

新技術を活用した効率的・効果的な道路の維持管理について

はじめに

我が国は本格的なインフラメンテナンスの時代を迎えているが、高度経済成長期などに集中的に整備された道路インフラの老朽化が一斉に進行するなか、限られた人員や予算で道路の維持管理を適切に遂行することが課題として浮上してきている。

一方で、インフラ長寿命化に対する新技術の研究開発・実証・導入が戦略的に推進されてきている。道路施設の定期点検をはじめとする道路の維持管理についても、ICT（情報通信技術）やロボット技術等の新技術を活用した効率的かつ効果的な手法に対する期待が寄せられている。

そこで、本調査では、これらの新技術の道路の維持管理への活用および点検の履歴データなどの収集されるデータの保存・活用等に係る取り組みの最新動向について、橋梁やトンネル等の道路施設の点検を中心しつつ調査し、とりまとめを行った。

（１）道路の維持管理における課題

インフラの劣化や損傷の状況は、利用状況や設置された場所の自然環境等に応じて施設ごとに異なり、また、時々刻々と変化する。現状ではこれらの変化を正確に捉え、施設の寿命を精緻に評価することは技術的に困難であるとされる。したがって、定期的な点検・診断により、施設の状況を把握することが重要である。

我が国の道路の維持管理に関しては、中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故を契機として道路法令の改正が行われ、平成 26 年度から、橋梁、トンネル等の道路施設を対象に 5 年に 1 度の定期点検が全国で進められている。点検の状況は、国土交通省の「道路メンテナンス年報」により公開されており、当初は、平成 27 年度までに橋梁 30%、トンネル 32% の点検を完了する予定であったが、実際の進捗率は同年度まで橋梁約 28%、トンネル約 29% で予定をやや下回っている。財政状況が厳しい地方公共団体では進捗率が低く、かつ、修繕が必要と診断された橋梁の割合が高い。また、国・地方を通じた職員定員削減が進む中で維持管理を担当する技術職員の不足が指摘されるなど、限られた人員や予算の制約の中で、道路の維持管理を適切に進めることが課題となっている。

このため、研究開発が進められている ICT やロボット技術等の新技術を採り入れ、点検による劣化や損傷等の情報や修繕状況等の情報を把握・蓄積・整理して次期の点検に活用していくメンテナンスサイクルを構築し、効率的かつ効果的に道路を維持管理する手法に期待が寄せられている。

（２）道路の維持管理手法に関する新技術の研究開発制度

政府の科学技術政策には、次のようにインフラ維持管理のための技術開発が位置づけられている。5年ごとに策定される科学技術政策の基本計画である「科学技術基本計画（第5期）」（平成28年1月閣議決定）では、「効率的・効果的なインフラの長寿命化への対策」が重要政策課題として位置づけられている。この基本計画を具体化して毎年度の重点取組等を定める「科学技術イノベーション総合戦略2016」（平成28年5月24日閣議決定）では「インフラに係る維持管理・更新等の全プロセスにおける効率化が重要であり、各プロセスの技術の組合せによって維持管理・更新技術全体の最適化を図ることが必要」とされている。そして、平成32年度までの成果目標について「国内の重要インフラ・老朽化インフラの20%以上はセンサ・ロボット・非破壊検査技術等の活用により点検・補修を実施」などと定められている。

そうした政策目標に沿って具体的な研究開発を実施しているプログラムに内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム」（以下「SIP」という。）があり、これは、国家的に重要な課題の解決のために鍵となる技術について、産官学連携での研究開発を行う取り組みに重点的に予算を配分する制度である。SIPで扱う課題のひとつに「インフラ維持管理・更新・マネジメント」があり、道路については、①橋梁およびトンネルなどの道路施設の点検・モニタリング・診断技術、②点検結果その他の維持管理情報に係る情報・通信技術など、効率的かつ効果的な維持管理の実現に資する様々な技術についての研究開発が、平成26年度から5年間の研究期間で進められているところである。

その他の研究開発の取り組みとしては、開発・導入を促進するロボットの現場検証及び評価を行うことを目的に平成25年度に設置された国土交通省・経済産業省合同の「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」などがある。ここでは、実地の橋梁やトンネルの点検に研究段階にある機器を使用する実証実験が行われている。

（3）橋梁およびトンネルの維持管理に活用が検討されている新技術

効率的かつ効果的な維持管理の実現に向けて、上記のような枠組みによる新技術の研究開発が進められているが、道路施設の現場に新技術を導入するためには、対象物の特性に応じた機器を利用することが重要となる。

例えば、橋梁は、橋桁、床版、橋脚・橋台、支承部などさまざまな部分によって構成される複雑かつ大規模な構造物であり、人がアクセスすることが難しい場所に点検の対象箇所がある場合もある。SIPや「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」における先進的な橋梁点検技術には、①ドローンを用いて飛行しながら橋梁に接近する技術や、②橋梁の上に停車した車両からアームなどを橋梁の下部に伸ばす技術、③橋梁の下にレールを設置してロボットを走行させる技術など、さまざまな移動機構が用いられ、それらにデジタルカメラやフォースセンサー、マイクロフォン等のデータ収集用機器を搭載して点検を行うこととしている。また、橋梁を常時モニタリングするため、センサーを取り付け、無線方式で振動やたわみなどのデータを収集する技術も開発されている。

一方、トンネルでは、点検の対象箇所へのアクセスは橋梁と比べれば容易であるが、作業中の交通規制の軽減や、暗所での作業への対応、トンネル背面の空洞など表面からは見えない変状的確な検出などが必要である。

SIP 等での先進的なトンネル点検技術には、データ収集用機器を搭載した専用車両がトンネル内の走行を続けながらデータ収集を行う技術や、手持型やドローン型のデータ収集用機器を利用する技術などがある。データ収集用のセンサーには、デジタルカメラやレーザースキャナ、非接触レーダーなどが用いられている。また、橋梁と同様、センサーを取り付けて変状を常時監視する技術も開発されている。

平成 27 年度の「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」では、橋梁点検用のカメラを搭載したドローンやトンネル点検用の機器を搭載した専用車両などの機器について、試行的導入に向けた検証を推奨するとの評価がなされた。

(4) 効率的かつ効果的な維持管理に向けたデータの活用

今後のメンテナンスサイクルの構築に向けて、データの適切な保存・活用の方法に目を向けていくことが重要となる。例えば、定期点検の履歴データを適切に管理することで初めて点検結果を時系列で分析することが可能となり、劣化や損傷の変化を把握することができるようになる。また、データを基に補修計画を立てて効率的かつ効果的に維持管理を行う、アセットマネジメントの取組みも可能となる。

そして、新技術がインフラの維持管理に導入されていくに従い、様々な種類のセンサーから収集した多種多様なデータを扱うことになるが、それらのデータは、対象物のスケールが大きいことから、大規模・大量となることが想定される。メンテナンスサイクルを構築し、効率的かつ効果的な維持管理を行うには、これら収集したデータを整理する必要がある。

将来的にデータを整理し、道路の維持管理に活用する方法の 1 つとして、3 次元モデル化してデータを管理する方法が考えられている。現在は、既存の道路施設の多くが 3 次元モデル化されたデータを持っていないが、現場で撮影したデータなどを基に 3 次元モデルを構築する技術開発が行われている。

また、データは、インフラの供用期間を通じて閲覧、利用できなければならない。しかし、ICT の進化は速く、ハードウェア、ソフトウェアともに変化が激しいため、データ閲覧用のソフトウェア環境なども長期間利用できるものである必要がある。また、データの取り扱いが特定のハードウェア環境に依存しないよう、ブラウザを通じてデータの閲覧や入力ができるシステムも開発されている。

こうしたデータを道路の維持管理に活用するアセットマネジメントの先進的な取組は、各高速道路会社において先行して取り組まれている。

首都高速道路株式会社は平成 29 年度より「i-DREAMs (intelligence-Dynamic Revolution for Asset Management Systems)」を稼働すると発表している。これは、

従来から使用している維持管理業務の支援システムを基にした、設計・施工から維持管理、補修・補強までの道路のライフサイクル全体を支援するシステムである。維持管理については、AI（人工知能）を用いた損傷推定を行うことによって、推定精度を向上させることを見込んでいる。

東日本高速道路株式会社が平成 25 年に発表した「スマートメンテナンスハイウェイ（SMH）構想」は、ドローン・計測車両等によって収集したデータをデータベースに集約し、健全度評価分析や劣化予測分析を行い、道路の維持更新計画へ反映させていくものである。平成 26 年度から国内外の大学等研究機関と研究開発を実施しており、SIP 等にも参画している。