橋梁診断支援 AI システムとインフラメンテナンスの効率化に向けた展望

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 主任研究員 森本 敏弘

1. はじめに

道路橋の老朽化が進む中，維持管理・更新コストを可能な限り抑制し，持続的にインフラ機能を確保していくことが重要であり，「第５次社会資本整備重点計画」[1] では，予防保全型インフラメンテナンスへの本格転換が掲げられている。

橋の長寿命化を進めるためには，適切なタイミングかつ適切な方法により予防保全対策を実施することが重要であるが，措置後の再劣化・早期劣化の事例も報告されており，橋の損傷のメカニズムに対応した診断の信頼性の向上が特に求められている。

一方で，国内の人口減少に伴うメンテナンスの担い手不足が懸念され，特に地方自治体では既に技術者不足の問題が生じている [2]。

国立研究開発法人土木研究所では，予防保全の推進や信頼性の高い診断の支援を目的として，熟練技術者の診断における知識や思考方法等を基に，橋梁の診断を支援する AI システムの開発（以下，「橋梁診断支援 AI システム」という）を，官民共同研究にて実施している。本稿では，この取り組みについて報告する。

なお，橋梁診断支援 AI システムは，損傷及びその原因を推定し，損傷の進行性等を踏まえ，次回点検までの措置の必要性や措置方針等の案を提示することを目的としたシステムであり，Ⅰ：健全，Ⅱ：予防保全段階，Ⅲ：早期措置段階，Ⅳ：緊急措置段階のいずれに該当するかを決める道路橋定期点検要領 [3] における健全性の診断を行うものではない。

2. AI を活用した点検，診断の支援技術の研究開発動向

メンテナンスの担い手不足は深刻な課題であり，今後も必要となるインフラメンテナンスを持続的に行うためには，従来のやり方にとらわれずさまざまな新技術も取り入れていく必要があると考えられる。インフラメンテナンスに関する技術としては，近年，点検や診断の支援技術の開発が注目されている。

国土交通省が公表する「点検支援技術性能カタログ」[4] には，2026 年 3 月時点で約 200 件の橋梁に関する技術が掲載されている。この中には，カメラやドローンにより撮影された画像からひびわれを自動検出し損傷図を作成する技術など，AI を活用した点検の支援技術も多数掲載されている。

また，前記のカタログに掲載されている技術以外にも，実証実験段階ではあるが，ドローンにより撮影した画像から AI を活用して鋼材の腐食検出と腐食による鋼材断面の欠損量の推定を行う技

術[5]が開発されている。

一方，診断の支援技術としては，コンクリート部材を対象に点検写真や諸元情報等から塩害，ASR 等の劣化要因や独自の指標に基づく健全度を判定するシステム[6]が開発・販売されているほか，実証実験段階ではあるが，損傷種別，損傷程度，橋梁諸元等から生成 AI を活用して橋梁の健全性や所見などの診断結果案の作成を行う技術[7]が開発されている。また，鋼橋 RC 床版の診断を支援するエキスパート AI システムの開発[8]も行われている。

このように，AI の活用により，点検調書の作成を効率化する技術や技術者の判断を支援する技術が開発されている。土木研究所では，こうした技術に活用，連携されることも見据えながら，橋梁診断支援 AI システムの開発を通じて，熟練技術者の診断における知識や思考方法の体系化を行っている。

3. 橋梁診断支援 AI システムの開発

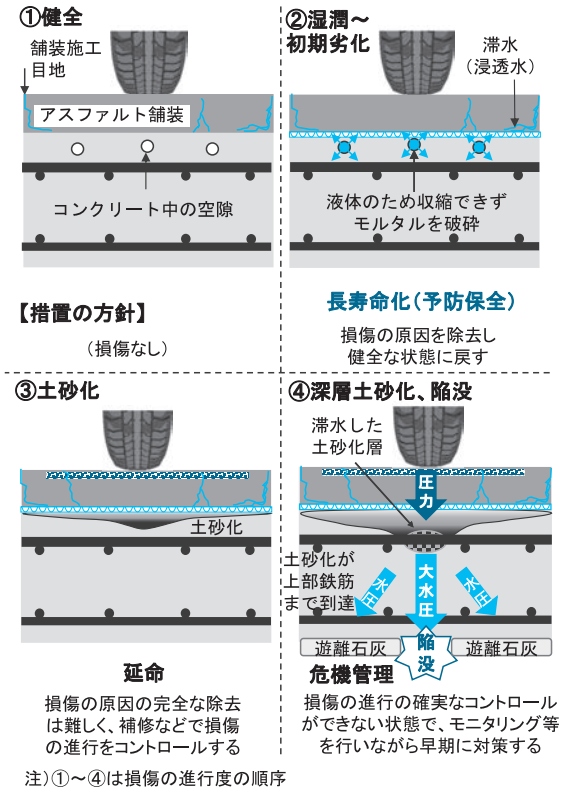
(1) 診断ロジックの体系化

橋梁診断支援 AI システムを構築するにあたっては，診断ロジックを体系化する必要がある。具体的には，橋に生じる損傷のメカニズムを明らかにし，そのメカニズムに応じて，点検で何をどの精度で検知し，何を根拠に損傷や原因の推定等を行い，どのような措置方針とするべきかなどを一連で整理することが重要となる。

本研究では，橋に生じる損傷のメカニズム・点検で取得すべき情報・詳細調査・診断の決め手となる情報・措置方針や工法例の一連の情報を「診断セット」と称して，体系的な整理を実施した。

診断セットでは，措置方針や工法例についても整理しており，診断に必要な詳細調査では，措置方針などを示すために必要な調査も含めている。損傷メカニズムの解明ができていない場合には，データから仮説を立てている。

また本研究では，熟練技術者の診断における知識や思考方法等をシステムに反映するため，土木



図－1 RC 床版の土砂化における診断セット（メカニズム）

表－1 RC 床版の土砂化における診断セット（点検，診断の着目点と措置の方針）

メカニズム	点検における着目点	診断に必須な詳細調査	診断の決め手となる情報	措置の方針	工法例
湿潤～初期劣化	・舗装の異常 ・床版下面，排水ます周辺からの漏水	・舗装下面の滞水	・舗装下の滞水，表層コンクリートの湿潤状態	長寿命化	床版防水工
土砂化	・床版下面，排水ます周辺からの漏水 ・舗装の異常箇所での土砂噴出	・舗装下面の滞水 ・土砂化深さ	・輪荷重による土砂化の進行 ・舗装の異常が発生している箇所で土砂が噴出	延命	床版防水工＋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
深層土砂化	同上	・外観で判別できない場合，削孔＋孔内の観察	・床版上側鉄筋程度までの深い土砂化	危機管理	床版部分打替え or 床版全面取替え

研究所及び官民の共同研究者からなる「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」において，複数の熟練技術者と議論を行い，経験に基づく暗黙知も含めて診断セットを作成している。

例として，RC 床版の土砂化における診断セットを図－1，表－1 に示す。例えば，図－1 に示す湿潤～初期劣化の段階であれば，表－1 に示す舗装下の滞水や表層コンクリートの湿潤状態を確認し，早期に原因を除去することで長寿命化を図ることができる，といった予防保全すべき段階を見極めるための情報も整理している。

⑵ 適用する AI

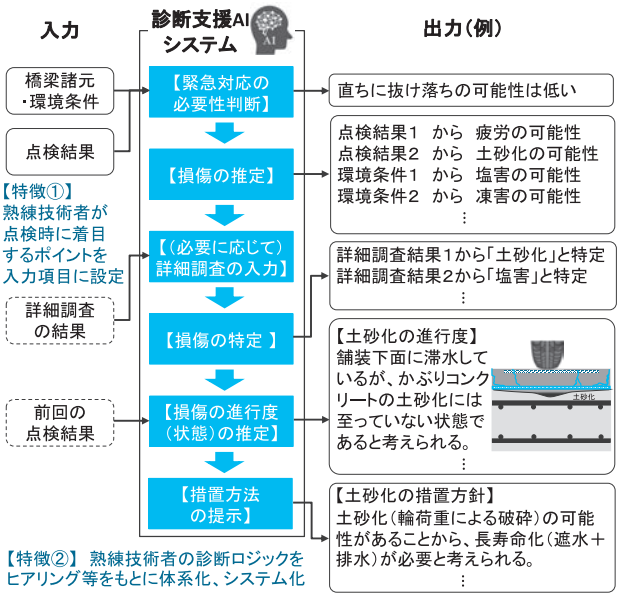
老朽化した道路橋の状態を把握し，適切な措置につなげるためには，説明可能な診断結果が出力される必要がある。そのため橋梁診断支援 AI システムでは，事前にプログラムした処理フローに沿って入力情報を処理するエキスパートシステムを採用し，熟練技術者の診断ロジック等を基に診断のフローチャートを作成してプログラムすることでシステムを構築している。

⑶ システムの概要

前述したとおり，橋梁診断支援 AI システムの開発にはエキスパートシステムを用いることとし，入力する橋梁諸元，環境条件，点検結果，詳細調査の結果，及び前回の点検結果から，緊急対応の必要性，疑いのある損傷の候補，詳細調査の結果も踏まえた損傷及び原因の特定，損傷の進行度（状態）の推定，及び措置方針といった情報を部材単位で出力するようにした。

なお，損傷の進行度の推定や措置方針の提案は，特定された損傷ごとに出力されるため，部材，損傷ごとの出力結果を基に，システムを使用する道路管理者等が当該道路橋における診断を行う必要がある。

橋梁診断支援 AI システムの構成イメージを図－2 に示す。システムにおける処理の分岐条件や入力項目は，診断セットが基となっている。入力

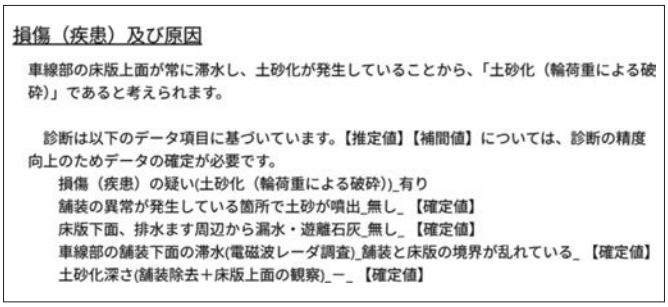


図－2 橋梁診断支援 AI システムの構成イメージ

部材・部位	変状（大分類）	変状（小分類）
橋面	舗装の異常有	①舗装の異常（はがれ、ポットホール、蜘蛛の巣状のひびわれ）
		②舗装の異常が発生している箇所で土砂が噴出
		③舗装の補修箇所の再劣化
	④電磁波レーダにより推定した舗装下の滞水 ※	
床版下面	格子状（亀甲上）のひびわれ無	⑤橋軸方向ひびわれ幅0.2mm以上
		⑥橋軸直角方向ひびわれ幅0.2mm以上
	格子状（亀甲上）のひびわれ有（幅0.2mm以上）	⑦複数の閉じたブロックを形成
		⑧格子の大きさが床版厚程度の箇所を複数確認
		⑨格子状（亀甲状）のひびわれに連続的な角欠け
		⑩角欠けが著しく、ある範囲で一体性を失っている
		⑪格子状（亀甲状）のひびわれから漏水・遊離石灰
		⑫床版土砂化が疑われる舗装の異常（くぼみ、土砂等の滲み出し）の直下で著しい漏水・遊離石灰または、連続的な角欠けを伴う格子状ひびわれから著しい漏水・遊離石灰

図－3 システムの入力項目の例（RC 床版）

項目には点検結果のほかに，竣工年や使用材料といった諸元情報，海岸からの距離や冬期平均最低気温といった環境条件も含む。図－3 に示す点検結果の入力項目には，熟練技術者が点検を行う際の着目点が反映されている。

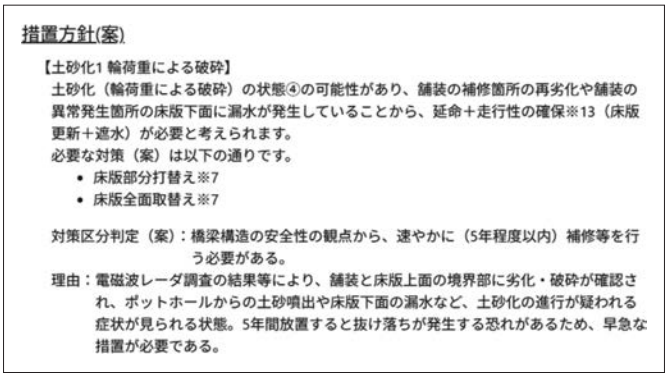

損傷（疾患）及び原因

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。

診断は以下のデータ項目に基づいています。【推定値】【補間値】については、診断の精度向上のためデータの確定が必要です。

損傷（疾患）の疑い(土砂化（輪荷重による破砕))_有り
舗装の異常が発生している箇所で土砂が噴出_無し_【確定値】
床版下面、排水ます周辺から漏水・遊離石灰_無し_【確定値】
車線部の舗装下面の滞水(電磁波レーダ調査)_舗装と床版の境界が乱れている_【確定値】
土砂化深さ(舗装除去＋床版上面の観察)_ー_【確定値】

図－4　システムの出力例（損傷及び原因の特定）


措置方針(案)

【土砂化1 輪荷重による破砕】
土砂化（輪荷重による破砕）の状態④の可能性があり、舗装の補修箇所の再劣化や舗装の異常発生箇所の床版下面に漏水が発生していることから、延命＋走行性の確保※13（床版更新＋遮水）が必要と考えられます。
必要な対策（案）は以下の通りです。

- 床版部分打替え※7
- 床版全面取替え※7

対策区分判定（案）：橋梁構造の安全性の観点から、速やかに（5年程度以内）補修等を行う必要がある。
理由：電磁波レーダ調査の結果等により、舗装と床版上面の境界部に劣化・破砕が確認され、ポットホールからの土砂噴出や床版下面の漏水など、土砂化の進行が疑われる症状が見られる状態。5年間放置すると抜け落ちが発生する恐れがあるため、早急な措置が必要である。

図－5　システムの出力例（措置方針（案））

システムの出力例を図－4，5に示す。例えば，損傷及び原因の特定の出力結果には，図－4のように根拠データについてもあわせて出力される。措置方針（案）の出力結果には，図－5のように措置の緊急度とその理由についても出力される。このように，システム利用者は診断に至った理由を把握することが可能である。

システムの妥当性等の確認を目的として，直轄管理橋梁の定期点検調書に記載の現況写真・損傷図・損傷写真を基にシステムで点検結果を入力し，点検調書に記載されている診断結果とシステムの出力結果を比較することでシステムの検証を行っている[9]。

また，多くの道路管理者や技術者，研究者等に利用してもらうことを目的に，検証作業を完了したRC床版の診断支援システムを土木研究所のWebサイト[10]にて公表している。

4.　おわりに

本研究では，熟練技術者の診断ロジックを体系化した診断セットを作成し，それに基づき説明性が確保された橋梁診断支援AIシステムを構築した。また，システムの検証作業が完了したRC床版の診断支援システムを公表している。

今後，RC床版以外の部材についてもシステムの検証等を進め，公表する対象部材を拡張していく予定である。ぜひ，読者の皆さまも橋梁診断支援AIシステムをダウンロードしてご利用いただきたい。

橋梁診断支援AIシステムは，損傷の推定やその進行度の推定，次回点検までの措置の必要性や措置方針等の提案を出力するものであり，システムの入力項目には熟練技術者が点検を行う際の着目点が反映されている。本システム及び診断セットが，第2章で紹介した点検，診断の支援技術に活用，連携されることでインフラメンテナンスの効率化に貢献できるものと考えられる。

今後の課題としては，部材単位だけでなく橋としての診断の支援技術の開発があげられる。令和6年3月に改定された道路橋定期点検要領[3]では，道路橋の状態の把握に際して，定期点検時点における耐荷性能，耐久性能，その他の使用目的

との適合性の充足に関する評価に必要と考えられる情報を収集する必要があることが規定されている。また付録の様式では，活荷重や地震といった状況に対して，橋，上部構造，下部構造，上下部接続部等がどのような状態となる可能性があるのかを推定することとされている。

これらの検討のためには，例えば，デジタルツイン上で個別の道路橋を取り巻く状況に対して，どのような状態となる可能性があるかを推定するといったことも考えられ，診断の信頼性向上に向けて，今後も研究を進めていきたい。

謝　辞

本研究は，「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」の成果の一部である。

【参考文献】

1）　国土交通省：第5次社会資本整備重点計画，pp.41～42，令和3年5月閣議決定
2）　国土交通省道路局：道路メンテナンス年報（令和6年度），p.90，2025.8
3）　国土交通省道路局：道路橋定期点検要領，2024.3
4）　国土交通省道路局：点検支援技術性能カタログ（橋梁・トンネル），2026.3
5）　日本電信電話株式会社，株式会社NTT e-Drone Technology，熊谷市：社会インフラの点検DXに向け画像認識AIで鋼材の腐食深さ推定を可能とする技術の実証実験を開始 ～ドローンと画像認識AIの組み合わせにより道路橋の点検作業効率化，維持管理コストの縮減を実現～，2024.10
https://group.ntt/jp/newsrelease/2024/10/03/241003a.html
6）　株式会社日本海コンサルタント：AI橋梁診断支援システム　AI Bridge Diagnostic System Dr.Bridge，
https://www.dr-bridge.ai/index.html
7）　NTTコムウェア株式会社，国立大学法人長崎大学，株式会社溝田設計事務所，公益財団法人長崎県建設技術研究センター：産官学連携で生成AIを活用した持続可能な橋梁管理の実現へ ～診断業務効率化や技術継承を実現する橋梁診断支援AIの実証実施～，2025.5
https://www.nttcom.co.jp/news/pr25052201.html
8）　杉崎光一，猪村元，蓑田玲緒奈，安川義行，川上裕人，東田典雅，末光功治：鋼橋RC床版の診断支援を目的としたエキスパートAIシステムの開発，AI・データサイエンス論文集，6巻（2025）3号，pp.509～520
9）　石田雅博，澤田守，森本敏弘：道路橋メンテナンスの担い手不足に対応する診断支援AIシステムの開発，土木技術資料，第67巻，第1号，2025
10）　国立研究開発法人土木研究所：橋梁診断支援AIシステムの概要
https://www.pwri.go.jp/caesar/activity/research/40-diagnosis-support-technology/ai-system.html