

道路橋メンテナンスサイクルへの AI 導入に関する一考察

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○西川 和廣

はじめに

現時点において、道路橋維持管理に関わる技術者および技術力不足の解消が急がれているが、急速な若年生産力人口の減少が確定しているなかで、将来の担い手不足、技術継承の困難さを回避することの方がむしろ深刻な問題である。この問題に対処するために、AI すなわち人工知能の助けを借りることが早晚避けられないと考える。しかしながら、現在話題になっている AI 技術をどのような形で導入するのが適切であるのか、必ずしも明確でない。このたび業務として道路橋メンテナンスサイクルへの AI の導入に取り組むための検討で、いくつか気付いた点があるので、ここに記しておくことにしたい。

1. 点検—診断—措置—記録、それぞれの目的

図 1 に示すのは、点検、診断、措置、記録から成る、いわゆるメンテナンスサイクルである。改めてそれぞれの目的について考えてみると、**点検**は次の工程である**診断**が適切に行われるために必要な情報を提供することが目的である。そして**診断**は、措置を行う道路管理者に対し、適切な措置方法(処方)を示すことが目的である。さらに**措置**は予想されるリスクを低減あるいは除去することが目的であり、**記録**は、実施した措置について、診断結果とともに次回の定期点検時の比較対象とすることが目的である。

このように見ると、それぞれの工程は、次の工程が適切に行われることを目的としていることがわかる。

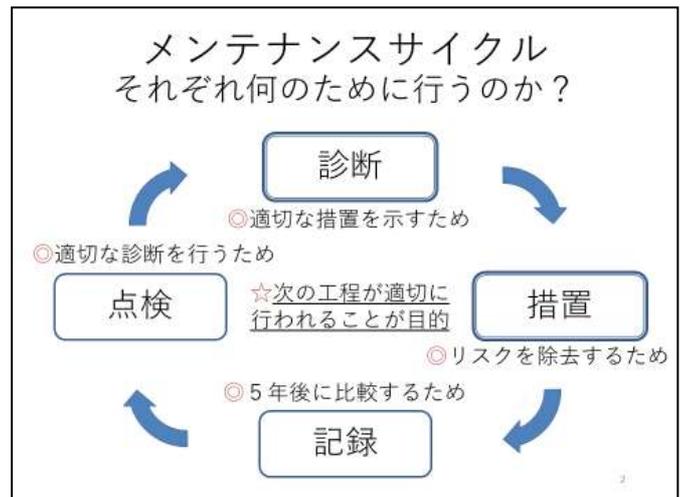


図 1 メンテナンスサイクル 各工程の目的

2. リクワイアメントは逆回り

点検業務への AI 導入において要求される精度、すなわちリクワイアメントの議論が盛んにおこなわれているが、たとえば点検にあっては、どんな情報をどのような精度で取得し整理して提供するかについては、後工程の診断から要求される。診断では処置を行う道路管理者から明確でわかりやすい説明と代替案が求められ、管理者は実施した措置に関する情報をカルテに記録し、次回の点検での比較のために残さなければならない。このように、それぞれの工程に対するリクワイアメントは後の工程から要求されることになり、右回りで表現されるメンテナンスサイクルに対し、リクワイアメントについては逆回りということになる。

3. 点検 AI は変状のスクリーニングで診断をアシスト

メンテナンスサイクルの中で AI を導入するとすれば、点検と診断の工程が有力である。中でも点検については、ロボットやドローンを用いて点検対象に接近、画像を取得して分析し、ひび割れなどの変状を認識する技術の検証が盛んに行われているが、それだけでは十分ではない。

道路橋の点検において AI に期待される機能としては、①要点検部位への誘導と Focusing、②画像等センサーによるデータの採取、③採取データの分析とスケッチを含む調書の作成、④前回点検データ等との比較等が考えられる。5年ごとの定期点検を中心としたメンテナンスサイクルにおいて、コストおよび労力の軽減のためのきわめて強力なツールである。しかし、点検の工程は判断の場ではなく、あくまでも診断の前段として見落としなく情報を採取して報告するのが役割であり、損傷の疑いのある変状のスクリーニングとして活用されるべきである。

キーワード 道路橋, メンテナンスサイクル, AI, 点検, 診断, 措置, 記録, 教師データ

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6

国立研究開発法人土木研究所 TEL 029-879-6701

4. 診断 AI には論理性が不可欠

診断 AI に要求される機能としては、①必要な詳細調査の指示、②損傷種類（病名）の特定、③損傷の進行度の推定、④原因の特定、⑤措置方法（処方）の提案、⑥措置の総合判定と説明が挙げられる。とくに⑤では、原因の除去方法（可能性）、損傷の進行制御方法（可能性）、補修工法（適用可能性、施工条件）、補修時期、危機管理の要否・方法、効果確認の方法等について示すことが求められよう。

また診断においては、管理者が適時・適切な措置の実施に踏み切るために、論理的かつ説得力を持った所見の提示が要求され、時には選択肢を示すことも求められる。したがって、診断に用いる AI システムは、診断プロセスにおけるロジックが明確で、診断結果とともにそのロジックが出力できるものでなければならない。いわゆるブラックボックス的なシステムは、医療に用いられる AI と同様、いかに的中率が高くても受け入れ難いであろう。したがって、診断 AI には、エキスパートシステムのような、あらかじめ様々な論理を学習させる方式が適していると考えられる。

5. メカニズム-点検-診断-措置のセット

診断では、点検情報からすべての損傷の可能性が列挙され、情報を追加するたびにあり得ない損傷が消去され、選択肢が絞り込まれることになると考えられる。医師が行う可能性の除却と同じプロセスである。帰納法的手法であるため、払拭できない可能性は決定的な情報が得られるまで消去されないため、危険側の誤診につながる確率を小さくできる。ただしそれが実現されるには、橋の病理学、（種々の疾病についてのメカニズムの解明を目的とした学問）に相当する部分がきわめて重要であり、橋に生じるすべての不都合（損傷だけでなく）についてのメカニズムの解明がなされている必要がある。

数多くある損傷それぞれに対し、適用できる措置すなわち処方の種類はそれほど多くない。放置、経過観察、予防的補修、簡易な補修、大規模補修、取り替え等への振り分けと、具体的な工法を示すのが診断における重要な仕事の一つであり、そのためには診断に必要な十分な点検データが得られていなければならない。

以上のように、損傷の種類毎にそのメカニズムの解明と、それに応じた点検項目、診断における決め手となる情報、措置における選択条件等の一連のセットが教師データとして用意されなければならないことがわかる。

5. メンテナンスサイクルに必要な周辺技術

図2に点検・診断 AI の見取り図、すなわちメンテナンスサイクルにおける各工程に必要とされる周辺技術を示した。字数の都合で詳細な説明は省略するが、AI 導入の検討をきっかけに、やり残していたさまざまな周辺技術の研究開発の全体像が明確になったことが興味深い。

本来、すべてが解明されているのが理想であるが、それまで待っている猶予はない。ただし、当面の措置として、仮説でもかまわないのでどのように扱うのが意思決定され、共有されていれば、システムとしては運用可能である。そのためにも、教師データとなる情報の更新を担う責任ある組織を立ち上げ、継続的に運営することが必要である

おわりに

AI はあくまでも道具のひとつであり、最も適したものをいれればよい。その結果出来上がったものが最終的に AI とは呼べないものになったとしても、それ自体は問題ではない。とは言え単なるマニュアル類と異なり、業務に用いることで自ら学習し、より精緻なものに進化することが AI の真骨頂であり、次世代の担い手への技術継承ツールとして活用されることも期待している。

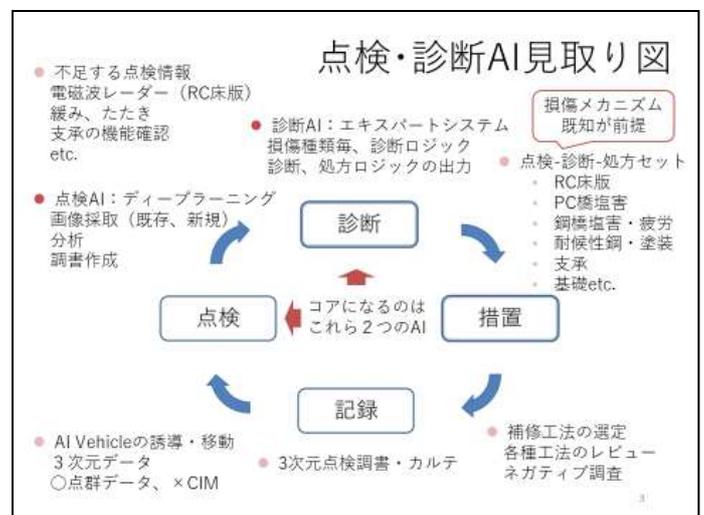


図2 点検・診断 AI の見取り図