

鋼橋の維持・管理に関する雑感

Needs for Friendly Maintenance System

名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻教授，工博
Nagoya University Graduate School of
Environmental Studies Department of
Environmental Engineering and Architecture,
Professor, Ph.D.

山田 健太郎
Kentaro YAMADA



大学で維持管理学を教える難しさ

大学院で，維持管理学という講義を担当して10年ほどになる。特に橋梁を題材に，これまで学生が培ってきた構造力学，構造工学，鋼構造工学，橋工学の応用編として，維持・管理の必要性，設計と実際の違い，それによる損傷事例，疲労設計や疲労耐久性評価手法，計測，実際の補修・補強事例，などを話している。実務経験のない学生や他分野（環境学研究科の学生）の学生も聴講してくれるので，話が余計難しくなり，限界を感じているのも事実である。工場見学と違って，いつも維持・管理の適切な現場が見られるとは限らないのも残念である。

仕事柄，国土交通省，JH日本道路公団，県や市の管理する鋼橋の設計や補修・補強設計，などに携わることも増えてきた。道路管理者が，新たに生じた問題の対処方法について委員会や検討会で行う議論に参加するのである。実際の問題を議論できるので，私自身の勉強になるし，実は講義の資料収集ができるので，大歓迎である。情報公開の時代になって，少なくとも委員会に出た資料についての守秘義務が低減したのもありがたい。

維持・管理は現場主義であるべき

犯罪捜査の「現場百回」ではないが，一般的にモノ造りに現場は重要である。橋梁，特に橋の維持・管理には現場を見て考えることが不可欠である。現場へ行かずに図面や写真を見て作った補修・補強計画を説明されると，聞いていていやになることがある。説明する本人も現場の重要性が分かっていないのかも知れない。あるいは，現場へ行って構造物の挙動をじっくり見て調査，判断する費用が支払われていないのかも知れない。道路管

理者でも，現場を見ずに，コンサルタントの技術者と相談に来られることもある。どこもこういった風潮であるとする，大変心配だ。随分以前の話だが，補修・補強したある箱桁橋に疲労き裂が再発したとの連絡があり，冬の寒い時期に現場へ行った。この補修・補強では，疲労き裂を残したまま添接板を高力ボルト摩擦接合したのだが，その経緯を知らずに，き裂が再発したと錯覚したのだ。その経緯を説明しようとしたら，道路管理者が箱桁橋の入口でたむろしているではないか。さすがに私もカッとなって，「説明するからすぐに呼んでこい」とやってしまった。よく見れば分かるのだが，現場を見ずに間接的な報告を鵜呑みにした結果であろう。原因究明のために，提案されたFEM解析をすぐに指示するような道路管理者であれば，解析業者は儲かるかもしれないが，合理的な補修・補強計画への道はなお遠いと考えた方がよい。まずは現場をよく見て，考えることである。

橋梁ファブの若い技術者も最近現場へ行きたがらないと聞く。3Kのイメージがあるのだろうか。私の経験から言えば，技術を磨きたいのであれば，パソコンや示方書から少し離れて，現場を見るのが一番良い。現場でよく見ると，橋は外力に対して素直に反応している。それが唯一の事実であって，一番良い教師である。それを分かりやすく，数値的に表現するのが力学である。

維持管理費の削減に伴う危険性

橋の技術者が現場へ行かないのが，その対価が支払われていないからだとする，維持管理費の問題に突き当たると。聞けば，このご時世ゆえに維持管理費が軒並み減らされているようだ。「21世紀は，維持・管理の時代」といわれていたのに，ここに来て必要経費が削られるよ

うでは、そういった分野の技術開発に大きなマイナスになる。特に、維持・管理の原点である橋梁点検や、補修・補強設計業務の発注で、コスト削減の名目で安値発注がまかり通っているとすれば、問題である。これでは、戦後のある時期に外国から言われた「日本製品は、安かろう、悪かろう」になりかねない。道路管理者もお金がないのであれば、自分たちの能力を高めるとともに、良い仕事をする民間企業を育てる工夫をするべきである。方法はあるはずである。

ある県の道路管理者に、「発注する業務から無作為に抽出した10%程度（余り多いと審査が大変）に対して、その成果品を事後評価する旨を明記し、予想以上に良い成果を出した業者には、報奨金（表彰状だけでは良い仕事をするモチベーションの高まりが少ない）を出し、成果が十分でない業者には、減額をするか、改善命令を出すようなシステムを作ったらどうか」という提案をしたことがある。発端は、橋梁のある部位の点検を実施した会社が、そのすぐ近くに別の損傷があったことを黙っていたことがあったからである。それは「契約外」で「Not my job」であろうが、道路管理者としては欲しい情報である。損傷を報告しない技術者のモラルも問いたい、それより報奨金の対象にする方が手取り早いと思ったからである。同様なことが、塗替え塗装時に損傷を発見しても、「下手に報告すると自分の仕事が遅れる」とばかり、損傷の上から塗装してしまうことも以前にあった。せつかく点検できる足場があるのであるから、道路管理者もじっくり現場を見たら良い。

道路橋が危ない

ベストセラーになった本をもじったわけではないが、鋼製橋脚や鋼床版の疲労問題があって、鋼橋技術者にとって頭が痛い問題である。私も疲労の研究者として、いろいろ勉強させてもらっている。これとは別に、数年前から道路橋の荷重実態を計る研究にのめり込んでいる。車両が走行したままで重量を計ることをWeigh-in-Motion (WIM) というが、橋の部材を使うことでBridge WIMと呼ぶ。研究では、いくつかの方法を試行した結果、最後に支点反力の影響線を用いる方法にたどり着いた。大学教員も特許を取るように言われた時期でもあり、助手の小塩達也さんと特許出願した。この方法では、鋼プレートガーダー橋の支点上の端垂直補剛材に貼ったひずみ波形を分析することで、軸重や車種までわかる。1970年代のMosesやそれに準ずる方法では、一般に総重量が求まるだけであったので、開発した本人も驚いた次第で、それがBWIMによる荷重計測にのめり込んだ理由でもある。

BWIMや路面埋め込み型のWIMを用いて実際に幹線道路で計られたデータを見ると、昔から言われているように、総重量で100 tを超える車両、軸重で20 tを超えるものがかなりな頻度で計測される。詳細な検討はまだだが、こういった想定設計荷重を超える車両を支える道路橋が、荷重に起因する損傷を受けるのは必然である。道路橋の疲労き裂に関する相談に来られた方には、そういったデータを見せて、事例解析のための計測をするなら、荷重も同時に計ったらどうかと提案するのだが、実施したのは、まだ1件だけである。疲労試験を行うときには、荷重の精度については随分注意するのだが、実構造物の疲労の問題になると、荷重に対してそれほど注意を払わない。同じ疲労の研究でありながら、時々そのギャップの大きさにあきれることがある。

維持・管理のための設備を完備できないか

2004年6月に欧州の橋梁を見てまわる機会があった。特にドイツでは、伸縮継手や支承を見せてもらったが、そのアクセスの良さに驚いた。これこそ維持・管理を念頭に置いたものだと感激した。寄稿論説に写真を載せるのは不釣り合いかも知れないが、いくつか紹介したい。

写真1は、PC連続箱桁橋の桁端部が全て建物のような橋台に入っている。入口のドアを入ると、電源の引かれた広い部屋があり、鋼製の階段やはしごが準備され、それぞれ背広姿でも点検に入れるようになっている。道路管理者がいつでも点検できるようにしているのだろう。日本でも同規模のPC橋を調査したことがあるが、桁端にたどり着くのにかかなり苦労した。さらに伸縮継手の点検のために別に足場を組む必要があった。点検を外注して、めったに現場へ行かない日本の道路管理者では、「点検が容易な構造」という発想がないのではないかと。写真にはうまく映らなかったが、桁と橋脚の間は、野



写真1 点検が容易なPC橋の橋台の中
橋脚上も同様に点検しやすくなっていた

鳥防護の亚克力板が取り付けられていた。橋梁点検を3Kでなくする工夫がされている。

写真2は、橋上の路肩部である。鋼製ガードレールと壁高欄、防音壁の間に、人が楽に歩けるスペースがあった。安全に橋梁上を歩くことで、路面と防音壁の点検を容易にしていることは間違いない。

写真3は、管理事務所と作業車の車庫である。周辺の村の景観に合ったデザインで、こんな事務所で働いてみたい気分させられる。維持・管理を楽しくするためには、こういった配慮も重要である。

帰国後に、鋼箱桁橋の中に入ったが、狭いマンホールをくぐり抜けるのにえらく苦労した。体の小さい私が苦労したのだから、体格が大きくなった若い人はもっと大変であろう。時あたかも鋼床版の疲労き裂が問題になっており、全国の鋼床版で点検が進んでいる。この狭いマンホールから点検器具（例えば、はしご）を入れるのだけでも大変である。設計者は、標準図面どおり、そのまま図面に落とすのだろうが、一度現場で維持・管理、補修・補強をやってみると、狭いマンホールがいかに問題かが分かる。橋梁ファブでも、工場製作や架設のための

構造的なチェックだけでなく、耐久性上の問題や点検がしやすい橋かどうかを、維持・管理に経験の深い技術者が再チェックするシステムが必要であろう。

「21世紀は、維持・管理の時代」と言われて久しいが、やれることからやっていくしか仕方がないのかも知れない。



写真2 鋼製ガードレールと壁高欄、防音壁の間の通路
路側から点検が可能



写真3 村の景観に合わせた道路管理事務所（左）と車庫（右）のデザイン