

# パネルディスカッション

## 「橋梁の長寿命化について」

### 【座長】

丸山 久一 長岡技術科学大学  
環境・建設系 教授

### 【パネリスト】

八橋 義昭 北陸地方整備局道路部  
道路保全企画官  
岩澤 弘和 新潟県土木部  
道路建設課長  
河西 龍彦 (一社)日本橋梁建設協会  
保全委員会幹事長  
吉松 慎哉 (一社)プレストレスト・コンクリート  
建設業協会 保全補修部会長  
近藤 治 (一社)建設コンサルタンツ協会  
北陸支部 橋梁委員会委員

パネルディスカッションの前半は、座長による背景の説明、北陸地方整備局と新潟県による長寿命化計画の状況の説明、実務者による点検及び各種構造物に関する説明がプレゼンテーションとして行われました。

後半は、会場の参加者も加り、橋梁の長寿命化に関するフリーディスカッションが行われました。

### ■プレゼンテーション■

(丸山)

最初に、全体の背景を大きく5項目に分けて説明させていただきます。

#### ① 構成材料の潜在能力

実存する構造物の供用状況から判断すると、コンクリートも鋼材も100年はもつと考えられます。

#### ② 材料の劣化要因

特に影響が大きいのは疲労と塩害です。繰り返し荷重で劣化します。塩害で鋼材はさびて劣化します。

#### ③ 構造物の耐荷性能

RCやPC構造物は、鋼材の腐食の具合がある程度定量的に分かれれば、耐荷性能が求められるのですが、まだ研究段階です。

#### ④ 補修・補強

鋼構造物の長寿命化対策はかなり進んでいますが、RCやPC構造物に対しては、いろいろ試みられてい

るものの有効な対策は限られているようです。

#### ⑤ 維持管理

維持管理する橋の数に対して、人も予算もかなり不足しています。そこで、地域医療のネットワークに倣って、橋の維持管理のネットワークを我々が作れるといいと思います。そして、例えばタブレットなどを使った簡単なツールを用いて点検し、そのデータと写真を集約していくというような構想です。

#### (八 橋)

直轄が管理している橋梁は1,740橋で、このうち、建設後50年以上の橋の割合は、現在の18%に対して、20年後には60%になります。したがって、今後は定期的な点検をしつつ、早めに直すという予防保全をスタートしたところ です。

橋梁の予防保全で大事なことは、よく見るということで、まず点検し、その点検の結果を診断して、どのように補修して、補修した結果を記録に残すというサイクルで進めていくのが、長寿命化修繕計画の主なところ です。

直轄では損傷の状況に応じて、AからEという6段階で判定しています。E判定については速やかに対策を実施します。C判定については、5年以内を目標に計画的に補修していくことで、C判定の数を減らすことに取り組んでおり、Cの数が年々減りつつあるという状況です。

#### (岩澤)

新潟県の点検及び橋梁長寿命化計画策定の状況は、平成24年度末で、全橋梁の99%に当たる約3,770橋の点検を完了しています。県の管理橋梁は、従来の事後保全的な維持管理から予防保全的な維持管理へ転換し、補修・更新費用の縮減と平準化を図るために、橋梁長寿命化修繕計画を平成21年度に策定し、平成22年度から計画に基づき点検や補修を実施し、その結果を計画に反映する形で運用しています。

次に、市町村ですが、現在、全市町村で点検及び橋梁長寿命化計画の策定に着手しています。平成24年度末時点で、全橋梁の90%に当たる約11,200橋の点検が完了しています。長寿命化計画についても全市町村が取り組んでおり、平成24年度末で29市町村のうち15市町村が、策定を完了している状況です。

#### (近藤)

コンサルタントが実施している橋梁点検などで見受けられた、「橋梁の三大損傷」についてお話しします。塩害、コンクリートのアルカリシリカ反応(ASR)、疲労、この三つは進行が早く、放っておくと橋梁の安

全性を著しく損なう可能性があります。

### ① 塩害

PC橋では、さび汁が出ていたので、はつてみたら中のシーズが溶けて素線の一部が破断していた例がありました。鋼橋では、塗装が膨れているところをハンマーで叩くと、中が著しく腐食していた橋がありました。

また、伸縮装置からの漏水があると、凍結防止剤による影響を受けていることがあります。桁端部のコンクリートの欠け落ちや支承の腐食といった損傷が確認されます。

### ② ASR

PC桁の下面に橋軸方向にひび割れがたくさん入っているのは、ASRの可能性がります。下部工でもASRによってひび割れが発生します。また、ASRによるコンクリートの膨張圧によって、鉄筋が切れたと思われる事例もありました。

### ③ 疲労

床版の疲労というのは深刻な問題です。放置しておくとも抜け落ちる可能性があるため、管理者に伝えて対応してもらったこともあります。

鋼橋では、垂直補剛材の上端の溶接部に亀裂が出ていることがあります。これも放置しておくとも損傷が進行してしまふことがあります。

(吉松)

今年、土木学会からコンクリート標準示方書の維持管理編で、新しくプレストレスコンクリート橋編というのができました。そこに書かれている、構造特性によるPC構造物特有の劣化を挙げてみました。

#### ・構造特性①

PC構造物はプレストレスを導入していますので、PC鋼材や定着部の腐食、破断によって耐荷性能が大きく変わります。

#### ・構造特性②

ポストテンション方式は、PC鋼材の付着と防水のためにグラウト施工する必要がありますが、このグラウトの充填不足によるPC鋼材の腐食や破断という事態も起こっています。

#### ・構造特性③

張出し架設工法や押出し架設工法などの分割施工や、プレキャスト部材の接合によってできる施工目地がたくさんあって、その目地からの漏水や塩分の浸透によるPC鋼材の腐食・破断というものがあります。

以上のように、PC橋の維持保全を考えるうえで、PC特有の劣化を考慮する必要があります。

さらに、PC構造物の維持保全を考えるうえで大事なものは、PC技術の変遷です。PC構造物の初期性能と構造は、建設時点の設計・施工技術によって大きく異なります。それらに伴った劣化変状が出ます。

PC橋の予防保全の鍵は、水対策です。それらに塩分が入っていれば致命傷になりますので、水シミや水掛かりを見つけていただければ、PC鋼材がさびる前に、補修・補強ができると考えています。

(河西)

橋梁の長寿命化のために、いろいろなことができるという事例をご紹介しますと思います。

これは危ないなというのは、素人でも分かることがあると思うので、橋は難しいとかではなく、「とにかく見ましょう」ということが、一つ目です。

二つ目が、お掃除です。大阪市では、139歳になる浜中津橋の定期点検をコンサルタントに発注するときの特記仕様書に、「必ず桁端を掃除して帰りなさい」ということが書いてあるそうです。このようなことだけでも、寿命には効果があると思います。

三つ目、利用者参加で愛着を持ってもらおう。自治体の職員一人で頑張るのではなく、実際に使っている方、あるいは周りに住んでいる方を巻き込んで、橋に愛着を持ってもらうような取組をすることが大事で、これも長寿命化対策の一つのポイントだと思います。

四つ目は、困ったら「橋の相談室」に相談しようということです。橋建協やPC建協では、橋の相談室というのを3～4年くらいやっていますが、最近、自治体からの問い合わせが増えてきています。長寿命化が脚光を浴びていることを実感しております。些細なことでも構いませんので、うまく活用していただければいいと思います。

## ■フリーディスカッション■



(大石)

橋梁調査会の大石といいます。

構造物内部の透視、あるいは可視化を現実的なものとして手に入れたいと思っていて、今、X線や中性子

エネルギーを使った内部の構造の可視化技術を開発していますが、実用化にはもう少し時間がかかると思います。実際に現場で現状を確認しながらやれば、非常にいいと思います。

(丸 山)

技術開発の方向としては、そのとおりだと思います。ただ、私自身はそのような機器の実用化を待つ余裕は無いと思っているので、ひび割れ調査や外部の損傷状態から内部の鋼材の腐食量を定量的に結びつけるための研究を続けています。

コンクリート内部の鋼材が、あと何年経つとその劣化がどのくらい進むかというのは、どの程度分かってくるのでしょうか。

(西 川)

正確にある程度の精度をもって推定するのは、すごく難しいと思います。いろいろな要素がかかわってきますので、今は、これにこだわって精度を上げる予想方法にかまけている時間はないと思っています。

それよりも、今キャッチできる情報から、最悪どのようなことがどのくらいの期間で起こるのか、そしてどこまでのリスクを受け止めて安全を保てるかという議論をもっとやらなければならないと思います。

危険な状態にさらされるということが感じられたら、すぐに行政的に動き出さないといけないと思います。

(丸 山)

その橋を放置しておく、どのくらい先にどのくらい悪くなるかが、ある程度の精度で分かるようになると、どの段階でどのような補修が必要かの判断ができて、より計画的な維持管理ができるようになると思います。

(鈴 木)

開発技建の鈴木です。

現地の状況や道路の条件で、全体を点検できないような橋梁もあります。そのような場合、最低限ここだけは、というようなポイントがあれば、教えてください。

(河 西)

鋼橋の場合は桁端部です。桁端部に土が溜まっていないか、さびていないか、沓はあるかとかを最低限、見ていただければいいと思います。

(吉 松)

PC橋も桁端部です。桁端部にはPC鋼材の一番重要な定着部があります。そこがさびてプレストレスが抜けると耐荷力が下がるので、さびた原因も考えながら見ていただければと思います。

(近 藤)

損傷は、他のものとの因果関係があります。

例えば、伸縮装置に段差があったので、よく調べてみると、鋼製支承がすり減って下がったのが原因だったということもありました。点検のときには、その損傷が何に影響しているのか、どこに原因があるのかなどを、よく見る必要があります。

(丸 山)

今のようなのは、点検した人の技術力がなければできないと思いますが、どうですか。

(近 藤)

これは経験だと思います。ある点検員は、床版下面の点検時に、ひび割れをずっと手で触っていました。せん断に達している損傷だと、上を大型車が通るときに、ひび割れが動きます。そういうのは、より正確に点検するためのノウハウだと思います。

(丸 山)

技術レベルが違くと、違う答えも出るということになりますね。でも本を読んでもマニュアルを見ても、そこまで書いていないので、こういったノウハウも共有していければいいと思います。

(渡 辺)

大日本コンサルタントの渡辺と申します。

PC橋のケーブルの内部まで確認した事例や、その中身はどのような状況になっていたか教えてください。

(吉 松)

はつってみて、中の鋼材が腐食しているのを見えます。グラウトが完全に充填されていない橋梁もあるのも事実です。PC鋼材に沿ったひび割れが発生していたときには、直接、削孔してみるのが早くて確実です。

(笠 井)

大日本コンサルタントの笠井です。

伸縮装置を取り替えたにもかかわらず、漏水がある橋があり、おそらくアスファルトとコンクリートの隙間から水が入り込んだと考えられますが、原因と対策について教えてください。

(近 藤)

伸縮装置は床版を切り欠いて設置するので、コンクリートが後打ちになっています。その切り欠いたコンクリートと後打ちしたコンクリートの境目が密着していないと、そこを通水する可能性があります。

(笠 井)

隙間にブローンアスファルトを詰めても、防水層を設けても漏水するのですが、完全に止水するのは難し

いのでしょうか。

(吉 松)

PC橋の場合、伸縮装置のために桁端部を切り欠いたことにより、乾燥収縮のクラックが入って漏水した事例はありますが、塗布防水をしても漏れるのは経験したことはありません。

(近 藤)

二次製品の伸縮装置は、長さが 1.5m程度の定尺ものを現地で並べてつなぐのですが、そのつなぎ目から水が漏れている事例はあると思います。それから、伸縮装置の地覆の遊間にシール材が詰めてあるだけのものは、シール材と伸縮装置のフェイスプレートの隙間をきちんと接着していなければ、そこから水が落ちてきます。

(笠 井)

同じく伸縮装置ですが、止水材だけが損傷したことによって伸縮装置全体を取り替えるというのは、非常にもったいないと思います。止水材の耐用年数を長くするという工夫も必要だと思います。

(河 西)

よく 100 年もたせると言うのですが、橋の部材を全部 100 年もたせると言う考え方は無理があると思います。例えば伸縮装置がそうですが、取り替えを前提として、取り替えやすくする。排水管なども取り替えやすいような位置につけるとか、取り替えやすくしておいて、耐用年数が来たら取り替えるという発想も大事だと思います。

(丸 山)

あるところばかり強くても、どこかに弱点があれば、それが原因で全体もだめになるというのがあるので、そういった部分は取り替えやすくしておく。伸縮装置や沓は、それに該当すると思います。今は、いろいろな部分の劣化現象を集約して、全体としての機能を 100 年もたせるためのストーリーを作ることが求められているのだと思います。

(丸 山)

それでは視点を変えて、管理者側の技術レベルや管理レベルについてお伺いしたいと思います。

(岩 澤)

新潟県では、点検方法などについて、国と一緒に説明会もさせていただいており、非常に多くの方が来られています。しかし、今までとは違い、これからは非常に橋梁の老朽化が進む中での管理レベルということになると、特に市町村の皆さんは人員が足りない。しかも、技術職がないので、事務職がやっているとこ

ろも多いと思います。したがって、自分たちだけで全部やっていくのは、難しい面があります。

(八 橋)

直轄では、数年前から、コンサルタントが点検するうちのいくつかの橋梁に、必ず職員も立ち会うというルールで進めています。そのため、職員も橋梁を見る目がある程度はついてきていると思っています。

市町村への研修支援も、座学よりも実橋を使った講習会が好評です。例えば第三者被害予防処置の打音検査の実習では、実際に点検用ハンマーを使ってもらい、音の違いを分かっていたかどうかというように、肌で感じてもらっています。

(丸 山)

管理者側は、異動により 3 年程度で担当者が入れ替わるという状況ですが、どのようにして引き継ぎやレベルアップをしていくのでしょうか。

(岩 澤)

新潟県は、個人で対応しているということではなく、課や係といったグループで対応しているので、その中の何人かがかわっても、必ず残る人はいるため、大事な部分は、確実に引き継いでいけるとしています。

(八 橋)

直轄も同じで、部署がかわってきた職員には、必ず研修を義務づけており、主要な橋梁では、必ずコンサルタントの点検に立ち会って、そこで勉強してくるということをやっているのです。底上げはできてきていると感じております。

(丸 山)

試行錯誤して得たことや、調べた結果を整理して、引き継いでいくのはすごく大事なのですが、企業側では、うまくいっていますか。

(河 西)

企業も人が入れ替わるので、引き継ぎは大きな課題だと思っています。経験や体験、感動などを伝えていくことが大事なのですが、難しいと思っています。

仮に、管理技術を引き継いだとしても、技術者の数よりも圧倒的に橋の数が多いわけです。そこで、一般の人の協力を得ながら、その中の核になる人を育てて、1,000 橋のうちの 800 橋くらいは別の人に見てもらい、残りの 200 橋だけをしっかりと点検するというようにしないと、70 万の全部の橋を専門の技術者が見ていくのは難しいと思われます。

(丸 山)

佐伯先生(新潟大学)、田中先生(長岡技術科学大学)、井林先生(長岡高専)、コメントはありますか。

(佐 伯)

技術レベルや技術の引き継ぎということに関しては、ものを実際に見るとというのが一番大事だと思っています。学会とか委員会の関係で、塩害等のマニュアルを作ったりしていますが、そういうところに載る写真は、典型的な塩害とか典型的なアル骨とかの写真です。これら以外にも写真では表現しきれないような損傷もあるので、プロの方と一緒に見て回ると、実力がつくと思います。

(田 中)

一般の人たちに協力していただいて橋を見ていくといった計画を進める場合、感動とかやる気とかを参加者にどのように与えていくかが、難しい課題で、これまでの取組なども含めて、独自のものを作っていけたらいいと思っています。その一つとして、長岡高専の井林先生が開発されているタブレットを使った点検システムは、一つの核になると思います。

(井 林)

タブレットによる点検システムは、市町村職員や一般の建設技術者の方を対象としたものです。例えば、市民参加型の点検や維持管理の場合として、スマートフォンで写真を撮って投稿するような、コミュニティサイトみたいなものを試作してみたいと思っています。

(丸 山)

自分たちのエリアのことは自分たちでやろうという機運が出てくれればいいと思うので、何かあったらすぐ気がついて、スマートフォンで、どこかの番号を押すと、そこに情報が届くようなシステムも考えていただけるといいと思います。

(太田)

土木研究センターの太田と申します。

これから新しく架ける橋について、コンクリート橋と鋼橋それぞれの新技術について教えてください。

(吉 松)

PC橋に関しては、一番の問題は塩害劣化ですので、塗装鉄筋、被覆PC鋼材、ポリエチレンシーすなどが新技術として挙げられます。

(河 西)

私見になりますが、鋼橋は、従来よりも優れた耐候性鋼材のようなものを開発したいと思っています。ただし、桁端部だけは、塗装して使用します。

(近 藤)

鋼橋の防食技術の一つに、金属溶射があります。この場合、設計的に悩ましいのは、メッキボルトF8Tしか使えないため、ボルト本数が増えるし、添接部も

大きくなります。解決のためにはメッキトルシアボルトF10Tの実用化が必要なのですが、いまだに実現されていません。我々コンサルタントは、世の中にある技術を組み合わせ、バランスさせて設計するので、うまくいかないこともあるものだと思います。試行錯誤しているところです。

(丸 山)

八橋さんから、設計に関することを準備していただいたので、お話をいただきたいと思います。

(八 橋)

道路橋示方書に記載されているように、設計する段階から管理しやすい橋梁を考えるということです。桁端部の管理空間の確保、沓の周りの排水勾配、水が来るところには水切りを付けるなど、設計段階からの取組を始めています。



(丸 山)

技術にパーフェクトはないので、今ある問題をどのように解決するかを考え、やってみて、フォローしてデータを集積して、ある時期に分析し、また新しいことをトライして、その結果をフィードバックしながらプロセスを続けていくしかないと感じています。

また、橋梁の保全技術とともに、保全組織についても全体をうまく連携するようなことも、是非、北陸地方整備局あるいは県の方々に考えてやっていただくと、一歩でも進むと思います。

また3年後、新たな進歩があるように祈念して、パネルディスカッションを終了させていただきます。