

道路施設の老朽化問題について考える

西川 和廣

一般財団法人橋梁調査会

はじめに

昨年12月の笹子トンネル天井版落下事故以来、インフラの老朽化問題が改めてクローズアップされている。すでに2007年に発生した米国ミネソタ州における大規模トラス橋の崩壊が報じられて以来、道路橋の維持管理に対する関心は高まっていたが、「コンクリートから人へ」の政策によって封印されていた感があった。トンネル事故の直後に誕生した新しい政権が国土の強靱化政策を携えていたことが、インフラの老朽化対策に対する国民の意識をよりいっそう高めることになったことの一因であろう。

筆者は道路橋の維持管理が専門であり、これまでも道路橋の経時劣化や損傷対策に対する工学的な研究を行ってきた。また、維持管理を適切に行うことの必要性やそのために必要となるものの考え方を整理して提示するようなこともしてきた。ただし、対象は常に道路施設の中の橋梁という構造物であり、本稿の主題である道路施設の老朽化については、少し視野を広げて考えなければ

ならないと感じている。

道路管理の経験はあるもののそれほど長いわけではなく、橋以外の道路構造物や付属設備を含めた道路施設について必ずしも熟知しているわけではないので、橋の維持管理に関する経験を敷衍しながらこのテーマについて考えてみたいと思う。見当外れなことも少なからず出てくるものと思われるが、その点についてはご容赦いただければ幸いである。

2 インフラの老朽化問題

本題に入る前に、一般論としてのインフラ施設の老朽化問題について見ておきたい。

各種インフラ施設の実態については、国土交通省が実施している「社会資本メンテナンス戦略小委員会（家田仁委員長）」の参考資料が同省のホームページで検索できるが、ここでは道路橋と道路トンネルのデータを示す。いずれも戦後の高度経済成長に伴って急速にそのストックを増やしてきていることが分かる。橋において1970

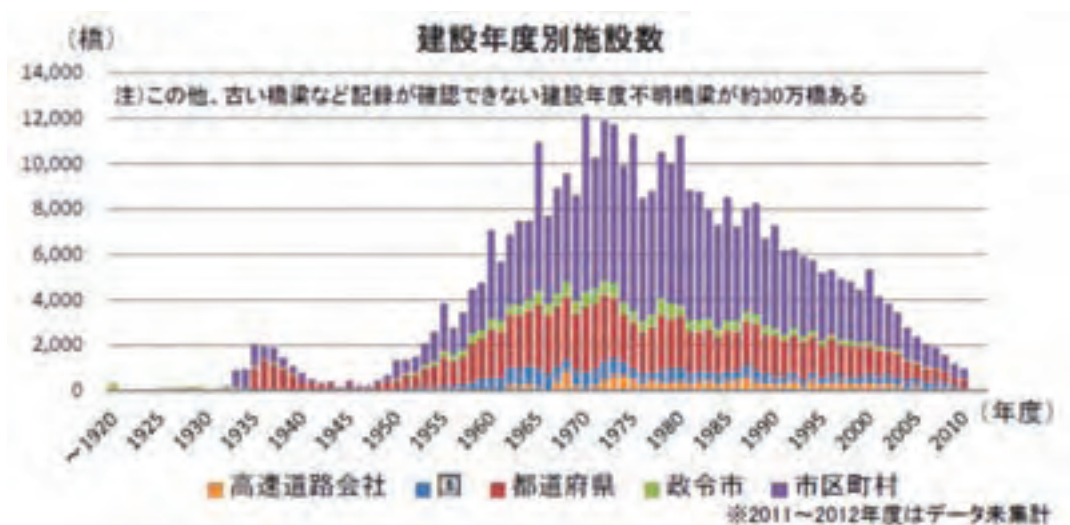


図1 我が国の道路橋の現況（国土交通省HPより）

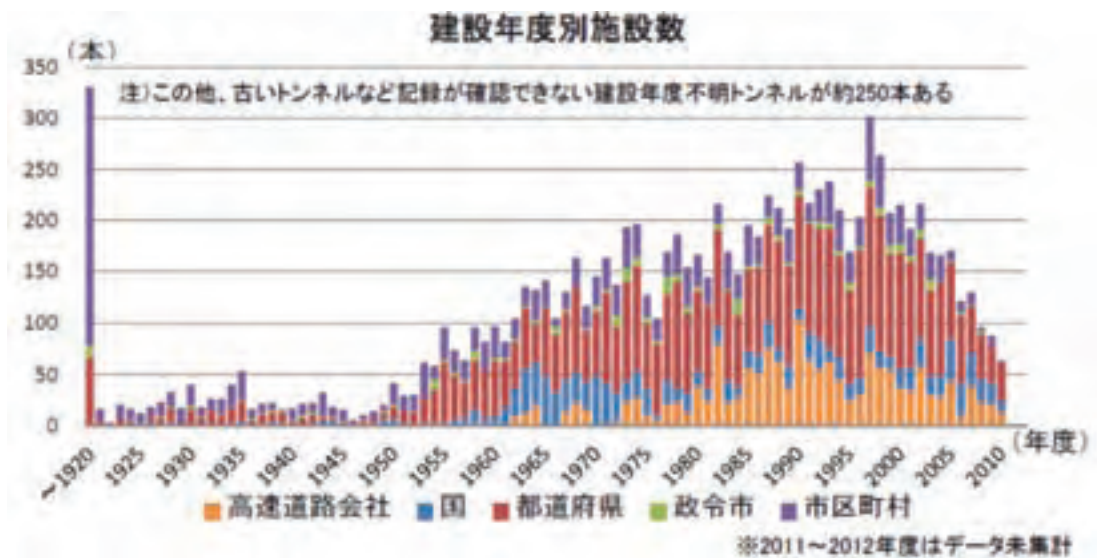


図2 我が国の道路トンネルの現況 (国土交通省HPより)

年代に大きなピークが存在するのに対し、トンネルの場合ピークが近年によっていることが分かる。また、橋梁の管理者の多くが地方自治体とくに市町村であるのに対し、トンネルの場合市町村管理は少なく、国や高速道路会社によって管理されているものが多いのが特徴である。

一般にインフラの老朽化問題として認識されているのは、膨大になったインフラストックの老朽化が進みつつあるのに対し、少子高齢化による将来の人口減少が現実視されることから、維持管理の担い手の負担が極端に膨れあがることに対する対策が急務であるということではないだろうか。

筆者はかつて、「道路橋の寿命と維持管理」という論文を書き、道路橋の寿命とは何かという問いから考えを広げたことがある¹⁾。その中で、橋の寿命を「何らかの理由によって使われなくなる」と定義するといくつかのパターンが考えられるが、経時的な劣化・損傷によって増大する維持管理負担がその時点での維持管理能力を式のように遙かに超えることによって「放棄」されるのが老朽化に関わる問題であり、これだけはなんとしても避けなければならないという趣旨のことを述べた。

維持管理負担 >>> 維持管理能力

図3は、論文で用いたもので、橋長15mを超える我が国の主要な道路橋の全体の橋数と、当時一般に橋の

寿命と考えられていた50年の供用期間を超える橋の数の推移及び将来予測を示したものである。論文執筆時点の1994年において50歳以上の橋は戦前に建設されたものに限られ、戦後も経済が軌道に乗るまでその数は多くなかったため、供用50年以上の橋は比率も絶対数も少なく、かつ2000年を過ぎるまでは急速には増加しないことが分かる。

だから高度成長期に量産された橋梁がいわば定年を迎える前、今のうちに維持管理体制を整え、既存の橋を長寿命化することによって橋の架替え需要を平準化し、将来の負担の増大を抑制しようというのが論文の意図するところであった。図中、供用年数50年以上のグラフは今でも十分な精度を保っているが、2013年の現在、老朽化問題が実感される状態に至ったことがグラフからも見て取ることができるだろう。

インフラの種類によって建設が集中した時期や寿命の考え方などは異なるであろうが、老朽化問題としてはいずれも似たようなことではないかと考えている。

3 道路施設の老朽化問題

さて道路施設の老朽化問題である。2007年度に道路橋の長寿命化修繕計画策定補助事業が施行され、道路橋に関しては地方自治体を巻き込んだ本格的な維持管理の時代に入りました。このころ維持管理は戦略的に行わな

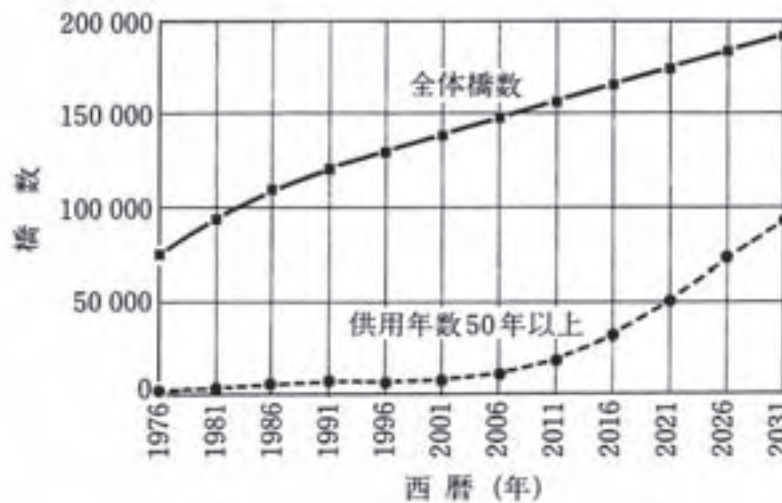


図3 橋梁数の推移と将来予測¹⁾

ればならないという言い回しが盛んに聞かれるようになったが、そもそも戦略的な維持管理とはどんなものかという言及はなかった。そこで自らそれまでの経験を整理し、「戦略的維持管理とは何か」と題した講演を所属していた国土技術政策総合研究所の講演会にて行うとともに、その後機会あるごとに同様の内容で講演あるいは寄稿を行ってきた^{2) 3)}。

図4は、社会資本施設の維持管理において管理者が知っておくべきことについて説明するためのスライドのコピーで、孫子の兵法にある「彼（敵）ヲ知り己ヲ知レバ

百戦殆フカラズ」になぞらえて、敵すなわち維持管理の対象である社会資本施設について知っておくべきこと、己すなわち自ら（人あるいは組織として）について知っておくべきことを、4項目ずつに列記したものである（講演する度に修正を加えた最新版）。国総研には道路、河川のみならず、下水道、建築、港湾、空港など、多岐にわたる分野が含まれていたため、それらを意識した表現になっている。道路施設についても道路橋以外の構造物や付属する設備が多岐にわたるため、図の項目に沿って老朽化の問題を探っていくことにしたい。

戦略的維持管理とは何か

08年12月国総研講演会より

●「彼（敵）ヲ知り己ヲ知レバ百戦殆フカラズ」

彼（敵）ヲ知ル	己ヲ知ル
<ul style="list-style-type: none"> ● 施設の性質・性格を知る ● 寿命を縮める損傷・劣化要因とメカニズムを知る ● 何処に、どんな状況で使われているかを知る ● 点検・診断手法、補修工法、予防方法を知る 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自らの戦力を知る ● 維持管理に必要な“脳”力を知る ● 自らの立場を知る <ul style="list-style-type: none"> ● 財政/政策/現場責任 ● 自らの弱点を知る <ul style="list-style-type: none"> ● 錯覚と誘惑

● 長寿命化は戦略、予防保全は戦術・・・手段

● 目的は「持続的な道路機能の維持」

図4 戦略的維持管理に必要なこと（国総研講演会資料より）

4 彼（敵）ヲ知ル

4-1 施設の性質・性格

それぞれの施設あるいは設備は、どのように機能していることを期待されて設計され、建設されたのかについて知ることがまず第一歩である。それは戦略を立てて維持管理に臨もうとするときに最初に立てるべき達成目標（戦略目標、大戦略等）をイメージし設定するために不可欠だからである。また、その施設あるいは設備が平均的にどの程度の寿命を有するものなのか、維持管理上の工夫や努力でその寿命はどの程度伸ばすことが出来るのかなど、将来の作戦を立てるためにはどうしても必要な情報である。

さてここで気になるのは、橋梁やトンネルのような構造物本体と、付带的に取り付けられる照明や換気設備など、あるいは標識柱や防音壁などとの間には、想定する寿命にそもそも大きな隔たりがあるのではないかということである。筐子トンネルの天井版を吊り下げるのに、接着剤が用いられていたことの是非が取りざたされているが、本体構造物の技術者の感覚、すなわち橋やトンネルの寿命をベースにして考えれば、有機化合物である接着剤の使用は考えにくいことであるが、付帯設備の一般的な寿命という観点から見れば、疑問を感じなかったということだって考えられる。このあたりの設計思想の統一を誰がどのようにして図り実行するのか、さらにその仕組みが存在するのか。このあたりに問題が潜んでいるのではないかと考えている。

4-2 寿命を縮める損傷・劣化要因とメカニズム

現在、インフラの長寿命化が盛んに喧伝されている。人の平均寿命は近年著しく延びたが、その過程において、寿命を損なう伝染病などの疾病や致命傷の原因となる事故とそれを引き起こす原因やそこにつながるプロセスなど、克服し予防するための研究が必要であったことは想像に難くない。

道路施設でもそれは同様である。筆者は道路橋の死に至る病として、鋼橋の腐食と疲労、コンクリート橋の塩害、鉄筋コンクリート床版の疲労損傷を主たるものとし

て特定し、発生から終局に至るメカニズムの解明と対処方法についての研究を続けてきたが、鋼橋の疲労の一部を除けば、大半は克服できる段階に達したものと思っている。問題は、得られている知見が現場に反映されるかどうか、すなわち不勉強な設計者が問題のある旧来の構造物を繰り返し設計してしまうということや、損傷・劣化の兆候を見逃し、みすみす補修可能な時期を逃してしまうことである。道路施設はそのオーナーたる管理者が多岐にわたっており、周知すべき知見や方針の修正がなかなか隔々にまで伝わりにくいこと、時に技術者のプライドや慣習が問題の修正を阻んでいることなども考えられる。

4-3 何処にどんな状況で使われているか

端的に言えばカルテとデータベースのことである。個別の施設については、設計施工がどのように行われたか、初期条件に関する情報と、その後の維持管理行為の経緯などのミクロ的な記録であるカルテが不可欠である。また、施設を群として管理する立場からは、それらが何処にどのような状態で用に供されているのか、マクロ的な目で見ることが出来るようにすることが必要になってくる。いずれもその情報の精度と最新のデータに更新されていることが重要であり、またそのために一貫性のある点検の制度が確立され機能していなければならないことはいうまでもない。

現在、政府の主導でインフラ施設の総点検が実施されようとしているが、それらの結果をどのようなデータベースとして格納し更新していくのかが、先走りながら気になっている。道路構造物ごとのデータはもちろんであるが、付帯施設、例えば照明、換気、電気通信、標識、防音などの施設は、時に一般の土工区間に、時には橋梁やトンネルなどの構造物に付随している。それらの管理は設備の機能ごとあるいはそれらが付随している構造物ごとに行われることが想像されるが、いずれのケースにおいても機能するようにデータベースが設計されていなければならない。現在の技術を用いれば、位置情報を付してやることにより施設相互の関連を与えることはできそうだが、情報の更新プロセスまでも頭に入れたシステム設計をしておくことが重要であると考えている。

4-4 点検・診断手法、補修工法、予防方法

意味のあるカルテやデータベースを最新の状態にかつ信頼できる状態に維持するためには、施設の種類ごとの点検・診断手法の確立が前提である。また、健全度あるいは損傷度の診断を行うに当たっては、どの時点ではどのような補修工法の適用が可能かあるいは効果的であるかについて明らかである必要がある。また、補修工法の進歩が施設の延命に寄与することはいうまでもない。さらに予防方法が明らかになれば、補修補強などの維持管理負担の増加を未然に防ぐことも可能である。

ここで昨今の道路施設固有の問題として挙げられるのは、いわゆる第三者被害の防止である。道路構造物の点検技術者にとって、付属物本体あるいはそれを取り付けるための部品等の落下による第三者への影響をイメージすることは必ずしも容易でない。これも老朽化に関連した問題のひとつと考えられよう。

5 己ヲ知ル

5-1 自らの戦力

維持管理計画を策定する際に忘れがちであるが最も大切な要素がこの自らの戦力である。現在、インフラの維持管理の重要性は理解されつつあるが、そのために必要な技術者も技術力も足りないとの大合唱が各所で起こっている。旧公団系の高速道路会社を除けば、道路管理者である国や地方自治体において計画策定を担う部署は、必ずしも日頃最前線で維持管理を行っている人たちではないことが多い。残念ながら、どこかに余剰の維持管理技術者がたくさんいて、助けを求めたりその配置を工夫したりすれば解決することではないということである。

基本的には官民を挙げて現有勢力をスタートラインとした体制強化作戦を立てる以外に方法はなく、多くの場合戦力に見合った（身の程にあった）戦略目標レベルを選択することが必要になろう。その場合、市町村道などでは、維持管理レベルが理想的なレベルに達しないことに対するリスクコミュニケーションが必要になることもあるだろう。

橋梁構造物の場合、地域住民まで輪を広げて戦力不足

を補っているケースも増えてきている。構造物の点検といっても、比較的容易な劣化・損傷については、簡単な講習を受けるだけでそれなりの効果は期待できるため、地元の大学やNPOなどが中心となって市民による橋の点検が行われている事例が増えている。

5-2 維持管理に必要な“脳力”

設計においては、前提条件と仮定や理論の積み重ねによって正解に到達するという、演繹的な思考プロセスによるところが多い。言い換えれば、条件が同じであれば誰が行っても必然的に同じ正解にたどり着くというもので、学校教育にも馴染みやすい。

一方の維持管理であるが、すでに生じてしまった必ずしも設計上の想定通りではない損傷や劣化という現実に対し、得ることの出来る情報からその原因を絞り込み、適切と考えられる対応策を見いだすという、いわば帰納的な思考方法であり、必ずしも誰もが同じ結果に到達するとは限らず、唯一絶対の正解は存在しない。したがって、経験に基づくトレーニングによってしか能力を高めることは難しく、学校教育には馴染みにくいと言うことが出来る。

このことが老朽化に対応すべく、専門家を育成しなければならぬにもかかわらず、思うように進まない大きな理由ではないかと考えている。このことはどのインフラ分野でも同じであろうし、さらに道路施設全般にわたってこのような能力を獲得するとなると、容易ではないことが予想される。安易な解決策を求めるのではなく、実務を重ねる中で信頼に足る維持管理の専門技術者を、時間をかけ腰を据えて育成する意識が大切だと考えている。

5-3 自らの立場を知る

インフラの維持管理において、それぞれ負っている責任の違いから、考え方や価値観が異なる3つの立場がある。最初は「財政」に責任のある立場で、資産の効率的な運用とその透明性に強い関心を持つ。次は「政策」に責任を持つ立場で、インフラシステムの健全性、群としての施設の健全度の推移と将来予測、地域格差、政策効果など、マクロの視点でのデータに関心を持つ。最後が「現場」責任者で、個別施設の劣化・損傷の状態に関心

を持ち、詳細なカルテを必要とする。この事実を知らないと、維持管理に対する議論がかみ合わず、部署間での誤解や摩擦が生じたりすることがあるので要注意である。

3者の中ではどうしても予算の多寡を握る財政責任者の力が強くなる傾向があるが、施設の劣化・損傷メカニズムには殆ど関心がない部署であることに注意が必要である。さらに地方自治体では財政部門のほか、選挙の洗礼を受ける首長や議会の動向、マスコミの論調が維持管理の生殺与奪を握ることが多い。とかく道路事業に対しては、選挙戦などで目の敵にされる傾向が強く、財政当局はむしろ一貫した予算の確保に努力すべきであるが、施設を預かる側の技術者も、一般市民の理解を得るために努力が必要である。

5-4 自らの弱点を知る

既に記したが、2007年8月米国ミネソタ州で大きなトラス橋崩壊事故が発生し、相前後して我が国でも2橋のトラスの斜材の腐食による破断事故が相次いだ。この事態を受け、国土交通省道路局は「道路橋の予防保全に向けた有識者会議」を組織し、老朽化に起因する橋の事故を防ぎ、かつ橋を失うことを防ぐために必要な施策についての検討が行われた。その報告書の中で、橋の老朽化による崩壊等の事故を防止するためには、「見ない」「見過ごし」「先送り」という3悪をなくすことが重要であることが示された。これらはすなわち、点検、診断及

びその後の措置に関わるものであり、かつそれらは人が行うものであることから、人の持つ弱点を知った上で対策を講じることが不可欠とされた。

その弱点の多くは錯覚と誘惑に関するもので、希望的観測による根拠のない判断や、先延ばしへの誘惑である。この点については必ずしも道路施設の老朽化特有の問題ではないかもしれない。

6 鉄道と道路

ここで一見似ているようでかなり事情が異なる鉄道と道路について、橋梁とトンネルのデータを見ながら考えてみたい。図5及び図6は、道路と同じく国土交通省の「社会資本メンテナンス戦略小委員会」の資料から抜粋したものである。

鉄道橋では1970年代を中心にしたピークが存在することは道路橋の場合と同様であるが、戦前、それもかなり古い時期にも多くの橋梁が建設されていることが分かる。鉄道は明治以来、精力的に建設され、戦前における我が国の流通を支えてきたことの名残がまだ健在であることを反映している。トンネルにおいても同様で、このことは、鉄道においてはいわゆる老朽化問題をすでに一度くぐり抜けてきた経験があるということであろう。

筆者が知る限りにおいても、鉄道の場合は保線をはじめとする維持管理の仕組みが整備されていなければ事業



図5 鉄道橋の現況 (国土交通省HPより)



図6 鉄道トンネルの現況 (国土交通省HPより)

としての認可を受けることができず、当初からその組織体制、人材の育成、技術分野の組織運営や人事制度が確立していたようである。これに対し道路では、路面さえしっかりしていれば車両は自由に走行することができるため、維持管理のための制度や体制づくりの重要性に対する認識が薄く、整備が根本的に遅れてしまったものと考えられる。

道路施設が多岐にわたるといっても、鉄道以上ということはないと考えられるので、道路施設として学ぶべきことが少なからずあるのではないかと推察される。是非、検討すべき課題である。

で持続的に考える人的な体制強化について、専門職員の採用、人事配置、処遇などの点から幅広く考え直すことが喫緊の課題ではないだろうか。

参考文献

- 1) 「道路橋の寿命と維持管理」西川和廣、土木学会論文集 1994.10
- 2) 「戦略的維持管理とは何か」西川和廣、月刊建設 2008.2
- 3) 「彼(敵)ヲ知り己ヲ知レバ百戦殆フカラズ」西川和廣、橋梁と基礎 2008.8

7 おわりに

少し変わった切り口から道路施設の老朽化問題を探ってみた。結局のところ、道路施設そのものの老朽化もさることながら、整備してきた施設の運用に対する考え方の問題に行き着いたような気がするがいかがだろうか。鉄道との比較でも見えてきたと思うが、人・モノ・金という資源の活用によって事業を持続・発展させるという明確な使命の下に運営される鉄道事業と、主として公的資金により不特定多数の利用者に対する行政サービスとして提供される道路サービスとでは、老朽化問題の中身が大きく違っているように思われる。いかんともしがたい部分もあるが、せめて施設の維持管理を長期的な視点