

AI 橋梁診断支援システムの運用に基づく評価と課題

(株) 日本海コンサルタント 正会員 ○中野 祐希 町口 敦志
(株) 日本海コンサルタント 非会員 浦田 孔二

1. はじめに

今日、インフラの老朽化問題等から効率的で効果的な維持管理(点検・補修等)が求められており、AI(人工知能)を含む ICT 技術を活用した建設現場の生産性向上が推進されている。著者らは、ディープラーニング(深層学習)を用いて、橋梁等の部材の劣化要因や健全度を機械的に判定できるクラウド型 AI 橋梁診断支援システム¹⁾(以下、AI 診断システム)を開発・運用(2020 年 6 月～)し、複数の自治体の橋梁点検業務にて使用されている。AI 診断システムは、橋梁のコンクリート部材の写真及び諸元情報等から劣化要因(7 区分:ASR・塩害・中性化・凍害・収縮系・豆板系・健全)と健全度(5 区分、表-1)を自動的に判定する。また、調書作成支援機能により、国土交通省が定める道路橋定期点検要領の様式を自動で出力できる。

一方で、昨今の自治体の財政状況や管理橋梁数の多さ、点検技術者の不足等から、点検コスト縮減・省人化は大きな課題といえる。点検コストの縮減方法の 1 つとして、点検の仕様の簡略化があるが、著者らは、従来の点検から AI 診断システムを活用した簡易点検(以下、AI 簡易点検)によりコスト縮減と省人化の方法(点検 DX:デジタルトランスフォーメーション)を検討し²⁾、AI 簡易点検は、現在、複数の自治体で導入・運用されている。対して、点検への AI の活用実績は少しずつ増えてはいるものの、実績に基づく論文は比較的少ないといえる。本研究では、AI 診断システムの運用事例に基づき評価し、その効果や今後の課題を考察する。

2. 研究の方法

(1) AI 診断の精度検証の事例

本検証では、劣化要因と健全度について、AI の診断結果(システム出力)と技術者の診断結果(システムに登録された「技術者診断結果」)を比較し、AI の正答率を算出する。検証データは、クラウド上のデータのうち、詳細な確認(有資格者による診断の実施等)ができた道路管理者(東北、関東、北陸地方の計 12 機関分)の診断写真 584 枚(292 橋)を使用する³⁾。なお、この 584 枚は限定的なデータのため、より広く多くのデータで検証する必要がある。

表-1 健全度の定義

健全性※	対策区分※	健全度	概念	
I	A	5	補修不要	
	B	4	状況に応じて補修必要	
II	C1	3	補修必要	予防保全
III	C2	2		事後保全
IV	E1・E2	1		緊急対応

※健全性・対策区分:一般的な関係性

(2) システムの性能評価(ユーザビリティ等)

システムの利便性向上を目的にシステムの性能を評価し、改良時の検討課題を確認する。システムの性能評価は、AI 診断システムを導入し、運用している自治体及び点検会社等からの問合せやヒアリング結果をもとに、システムに関する課題と対策(ユーザビリティ等)について整理する。

(3) AI 簡易点検の経済的効果の試算

AI 簡易点検とは、従来の詳細な点検調書を一部簡略化(損傷図等)した上で、AI による診断及び調書自動作成により、コスト縮減(点検の省力化・省人化)と品質確保の両立を目的とするものである。なお、点検仕様の簡略化に伴う各種リスクの低減を図るため、AI 簡易点検の対象橋梁は、国土交通省の「特定溝橋の参考資料」⁴⁾を参考とし、単純構造の小規模橋梁等に限定し選定している。本項では、AI 簡易点検を導入した自治体(例:管理橋梁数 1000 橋、AI 簡易点検対象橋梁 400 橋)を想定し、経済的効果(AI 簡易点検の点検費用/従来点検の点検費用)を試算する。

3. 研究の結果

(1) AI 診断の精度検証の事例

AI 診断と技術者診断の検証結果(健全度・劣化要因)を表-2、3 に示す。検証結果は、AI 診断と技術者診断をマトリクスで表示し、各々が合致するものを正答とし、集計した。本研究での写真は、比較的健全な写真が多く、劣化要因では、収縮系と中性化が多い傾向にある点に留意する必要がある。

健全度の検証結果では、不正答の 75 枚に対し、安全側(AI の方が不健全側の判定)に間違えた数は 59 枚(78.7%)となり、AI は開発当時に期待した結果となっていることを確認した。健全度毎の正答率では、不健全の方が間違える

キーワード: AI (ディープラーニング)、橋梁 (コンクリート部材)、劣化要因判定、健全度判定、運用、評価
連絡先: 〒921-8042 石川県金沢市泉本町 2 丁目 126 番地 (株) 日本海コンサルタント TEL 076-243-8258

傾向にある。間違えた写真を確認すると、不健全な方が損傷規模や形状の種類が多様であり、間違いやすい傾向にあると考えられた。このことから、不健全な写真はAI診断の学習データ収集の観点からは重要と考えられる。

次に劣化要因の検証結果では、中性化と豆板系、ASRと収縮系で間違えている傾向にある。これは損傷の形状が似ているためと考えられる。また、健全部を収縮系に間違えている場合があるが、部材表面の影や漏水等による汚れの映り込みによるAIの誤認識が大半であった。

なお、健全度の正答率は87.2%、劣化要因の正答率は82.5%であった。これは、開発時⁵⁾に算出した正答率(健全度84.4%、劣化要因90.8%)と概ね同等と考えられた。

(2) システムの性能評価（ユーザビリティ等）

システムの性能評価結果(主なユーザヒアリング結果・問合せ内容:自治体担当者・点検会社)を表-4に示す。誤入力、システムの使いづらさ、AIの誤診断、不具合等が確認された。ヒアリング結果を受けて、システム改良やマニュアル等の改訂、ユーザへの個別説明会を実施し、ユーザビリティ等の改善を図っている。なお、AIの誤診断について、前述の通り、AI診断10～20%程度は間違えるため、現状では、点検責任者(人)がAI診断をガイドに診断結果を確認することが望ましいと考える。

(3) AI簡易点検の経済的効果の試算

想定自治体における従来点検とAI簡易点検の点検費用の比較を表-5に示す。積算条件として、対象橋梁は橋長5m未満のRC床版橋・溝橋(400橋)と仮定し試算した結果、従来点検に比べ、AI簡易点検は約35%の経済的効果を期待できると考えられた。ただし、この効果は従来点検の仕様や費用によって異なる点に留意する必要がある。

4. おわりに

本論文では、AI診断システムの運用結果に基づき、評価を行い、課題を示した。AI診断の精度検証の結果、開発時の正答率と概ね同等であることを確認した。また、ユーザヒアリング等により、システムの性能評価の結果、入力方法の明確化等の課題が確認された。他にも、AI簡易点検の経済的効果を試算した結果、現場技術者の人工・単価の低減、調書数減・自動作成による省力化により、発注金額を従来の約65%に低減できると考えられた。

今後の課題として、クラウドによる学習データの増加・精度向上、PDCAサイクルによる継続的な改善(機能強化、ユーザビリティ向上)及び普及が考えられる。

表-2 AI診断と技術者診断の検証結果(健全度)

健全度 (正当: 509/584) 87.2%	AI診断						計	正答率
	5	4	3	2	1			
技術者診断	5	236	4	1	—	—	241	97.9%
	4	2	137	32	1	—	172	79.7%
	3	1	6	110	18	—	135	81.5%
	2	—	—	7	26	3	36	72.2%
	1	—	—	—	—	0	0	-
計	239	147	150	45	3	584	87.2%	

※表内の数字：診断データ数(赤字：正答数)

表-3 AI診断と技術者診断の検証結果(劣化要因)

劣化要因 (正当: 482/584) 82.5%	AI診断							計	正答率
	ASR	塩害	中性化	凍害	収縮系	豆板系	健全部		
技術者診断	ASR	18	—	—	4	—	—	22	81.8%
	塩害	—	8	3	1	—	—	12	66.7%
	中性化	—	—	86	3	1	—	90	95.6%
	凍害	—	—	2	15	—	—	17	88.2%
	収縮系	10	—	2	—	123	3	138	89.1%
	豆板系	—	—	4	—	2	47	53	88.7%
	健全部	—	—	1	—	43	4	185	79.4%
	適用外	1	—	7	—	1	10	19	0.0%
計	29	8	105	15	177	65	185	584	82.5%

※表内の数字：診断データ数(赤字：正答数)

※中性化：かぶり不足によるものを含む

表-4 システムの性能評価結果
(主なユーザヒアリング結果)

問題点	原因	対策案
誤入力	適用範囲・入力条件(損傷情報等)の不明確さ	入力方法明確化(画面等へのガイドの追加)
使いづらさ(診断写真・名称違い)	ブラウザ上での写真整理機能の不足 健全度の定義(名称)が異なる自治体有	機能強化(非表示機能・健全度名称変更機能等)
AIの誤診断	モデルの精度・適用範囲外・技術者の診断結果のバラつき	モデルの精度向上等
不具合	システムのバグ	保守(改良)

表-5 従来点検とAI簡易点検の点検費用の比較例

想定自治体 (対象:400橋と仮定)	従来点検 ※1	AI簡易点検 ※2	差額
点検単価(概算)	22万円	14.4万円	7.6万円
比率	1.00	0.65	0.35
点検費用(概算)	8800万円	5760万円	3040万円

※1:道路橋定期点検業務等積算基準(暫定版),国交省,2019.3

※2:著者らによる試算

謝辞 本論文は、国土交通省やISICOの助成制度⁵⁾の開発成果を基に作成しています。また、金沢大学(近田名誉教授)、BIPROGY(株)と共同研究・開発を行っており、多くの示唆や助言を頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 国土交通省新技術情報提供システム NETIS, Dr.Bridge 登録番号:HR-210002-A,登録年月日 2021.7.6
2) 町口敦志,水野英夫,他 5 名:七尾市における AI 橋梁診断支援システムを用いた簡易点検の導入,土木学会インフラメンテナンス実践研究論文集,1 巻 1 号 p.337-344,2022.3
3) AI 橋梁診断支援システム Dr.Bridge 利用規約
4) 国土交通省道路局国道・技術課:特定の条件を満足する溝橋の定期点検に関する参考資料, 2019.2
5) 株式会社日本海コンサルタント(喜多敏春・他 7 名)・金沢大学:平成 29・30 年度国土交通省建設技術開発費補助金総合研究報告書,課題名:AI 技術を活用した橋梁劣化要因・健全性判定支援システム, 2017-2018