

AI の活用による道路構造物点検判定評価の精度向上について

西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 鈴木 正範
西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 ○田中 修平
日本電気 三上 伸弘

1. はじめに

平成 29 年度及び 30 年度に、構造物の損傷判定の適正化、点検記録の統計的解析等について研究を行った途中経過について、土木学会で報告を行った。この報告では、日本電気㈱が保有する AI 技術（異種混合学習技術）を使用して点検技術者の判定思考を高い確率で再現できること、判定区分を推定する過程で劣化要因の抽出が可能であることを報告し、今後、判定推定モデルを精緻化し、劣化要因の抽出、劣化予測まで進めていく必要があるとした。

その後のインフラ維持管理は、さらなる構造物老朽化進行と、補強・補修の追い付かない状況や、維持管理に関わる技術者の大幅確保に至っていない状況から、より効率化が必要になっていると思われる。今後は、点検支援技術の導入、点検 DX 化を推進する必要がある。本論文は、AI 技術を活用することで、これまで培ってきた点検の高い技術力を保持しつつ、DX 社会に適応する点検判定技術が構築できると考えているので報告する。

2. 点検結果の判定・評価の課題と判定のモデル化

コンクリート構造物の健全性に影響を与えるものとして、ひび割れ・浮き・はく離、鉄筋腐食等の変状がある。変状は 3～6 段階の区分で示される。健全性は、これらの変状を考慮して 4 段階で評価しているが、これらの判定・評価には、次に示す課題あることをこれまでの報告で行ってきた。

- ① 判定は、整備された見本等を見て、定性的に行うため、評価の差（閾値）がわかりにくい。
- ② 評価の差判断は、点検技術者の知識・経験等をもって行うため、個人差が生じる。
- ③ 点検技術者の判断に差があると、経年的な変化を正確に迎れなく、健全性評価が困難になる。

これまでの点検データ分析と AI の学習で、判定のモデル化を行い、モデルを用いて新たに点検の判定を推定することが可能であることがわかっている。なお、その時の再現性（モデルと判定者の正誤差）は約 9 割であった。判定のモデルは、点検技術者の経験知が反映されていること、経験知は定量的なものが多いこと等は、これまで確認できている。従って、これまで作成してきたモデルを使用すれば、点検結果の判定・評価精度の向上と効率化なると考え、活用を図るため「実用版モデル」の作成、構築を進めることとした。

3. AI 技術による点検データ分析

点検データを分析モデル化するにあたり、点検技術者が持つ経験知（暗黙知）について、収集した点検データから確認できたものを示す。図-1 は、異なる環境にある 2 地区の鋼橋コンクリート床版のはく離データ数と面積の関係である。変状は 3 段階で、B 判定は最も軽微なもの、A2 判定がそれより悪く、A1 判定は速やかな補修が必要なものである。図では B 判定⇒A2 判定、A2 判定⇒A1 判定に変わる境界で面積が減少し、数量的な連続性が見られない。（○印で囲った箇所）面積の増加と変状評価が連動していない状況は、他の地区や他橋種でも表れた。

分析はこの不連動性が点検技術者の経験知によるものと考えて進ていった。分析に使用した AI は、これまでと同様「異種混合学習技術」を用いた。これは、結果の説明性に優れている特徴がある。

分析の過程は省略するが、コン

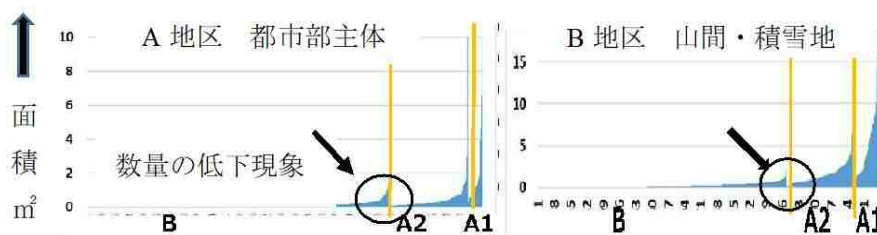


図-1 はく離の変状分布 鋼橋コンクリート床版

キーワード AI 分析 構造物点検判定支援 異種混合学習技術

連絡先 〒733-0037 広島市西区西観音町 2 丁目 1 西日本高速道路エンジニアリング中国㈱ TEL 082-532-1435

クリート剥離を分析した結果を図-2に示す。分析には約3800データを用いた。判定に大きく影響している要素は数量（面積）であるが、はく離以外の変状が重複してする場合、数量が少なくてもA2と判定する場合があった。①に示すように重複損傷がない場合の方が数量が多くてもB判定であった。

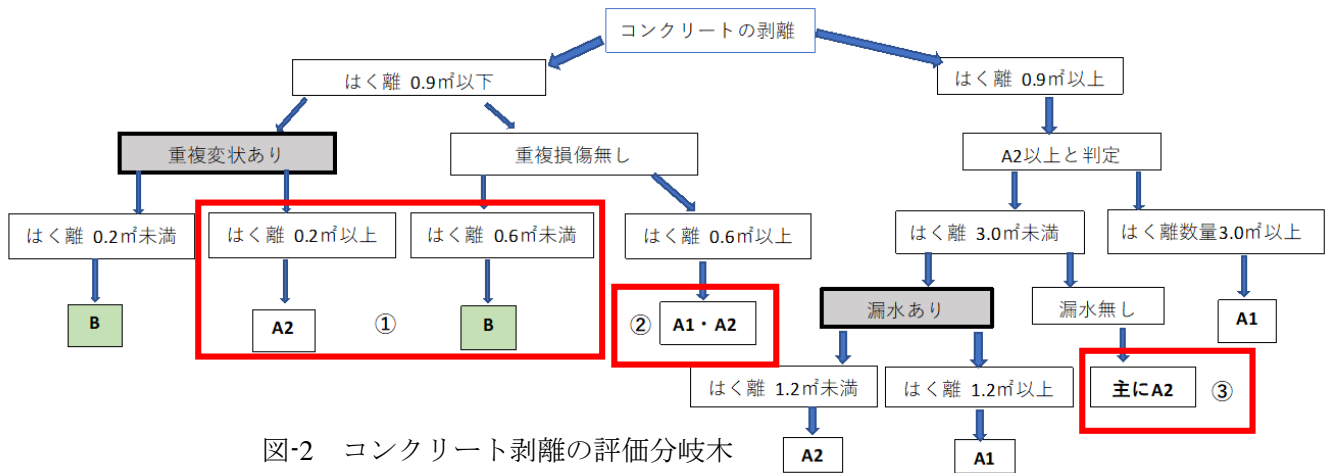


図-2 コンクリート剥離の評価分岐木

②や③に示す場合は、さらにA1判定とA2判定を区別する必要があり、判定を分ける要素として影響が大きいものには、表-1に示す変状種類以外の情報もあった。

表-1 点検判定に影響を与える要素

この要素が点検技術者の経験知であり、判定・評価の精度向上には、このような影響が強い要素見つけて分析に使用する変数とする必要があることが判明した。剥離の判定では、数量、鉄筋露出、第三者被害影響等で強かった。

A2以上の判定に影響が大	A1判定に影響が大
第三者被害影響あり	鉄筋露出あり
はく落防止なし	重複損傷あり
数量(はく離面積)	第三者被害影響あり
	浮きでない
	床版張出部以外で発生
	数量(はく離面積)

健全性評価の分析は、健全性IVの事例がないためコンクリート床版の健全性III以下で行った。データ数は、約3000である。表-2は、AI分析が出した健全性評価IIIの影響要素である。漏水・浮き、施工継目等の影響が高くなっている。漏水が高いのは、高速道路の凍結防止剤散布を点検技術者が考慮しているからと考える。2方向ひび割れも影響度がやや高い。AIを使用した変状及び健全性の推定結果を、点検技術者が行った結果と比較すると約60%~85%で一致した。一致率が低い推定は、学習サンプルが少ない場合の部位、健全度評価値の場合が多く、サンプル数の増加が必要と考える。

表-2 健全度に影響を与える要素

4. 考察

AI分析モデルは、図-2、表-2に示すように点検技術者の経験値や判定理由を分岐木又は影響度として示すことが可能であった。さらに約60%~85%の高い精度の推定が得られた。今後精度向上を図るにはAIが学習する点検データを追加する必要があるが、AIを活用した判定モデルは、実用化できる段階まできたと判断し、点検判定支援システムとして使用することとした。

健全度IIIの判定への影響度(%)	
鉄筋の腐食・露出数量	50
漏水数量	~75
浮きの数	~40
施工継ぎ目あり	~60
全損傷数	~10
ひび割れの延長	~5
2方向ひび割れの数	~20

5. まとめ

より多くの定量的データが取得できれば、さらに高い精度で点検技術者の経験知の再現が可能であると考えられるが、経験値には個人的な差があり、全ての反映は必要無いと考える。将来的には、AI分析による分析、判定、評価の結果を反映して、定量的判定値の整備により精度向上を図る取組が不可欠と考える。

西日本高速道路では、R3年度からAIによる点検判定支援システムの試行稼働を開始し、点検の効率化、高度化に努めている。今後は、対象部位の追加、精度向上等に努めていく予定である。