

持続可能なインフラ維持管理に向けたDXの要諦

株式会社野村総合研究所 システムコンサルティング事業本部
シニアチーフコンサルタント

やまもと かつのり
山本 勝範

1. はじめに

インフラ老朽化を契機とした予防保全型維持管理事業へのシフトが本格的に提唱されたのは、三重県木曾川大橋トラス斜材破断事故や神奈川県十文字橋橋脚の洗掘事故が発生した2007年頃であったと理解している。同時期、社会資本整備審議会及び交通政策審議会においても、1980年代の「荒廃するアメリカ」に照らし、「荒廃する日本」としないための方向性に関する議論が活発化していった。その後、インフラ老朽化対策は、2012年12月の笹子トンネル天井板崩落事故を契機に大きく動き出し、翌2013年を「インフラメンテナンス元年」として、以降、府省横断でさまざまな取組みがされてきた。

インフラ老朽化という社会課題の解決にあたっては、予防保全型の補修修繕によるライフサイクルコスト低減とこれまで構築した膨大なインフラストックの適正化に取り組むことが必要とされており、その実現に向けて実用化が進むデジタル技術の活用やPFI等の手法を活用した官民連携をいっそう推進していくことが大きな政策の方向性である。

しかしながら、2013年から既に十余年が経過した現時点において、当社、株式会社野村総合研

究所（以下、「NRI」という）が実施した道路管理者へのインタビュー等からは、このインフラ老朽化対策が大きく進展したようには見えない。

本稿では、NRIが実施した道路管理者へのインタビュー調査と、道路舗装及び道路附属構造物に関する道路維持管理事業を対象に複数の地方自治体と実施した実証実験の成果等を踏まえ、将来にわたる持続可能なインフラ維持管理事業DXの在り方について論じたい。

2. 道路管理者が直面する足元の課題

地方自治体等インフラ管理者は、インフラ老朽化という社会課題への対応の重要性は理解しつつも、足元の多くの課題に苦しんでいる。NRIは、インフラ管理者が直面している現実的な課題を明確にすることを目的として、数十の道路管理者に対して詳細なインタビュー調査を実施した。

その結果、財政/予算面の課題をはじめ、インフラ維持管理ならではの外部事業者調達の負荷やベテラン職員のリタイア等に伴う技術継承、さらには、特に地方部においては、公共事業として地元業者に配慮して大胆な変革に踏み切れないという現状が浮き彫りになった。

公共機関によるインフラ維持管理のスタイルは、定期的な点検や巡視等の日常的な業務のほか、経

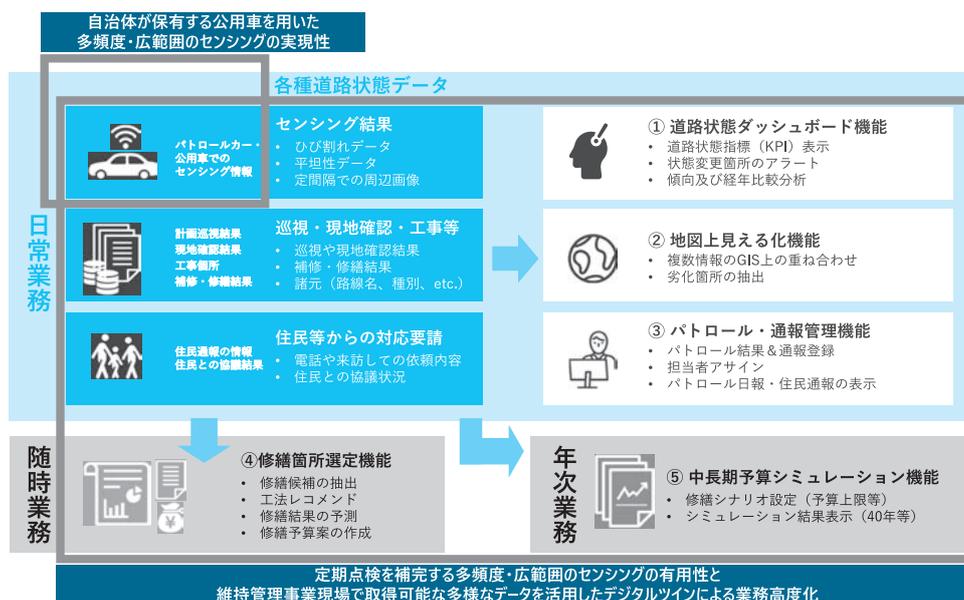
<p>財政／予算</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 予算が硬直化しており、従来とは異なる取組みへの財政部門の理解が得られ難い □ 国からの補助制度はあるが、自治体負担部分も大きく、新しいことにチャレンジ出来ない 	<p>定期点検</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 自主的な点検は、主要道路や幹線道路に限定しており、点検未実施の箇所も多数存在している □ 路面性状調査に留まっており、路面下空洞点検は実施出来ない □ 5年に1度程度のサイクルで点検しているため、最新状態が把握出来ない 	<p>職員負担</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 職員不足の状態にあり、維持管理の本来業務に注力出来ない(小規模な調達案件を常に複数抱えている) □ 点検が網羅的に出来ていないため、日常的なパトロールで補完しているが、職員負担は大きく、かつ、目視では限界がある 	<p>技術継承</p> <ul style="list-style-type: none"> □ ベテラン職員のリタイアや定期的な異動がある中、補修・修繕方法等に対する技術継承が年々難しくなっており、意思決定までの時間も長期化している □ 本来は、地理的な特性や当初整備時の特徴等を考慮した判断が求められるが、口伝が多く、十分に情報を活用出来ていない
<p>地元事業者への配慮</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 道路等インフラの維持管理では、公共事業としてより参画機会を増やす等、地元事業者にも配慮する必要がある □ 結果、幾つかの自治体が進めている複数年の包括的民間委託など、外部調達活用の見直しに踏み切れない 	<p>事業の全体最適</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 点検、補修・修繕、パトロール、住民対応等、各活動が十分に連携出来ておらず、それを可視化する統一的な基盤も無いため、事業全体の最適化が図られていない 	<p>他インフラとの連携</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 所管するインフラは広範囲に及び、「点検」、「補修・修繕」、「パトロール」、「住民対応」等の単位で見れば、複合的に管理することによる行政コストの低減効果は大きいですが、組織体制の制約等から、大胆な見直しが出来ない 	<p>DX推進</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 求められているDXは、単なるデジタル技術活用だけではなく、官民連携の在り方を含めた事業運営全体の変革であり、高度な専門知識を有する □ 現行業務負担が高い事業所管主体でDXを推進することは難しい

図－1 道路管理者へのインタビュー結果の概要

年劣化や損傷状態に基づく計画的なメンテナンスであり、大枠では類似している。そのため、全体最適を考えれば、従来の事業運営に非効率が生じていることは関係者も理解しているが、現状の組織編成では、それを大きく変革していくことは難しいという、現場ならではの苦悩が見えてくる(図－1)。

3. NRI が実施した実証実験と明らかになった主要課題

NRIでは、2021年より複数の自治体とインフラ維持管理事業の高度化に向けた共同研究を目的とした事業協定等を締結し、維持管理事業が抱える課題や問題点及び今後の方向性分析のほか、実際に自治体のフィールドにおいて、実用化が進むデジタル技術等を活用した維持管理事業高度化について実証実験を実施してきた(図－2)。



図－2 NRI が実施した実証実験の概要

業務シーンに基づくデジタルサービスの有用性確認

- 計画巡視
- 巡視後の日報作成～振り返り・巡視計画の見直し
- 計画に基づく修繕の施工監理、施工後の結果記録
- 次年度の補修修繕計画策定
- 住民通報に基づく現地確認・住民協議

将来的な期待シナリオに基づく行動変化や効果検証

- 管理インフラの最新状態把握による行動変化
- 詳細な路面状態把握による目視代替を含む巡視業務の高度化
- 修繕箇所選定業務の効率化及び修繕計画の品質向上
- 定期的な路面性状調査の代替可能性
- ダッシュボードを通じた維持管理事業全体可視化による行動変化
- 現地処理を基本とした現地確認業務の効率化及び他業務との好循環
- 住民からの苦情等の受付に関する定型業務の効率化
- 多様なデータ活用を可能にする環境整備による維持管理事業の高度化
- 短サイクルでの住民通報対応の振り返り、次年度対応方針検討の高度化
- 年度計画に基づく道路附属構造物維持管理の高度化

図-3 NRI が実施した実証実験の主な検証内容

NRI は、道路舗装を中心に主に二つの実証実験を実施した。一つ目は、「定期点検を補完する多頻度・広範囲のセンシングの有用性と維持管理事業現場で取得可能な多様なデータを活用したデジタルツインによる業務高度化」、二つ目は、「自治体が保有する公用車を用いた多頻度・広範囲のセンシングの実現性」の検証である（図-3）。

これらの実証実験では、管理対象インフラの状態をデータに基づき日常的に把握することの有効性、データの獲得手段として公用車活用の可能性、及び現状の維持管理事業にて取得可能な多様なデータを一元的に管理したデータ活用により、関係者間でインフラの状態を共有したり、劣化予測や中長期でのコストシミュレーション等を可能にする環境整備の有効性を検証し、いずれも相応の成果に至っている。

さらにはこれらの取組みが、「現地確認業務の省力化」、「ベテラン職員のリタイヤを見据えた技術継承や属人化解消」、「具体的なデータに基づく事業運営の短サイクルでのPDCA 実現」、「より鮮度の高いデータ獲得を前提とした定期的な点

検・調査の見直し」といったインフラ管理者としてのさまざまな行動変化を生み出すことによる将来的な問題解決に対する期待を実感した。

このようにNRI による実証実験は、持続的なインフラ維持管理における事業運営変革につながるとの評価を得ているが、実際のインフラ維持管理業務における実践には至っていない。ある自治体関係者からは、「NRI が提案する姿に至るには10 年かかる」という発言も見られた。すなわち、実現したい変革のゴールは理解するものの、DX には相応の追加投資が必要であり、これらの予算確保を含め実現するまでに乗り越えるハードルがとても高いということなのだ。

実証実験を通じてNRI が注目した、道路管理者の主要な懸念点を図-4 に示す。この図に示した5 点からは、新技術活用という国全体の方向性は理解しつつも、インフラ管理者として今後も担うべき本来業務の在り方や限られた予算の中での優先順位に対する決断の難しさがうかがえる。

提示された懸念点	注目すべき点
●計画巡視業務（パトロール）では、道路及び周辺構造物における安全・安心の確保が最優先事項であるため、落下物等の撤去やポットホール等の補修など、緊急性の高い事案への即時対応が必要な業務も多い。現在のデジタル技術の精度では、巡視業務に携わる要員数の縮小化はもとより業務代替には繋がらない。	職員代替に繋がるデジタル技術の精度
●デジタルツインに管理対象インフラや施設の状態が蓄積されているにもかかわらず、最終的な判断には現地確認は必須であることから、現地確認の業務負担は大きく軽減されない。	管理者としての現地確認の必要性
●住民通報は、年々増加し、その内容も多様化しており、現地での状態確認の他、複数回に及ぶ住民との協議が減ることは考えられない。	住民通報の増加・多様化 住民との協議負担
●予算面から補修・修繕を先送りしている事案が多く、デジタル技術等を活用したDX は進めたいが、その余力があるなら補修・修繕に回したいという思いが強い。	未実施の補修修繕事案の増加 DX に要する追加投資の優先順位
●毎年の機械除雪による道路状態の劣化を繰り返すことは避けられず、限られた予算の活用からも、路面性状は最低限確保出来ていれば良いと考えざるを得ない。	積雪地帯における路面性状の品質確保

図-4 実証実験において道路管理者から提示された主要な懸念点

4. インフラ老朽化という課題の本質と求められる意識改革

図-1や図-4のとおり、財政/予算面での問題を指摘する意見、実態として緊急性の高い補修修繕の予算すら足りていないという声は少なくない。現場でインフラ維持管理に日々奮闘する管理者として、この問題に直面していることは事実ではあるが、将来にわたる持続性の点から、少し先の未来を前提に考えてみたい。

例えば、現在の人口規模から2割程度減少して1億人を下回る2050年頃^{注1}の近未来を前提とするならば、これまでと同様の広範囲なインフラを対象とした高品質な維持管理は過剰であり、むしろ不要であるという意見もあるだろう。

その場合、利用実態等に即したインフラ維持管理に要する予算が、従来よりも少なくなることに違和感はないはずである。しかし、こういった近未来のバックキャストによる事業運営の在り方の議論が不足しているためか、インフラ老朽化という社会課題の深刻度や緊急性とインフラ管理者が直面している予算不足という足元の課題感に相容れない諦めを感じる。

いまインフラ管理者に求められているのは、将来にわたる持続的な維持管理であり、短期的な老朽化対策はその中に含まれるという整理の方がふさわしいが、インフラ管理者として、インフラ老朽化という社会課題解決に向けた動きが加速しない原因が予算不足にあるという認識であれば、これこそがこの課題の本質であろう。このインフラ管理者の課題認識が続く限り、予防保全型の補修修繕によるライフサイクルコストの低減もインフラストックの適正化も進まない。

つまり、いま、インフラ管理者に求められている将来に向けた持続的なインフラの維持管理、その中で短期的に実現すべきインフラ老朽化対策という課題への対応は、予算増を期待するのではなく、現状の予算規模を出発点とし、そのバランスをどう最適化するか、硬直化したインフラ維持管

理のコスト構造をいかに社会全体の動きに合わせて柔軟に変化させていくか、という議論へと意識改革しなければならないということなのだ。

5. インフラ維持管理事業 DX の方向性

ここまで、インフラ管理者が抱える足元の課題、NRIが実施した実証実験を通じて明らかになった期待と課題、そしてインフラ管理者に求められる近未来からのバックキャストによる今後の維持管理運営の在り方検討や求められる意識改革の必要性について述べてきた。

NRIが思い描くインフラ維持管理事業DXは、既存の業務プロセスを前提としない、維持管理を支える民間事業者や地域住民等を含む関係者共創型による大胆な事業運営変革の実現であるが、最後にこの方向性について、優先して整備すべきデータ環境とそれを支える人材の観点から提言したい。

将来にわたる持続的かつ組織としての最適なインフラ維持管理の在り方を議論できるようにするためには、組織横断でデータを利用できる環境を整備することこそが最初のステップだとNRIは考える。

前述のとおり、自治体等のインフラ管理者も従来の事業運営に非効率な面があることは理解している。各維持管理事業では、それぞれの組織において多様な点検・調査が行われており、日常的な巡視や有限予算の中、優先度の高い補修修繕を実施しているが、組織横断でその状況は把握できていない。

補修修繕工事も、事業単位で実施していることによる外部調達非効率等は多数潜んでいる。補修修繕を支える民間事業者にとって、年々収益性の面で魅力が低下しているという声も少なくない中、これら組織横断でのデータに基づく検討によって、各都市・地域にふさわしい新たな官民連携スキームの単位や範囲等も見えてくるに違いない。

NRIが提案するデータ環境は、各事業単位で

実施している業務全体を可視化し、インフラ管理者としての最適化検討を行うことを可能にし、意思決定や高度な政策判断を支えるものである。現在、各インフラ管理者が進められている現状のプロセスに対する目視代替や現地確認負担の軽減等を主目的とした技術活用も、このデータ環境につながる高品質なデータ獲得手段の一つとして上位の設計思想が必要であろう。

インフラ維持管理においては、人材面での課題が年々顕在化しており、特に、小規模自治体においては専任担当職員を割けない等、深刻な状況も起こりつつある。インフラ管理者は、短期的な予防保全型の補修修繕とともに将来にわたる持続的な維持管理の実現に向けた方針を描く必要があるが、それは小規模自治体においても変わらない。

老朽化という問題は、本稿で取り上げている公共交通インフラに限らず至るところで生じている。筆者が専門とする IT システムにおいても、老朽化した IT インフラに対して、各企業では CIO (Chief Information Officer：最高情報責任者) 等が組織横断で向き合っているが、インフラにおいても同様の役割を担う人材が求められているということだろう。都市のスマート化等では、「アーキテクト^{注2}」をキーパーソンとしている中、インフラ維持管理においても、取り扱うテーマは異なるが CIO やアーキテクト等に相当する、都市単位での課題に取り組む専門人材が、データ環境を駆使し、全体最適に向けた活動を主導する体制を構築することが必須である。そして、これらの専門人材がリソース面で課題を有する小規模自治体を含め広域的に支えるのだ。

インフラ管理者に求められる維持管理事業の DX は、具体的なデータに基づき、かつ既存の組織編成を超えた取組みでなければ効果は限定的になってしまうが、前述のデータ環境とともに専門人材の下、業務プロセスの変革や行政においても EBPM (証拠に基づく政策立案) への関心が高まる中、データ活用の感度を上げることから着手するのがふさわしい。そして、これらの取組みの先に、ようやくインフラ老朽化という社会課題解決

の道が開けると信じている。

6. おわりに

今後は、人口減少下において各都市が将来にわたり維持すべき社会インフラの在り方を具体的に描く必要があると考えている。そして、その社会インフラは、近年の頻発化・激甚化する自然災害を踏まえるならば、よりレジリエントなものではないといけない。本稿では、近未来のバックキャストによる検討や、現状の予算規模を出発点とし社会全体の動きに合わせたコスト構造変化に向けた意識改革、また、インフラ維持管理事業における新技術活用と上位の設計思想の必要性、さらには、インフラ維持管理事業 DX の考え方について述べてきたが、これらは、将来にわたり各都市にふさわしい社会インフラ実現に向けた段階的な取組みの一つでしかない。NRI としては、短期的に解くべきインフラ老朽化対策とともに、さらに先の未来を見据えた社会インフラの在り方について、今後も調査研究を続けていきたい。

注1 国立社会保障・人口問題研究所が公表した「日本の将来推計人口（令和5年推計）」の出生率低位シナリオを参考。

注2 アーキテクト：スマートシティリファレンスアーキテクチャ ホワイトペーパー Ver2.00（2023年8月10日 内閣府）では、スマートシティ推進に必要なとされる人材として「まちづくりアーキテクト」を上げており、その役割について、次のように記載している。「俯瞰的に対象とする地域の現状課題及び将来像のあり方を捉え、戦略を立案するとともに、スマートシティ推進組織に参画するプレーヤーの特長も踏まえながら、地域及び組織の将来像実現に向けて実行可能な戦術や仕組みづくりを企画・設計・策定する。」

【参考文献等】

- 1) 社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会（平成19年3月8日開催）資料2：「荒廃する日本」としないための道路管理
- 2) 社会資本整備審議会第7回総会及び交通政策審議会（平成19年7月12日開催）資料4-1：次期「社会資本整備重点計画」の策定について