



提言

地方発・市町村発 コンクリート 構造物の長寿命化対策

日本大学 工学部 土木工学科
教授 岩城 一郎

はじめに

出張先のバンコクでまさに本稿を書く
こうしていた矢先に、筆者が住む宮
城県(仙台市)と職場のある福島県(郡
山市)で大地震・大津波に見舞われた
という報を受けた。遠くにいて状況が
把握できない中、何とも言いようのない無力感に襲われた。

橋梁をはじめとするインフラの老朽
化は、こうした激甚災害に比べれば取るに足りないものと思われるかもしれないが、災害はいつか、どこかで突発的に起こるのに対し、インフラの老朽化はいずれ、どこでも必ず起こるものであり、放っておけばいつかはその機能が失われ、市民の安全・安心を脅かすことになるため見過ごすわけにいかない。

高度成長期に集中整備された社会基
盤施設(インフラ)の一斉老朽化時代
を迎え、インフラの管理者はその長
寿命化修繕計画の策定を急いでいる。しかしながら、インフラの長寿命化のための要素技術や技術体系は未だ確立されていないと言え、その方策についても最適解を見出せない状況にあり、各方面で精力的な研究・取り組みが進められている。

このうち、国全体におけるインフラ
の維持管理戦略やこれを実現するた
めの最新技術に関する論説は、他の著名な有識者の方々にお譲りすると
して、本稿ではまだ十分に目の行き届いてい

ない地方、市町村のインフラの現状と
今後の長寿命化対策について、筆者の
職場があり、研究フィールドでもある
“ふくしま”の道路構造物、中でもコ
ンクリート橋に焦点を当て論じること
とする。

福島県のインフラの実状

福島県は全国都道府県中3位の面積
を有し、首都圏と東北各地、太平洋と
日本海を結ぶ交通の要所であることか
ら、道路構造物の保有数も多い。

福島県の管理する道路延長は約
5,600 km、橋梁数は4,500橋に上
り、いずれも全国トップクラスで
ある。福島県内の道路の総延長は
38,699kmであり、その内訳は図1
に示す通り、国道1,991km(5%)、
県道4,154km(11%)、市町村道
32,554km(84%)であり、市町
村道の割合が極めて高いことが分か
る。

一方、福島県の道路事業
費における維持・補修費は、年
間約100億円で推移しているの
に対し、県内の中核市では数億
円規模、その他市町村では数千
万円から少ないところでは数10
万円と各自自治体のインフラの
実状や財政状況等により大きく
異なっている。

また、福島県は地象・気
象条件の全く異なる浜通り、

中通り、会津の3地方からなり、
構造物は様々な環境作用に曝され
ている。

例えば、浜通りでは太平洋から運
ばれる海水により、コンクリート
内部の鋼材が腐食する塩害が懸念
される。中通り、会津では積雪寒
冷地に属するため、コンクリート
中の水分の凍結融解作用による凍
害が起こりやすい環境と言え、さ
らに中通りでは都市を中心に冬
期の交通確保のため、大量の凍結
防止剤(塩)が散布される。この影
響(塩害)に加え、交通作用の繰返
し(疲労)により、コンクリート
構造物の劣化が顕在化しつつある。
以上のことから、福島県では多
様かつ厳しい環境にさらされた膨
大な量のインフラを、限られた
予算内で効率的に維持管理して
いく必要があると言える。

このような背景の下、福島県では
インフラを資産(アセット)として
捉え、その将来にわたる劣化予測
とコスト評価により、合理的かつ
効率的な運用を

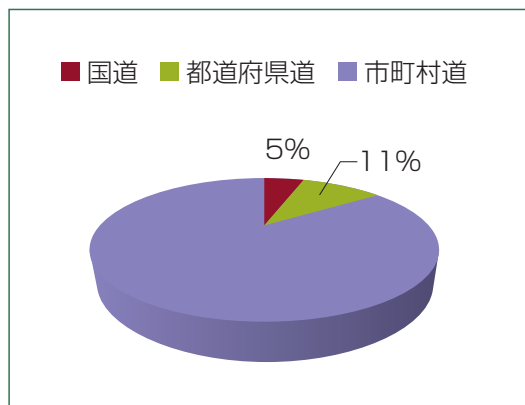


図1 福島県内の道路延長の内訳

目指すアセットマネジメントシステムの構築が進められ、2007年（平成19年）度から橋梁、舗装、トンネルに加え、シェッド・シェルター類までも含む運用が開始し、点検データの蓄積、システムの高度化が図られつつある。

一方、県内市町村でも危機感を持ち、順次橋梁の長寿命化修繕計画を策定しているが、筆者が相談を受けたものの中には、自治体側で想定している予算に対し、数十倍もの費用を要するとする計画を提案する企業もあり、正直混乱している印象は否めない。

■ 予防保全の現状と課題

インフラの長寿命化修繕計画を策定する際のキーワードの一つに、「予防保全」が挙げられる。予防保全とは、橋梁等インフラの老朽化による損傷が顕在化する前に、予防的な措置を施すことで、インフラの長寿命化とライフサイクルコストの縮減を図る手段と言える。予防保全の例として、床版の打替えに至る前に炭素繊維シート補強をしたり、塩害が顕在化する前に表面保護工法や電気防食工法を施したりすることが挙げられているが、これらは基本的に構造物の重要度が高く、予算もある程度確保されている場合にのみ、適用可能なものである。

具体的には前述の図1に示す約5%の国道と、一部県道あるいは最重要市町村道に限定された10~20%程度のものに適用可能な考え方と思われる。いわば、これらの技術は、一部の富裕層に対して適用可能な高度な医療に相当するものであり、それ以外の

80~90%の道路構造物、いわゆる一般層に対して高度な医療を施すことは財政上困難であり、このことが前述の予算に対して、数十倍の計画となってしまう一因となっている。

一方、老朽化が進む地方、市町村道の構造物に対し、従来型の「壊れたら直す（事後保全）、あるいは架け替える」といった方策を続ければ、財政が破綻することは明らかであり、これらにとって代わる新しい独自の方策を考える必要があると思われる。

地方発・市町村発 コンクリート構造物の長寿命化対策

地方や市町村におけるコンクリート構造物の長寿命化を図る上で重要な点を2点指摘したい。それは、“できる予防保全を確実に”と“水を制する者は劣化を制す”である。

4.1 できる予防保全を確実に

前述の通り、予防保全の重要性については論を俟たない。問題は地方や市町村でできる予防保全とは何か？ である。私は予防保全にはいくつかのレベルがあると考えている。仮にそれが3段階であるとすれば、

レベル3：表面保護工法、電気化学的工法、ひび割れ注入工法等

レベル2：水切りの設置・改良、ジョイントの簡易非排水化等

レベル1：排水溝の清掃、土砂の撤去、排水管の長さ・向きの見直し等

と考えることができる。レベル3は現在推奨されている予防保全で、前述の通り高度な医療に相当すると思われる。レベル2はレベル3ほどの技術を要せず、コストもかからない割には、適切な措置を施すことにより、大いにその効果が期待できるものである。さらに、レベル1では日常的な維持管理レベルであるが、これを継続することにより、ほとんど経費がかからず、長寿命化が期待できる方法と言える。

虫歯予防を考えよう。まず何をするかと言えば、「歯磨き」と答える人が大半であろう。それは歯磨きが一番手軽でコストもかからない割には、これを継続的に行うことにより、虫歯にかなり難くなることを知っているためである。虫歯予防のために、最初から歯をコーティングしたり、特別な医療を施す人は稀少であろう。花粉症対策も然りである。花粉が飛び始めたらまずはマスクをし、コートについた花粉を払い、必要以上に体内に取り込まないことで症状が悪化しないことを、患者は知っている。

翻ってインフラの予防保全、あるいは長寿命化修繕計画はどうだろうか？

地方や市町村道は、日常的な清掃や土砂の撤去を行っているだろうか？ まずは“できることから確実に”である。現在はどちらかというと、「レベル3→2→1」の思考回路を、「レベル1→2→3」と考えることで、少ない予算で効果的に長寿命化が図れる一案になるのではと考えている。それでは、誰がこれを行うか？ 自治体の構造物管理者でも良いし、日々これらを使う

地域の住民と協働で行っても良いだろう。

4.2 水を制する者は劣化を制す

コンクリートは水とセメントの水和反応により固まるため、その過程において水は不可欠であるが、あらゆる劣化に水が深く関わっていることもまた事実である。

コンクリート構造物の劣化機構として、中性化、塩害、凍害、アルカリ骨材反応、化学的侵食、疲労等が挙げられる。これらの劣化因子は、二酸化炭素、塩素イオン、凍結水、反応性骨材、酸あるいは硫酸塩、交通等の繰返し作用であるが、いずれも水の作用下で劣化が促進するか、逆に水がなければほとんど劣化が進行しないことが知られている。コンクリート構造物の維持管理にあたっては、これらの劣化機構を特定することにより、適切な対策を講じることが可能となるが、十分な技術力を持たない場合には、劣化機構を特定することは一般に難しい。

それでは、一般に技術力の乏しい地方、あるいは市町村道の維持管理を行

う場合どうすればよいか？ すべての劣化機構が水の作用下で促進されるのであれば、水の存在の有無を点検し、水が存在する場合、どこから水が供給されるか、どうすれば水を断つことができるかを診断し、水の作用を制御する対策を実践することにより、大半の劣化を抑制することが可能となる。

写真1は、東北地方のある鉄筋コンクリート製（RC）橋脚の劣化状態を表したものである。橋脚の中央から左にかけて凍害によるスケーリングが進行し、特に左側の橋脚端部で損傷が著しい。この原因は、桁間のジョイント部から凍結防止剤を含む水が漏水し、橋脚の横断勾配に沿って流れ、端部で凍害を促進させたものと思われる。劣化機構は凍害であるが、漏水を避けることができればここまでの損傷は発生しなかったと考えられる。

写真2は、RC 橋台の劣化状態を表したものである。桁端からの凍結防止剤を含む漏水により、凍害と塩害の複合劣化を引き起こし、橋台を著しく損傷させた例と言える。凍害はもとより塩害も鋼材腐食の反応には水が不可欠



写真2 橋台の損傷例

であり、塩化ナトリウムも細孔水を通して浸透するため、桁端からの水の供給がなければこうした激しい損傷には至らなかっただろうと推察される。他にも、桁端では桁かかり部に堆積した土砂が多量の水分を含み、そこから劣化が進行したり、水の作用によって桁を支える沓が腐食したりするなどの損傷が顕在化している。“水を制する者はコンクリート構造物の劣化を制す”と言われる所以である。

写真3は劣化したRC床版を切り出したものである。床版上面に湛水した凍結防止剤を含む水が床版内部に浸透し、内部の鉄筋を腐食させるとともに、上側の鉄筋位置に水平に伸びるひび割れ（水平クラック）が確認された。水平クラックに水が浸透し、交通作用の繰返し（疲労）や凍害を受けると水平クラック上のコンクリートがちまち



写真1 橋脚の損傷例

◆ いわき いちろう

主な著書：コンクリート構造物の力学基礎 ―解析から維持管理まで―、技報堂出版、川上洵、小野定、岩城一郎、2008.4

研究テーマ：コンクリート構造物の耐久性、インフラの維持管理

現職：日本大学 工学部 土木工学科 教授 博士（工学）

学歴：1979年 3月 東北大学 大学院 工学研究科 土木工学専攻 修士課程修了

プロフィール：1988年 3月 東北大学 大学院 工学研究科 土木工学専攻 修士課程修了

1988年 4月 首都高速道路公団（首都高速道路株式会社）入社

1996年 4月 東北大学 工学部 土木工学科

2005年 4月 現職



写真3 床版の損傷例

砂利化し、疲労耐久性が急激に低下することが予想される。このケースも床版上面の防水が機能していれば防ぐことのできた劣化であると考えられる。以上が“水を制する者はコンクリート構造物の劣化を制す”たる所以である。

前述の3段階の予防保全に戻るが、それでは“水を制す”ためにどうするか？ レベル1において排水溝の清掃を行うことにより、排水溝が詰まり路面に水が溜まることを防ぎ、床版の劣化を抑制することができる。土砂が堆積していると、そこにスポンジのように多量の水分を含むことになるため、定期的に撤去することにより不要な劣化を防ぐことができる。写真1の赤丸に示す排水管の長さ・向きを見直すことにより、橋脚に直接水がかかることを避け、写真のような著しい損傷を防ぐことができる。まずは水に着目し、できることを確実に行うことが重要であり、これにより少ない予算でも十分に効果のある対策を施すことが可能となる。

レベル2で簡易な水切りを設ける、あるいは今ある水切りの形状を変えることにより、高欄を伝って水が桁に回り込むことを避けることができる。桁

端や桁間のジョイントを簡易な方法で非排水化することが可能になれば**写真1**、**写真2**のような著しい損傷を防ぐことが可能となるので、今後この種の技術開発が望まれる。それでも水の作用を防ぐことができなければ、その構造物の重要度と財政状況とを勘案し、レベル3の予防保全を施してはどうだろうか？

「おわりに

老朽化するインフラの保全は防災と並び、持続可能な社会の構築のための最重要課題の一つであることに変わりはない。

本稿で述べた通り、この問題は財政基盤の弱い地方ほど深刻であり、圧倒的なストックを保有する各市町村での取組みが、問題解決の鍵を握るといっても過言ではない。これまでインフラの保全に関する施策は、国が主体となって打ち出されてきたが、最近では、各自治体での特徴的な取組みが注目を集めている。今後、老朽化したインフラを負の遺産として次世代に負わせないためにも、インフラ長寿命化の実現に向けた、地方自治体の果たすべき役割は極めて大きい。

一方で、地方の構造物の維持管理はこれまで自治体に一任されていたように思われる。これは、防災が市民や地域を巻き込んでその向上に努めていることに鑑みると、対応が遅れていると言わざるを得ない。インフラの保全にも自助、共助、公助はあって然るべきと思われる。市民が普段見慣れ、何気なく利用しているインフラ（構造物）に興味と関心を持ち、その維持管理の一端を担い、地元建設業者を含む地域でこれを支え、自治体が市民の側に立った適切な方策を打ち出してはじめて、成熟したインフラの長寿命化が実現するものと思われる。いずれ、どこでも必ず起こり得るインフラの老朽化に備え、いまから産官学民一体となった体制づくりに取り組む必要があるだろう。