

データ活用による インフラメンテナンス

長井 宏平 | 北海道大学 大学院工学研究院 教授

1 ライルサイクルマネジメントの難しさ

構造物の維持管理の考え方の一つにライフサイクルマネジメント（LCM）がある。構造物の計画から設計、施工、維持管理、更新に至る流れの中で必要な性能とコストを適切に管理していく考え方である。これまでは性能は主に構造性能や耐久性能であったが近年はCO₂排出量などの環境負荷なども指標として考えられるようになっていく。設定された共用年数の中での性能の変化と、それを維持するためのコストを試算して最適な方法を選択していくことがLCMであるが、定量的にこれを実施することは非常に難しい。

構造物のLCMにおいてテキストブックなどでよく横軸を年数、縦軸を性能やコストにとったイラストが示される。供用開始後から性能が下がり、補修を行うことで性能が回復する。コストは初期建設費が最初にかかり、その後は点検等の維持管理費と補修費用が加算されていく。これを設定共用年数まで進め、最終的に必要な性能が確保されるとともにトータルコストが試算される。こ

れは分かりやすい考え方で概念として理解すべきであるが、実際には想定通りに性能やコストが変化することはない。そもそもの「性能」とは何の値をもって示すのかという問題があるとともに、構造物の劣化速度は初期品質と実際の環境の影響が大きい。施工において初期不良などがあると劣化速度は速く、逆に施工が非常に良いと長期にわたり劣化が見られない。また、損傷の種類も多く、それによって補修工法も異なりコストも変わる。これを事前にシナリオとして用意しておくことは困難で、実際には過去の知見やデータから概算して平均的な値を用いて予想していくことになる。それぞれの構造物に起こる将来とは違った予測となってしまうのは現在の知見では仕方のないことであり、ライフサイクルにおけるコストが事前予測と合っていたという事例を聞いたことが無い。とはいえ、予想をせずに構造物を使用し続けることは場当たり的な管理になってしまうので、予想を立て点検と評価を定期的に繰り返し、シナリオをその都度更新し続けることで実際の維持管理の運用は進んでいく。



【図-1 地方自治体の劣化橋梁】

構造物のLCMには、構造物が一点ものであり独自性が強く、使用環境も屋外であり劣化要因が多様で将来予測のばらつきも大きく、地震等の災害リスクもあり、更に使用期間も100年といった不確実性を多く含んだ中で計画段階からのシナリオを考える必要がある。計画・設計者は技術的な知識はもとより、将来の環境や社会の変化も想像し、それに対応できる構造物の作っていくことが望まれる。

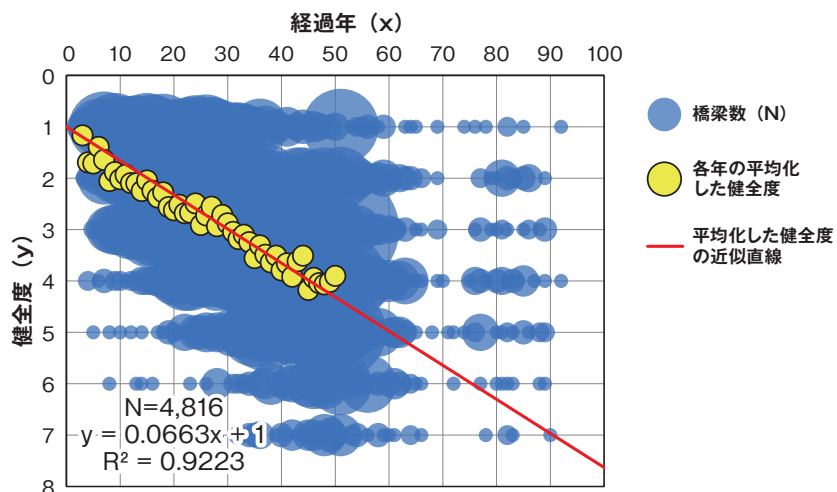
2 データ活用による維持管理

構造物の合理的な維持管理計画を立てて運用していくことは容易ではない。その状況を改善できる手段の一つがデータ活用である。橋梁で言えば国内に70万を超える橋があり5年に1度の点検が進んでおり、その結果は膨大なデータとなっている。点検データ分析から、実際に生じている劣化の状況の把握や劣化速度の推定も、大きなばらつきを抱えつつも何らかの統計処理を通して可能となる。これまで現場における損傷構造物の対応は、原則に基づきながら経験豊富な技術者の経験と知識によって判断がされる場合が少なくなかった。これら熟練技術者の引退による技術の継承が懸念されており、それに代わる損傷評価や判断の

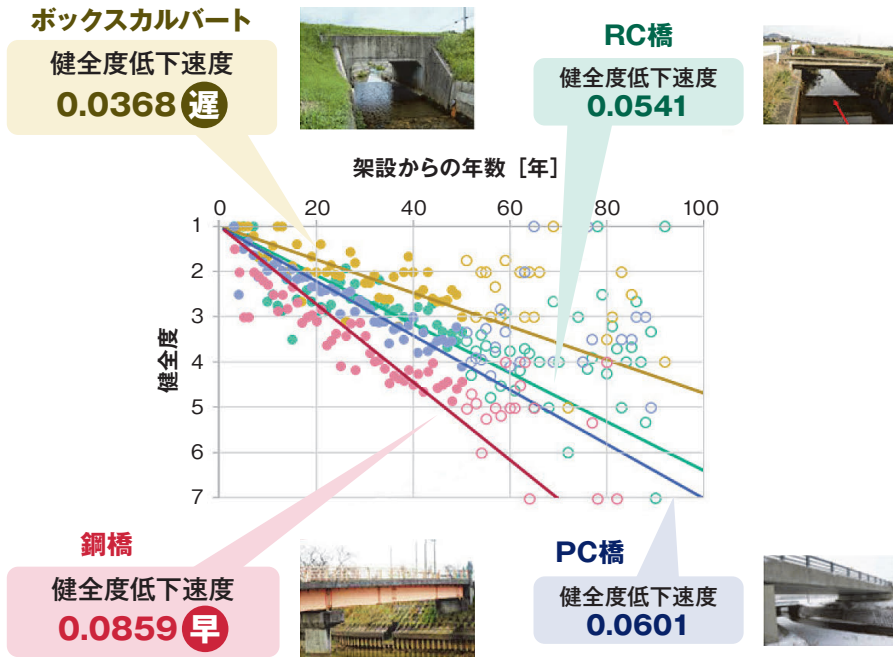
支援をしてくれる可能性があるのがデータである。

点検データに記録されている損傷のパターンや評価、補修記録は、点検の精度を高めるとともに補修の必要性の有無や補修法の決定にも参考となる。現在、国土交通省からも点検データの公開が始まっており技術者や研究者のデータ分析と実務における効率化への反映が望まれている。また、人工知能（AI）・機械学習による分析と判断支援への期待は非常に高い。特にこれまでの統計的分析と比較してAIは画像分析に強く、点検写真と点検結果の関係から損傷の種類や程度、損傷原因の推定が可能となっており、精度はデータが蓄積されるごとに向上していくと期待できる。また、補修方法の提案も可能となってくる。「経験」でなく「データ」で判断していく時代になる。

現在、データ分析や機械学習によるシステム開発などが盛んに行われおり発展が期待されているが、ここでもデータのばらつきの問題は留意すべきである。単にデータセットができたからといって、即座に実務で効果を発揮する手法やシステム開発はできてはいない。それは、データのばらつきが非常に大きいことが大きな要因である。ここでのばらつきには、構造物自体がもっているばらつきと、データ取得のばらつきがあり、それらが合わさり大きなデータのばらつきを生じさせてい



【図-2 新潟市町村橋梁劣化度の整理の例】



る。構造物自体のばらつきにも、材料のばらつき、施工時のばらつき、環境や荷重など作用のばらつきなどがあり、更に損傷が進むのは局所的に特異な不良や過大な作用が生じた箇所である場合も多く、平均的な取り扱いでは評価や推定ができない場合が多い。データ取得のばらつきは、例えば点検において点検者が損傷度を与える際の判定の閾値は定性的であり、点検者が変われば結果が変わってしまう場合も多い。県別や市町村別で劣化度の割合などを見ると、地域によって損傷割合も異なっている場合があり、これは実際に損傷度の割合が異なっているより、点検の判断基準が実質的に異なっていることを示唆している。

このようにばらつきが非常に大きなデータが膨大にあるのが現在の社会基盤構造物維持管理データであり、これを理解しつつ有用な分析やシステム開発、実務への繁栄をしていくことが必要である。そのためには構造工学や維持管理の実務に関する知識が重要で、単にデータサイエンスの知識だけでは正しい分析はできない。構造工学もデータサイエンスも分かる技術者がこれからの構造工

学エンジニアとなっていく。

以上のように合理的な維持管理のためのデータ活用は始まったばかりで課題も多く、今、その方向性や取り組むべきことが見えてきた段階である。しかし多くの人が感じているようにデータ型社会の進展や変化は急速である。5年後、10年後にこの分野も大きく変わっていることを期待している。

3 これからの維持管理に向けて

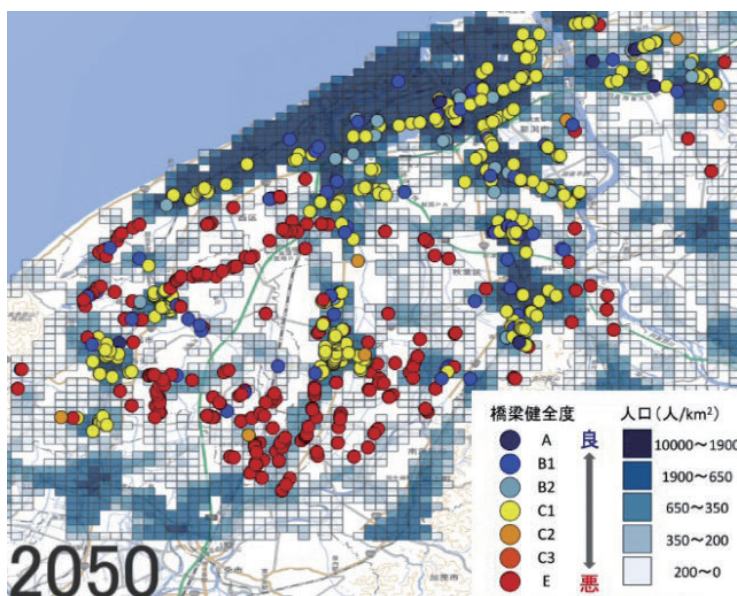
構造物は長年にわたり使われるため、その使われ方は社会変化に応じて変わっていく。日本では少子化高齢化、過疎化の未来が分かっており、例えば地方の山間部の小さな道路の橋は利用頻度が少なくなっていくであろう。その橋が損傷した際に限られた予算を使って補修をするのかどうかの判断は、将来においてはますます難しくなっていく。道路や橋梁の集約や撤去は、近い将来により大きな問題として表面化するであろう。その時、単に構造性能だけでなく社会的な状況も勘案した

判断が費用となる。交通量や迂回路、人口、学校や病院などの公共施設との距離など、様々な要素が橋を使っている人々にとって重要度の指標となる。これからの維持管理においては、それらの項目も含んだ構造物の重要度を決定し、データを用いて示していくことが望まれる。「人の幸せのため

のインフラ」が目的となる。多くの社会データが活用可能な状態にあり、構造物データと合わせて分析できる時代になっている。これからの維持管理技術者は、構造工学、データサイエンスに加え、社会科学的な知見も持ち合わせた人材となるべきである。それはまさにシビルエンジニアである。



【図-4 山間部橋梁の迂回路計算結果】



【図-5 橋梁健全度と人口の将来予測例（2050年）】