

橋梁の維持管理

現状・課題・将来展望

古田 均

本稿では、まず社会インフラ、特に橋梁の維持管理の現状、課題を明らかにし、その将来展望について述べる。まず橋梁の維持管理の現状について、米国、ヨーロッパとの比較を含め簡単に述べる。そして、橋梁の維持管理で現在重要とみなされている課題を、点検、評価、計画、設計、施工の5段階ごとに明らかにし、我が国における維持管理の問題点を、管理上の問題、地方公共団体の維持管理に関する問題、技術者の育成・技術継承に関する問題、制度に関わる問題として整理し、最後に今後の展望について述べる。
キーワード：橋梁、維持管理、市町村、構造ヘルスマonitoring、構造同定、産官学協同、更新

1. はじめに

現在、全世界において社会インフラの維持管理が喫緊の課題であることは周知の事実である。2007年に起こった米国ミネソタ州のI35W橋の落橋事故、2012年の我が国の笹子トンネルの天井板落下事故等によく知られているが、その他にも多くの事故が報告されている。その原因は一概には言えないが、インフラの経年劣化が大きな要因となっていることは疑いのないところであろう。

現在わが国には、スパン長15m以上の橋梁が約15万橋、2m以上であれば約70万橋あると言われている。そして、現在建設後50年以上経過した橋梁（橋長2m以上）が全橋梁の約16%（平成24年3月時点）であるのに対し、10年後には約40%、20年後には約60%にまで増加することが予測されている（この統計では建設年度が不明の約30万橋は除外されている¹⁾）。このうちの大部分が地方自治体管理の橋である。これらの橋に対し、国土交通省は、平成19年4月に「長寿命化修繕計画策定事業補助制度要綱」を通知し、スパン長15mの橋に対し点検を行い、長寿命化修繕計画を策定し公表することを求めている。その結果、ほぼ全ての地方公共団体がスパン長15m以上の管理橋梁の点検結果と修繕計画を公表している。その後、昨年7月の改正道路法により、スパン長2m以上の橋梁とトンネルについて5年に1回の頻度で近接目視による点検が義務づけられた。現在、各都道府県に道路メンテナンス会議が設置され、市町村への支援が検討されている。また、総務省からも昨年4月に「公共施

設等総合管理計画」の策定要請が出されている。橋やトンネルに加え、下水道、港湾、体育館等のすべての社会インフラが対象で、各自治体ともその検討は緒についたばかりである。

本稿では、社会インフラのうち特に橋梁について、その維持管理の現状と現在問題となっている課題について述べ、将来展望について概観したい。

2. 橋梁の維持管理の現状

米国では、橋長6.1m以上の道路橋の諸元データと健全度に関するデータは管理者に関わらず同一フォーマットのデータベース（全国橋梁インベントリ）で一元管理され、全国の道路橋の状態は毎年更新されている。そして、それらの点検は1971年に制定された全国橋梁点検基準（NBIS：National Bridge Inspection Standards）に基づき、2年に一度実施されている。この点検基準を用いて、橋梁全体の満足度について構造健全度、機能性、重要性を考慮したレーティングを行っている。しかしながら、最近まではこれらのデータは主として予算の配分に用いられており、橋梁自身の健全度の定量的評価には用いられていなかった。ところが、米国連邦道路庁（FHWA）は2006年度から長期橋梁性能プログラムLTBPP（Long Term Bridge Performance Program）を発足させ、データを系統的に管理し、実態に基づいた定量的な性能指標の確立と予測モデルの向上を図っている。

またヨーロッパの主要国では、点検（目視による）を英国では6年に1回、フランスでは3年に1回、ド

イツでは6年に1回、スイスでは5年に1回行っている。これに対し、わが国では、前述のように2014年7月の道路法の改正により、スパン長2m以上の橋梁全てについて5年に1回の近接目視による点検が義務付けられた。地方公共団体が管理する橋梁について、長寿命化修繕計画では15m以上の橋梁が対象であったが、これが2m以上の橋梁に拡大されたわけである。近接目視による点検は、欧米各国でも用いられている有用な方法であるが、人による近接目視は、表面の劣化・損傷は確認できるが、施設内部で起こっている劣化・損傷の確認ができないという問題点を持っている。また、2014年6月には、国土交通省道路局より道路橋定期点検要領が発行されている。橋梁の健全度は、これらの橋梁点検要領に従って得られた点検結果にもとづいて、適切に評価されなければならない。しかしながら、全国の市町村管理の橋梁をみると、その補修が十分になされていない橋梁も散見される。2013年4月時点で通行規制(大型車の規制等)が1,148橋、通行止めが232橋報告されている²⁾。点検が義務化されれば、修繕が必要な橋梁が増えることとなるが、予算不足が原因で補修が出来ず、通行止めとなる橋梁がさらに増加することも予想される。また、都道府県、市区町村ともに今後懸念される事項として、予算の不足や職員の不足等により既存橋梁の安全性に支障が生じ、更新等の新規投資が困難になることが予想される。

3. 橋梁の維持管理の課題

現在、橋梁の維持管理に関して多くの課題がある。以下に検討すべき課題を挙げる³⁾。

(1) 技術的課題

維持管理を点検、評価、計画、設計、施工の5段階に分けて、各段階において、解決すべき課題について考える。

1. 点検：維持管理のうち、実質的に最も労力とコストがかかる項目であり、維持管理の基礎となるものである。目視点検が主流であるが、その精度、統一性等に改善の余地がある。特に、点検者の経験、知識、主観による点検結果のバラツキの問題は大きい。また、どうしても目視点検が困難な部位の点検をどうするかという問題もある。

2. 評価：点検が行われたとしてもその評価・診断が適切に行われなければならない。健全度あるいは優先度評価手法の確立が望まれており、中でも要素ごとの

評価である点検結果から部材や径間ごと、そして橋梁全体の評価ができる手法の確立が課題である。

3. 計画：点検・将来補修計画などのマネジメント技術のニーズも高く、将来予測の精度向上が望まれている。具体的には、リスクを考慮したアセットマネジメント、補修後の劣化曲線の設定、要求性能の設定(利用者ニーズの把握)、等があげられる。

4. 設計：補修補強や、撤去を含めた架替えに関する新技術・新工法の開発が望まれている。状況に応じた対応が必要とされる維持管理の現場では、確立した技術に多少の工夫が施されることで、合理化・効率化が実現する事例が多く、こうした生きた知恵を集約して利用することが効果的である。

5. 施工：施工に関しても、現場での工夫・知恵が重要であり、実績と経験、知識の伝承が極めて重要である。人から人へ語り継がれていく技術や知恵を、いかに次の世代に確実に継承していくかが重要である。

(2) 管理(マネジメント)上の課題

効率的な維持管理を行うには、適切な維持管理計画を策定する必要がある。近年はライフサイクルコストを考慮したブリッジマネジメントシステムあるいはアセットマネジメントシステムが用いられるようになってきたが、その実用化にはまだまだ解決すべき課題が多い。例えば、ブリッジあるいはアセットマネジメントの実施の困難さに関して、点検の質の問題、点検はともかくその後の診断の困難さ、ライフサイクルコスト解析の問題、劣化曲線の精度、データ不足、補修効果の評価法が確立していない、等の問題があげられる。

(3) 地方公共団体の社会インフラの維持管理

我が国の橋梁の大部分が地方自治体管理である。地方自治体には、周知のように予算不足、技術者不足、体制の不備等の問題がある。多くの市町村では、これまで社会インフラの維持管理に必ずしも目が向けられてこなかった。そのため、十分な予算措置がされておらず、老朽化した社会インフラの維持管理費用が準備されていなかった。また、維持管理技術についても十分な知識がなく、具体的にどのように管理していけばよいかの経験がない。そして、社会インフラとその維持管理の担当者も十分にはいない。現在、各都道府県に道路メンテナンス会議が設けられ、市町村支援の枠組みが模索されている。

(4) 技術者の育成、技術の伝承

維持管理には豊富な経験、十分な知識が必要不可欠

である。従来はオンザジョブトレーニング（OJT）等を通じて熟練技術者から若手技術者に技術の伝承が行われてきた。しかしながら、団塊世代の退職もあり、また社会情勢の変化による技術者の削減、建設事業の縮小等により、そのような技術伝承の場が失われつつある。インフラの建設に関わった経験がない若い技術者が維持管理を行うことは容易ではない。維持管理・補修にはその損傷原因を特定することがまず必要であり、そしてその損傷の進展を予測しなければならない。このように現在の技術力を伝えるだけでも難しいのに、さらに維持管理技術の向上を目指し、有能な技術者を育てることは容易ではない。

(5) 維持管理に関する制度の問題

現在多くの維持管理業務に関する入札において、不調・不落があると聞いている。その原因は、請けても利益を上げることが困難、割に合わない難しい工事、人手不足、等である。発注者も努力をしているが、根本的に単価が安いこと、熟練維持管理技術者の不足が大きな原因と思われる。新設工事より維持管理のほうがより多くの経験・知識が必要であるにも関わらず、その技術に対する対価が適切に評価されていない。そのため、単価の切り上げ、複数年契約の導入、包括契約等の試みがなされつつあるが、さらなる改善が必要である。さらに、管理者の技術力も要求される。そのため2、3年での配置転換を避け、マイスター、エキスパート等の制度の創設とそれを根付かすことが望まれる。

以上に橋梁の維持管理上の問題点を思いつくままに記したが、当然抜け落ちている項目もあろう。社会インフラの現状を把握し、その維持管理を実行していくことで、さらなる問題点が明らかになると思われる。

4. 橋梁の維持管理の将来展望

前述のように現在国交省と各都道府県が連携して道路メンテナンス会議を設置し、市町村の橋梁維持管理の支援について検討している。例えば、奈良県では、奈良モデルとして市町村管理の橋をエリアで9つのグループに分け、100橋単位で県が一括発注する垂直補完と近隣市町が共同で発注する水平補完の考え方を取り入れている。また、大阪府では、地域連携プラットフォームと称し、府内を7つのエリアに分け、エリア内の土木事務所が市町村を支援する体制を構築している。また土木系学科をもつ府内7大学（阪大、大阪市大、関大、近大、大工大、摂南大、大阪産大）が府と

包括協定を結び、人材育成や技術の共有化を支援することを考えている⁴⁾。

技術的な課題解決としては、新技術の積極的導入が望まれる。最新技術（ハイテク）を導入してその精度・信頼度を上げることが必要である。ハイテクというと、点検あるいは診断で非破壊検査技術、ヘルスマonitoring技術が注目されている。近年、特に構造ヘルスマonitoringは、その実用化の試みに伴い、大きな注目を浴びてきている。しかしながら、わが国ではインフラ構造物への実応用例はまだそれほど多くはない。実用化という観点からは、諸外国の方が数多く適用され、多くの成果が報告されている。

この構造ヘルスマonitoringで用いられるセンシング技術については、種々の計測対象について、現在までに多くの手法が開発されているが、センシング技術の問題点として、一般的に、性能評価手法との連携が十分ではなく、計測されたデータの評価が効果的に行われていないことがあげられる。すなわち、計測結果の有効活用が今後の検討課題と考えられる。最近の構造同定手法の高度化は顕著であり、コンピュータの性能向上により高度な解析が可能となっている。特に、建築物や長大橋の巨大インフラについては損傷同定への適用が可能なレベルに達してきている。

また、ロボット技術の導入も望まれる。近接目視ができないところは、UAV（無人飛行体）やロボットを使わずに得ないが、現時点でUAVには落下や風の影響といった課題がある。光ファイバーや高精度カメラ、赤外線、ICチップを使った技術もあるが、どれも本格的な実用化にはあと少し足りない部分がある。

さらに、新技術という意味では、センサー技術を持つ他業種のメーカーが維持管理分野に強い関心を示している。彼らのビジネススピードはものすごく速いが、建設の分野は、新技術の導入にあたって過去の採用実績や長い期間を要するような試験を求めため、技術開発に対するインセンティブが少ないことが問題である。ここをブレークスルーしなければ新技術は使えず、その技術が安くなることもない。新技術を積極的に導入するような市場になれば、もっと活性化し、魅力ある業界になるのではないかとと思われる。さらには、メンテナンス産業を我が国の新たな産業とし、国際競争力の強化に繋げることが望まれる。社会インフラの新しい維持管理手法を確立し広く海外に示すことができれば、海外市場も視野に入れた投資ができ、メンテナンス産業関連の技術開発がより一層進むことになり、若い人たちの参入が期待できよう。

長寿命化という名の下で維持管理の視点に傾きすぎていることが懸念される。つくる技術がなければ、本来の意味での維持管理はできず、新しいものをつくらなければ技術の進歩もない。維持管理と補修だけで半永久的に構造物の健全性を保つことは不可能であり、長寿命化の先には必ず更新があることを決して忘れてはならない。メリハリのある維持管理や最適な更新時期の推定、人口減少を見据えたストックの最適化には、今以上に詳細で正確なデータの蓄積が不可欠で、そのための技術を高める必要がある。

5. おわりに

多くの課題はあるものの、市民生活の安全・安心を確保するには、厳しい条件下においても、社会インフラの維持管理を適切に行っていかななくてはならない。社会インフラには橋梁だけでなく多数の種類があり、その特性を十分に考慮した維持管理が望まれる。そして、それらの横断的な全体としての維持管理体系の確立が望まれる。また、新技術の導入、契約制度の変更等を含めた維持管理のパラダイムシフトが不可欠である。そのためには、管理者のみではなく、産官学の連携、さらには市民との協力が望まれる。産官学協同の取り組みとして、岐阜県で行われているメンテナンスエキスパート (ME) 養成プロジェクト、長崎県で行われている道守養成プロジェクトがある。関西地区においても、ブリッジマネジメント研究会 ((一財) 大阪地域計画研究所内)、ブリッジメンテナンスエンジニアリング研究会を組織して、産官学が連携をして橋梁の維持管理技術の開発、普及、発展、教育、人材育成に10年前から取り組んできている。そして、この両者の活動を基盤に2011年7月にNPO法人「関西橋梁維持管理—大学コンソーシアム (KISS)」が設立された。このNPOは関西地区で土木系学科がある10大学共同でできたものである。

社会インフラの維持管理に必要なことは、その実効性と持続性である⁵⁾。我が国の社会的、経済的状况を考えると社会資本の取替・更新は容易ではなく、その長寿命化を図ることが有効と考えられる。しかしなが

ら、実際の維持管理においては種々の不確実性、予測不可能な現象にも遭遇する。このことを考えると、本当に長寿命化のみを考えるだけでよいのだろうか。本当に安心・安全は確保できるのだろうか。また、建設に携わったことのない技術者が維持管理の本質を理解し、適切な補修・補強を行えるだろうか。これらを考慮すると、技術の伝承、人材育成の面からも更新、取替の考え方の基本方針の確立が急がれる。そして、今後の少子高齢化社会を考えると、コンパクトシティに代表されるように、社会の変化を十分に考慮して、橋梁の縮約も視野に入れるべきである。

本稿では、現在考えられる社会インフラの維持管理の問題点を指摘したが、その多くは解決が容易ではない。しかしながら、最近の先端技術の進歩等を見ると、決して悲観的になる必要はないと考える。ただ、建設業界はすこし慎重すぎ、あまりにもチャレンジ精神に欠けるきらいがあるように思える。もっと新たなことに積極的にチャレンジし、新技術の導入も含めて、維持管理計画とその実行にスピード感を持つことが望まれる。最後に、筆者の経験から、話題が西日本の取り組みに偏ってしまったことをご容赦いただきたい。

JICMA

〈参考文献〉

- 1) 国土交通省：国土交通白書2014—平成25年度年次報告，p.28, 2014.7.
- 2) 国土交通省「全国橋梁の通行規制等橋梁数の推移 (15m以上)」：
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobo3_1.pdf
- 3) 古田均：社会インフラの維持管理に想う，関西道路研究会会誌，Vol.39, 2015.
- 4) 古田均：将来の更新を見据えた長寿命化を，日刊建設工業新聞，2015. 3月27日号
- 5) 古田均：社会インフラの維持管理における課題—実現性と持続性—，一般社団法人日本構造物診断技術協会会報，No. 28, 2015, 5.1.

〔筆者紹介〕

古田 均 (ふるた ひとし)
関西大学
総合情報学部
教授

