

機械学習を用いた橋梁形式選定手法の提案

(一財) 国土技術研究センター 正会員 ○松田 信彦
(一財) 国土技術研究センター 正会員 高森 博之

1. はじめに

近年、少子高齢化により建設産業の就労者数の急激な低下が懸念されており、建設現場ではプレキャスト部材などを適正に活用して生産性を向上させる必要がある。図-1は予備設計段階（一次、二次選定）の橋梁選定評価の平均配点比率であるが、経済性評価のウェイトは全体の54%を占めており、予備設計段階でプレキャストが選定されない主な要因となっている。本研究は、過去の橋梁予備設計評価データを機械学習（人工知能）に学習させて、3種類の橋梁形式（プレキャスト、場所打ち、鋼橋）に分類するAI選定ツールを作成した。また、橋梁形式を決める評価項目の有益性について評価し、AI選定ツールの活用方法を提案する。なお、この選定ツールは人に代わってAIが選定するものではなく、ガイドライン¹⁾や活用事例集²⁾等と同様に、プレキャストコンクリートを活用するための裏付け資料として使用することを目的としている。

2. 分析方法

1) 学習データ

使用したデータは、橋梁予備設計業務（一次、二次選定）で、設計会社が評価した歩道橋を除く147橋梁の評価結果を用いた。橋梁形式の内訳は、プレキャスト60件、現場打ち27件、鋼橋60件である。表-1は学習データの種類と項目名を示した表である。総合評価と詳細評価の学習データは、最高点から配点を推定して正規化している。詳細評価は統一されていないため、使用頻度の高い評価項目を選んでいる。評価に使用されていない空欄の評価項目は、評価点の平均値を入れて用いた。図-2は正規化した総合評価の比較である。現場打ちの評価は施工性を除いて高い。

2) アルゴリズム（分析手法）

分類精度を比較するために、次に示す4種類の教師あり機械学習のアルゴリズムを用いた。

①Decision Tree、②Random Forest、③Support Vector Machine、④Neural Network

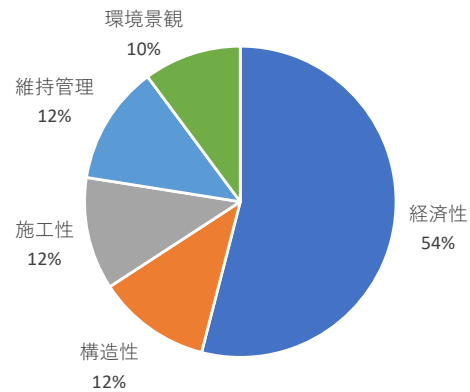


図-1 橋梁選定評価の平均配点比率

表-1 学習データ

種類	項目名
構造形式	プレキャスト、現場打ち、鋼橋
橋梁寸法	橋長、有効幅員、径間数、平均支間長、最大支間長、桁高
総合評価	経済性、構造性、施工性、維持管理、環境景観
詳細評価	信頼性、耐久性、上部工重量、耐震性、走行性、工期、品質管理、難易度、施工ヤード、対策工の多少、交差近接物件への影響、点検難易度、補修難易度、点検部材数、付属物数、再塗装、騒音振動、周辺環境の変化、圧迫感、閉塞感、色彩

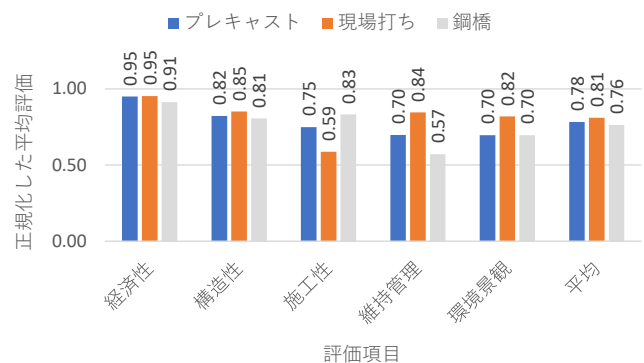


図-2 橋梁形式別の総合評価比較

キーワード 人工知能, 機械学習, プレキャストコンクリート, 生産性向上, 橋梁形式選定

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-12-1 (一財) 国土技術研究センター TEL 03-4519-5005

3) 分析ソフト

分析に使用したソフトはOrange (Ver3.0) である。Orange³⁾はオープンソースのデータ視覚化、機械学習、データマイニング用ツールキットである。

3. 分析結果

1) 予測結果

過去の橋梁予備設計評価データから 80%を学習用、20%をテスト用にランダムに抽出し、テストを 20 回繰り返してアルゴリズムの分類精度を確認した。表-2 は 4 種類のアプローチの適合率 (Precision) を比較したものである。適合率とは予測結果のうち正しく予測できた割合である。表中の適合率が高いものを太字にしている。適合率の全体平均が最も高い Random Forest は 90%近い適合率であり、AI 選定ツールとして活用できることが確認された。AI 選定ツールは過去の評価を学習データに使用しており、その選定結果は実績のある過去の評価と言い換えることができる。

2) 評価項目と情報利得

表-3 は評価項目が分岐条件として有益なのかを情報利得⁴⁾ (Information gain) を用いて示したものである。情報利得が大きいほど有益な分岐条件である。表中の※印の項目は総合評価項目であるが、経済性の情報利得は低い。これは、学習データに経済性評価の差が小さい二次選定データが含まれているためである。評価項目を選択する際に情報利得を考慮すれば、現場条件に適した構造形式を的確に選定することができる。

3) AI 選定ツールの活用

図-3 は橋梁形式選定フロー¹⁾から、一次選定と二次選定を抜粋したものである。橋梁予備設計の「一次比較案の評価」では、情報利得を考慮した評価項目を使用する。また、「一次比較案の評価」と同じ評価項目と評価点を、AI 選定ツールに入力する。「プレキャスト化の可能性検討」では「二次比較案の選定」の結果と AI 選定結果の比較により選定評価の信頼性が向上し、プレキャスト部材の活用が更に進むことが期待できる。

4. おわりに

本研究は、橋梁形式を分類する AI 選定ツールを作成し分類精度を確認した。評価項目の有益性を情報利得で評価し、AI 選定ツールの活用方法を提案した。

参考文献

- 1) 橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会：コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン、p.5、平成 30 年 6 月
- 2) 北陸地方整備局：北陸地方のプレキャストコンクリート製品活用事例、平成 31 年 3 月
- 3) orange : <https://orangedatamining.com/>
- 4) 塚本邦尊、山田典一、大澤文孝：データサイエンティスト育成講座、マイナビ出版、2019

表-2 機械学習の適合率比較

Model	適合率			
	全体平均	プレキャスト	現場打ち	鋼橋
Decision Tree	0.842	0.774	0.842	0.910
Random Forest	0.885	0.831	0.938	0.911
SVM	0.842	0.785	0.778	0.931
Neural Network	0.884	0.866	0.805	0.941

表-3 評価項目と情報利得

Rank	評価項目	Info. gain
1	色彩	0.59596
2	再塗装	0.29604
※ 3	維持管理	0.27567
4	付属物数	0.26281
5	騒音振動	0.24999
6	工期	0.22411
7	圧迫感	0.22328
※ 8	施工性	0.21645
9	点検部材数	0.18029
10	桁高 (m)	0.16714
11	最大支間長 (m)	0.15403
12	平均支間長 (m)	0.15157
※ 13	環境景観	0.14920
※ 14	構造的	0.13405
15	品質管理	0.13061
16	閉塞感	0.13059
17	点検難易度	0.12053
18	補修難易度	0.11552
19	対策工の多少	0.10900
20	耐久性	0.09534
21	交差近接物件への影響	0.09081
22	径間数	0.08388
23	信頼性	0.07588
※ 24	経済性	0.07288
25	上部工重量	0.07161
26	施工ヤード	0.05986
27	難易度	0.05369
28	耐震性	0.04088
29	周辺環境の変化	0.03534
30	橋長 (m)	0.02349
31	有効幅員 (m)	0.01996
32	走行性	0.00893

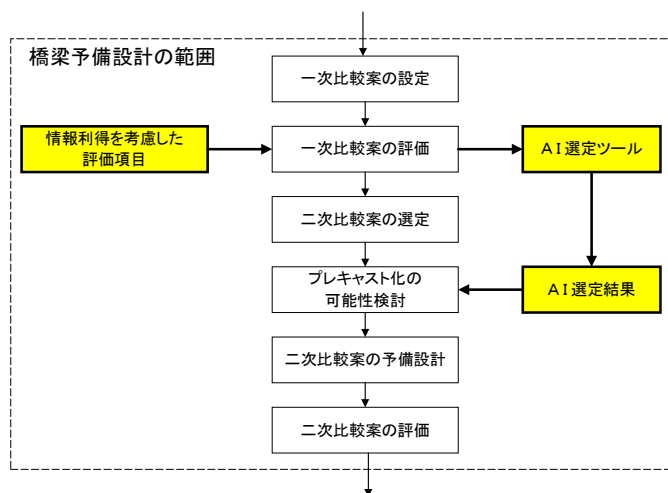


図-3 AI 選定ツールの活用