

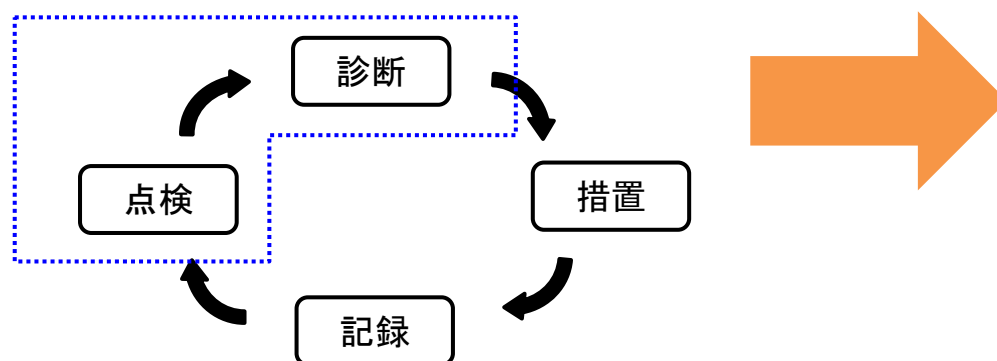
道路橋診断AIの開発

橋梁構造研究グループ長 金澤文彦

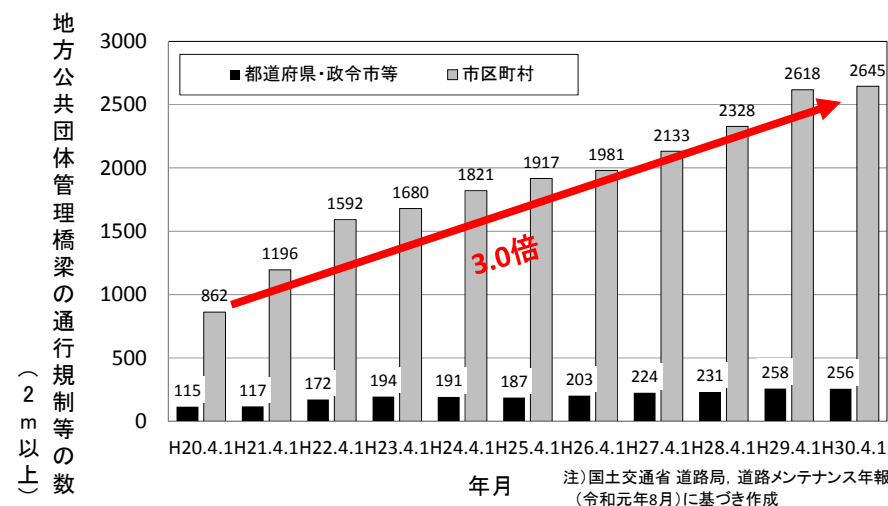
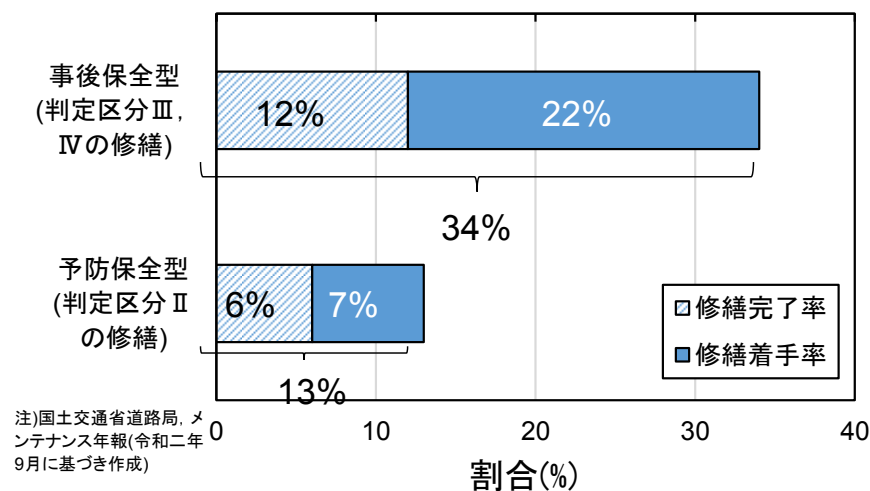
1. はじめに ～メンテナンスサイクルの現状～

- 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、メンテナンスサイクルが円滑に回っているか？

- ・ 地方自治体も含めて定期的な点検・診断が制度化

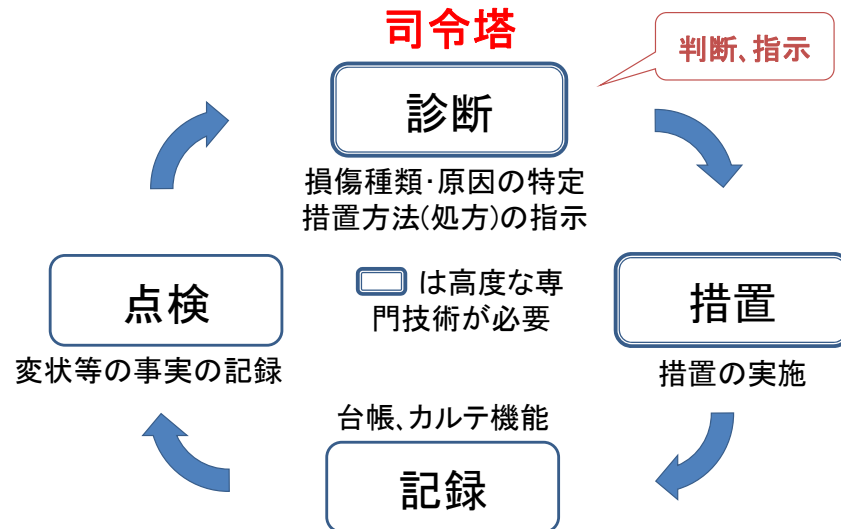


定期点検が義務化されたものの
必ずしも措置は進んでいない



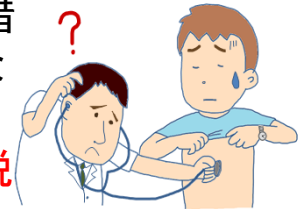
1. はじめに ～CAESARにおける技術開発の方向性～

■ メンテナンスサイクルを円滑に回していくために何が必要か？



①「診断」の信頼性向上

- **信頼できる診断**でなければ措置が進まない(円滑に流れない)
- 診断についての**納得のいく説明**がなされなければ、安心して措置に進められない



② 予防保全を前提とした「点検・診断」

- **早い段階**で、予防保全措置しないと、重傷な橋が増加し、維持管理コストも増大
 - ・ 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」)
 - ・ 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



診断を司令塔とするメンテナンスサイクルを実現する技術開発

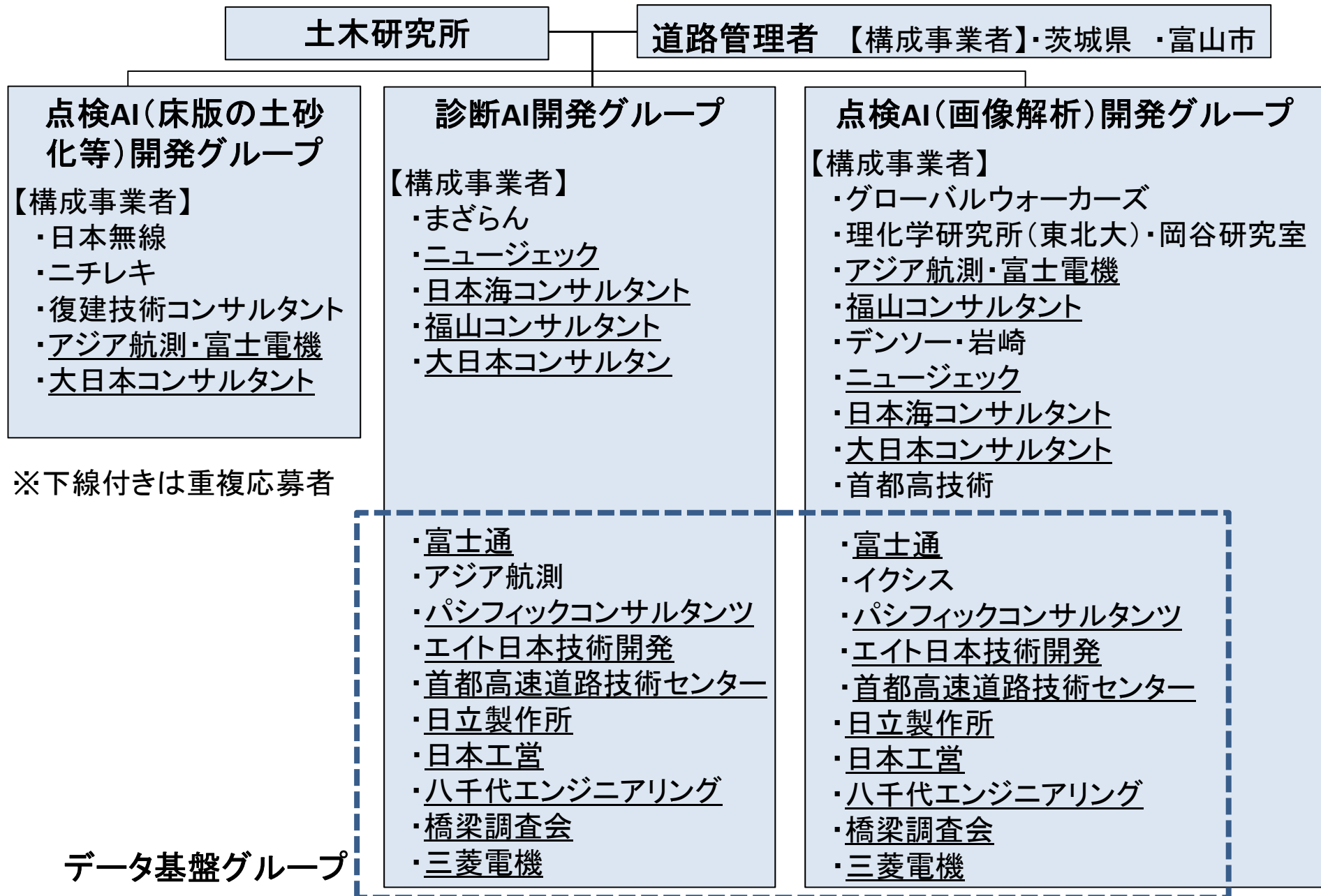
1. はじめに～AIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究～

土研の呼びかけに官民25者が集結

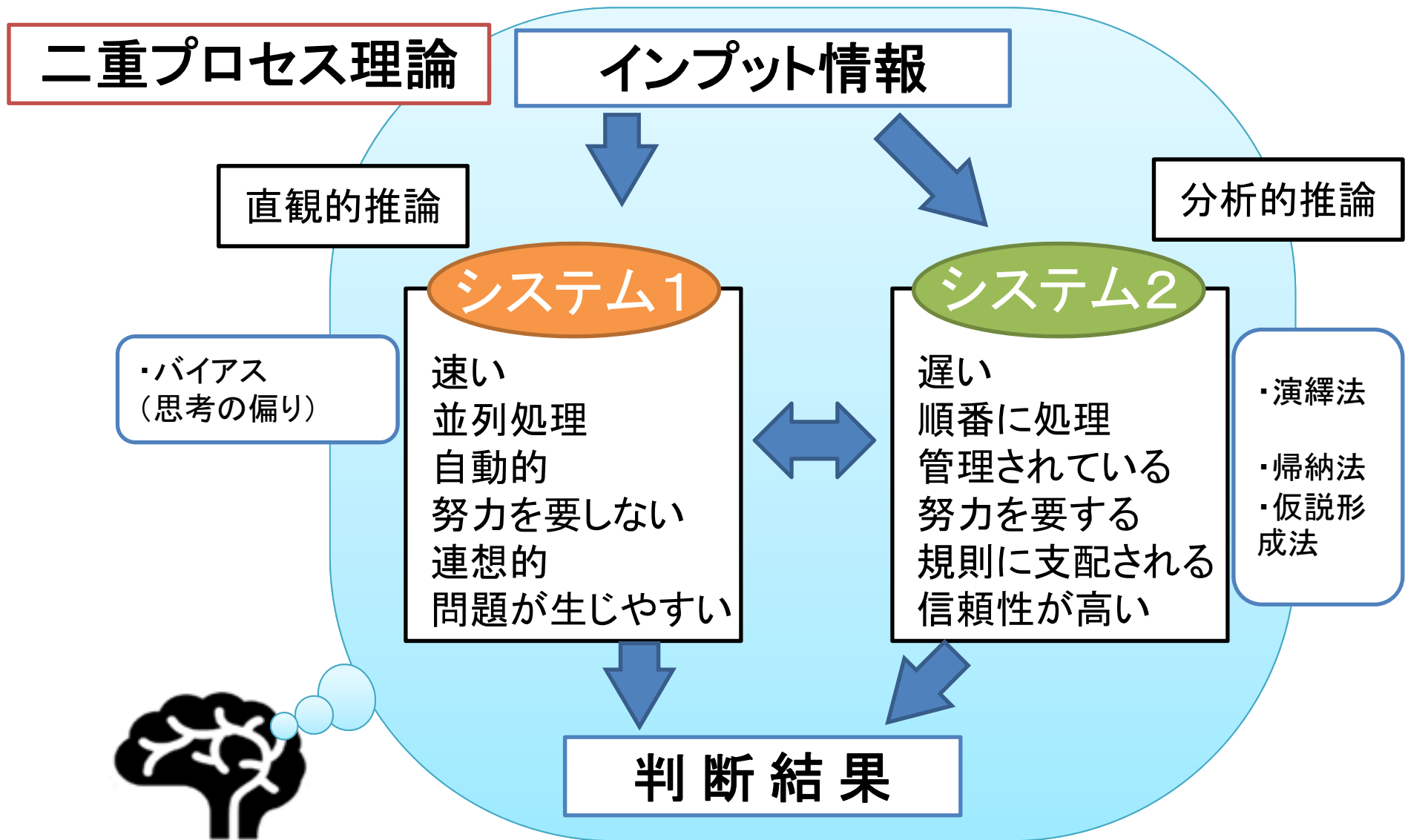
官民連携で研究を推進するため、建設コンサルタント、IT企業、診断機関、研究機関、地方自治体等25者から成る共同研究体制を平成30年度に立ち上げました。



1. はじめに～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～



2. 診断の思考方法 ～人の思考方法～



出典: ダニエル・カーネマン「ファスト&スロー あなたの意思はどのように決まるか」

2. 診断の思考方法 ～バイアス～

バイアスによる不具合事例

- **舗装の不陸**が何度も生じたため、そのたびに舗装補修で対応していたが、その後段差が生じたため橋桁も含めて調査したところ、**ゲルバー部で亀裂**が生じていることがわかり、**桁補強**で対応することになった事例
- **コンクリート床版を表面被覆工法で補修**していたが、**鉄筋の腐食**原因を調査せず被覆したため、経年により腐食が進行して鉄筋間で水平ひび割れが連続し、**巨大なかぶりコンクリートが落下**した事例

アンカリング

初期の印象に過度に影響を受けてしまい、後の印象に柔軟に対応できずに早い段階で思考停止に至る傾向

早期閉鎖

十分に検証される前に意思決定プロセスの早期に思考停止する傾向

WYSIATI

自分が見たものが全てで、意思決定には十分と浅はかに考えてしまう傾向

What You See Is All There Is



2. 診断の思考方法 ～誤診の防止～

医療における誤診対応

米国では2000年に、医療の誤診により多くの患者被害が生じている事実が報告され、患者安全活動が取り組まれてきた。

誤診の原因は、臨床医の診断推論時におけるバイアスと病歴聴取から治療までの診断プロセスにおける様々なエラーである。

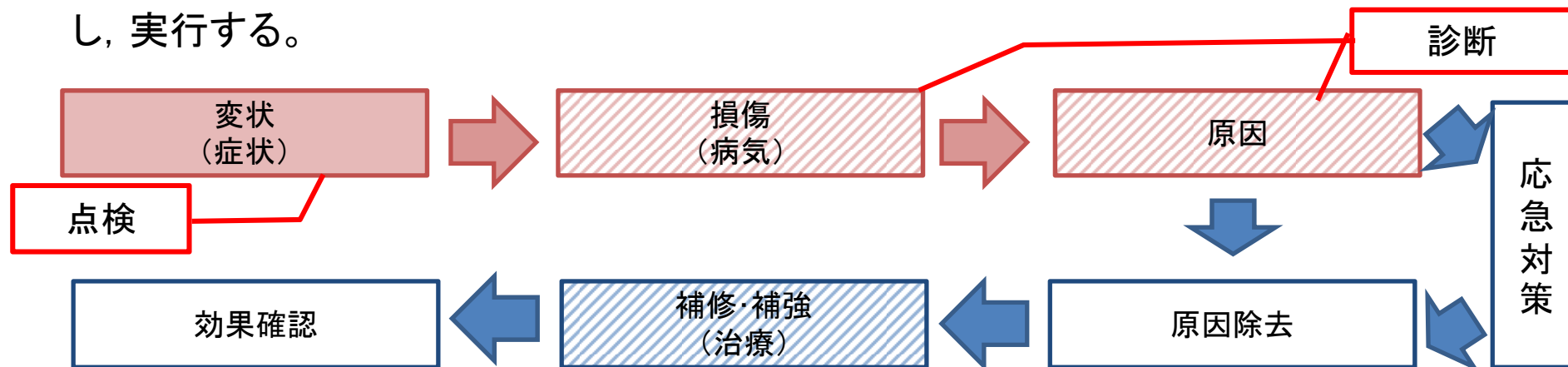
- 専門知識と技術の向上
 - バイアスの軽減
 - ✓ 客観的・科学的データを意図的、系統的に収集すること
 - ✓ 明確な診断や最も考えやすい診断以外の可能性を考えるなど代替案を提示すること
 - ✓ 思考方法の二重プロセス理論を意識して診断方法を訓練し意思決定にバイアスが潜んでいることを認識するとともに不適切な意思決定にならないように学ぶこと
- などを推奨

3. 道路橋の診断方法 ～損傷メカニズムなど情報の整理～

- 道路橋の診断における信頼性向上に必要なことは何か？

【点検・診断・措置の流れ】

変状等の事実から、**損傷の種類**と**原因**を特定し、次回点検までの措置（補修など）を示し、実行する。



損傷のメカニズム (どんな原因で発症し、どんなプロセスを経て進行するか) の**説明**が、**適切な点検・診断・措置**において重要



課題

- ・病気の原因、発症の過程、診断確定を目的とする学問 (**病理学**) が不在。
- ・症例報告がほとんどなく、**診断を行う技術者の知識、経験**に基づいて実施されており、**形式的に把握**されていなかった。

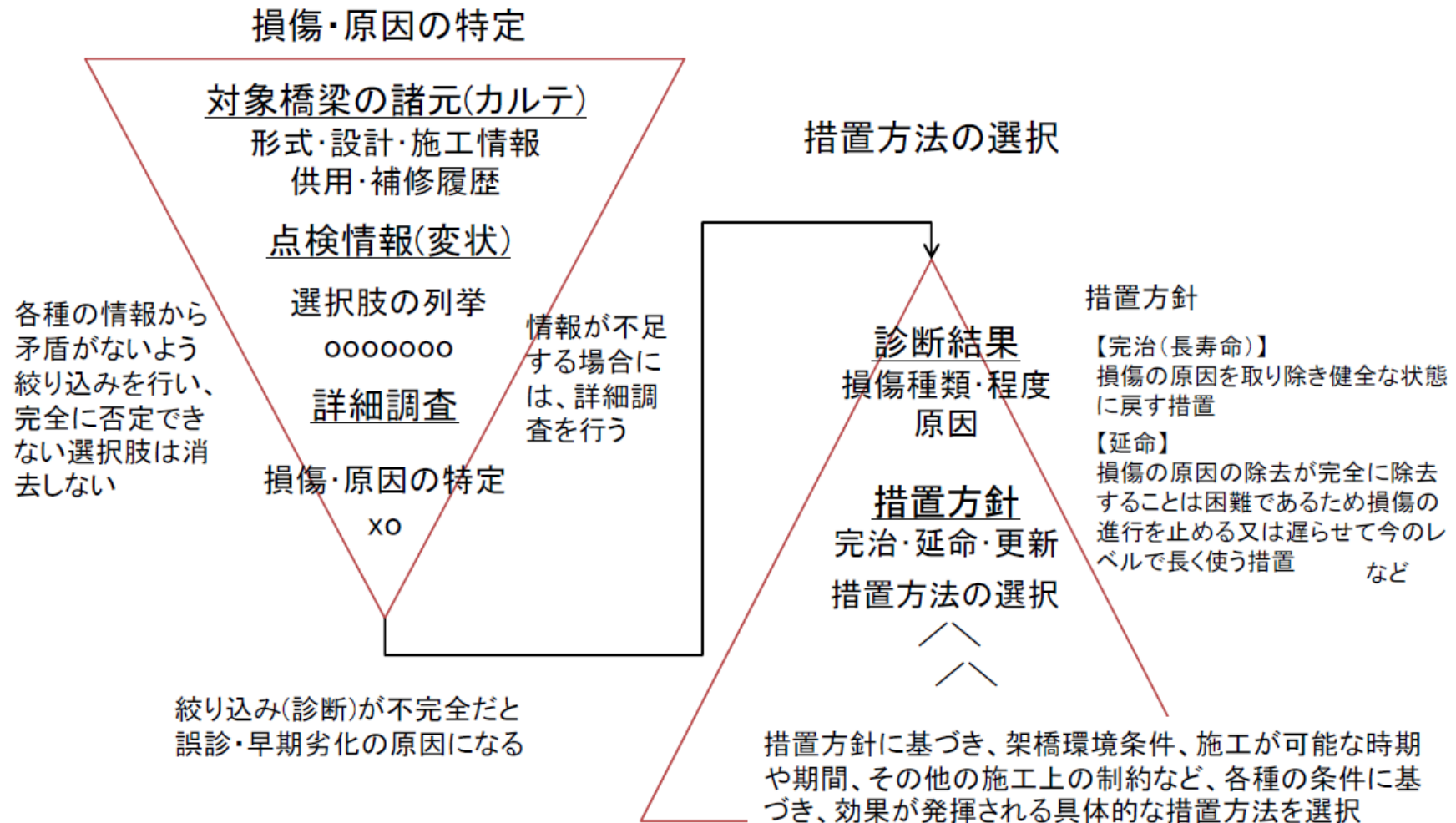


今後

- ・**損傷のメカニズム**等**診断に必要な情報**の体系的な整理
- ・診断技術者の**思考方法の改善** (優秀な診断技術者の思考方法を学習)
- ・診断を**支援する情報システム**の活用等

3. 道路橋の診断方法 ～診断技術者の思考改善～

- 熟練診断技術者はどのように診断しているのか？
→論理的なロジック(道路管理者が納得する論理的な診断内容)



3. 道路橋の診断方法 ～診断を支援する情報システムの活用～

■ 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
- 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？

診断AIシステムの開発

熟練技術者の代わりとなる診断AIを開発

■ 適用するAI

- ディープラーニング

Black Box
画像判読が得意

点検AIに活用

- エキスパートシステム

診断の理由が出力
(=説明)可能

診断AIに活用

■ 診断AIの概要

- 診断AIは点検データ、台帳データ、カルテデータに基づき、**技術者が判断するものを支援(措置まで提示)**

※AIが案を提示(不明なものは不明と提示)し、最終的には人が判断

- 診断AIのシステムは**エキスパートシステム(条件分岐)**

エキスパートシステムを作成するために、損傷のメカニズムと点検・診断・措置の一連のセット情報を「**診断セット**」と称して、この体系的な整理を実施

4. 診断セット ～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。
熟練診断技術者等が参加する診断セット検討会で作成。

メカニズム：損傷の原因から崩壊に至る現象(メカニズム)を図解する

点検：点検で着目する変状とメカニズムとの関係、検知方法及び詳細調査方法

診断：損傷の進行程度と措置方針の判断の決め手となる情報

- 措置方針
 - ・長寿命化：損傷の原因を除去し、元の状態に戻す
 - ・延命：損傷の原因の完全な除去は難しく、損傷の進行をコントロールする
 - ・危機管理：損傷の進行の確実な制御が困難で、落橋等の致命的な状況にならないようにする
 - ・緊急措置：重大な損傷が生じる可能性があり、直ちに緊急的な措置を行う

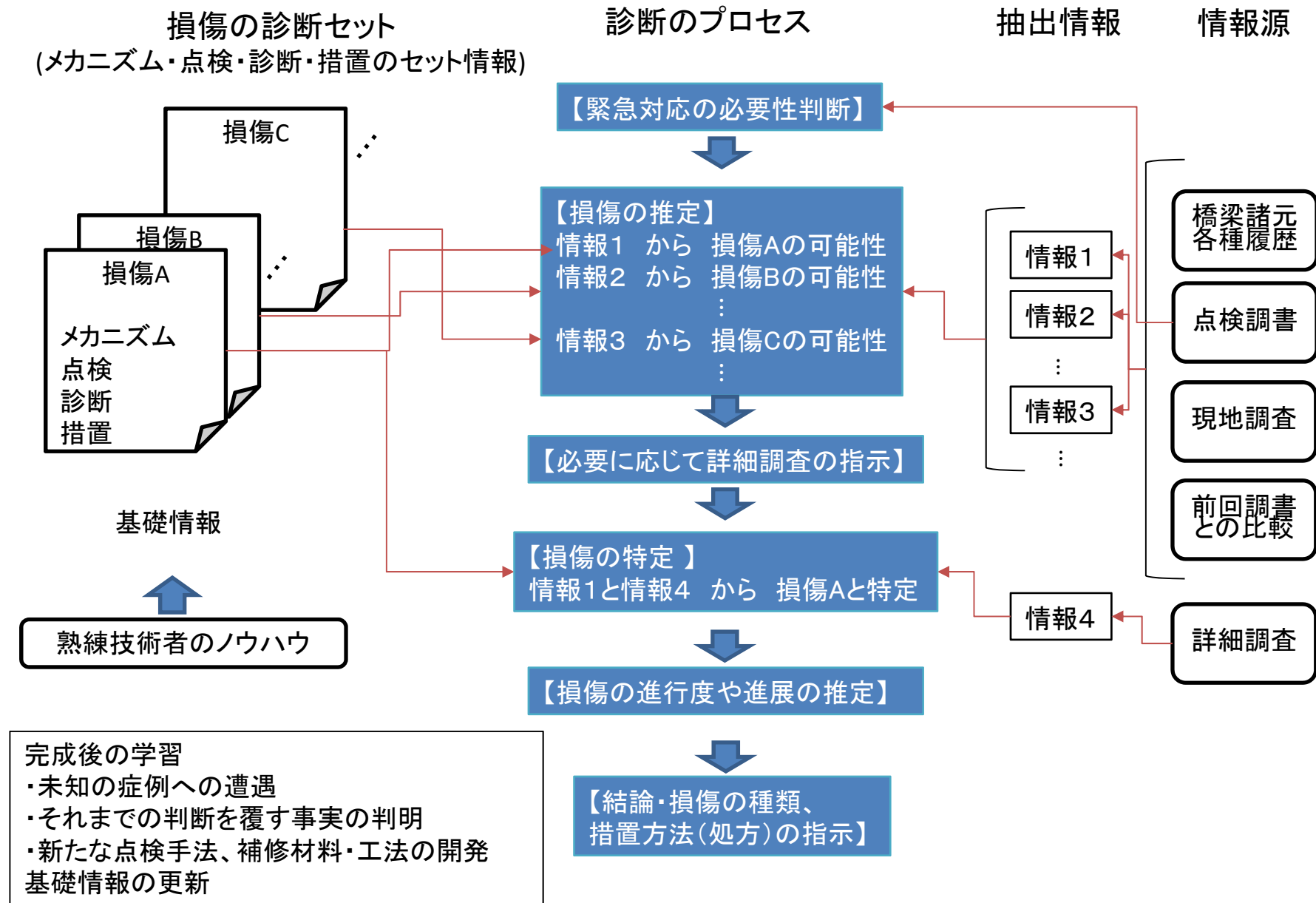
措置：メカニズムに応じた措置方針、適用条件、工法例

架橋環境条件、交通規制などから施工が可能な時期や期間、それらの条件から定まる施工上の制約条件など、様々な条件をもとに効果が発揮される具体措置方法を選択する。



診断セット検討会

4. 診断セット ～診断セットと情報源、プロセスの関係～



4. 診断セット ～診断セットの概要～

部材	損傷大項目	損傷小項目
RC床版	疲労	—
	土砂化	輪荷重による土砂化
		凍害による土砂化
		凍結防止剤による土砂化
		ASRによる土砂化
	飛来塩分による塩害	—
床版橋 (上部工)	海砂による塩害	—
	外来塩による塩害	—
	内在塩による塩害	—
	ASR	—
	凍害	—
	土砂化	輪荷重による土砂化
		凍害による土砂化
		凍結防止剤による土砂化
		ASRによる土砂化
橋台	凍結防止剤による塩害	—
	飛来塩分による塩害	—
	内在塩による塩害	—
	ASR	—
	凍害	—

部材	損傷大項目	損傷小項目
橋台・橋脚	凍結防止剤による塩害	—
	飛来塩分による塩害	—
	内在塩による塩害	—
	ASR	—
	凍害	—
	洗堀	局所洗堀 河床低下
基礎	基礎の損傷	地滑り
		側方流動
		液状化
		地震による杭本体の損傷
		支持層への未達
		可動部以外の腐食
支承	腐食	ゴム支承内部鋼板の腐食
		BPA支承可動部の腐食
		パッド型ゴム支承の逸脱
	交通振動	—
伸縮・排水装置	各部材への水の浸入	—
	腐食	露出鋼部材の腐食
		固定金具の腐食

...など。今後も順次対象部材、対象損傷を追加

4. 診断セット ～RC床板の診断セットの例～

■ RC床版の診断セットの例

損傷の分類	概要(分類の考え方)
1. 疲労	床版下面から変状が進行する損傷
2. 土砂化 2.1 輪荷重 2.2 凍害 2.3 凍結防止剤による塩害 2.4 アルカリ骨材反応	主として床版上面から変状が進行する損傷 (措置において共通する考え方は, 上からの水の供給を遮断すること)
3. 飛来塩による塩害	海から飛来する塩分に起因
4. 海砂による塩害	建設時のコンクリートに内在する塩分に起因



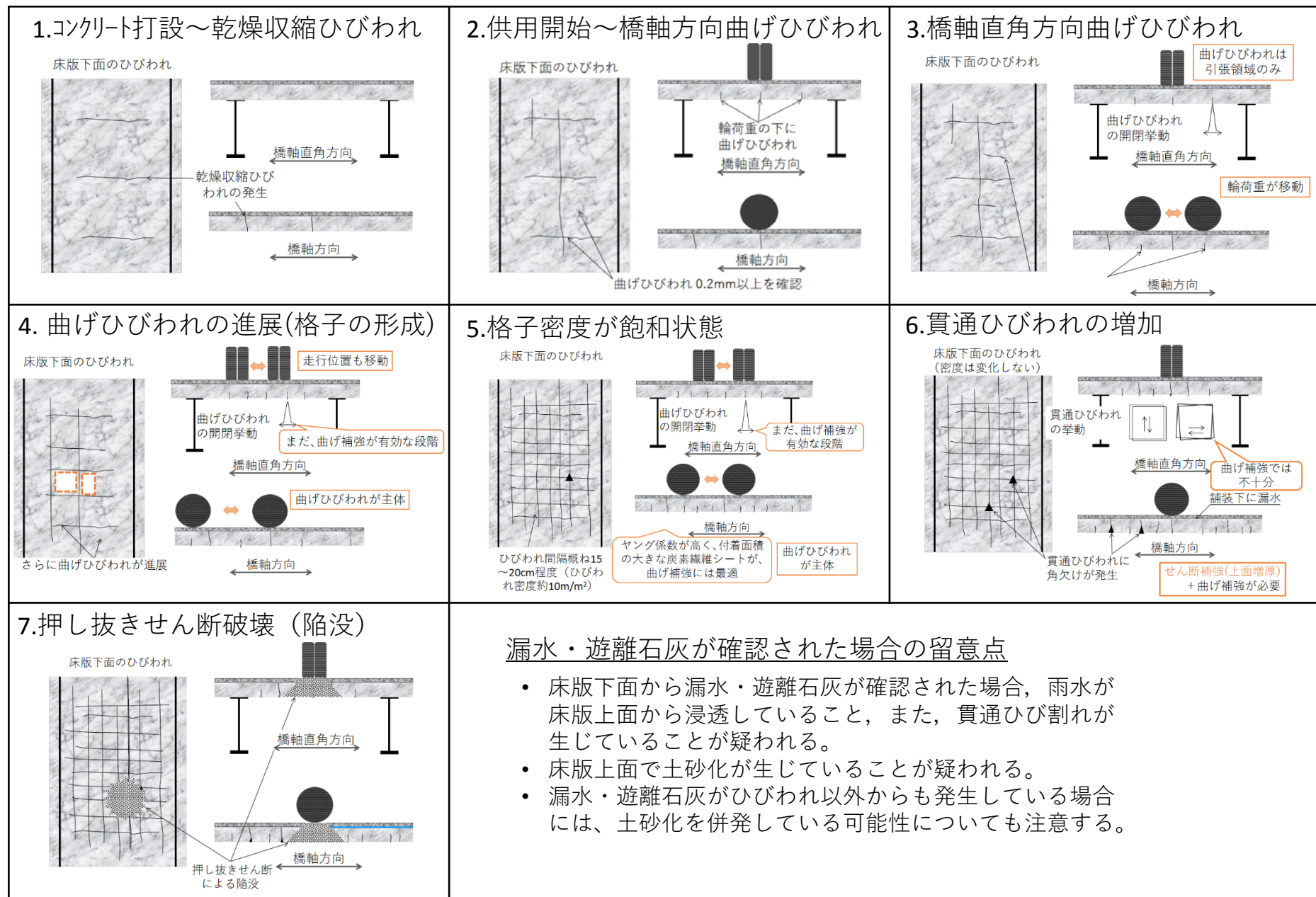
5年前の点検写真



土砂化(砂利化)による損傷

土砂化の損傷例

4. 診断セット ～疲労～



4. 診断セット ～疲労～

・ 点検, 診断の着目点と措置の方針

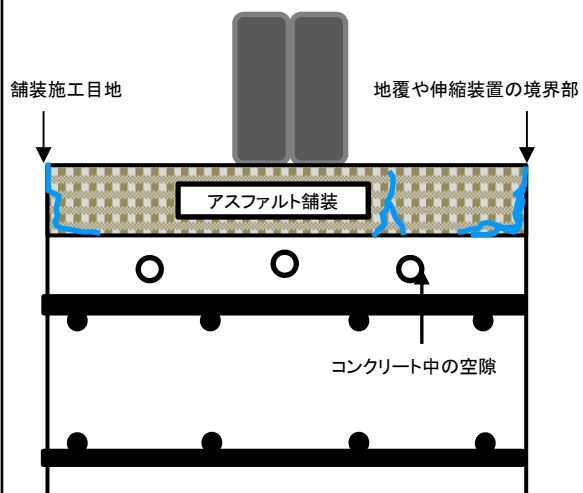
【対象：桁間の床版】
(張出床版を含まない)

	メカニズム	点検における着目点 (定期点検)	追加情報	診断に必要な 詳細調査	診断の決め手 となる情報	追加情報	措置の方針	工法例
外 観 変 状 有 り	1.乾燥収縮によるひびわれが発生	・ 床版下面のひび割れ	—	—	・ ひびわれの発生	—	損傷無し	—
	2.乾燥収縮によるひびわれに加え、橋軸方向に曲げひびわれが発生	・ 床版下面のひび割れ	—	—	・ ひびわれ幅0.2mm以上 ・ 連続的なブロックは形成されていない	—	長寿命化(曲げ補強)	炭素繊維接着 + 床版防水
	3.乾燥収縮や橋軸方向の曲げモーメントによるひびわれに加え、橋軸直角方向に曲げひびわれが発生	・ 床版下面のひび割れ	—	—	・ ひびわれ幅0.2mm以上 ・ 連続的なブロックは形成されていない	—	+ 遮水	
	4.ひびわれが格子状(亀甲状)に進展	・ 床版下面のひび割れ、漏水・遊離石灰	・ 漏水・遊離石灰を併発していない		・ 複数の閉じたブロックを形成 ^{注7}	・ 漏水・遊離石灰を併発していない		
			・ 漏水・遊離石灰を併発している			・ 漏水・遊離石灰を併発している	延命(曲げ補強+せん断補強) または床版更新 + 遮水	炭素繊維接着 + 上面増厚or 床版部分打替え or 床版全面取替え + 床版防水
	5.格子密度が飽和状態	・ 床版下面のひび割れとその間隔(密度)	—		・ 鉄筋間隔程度(概ね15cm～20cm)の間隔でひびわれが発生している箇所を複数確認	—		
	6.貫通ひびわれの増加	・ ひび割れの角落ち、前回点検からの床版下面の漏水の増加	—	外観で判別できない場合、削孔 + 孔内の観察	・ 曲げひびわれが全厚を貫通 ・ 貫通ひびわれに角落ち	—	危機管理(規制 + 敷鋼板 + 床版更新)	床版部分打替え or 床版全面取替え
	7.抜け落ちの発生		—		・ 押し抜きせん断による陥没の発生	—		

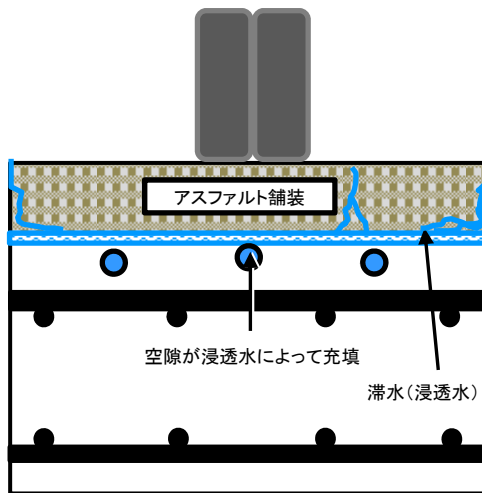
4. 診断セット ～土砂化(輪荷重)～

1. 舗装下に水が浸入

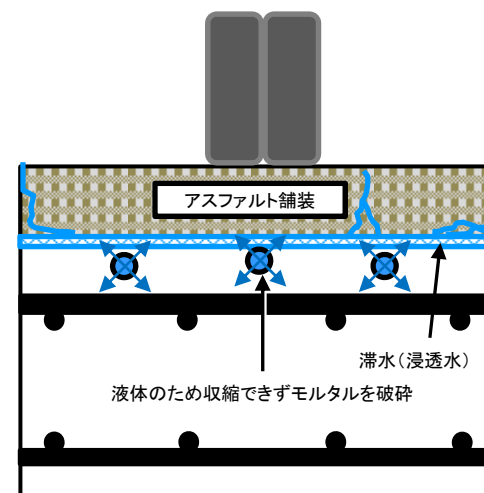
舗装の施工目地や伸縮装置、地覆境界、舗装のひび割れ等から水が浸入



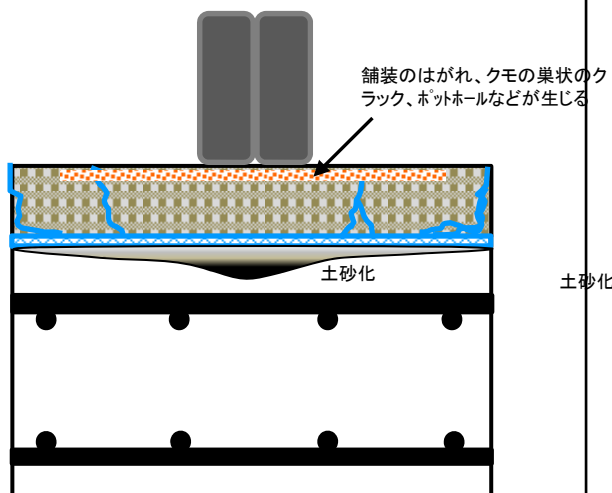
2. 舗装下の滞水 表層コンクリート湿潤



3. 表層コンクリート湿潤 + 初期劣化

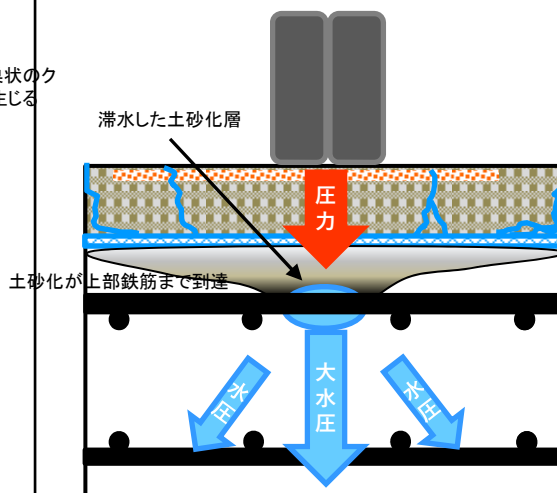


4. 水たまり + かぶり土砂化

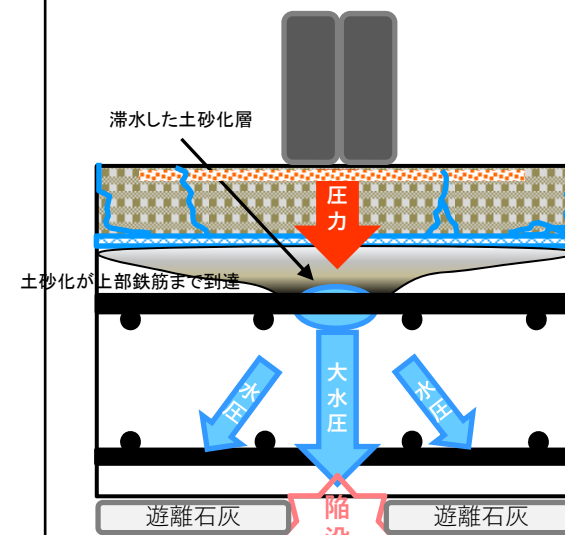


※) 土砂化層に隣接して中間層の存在が指摘されている

5. 深層土砂化



6. 陥没

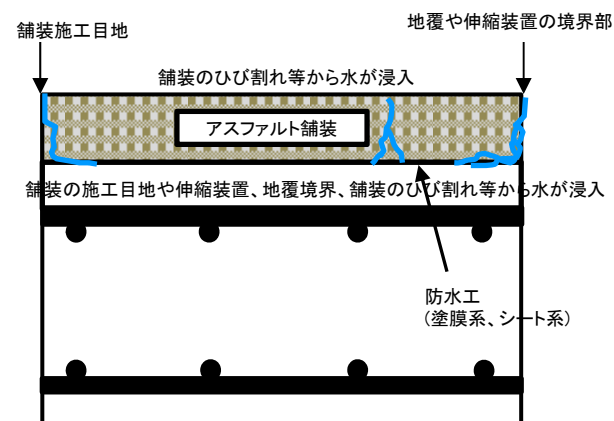


4. 診断セット ～土砂化(輪荷重)～

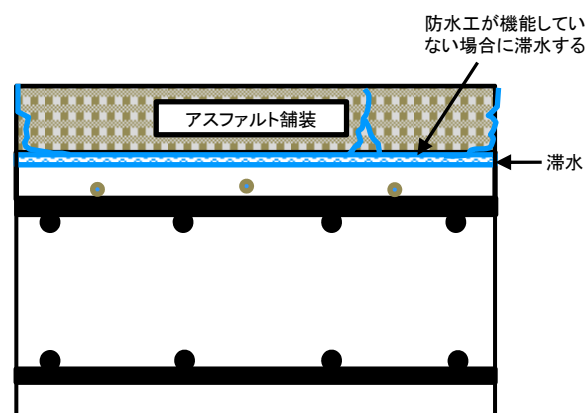
No	変状の状況	診断の決め手となる情報	追加情報	措置の方針	工法例
1	舗装下に水が浸入	• 車道部の舗装下の滞水 • 表層コンクリートの湿潤状態 • 床版下面の漏水跡	現状、外観情報から判断が難しいこと、および措置の方針に差がないことから、システム上は統合	長寿命化（遮水＋排水）	床版防水工＋スラブドレーン
2	舗装下の滞水・表層コンクリート湿潤				
3	表層コンクリート湿潤＋初期劣化				
4	水たまり＋かぶり土砂化	• 舗装下の滞水 • 舗装の異常（はがれ、蜘蛛の巣状のクラック、ポットホール） • 舗装の異常が発生している箇所で土砂が噴出	今後の電磁波レーダの共研成果を反映	延命（遮水＋舗装更新または床版更新）	床版防水工＋スラブドレーン＋断面修復工、＋切削＋オーバーレイ or 床版部分打替え or 床版全面取替え
			• 舗装の補修箇所に再劣化 • 舗装の異常が発生している直下の床版下面に遊離石灰	延命＋走行性の確保（床版の更新＋遮水）	
5	深層土砂化	• 床版上側鉄筋程度までの深い土砂化 • 舗装の異常が発生している直下の床版下面に遊離石灰	• 氷柱状の遊離石灰が析出している	危機管理（規制＋敷鋼板＋床版更新＋遮水）	床版部分打替え or 床版全面取替え
			－		
6	陥没	• 抜け落ちの発生	－		

4. 診断セット ～土砂化(凍害)～

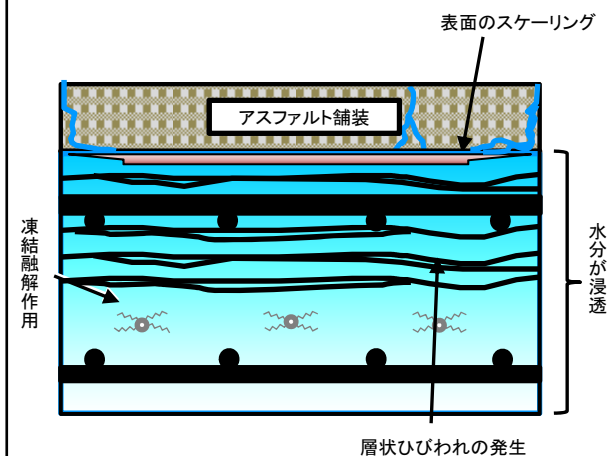
1. 舗装の継目やひびわれ部から 舗装下に漏水



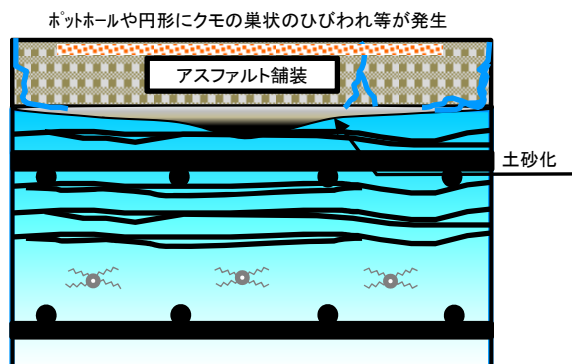
2. 表層コンクリート湿潤



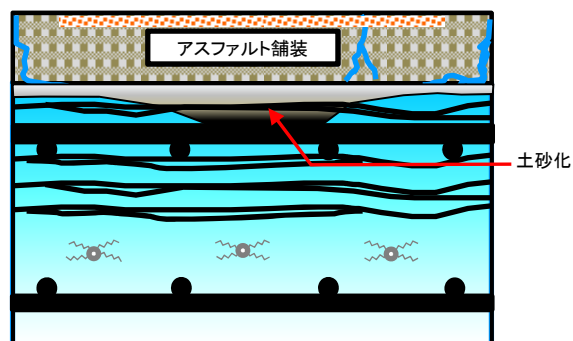
3. 表層コンクリート湿潤 + 初期劣化



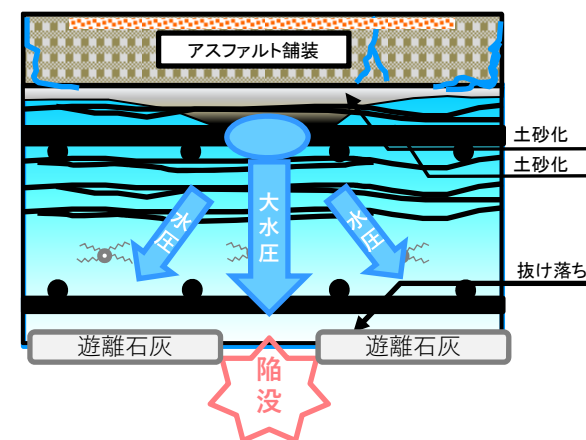
4. 水たまり + かぶり土砂化



5. 深層土砂化



6. 陥没

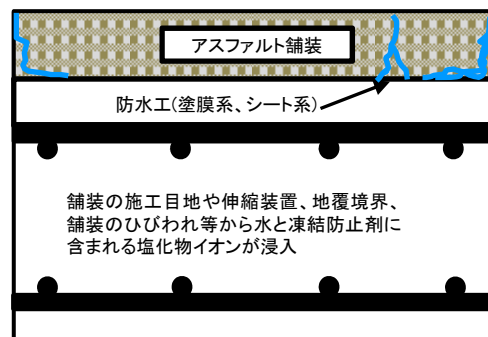


4. 診断セット ～土砂化(凍害)～

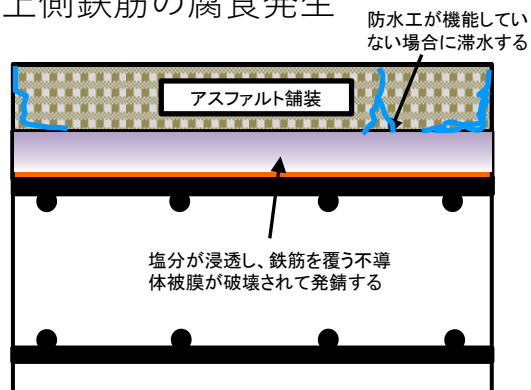
No	変状の状況	診断の決め手となる情報	追加情報	措置の方針	工法例
1	舗装下に漏水	・舗装下の滞水 ・表層コンクリートの湿潤状態 ・床版下面の漏水跡 ・冬期平均最低気温	現状、外観情報から判断が難しいこと、および措置の方針に差がないことから、システム上は統合	長寿命化(遮水+排水)	床版防水工+スラブドレーン
2	表層コンクリート湿潤				
3	表層コンクリート湿潤+初期劣化				
4	水たまり+かぶり土砂化	・凍害劣化の進行 ・舗装の異常が発生(はがれ、蜘蛛の巣状のクラック、ポットホール) ・舗装の異常が発生している箇所で土砂が噴出	今後の電磁波レーダの共研成果を反映	延命 (遮水+舗装更新または床版更新)	床版防水工+スラブドレーン+断面修復工+切削・オーバーレイ or 床版部分打替え or 床版全面取替え
			・舗装の補修箇所に再劣化 ・舗装の異常が発生している直下の床版下面に遊離石灰	延命+走行性の確保 (舗装更新または床版更新)	
5	深層土砂化	・床版上側鉄筋程度までの深い土砂化 ・舗装の異常が発生している直下の床版下面に遊離石灰	—	危機管理 (規制+敷鋼板+床版更新)	
			・氷柱状の遊離石灰が析出しているためより緊急性が高い		
6	陥没	・抜け落ちの発生	—		

4. 診断セット ～土砂化(凍結防止剤による塩害)～

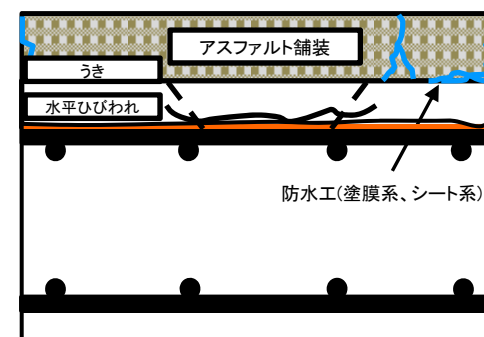
1.凍結防止剤を含む路面からの漏水



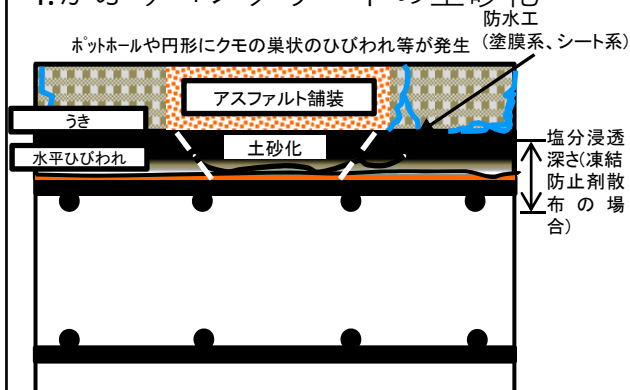
2.上側鉄筋の腐食発生



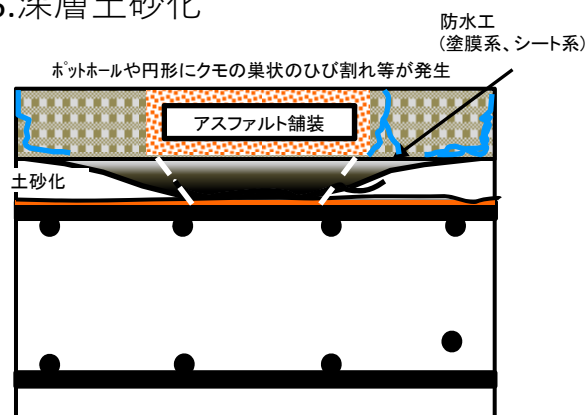
3.かぶりコンクリートの剥離



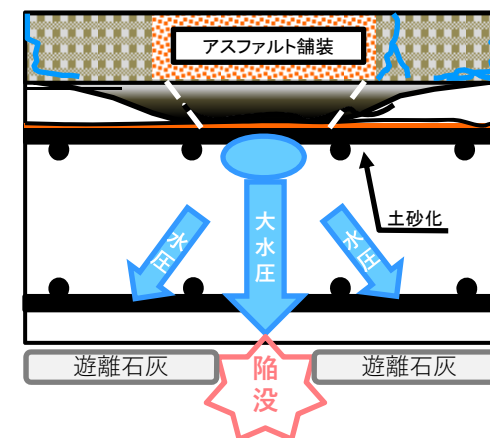
4.かぶりコンクリートの土砂化



5.深層土砂化



6.陥没

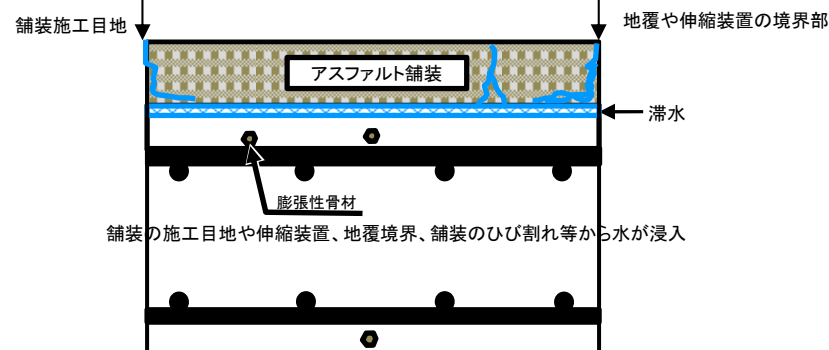


4. 診断セット ～土砂化(凍結防止剤による塩害)～

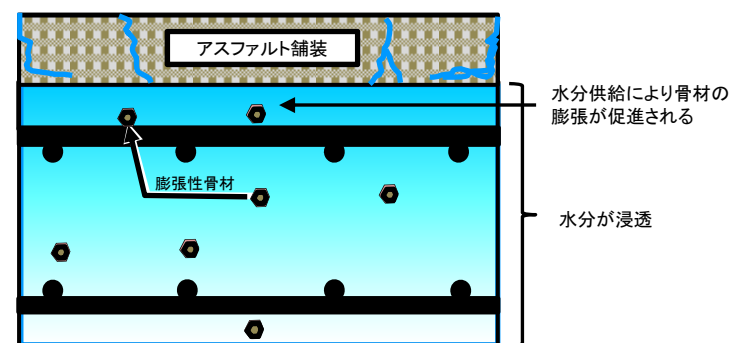
No	変状の状況	診断の決め手となる情報	追加情報	措置の方針	工法例
1	凍結防止剤を含む路面からの漏水	- 凍結防止剤散布有り - 床版下面の漏水跡	—	長寿命化(遮水)	床版防水工
2	上側鉄筋の腐食発生	上側鉄筋位置での塩化物イオン濃度>1.2kg/m3	—	延命 (塩分の除去または更新)	床版防水工＋断面修復工 or 床版部分打替え
3	かぶりコンクリートの剥離	- 水平ひびわれの発生 - 舗装の異常(はがれ、蜘蛛の巣状のクラック、ポットホール)	—		
4	かぶりコンクリートの土砂化	- 舗装の異常(はがれ、蜘蛛の巣状のクラック、ポットホール) - 上側鉄筋に著しい腐食 - 舗装の異常が発生している箇所で土砂が噴出	—	延命 (遮水＋舗装更新または床版更新)	床版部分打替え or 床版全面取替え
			- 舗装の補修箇所に再劣化 - 舗装の異常が発生している直下の床版下面に遊離石灰	延命＋走行性の確保 (舗装または床版の更新)	
5	深層土砂化	- 床版上側鉄筋程度までの深い土砂化 - 舗装の異常が発生している直下の床版下面に遊離石灰 - 舗装の土砂噴出口や床版下面から錆汁が滲出する場合もある	—	危機管理 (規制＋敷鋼板＋床版更新)	
			氷柱状の遊離石灰が析出している場合は更なる進行が懸念されるためより緊急性が高い		
6	陥没	抜け落ちの発生	—		

4. 診断セット ～土砂化(アルカリ骨材反応)～

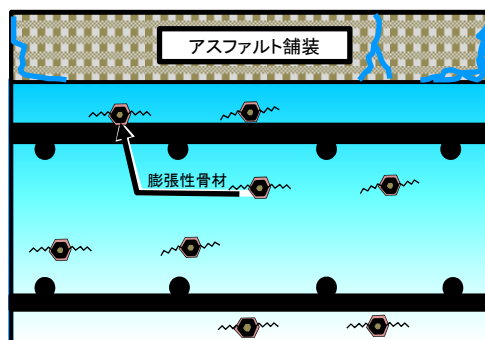
1. 膨張性骨材の使用 + 舗装下に漏水



2. 白色析出物の発生



3. 白色析出物の膨張

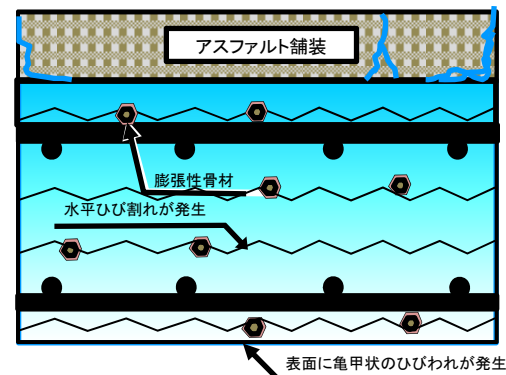


床版下面の例



多角形のひびわれ発生

4. 水平クラックの発生



床版下面の例

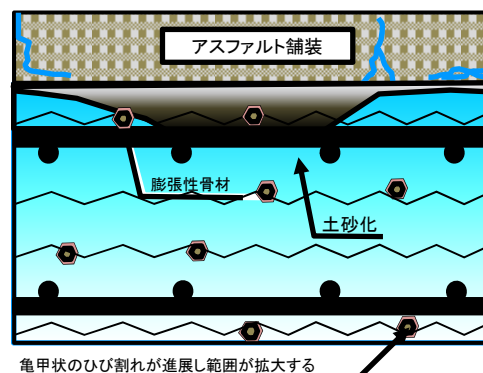


ひびわれ進展
+
白色析出物

5. かぶりコンクリートの土砂化

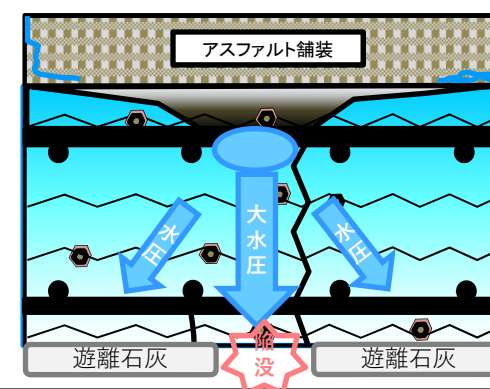


6. 深層土砂化



亀甲状のひび割れが進展し範囲が拡大する

7. 陥没



4. 診断セット ～土砂化(アルカリ骨材反応)～

No	変状の状況	診断の決め手となる情報	追加情報	措置の方針	工法例
1	膨張性骨材の使用 + 舗装下に漏水	- 床版下面の漏水跡 - 反応性骨材有り - 下部構造や近接構造物にASRを原因とする変状	現状、外観情報から判断が難しいこと、および措置の方針に差がないことから、システム上は統合	長寿命化(遮水)	床版防水工
2	白色析出物の発生	- 反応性骨材有り - ひびわれ周辺に白色析出物の発生 - 床版下面の亀甲状ひびわれの発生			
3	白色析出物の膨張	- 反応性骨材有り - 白色析出物の増大、進展 - 床版下面の亀甲状ひびわれの進展			
4	水平クラックの発生	- 削孔による水平クラックの確認 - 反応性骨材有り - 白色析出物の増大、進展 - 床版下面の亀甲状ひびわれの進展 - 舗装の異常(はがれ、蜘蛛の巣状のクラック、ポットホール)	—	延命 (劣化部除去)	床版防水工 + 断面修復工 or 床版部分打替え
5	かぶりコンクリートの土砂化	- 舗装の異常(はがれ、蜘蛛の巣状のクラック、ポットホール) - 反応性骨材有り - 舗装の異常が発生している箇所で土砂が噴出	- 舗装の補修箇所に再劣化 - 舗装の異常が発生している直下の床版下面に白色析出物		延命+走行性の確保 (舗装更新または床版更新)
6	深層土砂化	- 床版上側鉄筋程度までの深い土砂化 - 舗装の異常が発生している直下の床版下面に遊離石灰	氷柱状に白色析出物が析出している	危機管理 (規制+敷鋼板+床版更新)	床版部分打替え or 床版全面取替え
7	陥没	抜け落ちの発生	—		

5. 診断AIプロトタイプの構築 ～診断AIの検討のステップ～

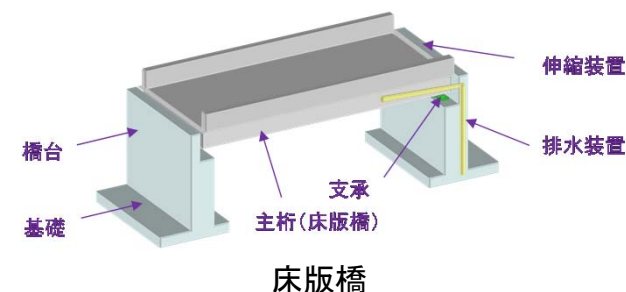
- 地方自治体の抱える課題への対応の観点から優先順位を決めて、検討を推進。

①RC床版

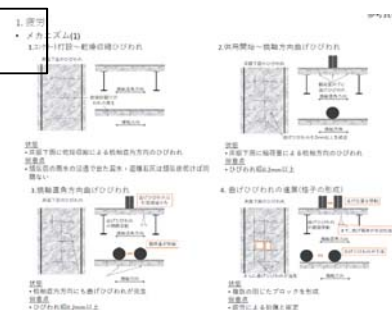
- 近年土砂化による損傷事例が生じており、外観から検知することが難しい一方、突如、床版の抜け落ちに至るなどのリスクが存在。

②床版橋

- 地方自治体で最も多い形式(全体の5割以上を占める)

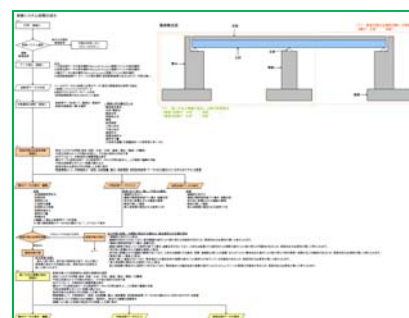


ステップ1: 診断セットの作成



診断セットの例(RC床版)

ステップ2: フローチャート(処理ルール)の作成



フローチャートの例(RC床版)



システム画面

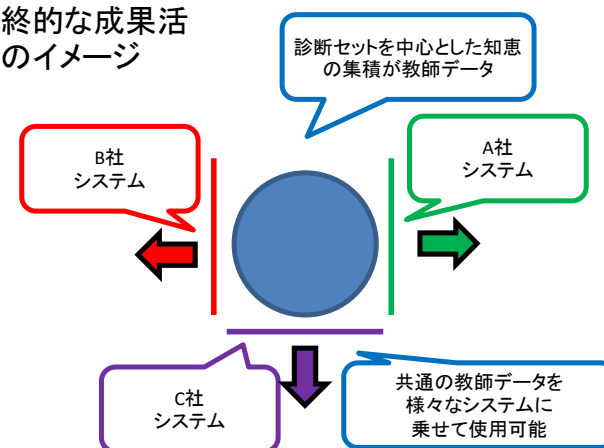
ステップ3: プロトタイプシステムの整備

- ・ RC床版については完成
- ・ R2年度内(秋頃)に床版橋(下部構造含む)が完成予定

ステップ4: 現場実証・改良

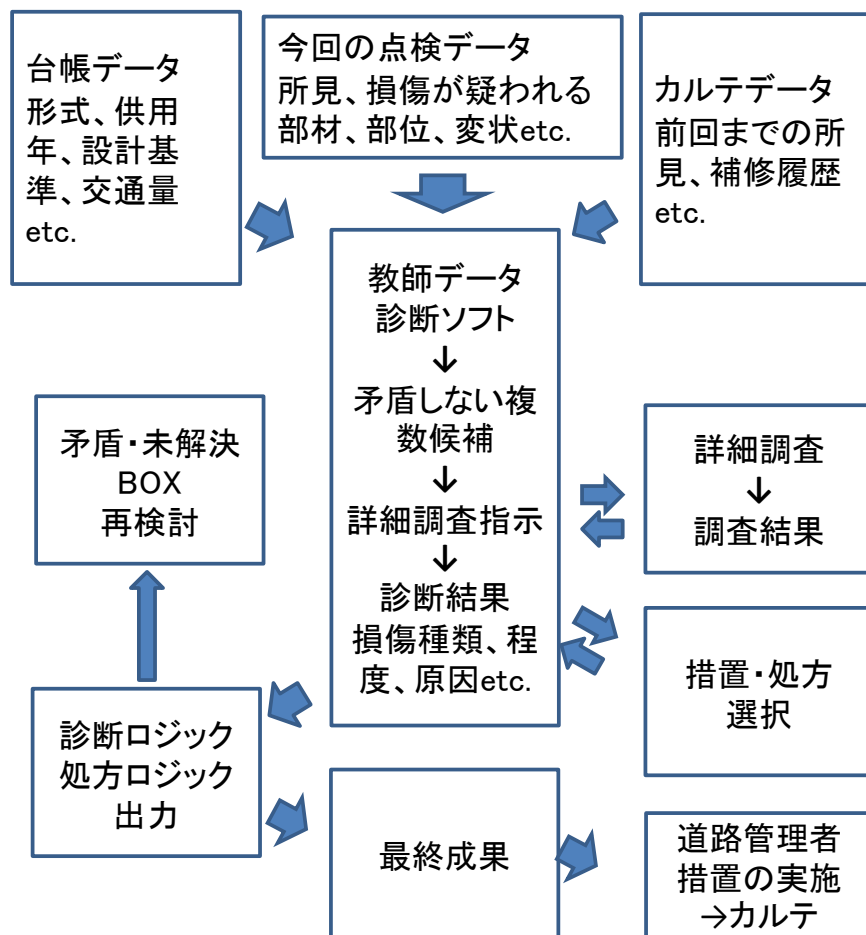
ステップ5: 診断AIシステムの標準仕様の整理 (機能要件, データ標準, システム連携仕様等)

最終的な成果活用のイメージ

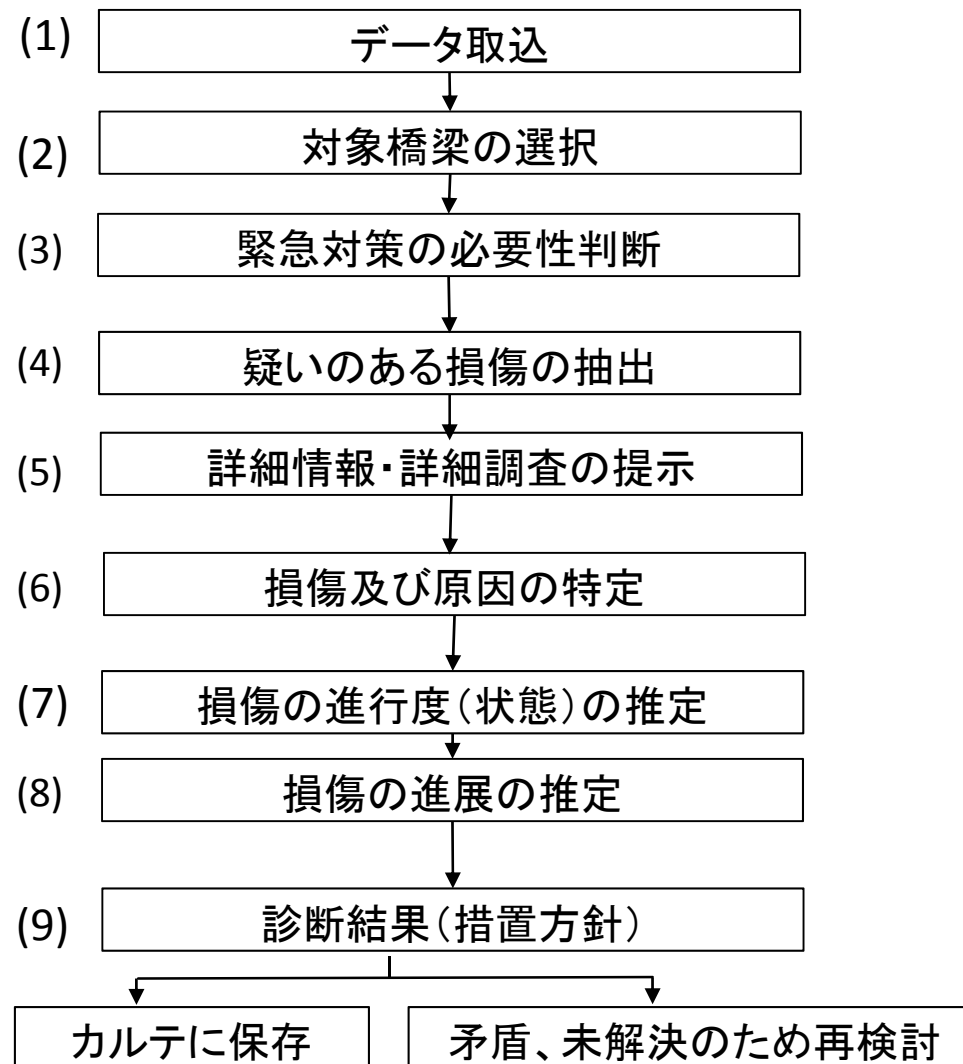


5. 診断AIプロトタイプの構築 ～診断AIのシステムイメージ～

システムイメージ



システム処理の流れ



5. 診断AIプロトタイプ構築 ～プロトタイプの画面イメージ～



5. 診断AIプロトタイプの構築 ～プロトタイプの画面イメージ～

新しいタブ

https://XXX

位置図 全景写真 一般図 状況写真 損傷図

(1) 診断データの取り込み

(2) 対象橋梁の選択

(3) 緊急対策の必要性判断

(4) 疑いのある損傷の抽出

(5) 詳細情報・詳細調査の提示

(6) 損傷及び原因の特定

(7) 損傷の進行度(状態)の推定

(8) 損傷の進展の推定

(9) 診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色: 現在位置, 太字: 診断済

(1) 診断データの取り込み

今回診断	橋梁管理番号	径間番号	径間分割番号	最終診断日時	最終診断タスク	最終診断結果
○	11111111	1	2	20200910	(9) 診断結果	カルテに保存
●	22222222	2	0	20200910	(9) 診断結果	カルテに保存

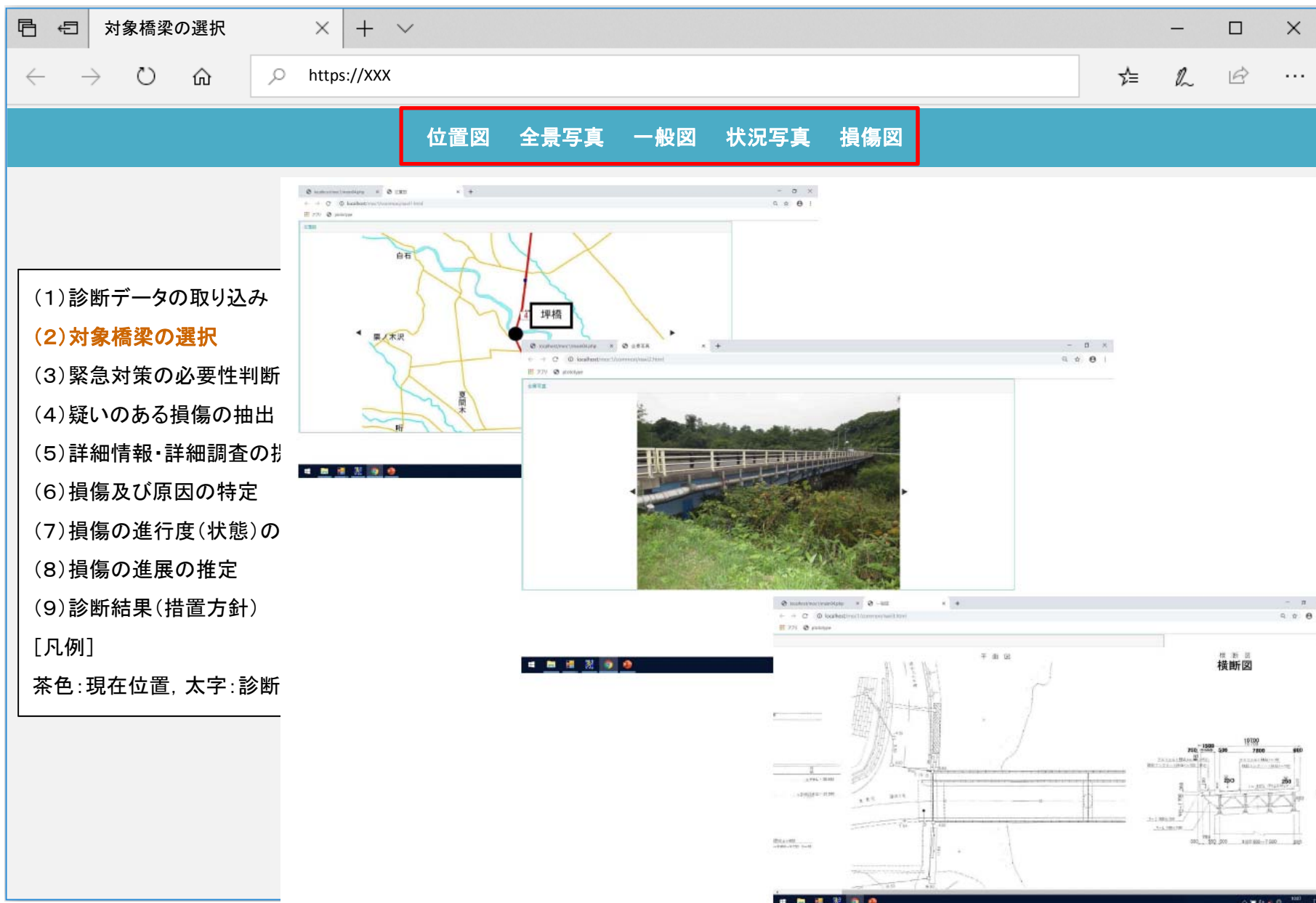
診断再開

新規開始

5. 診断AIプロトタイプの構築 ～プロトタイプの画面イメージ～

[illegible]

5. 診断AIプロトタイプ of 構築 ~プロトタイプ of 画面イメージ~



5. 診断AIプロトタイプ of 構築 ~プロトタイプ of 画面イメージ~

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図

全景写真

一般図

状況写真

損傷図

(3)緊急対策の必要性判断

床版

主桁

〇〇

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	床版種類	場所打床版
2	架設竣工年	1971年
3	大型車交通量	380台/日
4	防水層の有無	無し

2.点検結果

No.	データ項目	値
1	連続的な角欠け	無し▼
2	舗装の異常箇所直下に漏水・遊離石灰	無し▼
3	走行性に影響を与える舗装異常	無し▼

3.前回の点検結果

No.	データ項目	値
1	連続的な角欠け	無し▼
2	舗装の異常箇所直下に漏水・遊離石灰	無し▼
3	走行性に影響を与える舗装異常	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:0801

緊急対策の必要性判断

直ちに抜け落ち、走行性や耐荷性の低下、および第三者被害の発生する可能性は低く、緊急対応の必要性は低いと考えられます。

(1)診断データの取り込み

(2)対象橋梁の選択

(3)緊急対策の必要性判断

(4)疑いのある損傷の抽出

(5)詳細情報・詳細調査の提示

(6)損傷及び原因の特定

(7)損傷の進行度(状態)の推定

(8)損傷の進展の推定

(9)診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色:現在位置, 太字:診断済

32

5. 診断AIプロトタイプの構築 ～プロトタイプの画面イメージ～

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図 全景写真 一般図 状況写真 損傷図

(1) 診断データの取り込み

(2) 対象橋梁の選択

(3) 緊急対策の必要性判断

(4) 疑いのある損傷の抽出

(5) 詳細情報・詳細調査の提示

(6) 損傷及び原因の特定

(7) 損傷の進行度(状態)の推定

(8) 損傷の進展の推定

(9) 診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色: 現在位置, 太字: 診断済

(4) 疑いのある損傷の抽出

床版

主桁

〇〇

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	床版種類	場所打床版
2	架設竣工年	1971年
3	大型車交通量	380台/日
4	防水層の有無	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

2. 点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

3. 前回の点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

疑いのある損傷の抽出

No.	損傷の疑い	有無	理由
1	疲労	有り	橋軸方向に幅0.2mmのひび割れが発生している。
2	土砂化(輪荷重)	有り	床版防水が設置されていない。降雨後に床版下面・排水柵周辺から漏水が発生舗装の異常が発生している。
3	土砂化(凍害)	有り	冬期平均気温が低く、凍害の恐れがある。床版以外でも凍害に特徴的な損傷がある。

点検部材写真

床版 部材番号: 0801



33

5. 診断AIプロトタイプの構築 ～プロトタイプの画面イメージ～

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図 全景写真 一般図 状況写真 損傷図

(5)詳細情報・詳細調査の提示(疲労)

疲労1 疲労2 土砂化1 土砂化2 土砂化3

詳細調査の提示・結果入力 疲労(雨水有り)の損傷・状態特定のためには、以下の詳細調査が必要です

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)ひび割れの発生状況	近接目視 —	☐ 広範囲 ☐ 局部的 ☒ 無し
2	貫通ひび割れの発生状況	コア削孔+孔内観察 連続的な角欠け	☐ 有り ☐ 無し ☐ 有り ☒ 無し

データ確定

疑いのある損傷原因毎に詳細情報を入力し確定する

点検部材写真 床版 部材番号:0801

貫通ひび割れ(サンプル写真)



(1)診断データの取り込み

(2)対象橋梁の選択

(3)緊急対策の必要性判断

(4)疑いのある損傷の抽出

(5)詳細情報・詳細調査の提示

(6)損傷及び原因の特定

(7)損傷の進行度(状態)の推定

(8)損傷の進展の推定

(9)診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色:現在位置, 太字:診断済

5. 診断AIプロトタイプ of 構築 ~プロトタイプ of 画面イメージ~

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図

全景写真

一般図

状況写真

損傷図

(6) 損傷及び原因の特定(疲労)

疲労1

疲労2

土砂化1

土砂化2

土砂化3

基礎データ

1. 諸元関連

No.	データ項目	値
1	床版種類	場所打床版
2	架設竣工年	1971年
3	大型車交通量	380台/日
4	防水層の有無	無し

2. 点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

3. 前回の点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

詳細調査の提示・結果入力

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)ひび割れの発生状況	近接目視	☐ 広範囲 ☐ 局部的 ☒ 無し
		—	—
2	貫通ひび割れの発生状況	コア削孔+孔内観察	☐ 有り ☐ 無し
		連続的な角欠け	☐ 有り ☒ 無し

診断(特定)

これまでの入力データを再確認し、間違い無ければ確定し、損傷および原因を特定

格子状(亀甲状)のひび割れが発生していないことから、「疲労」以外の損傷であると考えられます。

点検部材写真 床版 部材番号:0801

(1) 診断データの取り込み

(2) 対象橋梁の選択

(3) 緊急対策の必要性判断

(4) 疑いのある損傷の抽出

(5) 詳細情報・詳細調査の提示

(6) 損傷及び原因の特定

(7) 損傷の進行度(状態)の推定

(8) 損傷の進展の推定

(9) 診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色: 現在位置, 太字: 診断済

35

5. 診断AIプロトタイプの構築 ～プロトタイプの画面イメージ～

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図

全景写真

一般図

状況写真

損傷図

(6) 損傷及び原因の特定(土砂化(輪荷重))

疲労1

疲労2

土砂化1

土砂化2

土砂化3

基礎データ

1. 諸元関連

No.	データ項目	値
1	床版種類	場所打床版
2	架設竣工年	1971年
3	大型車交通量	380台/日
4	防水層の有無	無し

2. 点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

3. 前回の点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

(1) 診断データの取り込み

(2) 対象橋梁の選択

(3) 緊急対策の必要性判断

(4) 疑いのある損傷の抽出

(5) 詳細情報・詳細調査の提示

(6) 損傷及び原因の特定

(7) 損傷の進行度(状態)の推定

(8) 損傷の進展の推定

(9) 診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色: 現在位置, 太字: 診断済

詳細調査の提示・結果入力

No.	調査項目	調査方法 上段: 直接 下段: 間接	調査結果
1	車線部の舗装 下面の滞水	電磁波レーダー	—
		床版下面から漏水	☐ 広範囲 ☒ 局部的 ☐ 無し
2	土砂化深さ	舗装除去+床版上面の観察	☒ 上側鉄筋より上 ☐ 上側鉄筋より下
		舗装の異常箇所と床版下面漏水箇所の位置関係	☒ 同位置 ☐ 関係無し

点検部材写真 床版 部材番号: 0801

診断(特定)

これまでの入力データを再確認し、間違い無ければ確定し、損傷および原因を特定

車線部の床版上面が常に滞水し、土砂が発生していることから、「土砂化(輪荷重)」であると考えられます。

30

5. 診断AIプロトタイプ of 構築 ～プロトタイプ of 画面イメージ～

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図

全景写真

一般図

状況写真

損傷図

(6) 損傷及び原因の特定(土砂化(凍害))

疲労1

疲労2

土砂化1

土砂化2

土砂化3

基礎データ

1. 諸元関連

No.	データ項目	値
1	床版種類	場所打床版
2	架設竣工年	1971年
3	大型車交通量	380台/日
4	防水層の有無	無し

2. 点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

3. 前回の点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

(1) 診断データの取り込み

(2) 対象橋梁の選択

(3) 緊急対策の必要性判断

(4) 疑いのある損傷の抽出

(5) 詳細情報・詳細調査の提示

(6) 損傷及び原因の特定

(7) 損傷の進行度(状態)の推定

(8) 損傷の進展の推定

(9) 診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色: 現在位置, 太字: 診断済

詳細調査の提示・結果入力

No.	調査項目	調査方法 上段: 直接 下段: 間接	調査結果
1	舗装下面の滞水	電磁波レーダー	—
		床版下面から漏水	☐ 広範囲 ☒ 局部的 ☐ 無し
2	土砂化深さ	舗装除去+床版上面の観察	☒ 上側鉄筋より上 ☐ 上側鉄筋より下
		舗装の異常箇所と床版下面漏水箇所の位置関係	☒ 同位置 ☐ 関係無し

点検部材写真 床版 部材番号: 0801

診断(特定)

これまでの入力データを再確認し、間違い無ければ確定し、損傷および原因を特定

冬期平均気温が低く、土砂化が発生していることから「土砂化(凍害)」であると考えられます。

37

5. 診断AIプロトタイプの構築 ～プロトタイプの画面イメージ～

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図 全景写真 一般図 状況写真 損傷図

(7)損傷の進行度(状態)の推定(土砂化(輪荷重))

疲労1	疲労2	土砂化1	土砂化2	土砂化3
-----	-----	------	------	------

(1) 診断データの取り込み

(2) 対象橋梁の選択

(3) 緊急対策の必要性判断

(4) 疑いのある損傷の抽出

(5) 詳細情報・詳細調査の提示

(6) 損傷及び原因の特定

(7) 損傷の進行度(状態)の推定

(8) 損傷の進展の推定

(9) 診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色: 現在位置, 太字: 診断済

基礎データ

1. 諸元関連

No.	データ項目	値
1	床版種類	場所打床版
2	架設竣工年	1971年
3	大型車交通量	380台/日
4	防水層の有無	無し

2. 点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

3. 前回の点検結果

No.	データ項目	値
1	格子状ひび割れ	無し▼
2	橋軸直角方向ひび割れ	有り▼
3	複数の閉じたブロックの形成	無し▼

詳細調査の提示・結果入力

No.	調査項目	調査方法 上段: 直接 下段: 間接	調査結果
1	車線部の舗装 下面の滞水	電磁波レーダー	—
		床版下面から漏水	☐ 広範囲 ☒ 局部的 ☐ 無し
2	土砂化深さ	舗装除去+床版上面の観察	☒ 上側鉄筋より上 ☐ 上側鉄筋より下
		舗装の異常箇所と床版下面漏水箇所の位置関係	☒ 同位置 ☐ 関係無し

診断(特定)

損傷の特定と措置の方針

次ページへ続く

点検部材写真 床版 部材番号: 0801



5. 診断AIプロトタイプ of 構築 ～プロトタイプ of 画面イメージ～

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図

全景写真

一般図

状況写真

損傷図

(7) 損傷の進行度(状態)の推定(土砂化(輪荷重))

疲労1	疲労2	土砂化1	土砂化2	土砂化3
-----	-----	------	------	------

(1) 診断データの取り込み

(2) 対象橋梁の選択

(3) 緊急対策の必要性判断

(4) 疑いのある損傷の抽出

(5) 詳細情報・詳細調査の提示

(6) 損傷及び原因の特定

(7) 損傷の進行度(状態)の推定

(8) 損傷の進展の推定

(9) 診断結果(措置方針)

損傷の特定と措置の方針

①

舗装下に漏水

②

表層コンクリート湿潤

③

表層コンクリート湿潤 + 初期劣化

④

3. 水たまり + かぶり土砂化

⑤

4. 深層土砂化

⑥

5. 陥没

[凡例]

茶色: 現在位置, 太字: 診断済

舗装下面が滞水しており、かぶりコンクリートが土砂化しているため、「土砂化(輪荷重): 状態④」と考えられます。

39

5. 診断AIプロトタイプ of 構築 ～プロトタイプ of 画面イメージ～



凍害が疑われる環境であり、表層コンクリートは常に湿潤状態で、かぶりコンクリートが土砂化しているため、「土砂化(凍害):状態④」と考えられます。

5. 診断AIプロトタイプ of 構築 ～プロトタイプ of 画面イメージ～

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図 全景写真 一般図 状況写真 損傷図

(1) 診断データの取り込み

(2) 対象橋梁の選択

(3) 緊急対策の必要性判断

(4) 疑いのある損傷の抽出

(5) 詳細情報・詳細調査の提示

(6) 損傷及び原因の特定

(7) 損傷の進行度(状態)の推定

(8) 損傷の進展の推定

(9) 診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色: 現在位置, 太字: 診断済

(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

疲労1	疲労2	土砂化1	土砂化2	土砂化3
定期点検結果から読み取り。 間違いがあれば修正を確認				

No.	データ項目	前回点検	今回結果
1	点検結果: 床版ひび割れ	b	d
2	点検結果: 剥離・鉄筋露出	—	—
3	点検結果: 漏水・遊離石灰	d	d

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、同一部材の損傷写真に進展性がある場合はチェック

進展の確認チェック

☒ 進展無し ☐ 進展有り

データ確定

前回点検写真	今回点検写真

5. 診断AIプロトタイプの構築 ～プロトタイプの画面イメージ～

緊急対策の必要性判断

https://XXX

位置図 全景写真 一般図 状況写真 損傷図

(1) 診断データの取り込み

(2) 対象橋梁の選択

(3) 緊急対策の必要性判断

(4) 疑いのある損傷の抽出

(5) 詳細情報・詳細調査の提示

(6) 損傷及び原因の特定

(7) 損傷の進行度(状態)の推定

(8) 損傷の進展の推定

(9) 診断結果(措置方針)

[凡例]

茶色: 現在位置, 太字: 診断済

(9) 診断結果(措置方針)

床版	主桁	支承	基礎	橋脚	橋台
損傷及び原因 ・車線部の床版上面が常に滞水し、土砂化が発生していることから、「土砂化(輪荷重による破砕)」であると考えられます。 ・冬期平均最低気温が低く、土砂化が発生していることから、「土砂化(凍害)」であると考えられます。 損傷の進行度(状態)の推定 【土砂化(輪荷重による破砕)】舗装下面が滞水しており、かぶりコンクリートが土砂化しているため、「状態④」であると考えられます。 【土砂化(凍害)】凍害が疑われる環境であり、表層コンクリートは常に湿潤状態で、かぶりコンクリートが土砂化しているため、「状態④」と考えられます。 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ませんでした。 措置方針(案) 【土砂化(輪荷重による破砕)】【土砂化(凍害)】 状態④の可能性があることから延命措置が必要と考えられます。 <必要な対策(案)> ・床版防水+スラブドレーン+断面修復+切削+オーバーレイ ・床版部分打ち替え or 床版全面取替え					

診断結果に問題な行ければ、「カルテに保存」、特定されなかった場合、疑問があった場合は「矛盾、未解決の為再検討」を選択

カルテに保存

矛盾、未解決の為再検討

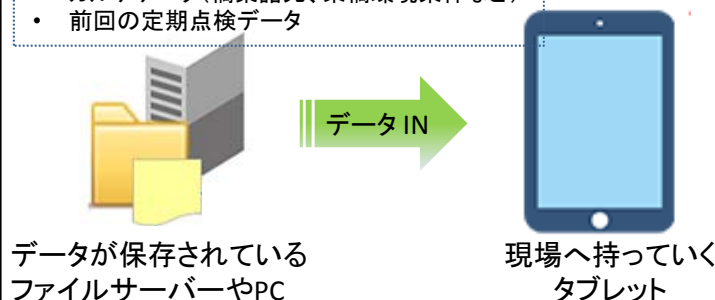
5. 診断AIプロトタイプ構築 ～今後目指す利用イメージ～

①現場に行く前の情報整理

事務所（点検現場へ行く前）

- 現場に行く前にカルテ等の情報をタブレットに入れる

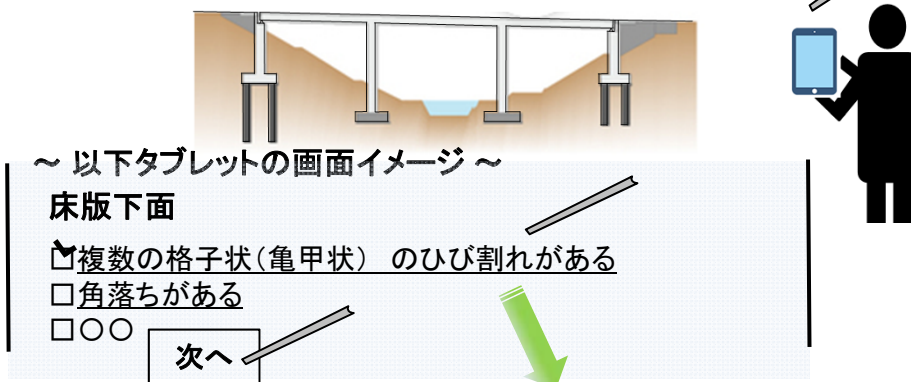
- ・ カルテデータ（橋梁諸元、架橋環境条件など）
- ・ 前回の定期点検データ



②現場における変状データの適切な取得

現場（定期点検）

- 事務所で入れた情報に基づき、診断で必要となる入力項目がシステム上に表示されるため、タブレットに従い、現地で橋の状態を見ながら情報を入力



複数の格子状（亀甲状）のひび割れの説明

0.2mm以上のひび割れが橋軸方向及び橋軸直角方向に生じ、格子状（亀甲状）に生じており、その格子状（亀甲状）のひび割れが、隣接して複数発生している変状。



（該当する状態の例）

床版下面

☐ 複数の格子状（亀甲状）のひび割れに遊離石灰又は漏水を伴っている

データ入力の後

入力完了

チェック機能

以下のデータが不足しているため入力してください

☐ 床版コンクリートの剥離・剥落がある

③診断（結果の出力）

現場・事務所（いつでも）

システム画面



- ・ 詳細調査の指示
- ・ 損傷及び原因、進行度、措置方針等の提示

6. 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システムの標準仕様**となる機能要件、データ標準、システム連携仕様等の検討
- ✓ **診断を支援するサブシステム**(類似事例検索、データ入力支援、損傷原因の推定支援)とも**連携**可能となるよう検討
- ✓ **診断セットの対象部材、損傷を拡張**するとともに、優先度の高い**損傷のメカニズムを解明しメカニズムに適合した予防保全型の点検・診断・措置技術の開発**を検討
- ✓ **診断セットなど共通基盤データ**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**

7. おわりに

- ✓ 本日は、AI共同研究における診断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)

ご静聴ありがとうございました