

土木構造物のメンテナンスと先進技術の活用



並河良治

1. はじめに

現在の日本を支えている土木インフラは、先の戦争に敗れた後の経済復興に伴って建設されたものが多数を占めている。とはいえ、建設後すでに多くの星霜を経へ、平成35年(2032年)には共用期間が半世紀を超える道路橋や河川管理施設が4割を超える¹⁾。近年、散見される老朽化に伴う事故や不具合に適切に対処するため、国土交通省は平成25年を「社会資本メンテナンス元年」と位置づけ積極的に施策展開している。同省では生産性の向上も施策の柱としており、これらを推し進める具体的な施策としてICTなどの先進技術を活用した*i-Construction*が推し進められている。

本特集では、土木構造物のメンテナンスにおける先進技術の活用の動向について報告している。

2. 土木構造物のメンテナンス

構造物を適切にメンテナンスすることには技術的な観点のみならず財政を含む経営的な観点など多方面からの検討が必要である。この認識の下、ISO5500Xでは、メンテナンス計画のみならずその上位に位置するメンテナンスの方針を定めること、経営トップが関与すること、外部監査を含めオープンな環境の下、PDCAサイクルを適切に稼働させることが強調されている。

本稿では、技術的な観点から立案されるメンテナンス計画に焦点を合わせることにする。メンテナンスでは、点検⇒診断⇒措置⇒記録(⇒点検)というサイクルを対象となる構造物の特性や状態に合わせて適切に実施することが求められる。このサイクルに導入する先進技術の動向についてそれぞれのステップごとに述べる。

2.1 点検

点検は、日常点検、定期点検(法定点検を含む)、緊急点検など必要に応じて様々なレベルで実施される。橋梁、トンネルについては近接目視による

点検が義務づけられている。現状では、人の目で見、人の耳で聞くなどの人間の感覚による点検の信頼性が高く、それを完璧に代替できる技術は未だ見いだされていない。人力に頼る点検は、技術者の減少と高齢化が進む現状を鑑みるに、今後維持することが厳しい状況であり、先進技術開発への期待は大きく、また、鋭意進められている。

先端技術の活用により、現在人の目で実施している表面の状態に現れる不具合の検出精度を上げること、人の目では判別できない差異を見つけ出す等の開発が進められている。また、打音により確認しているコンクリートの浮き、金属製材料の腐食などの変状を高速度で漏れなく発見する研究開発も進められている。さらに、人間の五感では感知できない構造物内部の空洞や機械内部の摩耗などを検知する技術開発も進められている。

2.2 診断

点検により何らかの異常が発見された場合、その変状が構造物の致命的な破壊に至るものであるのか、あるいは、軽微な損傷にとどまるものかの確な診断を行うためには高度な技術力が要求される。一方、高度な技術力を有する技術者の養成には時間を要し、今後の診断需要に対して十分な技術者数の確保の見通しは厳しい。

そこで、診断においても先進技術の活用が期待されている。このステージで最も期待を集めている技術はAI(人工知能)と考えられる。すなわち、点検により取得されたデータを用いて、不具合箇所の判定を行うシステムへの期待が大きい。近年様々な分野で活用されているディープラーニング(深層学習)を用いたシステムは最右翼と見做されている。

2.3 措置

診断の結果、経過を観察するものから直ちに措置を講ずべきものまで、また、局所的な措置で対応できるものから大幅な修繕が必要なものまでさまざまな措置の形がある。経過観察の措置では、該当箇所について通常の点検よりもより注意深い観察が求められる。また、措置として修繕が施さ

¹⁾土木研究所技術推進本部長

れる場合は、いわば、古布に新布をあてることになるので、全体のバランスを考慮する必要がある。特に、措置すべき箇所が広範に及ぶ場合、構造物全体の余寿命、サービス水準、工事費等を総合的に勘案して措置方針を決定するべきであろう。

このステージで求められる先進技術は、新材料に代表されるものと思量される。ワーカビリティに優れ、施工安全性が高く、低環境負荷で早期再劣化の憂いのない廉価な材料や工法の必要性は高い。工事の早期開放性の高い材料・工法は、供用中の構造物の補修において必要性が高い。

2.4 記録

メンテナンスの記録は、これまでも取られているものの、記録保全の点、正確性の点など十分とはいえない状況にあるものもある。

記録する技術、記録を参照する先進的な技術には、たとえば位置座標を持った画像データを含むデジタル化されたデータを簡便に収集・整理し、いつでも参照できる状態で保存する技術があり、既に実用化されつつある。一般市民からの通報なども一連のデータとして保存・活用できることが望ましい。また、業務で実施した点検、措置は、その成果物として確認、検証後にデータベースに追加されるべきであろう。正確で最新のデータが随時活用できることが的確に構造物のメンテナンスを実施することの要諦であるからである。

3. 先進技術活用の課題

今日、第3のAI(人工知能)ブームと言われている。コンピュータのハードウェアの進歩のみならず、ソフトウェアや人間の情報処理過程などの周辺理解が進み、既に様々な分野で自動判別や最適解の割り出しなどが実現している。このような社会背景の下、土木構造物の調査から維持管理に至るまでAIを中心としたICT(情報通信技術)を活用し、労働者の不足や高齢化という課題の解決、また、生産性の向上や新たな産業の育成を目指してi-Constructionが進められている。これまで、構造物の調査から維持管理の各段階で実施された業務の成果報告書の形式を3次元のデジタルデータとして統一することを始め、AIを活用できる環境が整えられつつあるところではある。とはいえ、この動きは始動したばかりであり、今後注意深く、着実に進めていく必要がある。

想定される注意点や課題をいくつか取り上げる。まず、点検のステージでは、センサーが正常に作動していることを保証する仕組み、たとえば、データ取得における冗長性等を確保すること。また、電子機器を搭載した定置型の機材の寿命は、一般的に構造物自体よりも短いため、取り替の必要性を考慮し、それが容易な場所以外には設置しないことや機器そのものが落下するなどの障害を引き起こさないなどの注意が必要である。

診断の段階では、AIの活用に必要な教師データの確保という課題がある。点検やモニタリングにより発見された異常箇所がどのような不具合を示しているのか、また、その不具合がどのように進行していくのかというデータを多数収集する必要があるものの、診断において経過観察レベルと判断された場合、通常、発見された異常が示す不具合の実態を示すデータは取得されない。また、不具合の程度がある程度進んでおり措置が施された場合、措置されなかった場合の不具合の進行速度に関するデータを取得することが出来ない。必要なデータの取得という隘路にどのように取り組むのかという課題がある。

4. おわりに

土木構造物のメンテナンスにおける先進技術の活向の動向と方向性について概観してきた。土木構造物はひとたび事故を起こした場合、大きな社会問題となることから、新設、維持管理を問わず技術開発は、安全を確認しつつ地道に一歩ずつ開発を進めていかざるを得ない。一般消費財生産では、オートメーション化、ICT化は、既存のものと同等のサービスを低コストで実現することにより生産性を上げ、企業の利潤を最大化するという単純明快な目標の下に進められてきた。しかし、土木構造物のメンテナンスは、建設産業が担っている社会的役割を考えると、一般消費財と同じ価値観では進められないほど社会的影響が大いのではないかとはいえ、社会情勢の変化に適合すべくICTの積極的な導入に向けて「賽は投げられた」のである。

参考文献

- 1) 国土交通省HP インフラメンテナンス情報