道路構造物の損傷判定適正化に向けた統計的手法の検討

西日本高速道路エンジニアリング中国　　正会員　○鈴木　正範

1. 目的

近年、老朽化した道路構造物に向けた点検、診断、補修が、管理の現場では大きなテーマとなっている。背景としては、供用後 50 年以上になる各種社会インフラの増加への危機感がある。

平成 27 年度国土交通省がまとめた道路橋の点検結果では、橋梁健全性診断で、レベルⅣ（緊急措置段階）の橋梁が 141 橋あり、使用禁止、通行制限、補強等の措置が取られている。点検が 5 年ごとに行われることとなったことで、発生する情報は膨大なものになってきている。今後は、この膨大な点検データを効率的に、適正に処理し、確実な補修等にしていくことが重要となってくる。

本報告では、点検結果の適正な判定に向けた取り組みについて報告するものである。

2. 道路構造物点検の課題

点検の作業は外業と内業に分かれる。外業は、道路構造物の構造、場所の環境、使用履歴等を考慮しながら、目視、触診、打音等で部材の異常見つけて記録していく。必要に応じて、塩分量、中性化深さ、鉄筋腐食調査等を行う。内業では、点検結果より損傷度判定や健全性評価を行う。これらの課題等を次に示す。

①外業　　構造上点検困難な橋梁桁端部狭隘個所や点検機械が届きにくいトラス構造等が存在。降雨直後に合わせた漏水の確認、打音で確認するコンクリートの浮き等、的確な状況把握が困難な事象がある。

②内業　　点検技術者の知識、経験等の蓄積の差が、判定結果に影響する。近年は、対策として点検資格制度の整備が進んでいる。しかし、判定結果に点検技術者の個人差が現れる可能性がある。

③評価　　評価、判定は、見本となる損傷等と比較して定性的に行う場合が多い。個々の損傷を定量的に評価していない。評価の閾値が見えにくい。

3. 損傷判定の適正化に向けた検討

高速道路会社の損傷度判定指標は、高い順にＡＡ、Ａ1、Ａ2、Ｂ、Ｃの 5 段階である。第三者に被害の影響がある場合は、別途その旨の記号を付与している。健全度についても、5 段階で評価している。ただし、国土交通省に報告する際には、4 段階評価に修正している。

点検結果の適正な判定に向けた取り組みとして、内業における点検技術者の個人差解消の検討を進めてきた。手法として、「統計的解析技術」を用いて点検記録と健全度の関連性をモデル化し、健全度の自動推定を試みた。図 1 に検証イメージを示す。計算機がどの項目を重要視している指標であるかを算出できるランダムフォレストを用いた。[1]

点検技術者、点検地区が異なる 10 橋の点検データを用いて再現を行ったが、結果は約 7 割程度の精度であった。使用したモデルは 10 橋全体で作成した単一モデルであったため、再現精度が高いグループと、低いグループに分かれた。

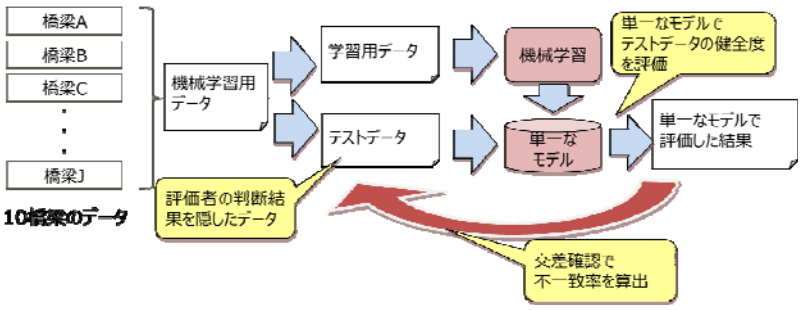

図 1　計算機検証イメージ

次に両グループごとにモデル化した結果、再現精度は 8 割に上がった。

同じような判断基準に従った群れを集めた結果であるので、さらに橋梁数を増加しグループ細分化を行い検証した。グループ細分化は、統計的解析技術の一つである異種混合学習技術を使用した。[2]

キーワード　　コンクリート構造物、健全度推定、点検データ、統計的手法

連絡先　〒733-0037　広島市西区西観音町 2-1　西日本高速道路エンジニアリング中国㈱　TEL082-532-1435

モデルの例を図 2 に示す。

異種混合学習の再現精度は 9 割以上に向上し、モデルの細分化が有効であることが確認できた。

4.自動推定の分析と課題

図 3 は、コンクリートはく離面積と技術者の健全度判定結果の関係を示す。橋梁ごとのはく離面積と健全度Ⅲ、Ⅳの相関性は弱く、逆転現象が発生していた。

図 4 は健全度の自動推定図（青棒）と、点検技術者の判定結果（赤線）を表す。機械判定は、健全度Ⅱで点検技術者判定よりも高く、健全度Ⅲ、Ⅳでは低く推定しいた。この原因は、コンクリートの浮き、はく離、漏水、鉄筋腐食等のように同一箇所で複合的に発生している損傷も、個別記録として登録されるため、総合的判断ができていないこと、第三者被害の影響等の多面的視点の判断が反映できていないこと等が考えられる。

5. まとめ

判定再現作業の検証で自動推定の実用性が高いと判断入したが、再現精度向上には入力データの内容につ

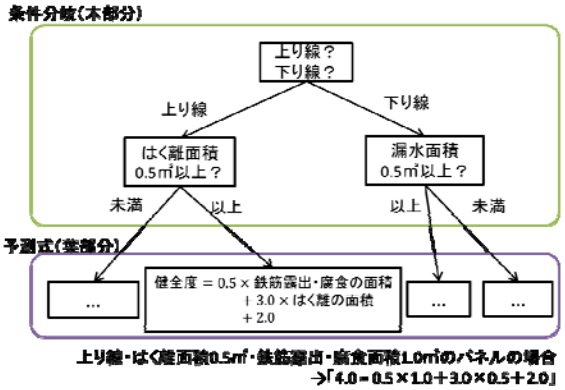

図 2　異種混合学習技術が出力する数理モデル

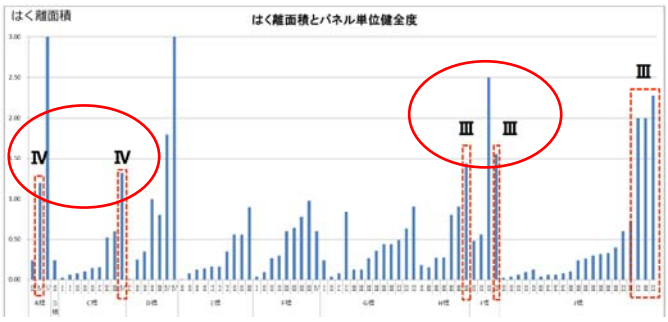

図 3　コンクリートはく離面積と健全度の関係

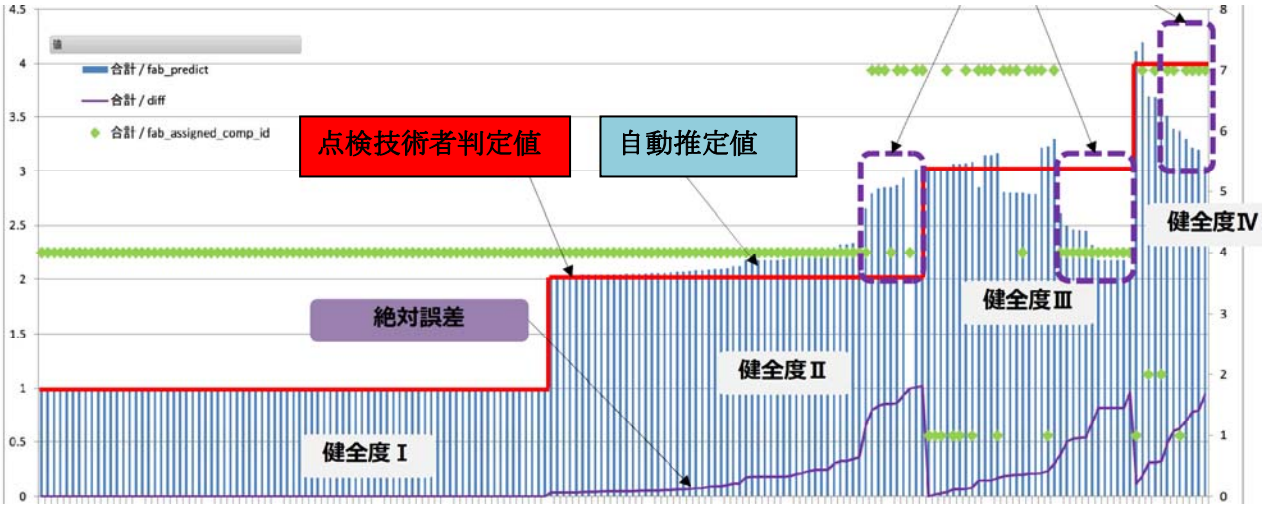

図 4　健全度の点検技術者判定値と自動推定値の関係

いて更なる検討が必要である。さらに健全度評価の再現精度向上には、基礎となる個別損傷判定の精緻化も必要である。あらゆる点検主体で活用可能にするために、点検条件が異なる多くのデータ量を追加し異種混合学習技術による数理モデルの細分化を進めていく必要がある。

本検討は、高齢化等で減少していく熟練技術者の知見を残す目的で始めたが、老朽化する道路構造物の膨大な点検データから損傷度、健全性等を判定する有効な手段となると考える。

参考文献

[1]横山和昭、伊藤一弘、鈴木正範、楠橋康広、渡辺　勇、千田栄子、蔦谷雄一　道路橋床版の健全度評価における点検データを用いた統計的手法の検討、土木学会第 70 回年次学術講演会、2015 年 9 月

[2]十川泰弘、鈴木正範、三上伸弘、飯塚光正　点検記録の統計的解析による床版健全度判定の支援に向けた検討、土木学会第 71 回年次学術講演会、2016 年 9 月