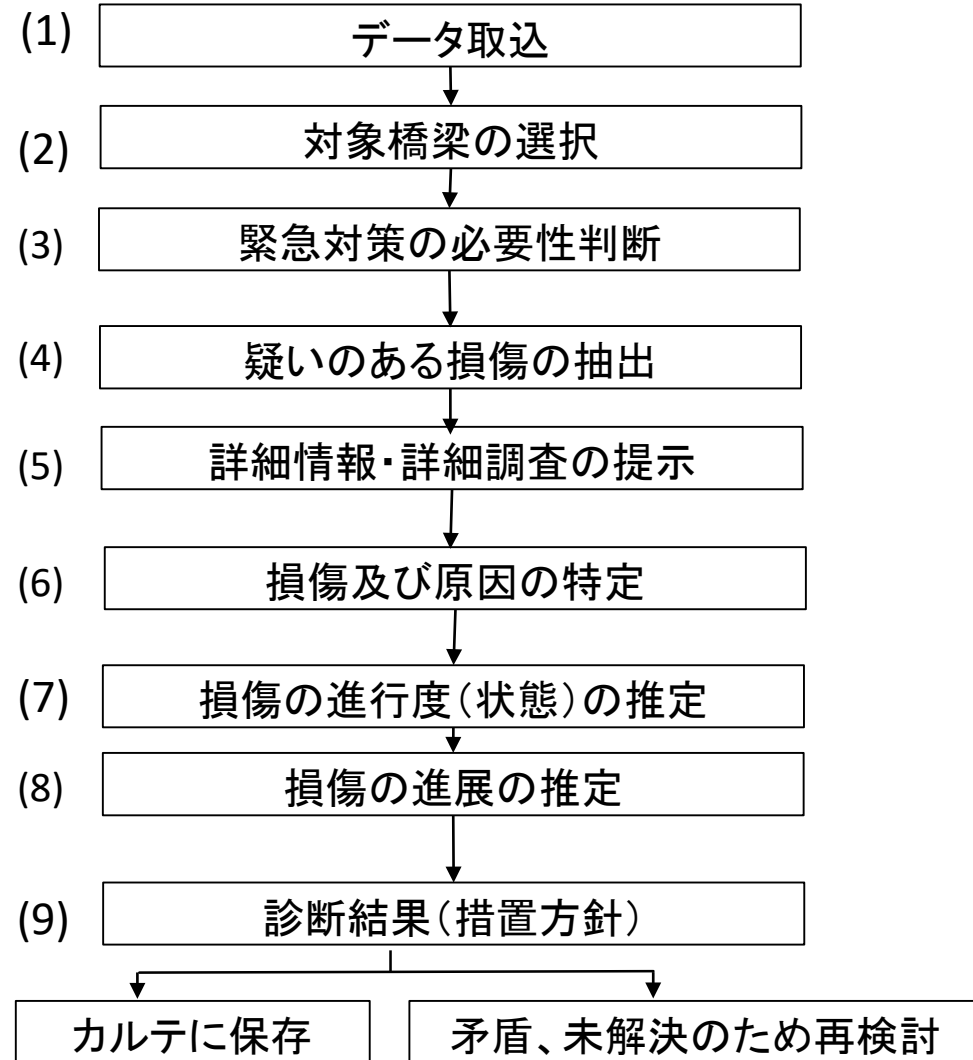


# 診断AIのプロトタイプシステム(イメージ)

## システムイメージ



## システム処理の流れ





# 診断システム(プロトタイプ) 画面イメージ

# 診断システム 画面イメージ

## トップ画面

診断システム

https://XXX

### 橋梁診断システム

※システムはウェブブラウザ上で動作

画面(1)へ

直轄管理橋梁用

地方公共団体管理橋梁用

※諸元・点検データベースのフォーマットが異なることから管理者ごとにどちらかを選択  
今回は「直轄管理橋梁用」を想定  
(諸元、点検結果、修繕履歴はデータベースから読込)

- データ取込
- 対象橋梁の選択
- 緊急対策の必要性判断
- 疑いのある損傷の抽出
- 詳細情報・詳細調査の提示
- 損傷及び原因の特定
- 損傷の進行度(状態)の推定
- 損傷の進展の推定
- 診断結果(措置方針)

↑

※処理の流れ

- : 処理を行う画面の選択(未処理状態)
- : 処理を行う画面の選択(処理済状態)

# 診断システム 画面イメージ

## (1)データ取込

データ取込 × + ▾  
← → ↻ 🏠 🔍 https://XXX ☆ 📌 ↶ ...

- **データ取込** ※選択中
- [対象橋梁の選択](#)
- [緊急対策の必要性判断](#)
- [疑いのある損傷の抽出](#)
- [詳細情報・詳細調査の提示](#)
- [損傷及び原因の特定](#)
- [損傷の進行度\(状態\)の推定](#)
- [損傷の進展の推定](#)
- [診断結果\(措置方針\)](#)

### (1)データ取込

①今回点検データの取込  
保存場所

②前回点検データの取込  
保存場所

③諸元データの取込  
保存場所

④前回診断結果の取込  
保存場所

⑤診断用データの作成

データ作成

↑

※今回点検データベース  
+

前回点検データベース  
+

諸元データベース  
↓

診断用データ作成

(直轄管理橋梁はデータベースから自動作成。地公体管理橋梁は手入力)

# 診断システム 画面イメージ

## (2)対象橋梁の選択

対象橋梁の選択

https://XXX

- データ取込
- 対象橋梁の選択** ※選択中
- 緊急対策の必要性判断
- 疑いのある損傷の抽出
- 詳細情報・詳細調査の提示
- 損傷及び原因の特定
- 損傷の進行度(状態)の推定
- 損傷の進展の推定
- 診断結果(措置方針)

### (2)対象橋梁の選択

※基本的諸元などを表示

診断対象	橋梁基本番号	名称	路線名	竣工年	構造形式
<input checked="" type="checkbox"/>	〇〇	〇橋	国道〇号	1969	鋼3径間連続鈑桁橋
<input type="checkbox"/>	⋮	⋮	⋮	⋮	
<input type="checkbox"/>	※診断対象橋梁を選択				
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					

※スクロールバー  
項目数が多い場合はスクロールして内容を入力

関連情報 ※診断対象橋梁の関連資料を表示

一般図 点検調書

諸元 カルテ

前回診断結果

# 診断システム 画面イメージ

## (3)緊急対策の必要性判断

緊急対策の必要性判断

https://XXX ※緊急対策の必要性判断に必要な項目の確認・入力画面  
(読み込んだ点検結果・諸元からの作成が基本)

- データ取込
- 対象橋梁の選択
- 緊急対策の必要性判断 ※選択中
- 疑いのある損傷の抽出
- 詳細情報・詳細調査の提示
- 損傷及び原因の特定
- 損傷の進行度(状態)の推定
- 損傷の進展の推定
- 診断結果(措置方針)

関連情報

一般図 点検調書

諸元 カルテ

前回診断結果

### (3)緊急対策の必要性判断

・緊急対策の判断に必要な基礎データ項目を表示。  
・緊急対策の判断の根拠は、セット検討会で議論  
・点検データを自動的に読み込むが、人間も確認。

床版 主桁 ○○

基礎データ

●橋梁点検結果から以下を読み込みました。  
間違いがあれば修正を確認して下さい。

1. 諸元関連

No.	データ項目	値
1	床版形式	RC床版
2	架設年次	1969年
3	大型車交通量	2,000台/日
4	防水層の有無	無し
5	塩害対策区分	無し

2. 点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひびわれ	有り
2	ひびわれ幅 0.2mm以上	有り
3	舗装のひびわれ	有り
4	漏水・遊離石灰	有り

3. 前回の点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひびわれ	有り
2	ひびわれ幅 0.2mm以上	有り
3	舗装のひびわれ	無し
4	漏水・遊離石灰	無し

データ確定

基礎データに間違いが無ければ確定ボタンを押す

点検部材写真

床版  
部材番号○○

緊急対策の必要性判断

格子状(亀甲状)のひびわれが生じており、漏水・遊離石灰は見られるが、角落ちがないため、緊急対応の必要性は低いと考えられます。

# 診断システム 画面イメージ

## (4)疑いのある損傷の抽出

疑いのある損傷の抽出 × + ▾

https://XXX ※緊急対策の必要性判断に必要な項目の確認・入力画面 (読み込んだ点検結果・諸元からの作成が基本)

- [データ取込](#)
- [対象橋梁の選択](#)
- [緊急対策の必要性判断](#)
- [疑いのある損傷の抽出](#) ※選択中
- [詳細情報・詳細調査の提示](#)
- [損傷及び原因の特定](#)
- [損傷の進行度\(状態\)の推定](#)
- [損傷の進展の推定](#)
- [診断結果\(措置方針\)](#)

### 関連情報

一般図      点検調査

諸元      カルテ

前回診断結果

### (4)疑いのある損傷の抽出

・緊急対策の判断に必要な基礎データ項目を表示。  
 ・緊急対策の判断の根拠は、セット検討会で議論  
 ・点検データを自動的に読み込むが、人間も確認。

床版      主桁      ○○

#### 基礎データ

●橋梁点検結果から以下を読み込みました。  
 間違いがあれば修正を確認して下さい。

#### 1. 諸元関連

No.	データ項目	値
1	床版形式	RC床版
2	架設年次	1969年
3	大型車交通量	2,000台/日
4	防水層の有無	無し
5	塩害対策区分	無し

#### 2. 点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひびわれ	有り
2	ひびわれ幅 0.2mm以上	有り
3	舗装のひびわれ	有り
4	漏水・遊離石灰	有り

#### 3. 前回の点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひびわれ	有り
2	ひびわれ幅 0.2mm以上	有り
3	舗装のひびわれ	無し
4	漏水・遊離石灰	無し

### データ確定

#### 疑いのある損傷の抽出

No.	損傷の疑い	理由
1	疲労	有 格子状のひびわれが生じているため。
2	土砂化	有 防水層がなく遊離石灰が見られる。
3	塩害(凍結防止剤)	無 凍結防止剤は散布していないため。
4	塩害(飛来塩)	無 塩害対策区分ではないため。
5	塩害(海砂由来)	無 ...
6	凍害	無 凍害が生じる地域ではないため。
7	ASR	有 遊離石灰が見られる。

#### 点検部材写真

床版

部材番号○○





# 診断システム 画面イメージ

## (5) 詳細情報・詳細調査の提示

詳細調査 | https://XXX

- [データ取込](#)
- [対象橋梁の選択](#)
- [緊急対策の必要性判断](#)
- [疑いのある損傷の抽出](#) ※選択中
- [詳細情報・詳細調査の提示](#)
- [損傷及び原因の特定](#)
- [損傷の進行度\(状態\)の推定](#)
- [損傷の進展の推定](#)
- [診断結果\(措置方針\)](#)

関連情報

一般図

点検調査

諸元

カルテ

前回診断結果

※必要な調査項目や間接的な推定方法はセット検討会(熟練技術者)の意見を踏まえて決定

### (5) 詳細情報・詳細調査の提示

※推定された全候補の数だけタブを設ける

候補1: 疲労 | 候補2: 土砂化 | 候補3: ASR

#### 詳細調査の提示・結果入力

※推定された損傷原因ごとに詳細調査項目(上段)と、間接的に推定する方法(下段)を提案

損傷の特定, 状態の特定のためには, 以下の詳細調査が必要です。調査結果を入力してください。

No.	調査項目	調査方法	上段:直接 下段:間接	調査結果
1	格子状(亀甲状)ひびわれの発生状況	近接目視	<input checked="" type="checkbox"/> 広範囲 <input type="checkbox"/> 局部的 <input type="checkbox"/> 無し	
		—	—	
2	貫通ひびわれ	コア削孔+孔内観察	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 無し	
		連続的な角欠け	<input type="checkbox"/> 有り <input checked="" type="checkbox"/> 無し	
3	舗装下面の滞水	電磁波レーダ探査	<input type="checkbox"/> 広範囲 <input type="checkbox"/> 局部的 <input checked="" type="checkbox"/> 無し	
		床版下面からの漏水	<input type="checkbox"/> 広範囲 <input type="checkbox"/> 局部的 <input checked="" type="checkbox"/> 無し	

※調査結果の入力(複数箇所では調査した場合は最悪値を入力)

データ確定

点検部材写真


床版

部材番号〇〇

比較写真

代表例

該当する写真との比較



27

# 診断システム 画面イメージ

## (6) 損傷及び原因の特定

損傷の特定
× + ▾

← → ↻ 🏠 🔍 https://XXX ☆ 📌 🔄 ...

- [データ取込](#)
- [対象橋梁の選択](#)
- [緊急対策の必要性判断](#)
- [疑いのある損傷の抽出](#)
- [詳細情報・詳細調査の提示](#)
- **損傷及び原因の特定** ※選択中
- [損傷の進行度\(状態\)の推定](#)
- [損傷の進展の推定](#)
- [診断結果\(措置方針\)](#)

関連情報

一般図

点検調査

諸元

カルテ

前回診断結果

※特定するうえでポイントとなった項目です。  
※必ずしも1つに絞り込みができるものではなく複数の損傷であるため、それぞれの候補に対して作業を行う。

### (6) 損傷及び原因の特定

候補1: 疲労
候補2: 土砂化
候補3: ASR

基礎情報

#### 1. 諸元関連

No.	データ項目	値
1	床版形式	RC床版
2	架設年次	1969年
3	大型車交通量	2,000台/日
4	防水層の有無	無し
5	塩害対策区分	無し

#### 2. 点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひびわれ	有り
2	ひびわれ幅 0.2mm以上	有り
3	舗装のひびわれ	有り
4	漏水・遊離石灰	有り

#### 3. 前回の点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひびわれ	有り
2	ひびわれ幅 0.2mm以上	有り
3	舗装のひびわれ	無し
4	漏水・遊離石灰	無し

詳細調査で得られた情報

No.	詳細調査結果	値
1	ひびわれ密度	広範囲
2	貫通ひびわれ	無し

※前ページで入力した調査結果  
(間接的方法を含む)を表示

データ確定

損傷の特定

損傷は、格子状(亀甲状)のひびわれが生じているため、疲労と特定できる。  
原因は、車の繰り返し作用である。また、防水層が設置されていない、遊離石灰が見られるため水も影響していると考えられる。

点検部材写真

床版

部材番号〇〇



28

# 診断システム 画面イメージ

## (7)状態の進行度(状態)の推定

状態の特定
× + ▾

← → ↻ 🏠 🔍 https://XXX
☆ 🖋️ 🏠 ⋮

- [データ取込](#)
- [対象橋梁の選択](#)
- [緊急対策の必要性判断](#)
- [疑いのある損傷の抽出](#)
- [詳細情報・詳細調査の提示](#)
- [損傷及び原因の特定](#) ※選択中
- [損傷の進行度\(状態\)の推定](#)
- [損傷の進展の推定](#)
- [診断結果\(措置方針\)](#)

### (7) 損傷の進行度(状態)の推定

候補1: 疲労

候補2: 土砂化

候補3: ASR

床版

部材番号〇〇

#### 関連情報

一般図

点検調査

諸元

カルテ

前回診断結果

① 床版下面のひびわれ

乾燥収縮ひびわれの発生

② 床版下面のひびわれ

輸荷重の下に曲げひびわれ

曲げひびわれ0.2mm以上を確認

③ 床版下面のひびわれ

曲げひびわれは引張領域のみ

曲げひびわれの開閉挙動

横軸直角方向曲げひびわれの発生

⑥ 床版下面のひびわれ(密度は変化しない)

貫通ひびわれの開閉挙動

貫通ひびわれに角欠けが発生

せん断補強(上部増強) + 曲げ補強が必要

⑤ 床版下面のひびわれ

曲げひびわれの開閉挙動

ひびわれ密度 10m/m2以上

ヤング係数が高く、付着面積の大きな底層補強シートが、曲げ補強には最適

④ 床版下面のひびわれ

曲げひびわれの開閉挙動

曲げひびわれが主体

さらに曲げひびわれが進展

状態の特定と措置方針

状態は、状態④または状態⑤: 格子状(亀甲状)のひびわれが広範囲に生じており、状態④と考えられるが、格子状(亀甲状)のひびわれ直上の舗装に変状がでているため、状態⑤の可能性も考えられます。

# 診断システム 画面イメージ

## (8) 損傷の進展の推定

進展見込み・措置方針

https://XXX

- [データ取込](#)
- [対象橋梁の選択](#)
- [緊急対策の必要性判断](#)
- [疑いのある損傷の抽出](#)
- [詳細情報・詳細調査の提示](#)
- [損傷及び原因の特定](#)
- [損傷の進行度\(状態\)の推定](#)
- [損傷の進展の推定](#) ※選択中
- [診断結果\(措置方針\)](#)

関連情報

一般図

点検調査

諸元

カルテ

前回診断結果

### (8) 損傷の進展の推定

#### 定期点検における損傷程度の評価区分

● 橋梁点検結果から以下を読み込みました。  
間違いがあれば修正を確認して下さい。

No.	データ項目	前回点検	今回点検
1	前回点検結果: 床版ひびわれ	d	d
2	前回点検結果: 剥離・鉄筋露出	a	a
3	前回点検結果: 漏水・遊離石灰	c	c

#### 定期点検における損傷程度の評価区分

● 定期点検における損傷程度の評価区分に変化がない場合で、同一部位の点検写真等を比較し、進展が確認される場合は、チェックをしてください。

前回点検



最新点検



1	進展が確認される	<input checked="" type="checkbox"/>
2	進展が確認されない	<input type="checkbox"/>

データ確定

# 診断システム 画面イメージ

## (9)診断結果(措置方針)

診断結果 × + ▾  
← → ↻ 🏠 🔍 https://XXX ☆ 📌 🔄 ⋮

- [データ取込](#)
- [対象橋梁の選択](#)
- [緊急対策の必要性判断](#)
- [疑いのある損傷の抽出](#)
- [詳細情報・詳細調査の提示](#)
- [損傷及び原因の特定](#)
- [損傷の進行度\(状態\)の推定](#)
- [損傷の進展の推定](#)
- **診断結果(措置方針) ※選択中**

関連情報

[一般図](#)   [点検調書](#)  
[諸元](#)   [カルテ](#)  
[前回診断結果](#)

### (9)診断結果(措置方針)

主桁	床版	支承	橋台	橋脚	基礎
----	----	----	----	----	----

損傷及び原因  
損傷は、格子状(亀甲状)のひびわれが生じているため、疲労と特定できる。原因は、車の繰り返し作用である。また、防水層が設置されていないため、遊離石灰が見られるため水も影響していると考えられる。

損傷の進行度(状態)の推定  
格子状(亀甲状)のひびわれが生じており、状態④と考えられるが、格子状(亀甲状)のひびわれ直上の舗装に変状がでているため、状態⑤の可能性も考えられる。

損傷の進展の推定  
前回の点検時と今回の点検時を比較すると、損傷の進行が確認される。

措置方針(案)  
状態④と状態⑤の可能性があることから、事後保全として、曲げ補強+せん断補強が必要と考えられる。必要な対策(案)は以下の通りである。

- ・床版防水工+切削+オーバーレイ(遮水+舗装更新)
- ・炭素繊維接着工(「疲労」に対する曲げ補強)
- ・上面増厚(「疲労」に対するせん断補強)

[カルテに保存](#)   [矛盾、未解決のため再検討](#)

# 今後の検討課題

- ✓ 特定の部材・損傷を対象にしたプロトタイプを構築し現場で実証
- ✓ 診断AIのシステム要件や共通データ基盤(診断セットの内容、診断プロセスのフローやデータセットなど)の検討
- ✓ 診断AIの導入・普及展開における官民の協調領域と競争領域の検討
  - 協調領域(共通データ基盤、システムの機能要件定義やプロトタイプ of 構築など)
  - 競争領域(システムの操作性、機能性、セキュリティなど)
- ✓ 共通データの提供方法・更新方法、診断AIで出力した結果の共有方法、更新データによる診断AIの拡張方法
- ✓ 民間システム開発のための公募要件やシステムの評価方法



- ✓ 本日は、AI共同研究の取り組み概要及び主に診断AIの開発状況について中間的に報告しました。(検討途上で、今後内容の変更もあります)
- ✓ 診断AIの開発側から診断技術者が必要とする情報について、点検AIの開発側に対して要求事項を示すなどして連動して進めています。
- ✓ 今後の実証を踏まえて、一体のシステムとして早期に現場に導入できるように開発を進めていきたいと考えています。

ご静聴ありがとうございました