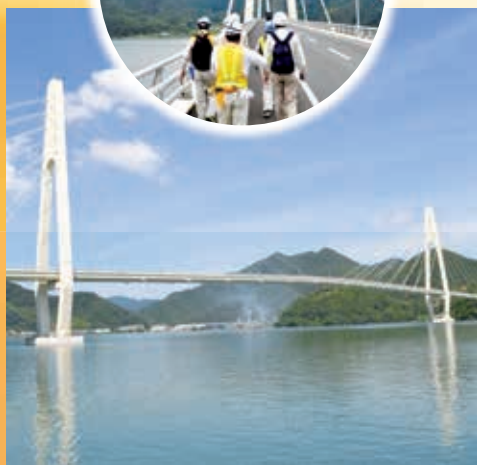
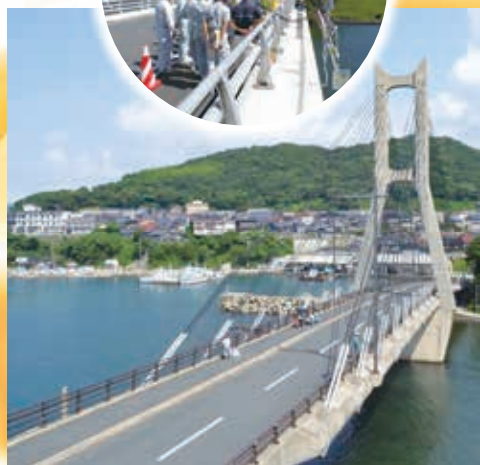
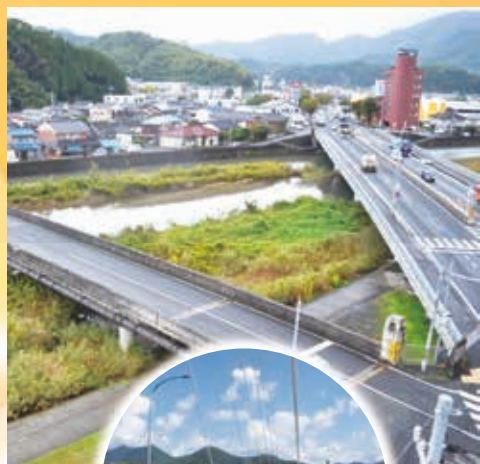




地方自治体における 橋梁長寿命化への挑戦

～講演会の記録～



地方自治体における 橋梁長寿命化への挑戦

～講演会の記録～

地方自治体における橋梁長寿命化への挑戦 ～ 講演会の記録 ～



開催年月日：平成 27 年 2 月 26 日（木）

場 所：大阪城スクエア

講 演 者：舞鶴工業高等専門学校 教授 玉田和也

発刊にあたって

我が国は、昭和30年代から40年代の高度経済成長期において高速道路をはじめ多くの公共インフラが整備され社会経済の発展に大きく寄与してきました。その時代につくられた公共インフラは、今日、50歳前後となり老朽化の進展が懸念される状況にあります。例えば、道路橋では、全国で約72万橋あり、その7割以上となる約52万橋が市町村道にあります。これらの橋梁のうち建設後50年を経過した橋梁の割合は、今後10年間で約40に増加し、市町村における老朽化対策が喫緊の課題となっています。

平成24年12月に発生した笹子トンネル天井板落下事故を契機として、その後、5年に1回近接目視による定期点検の実施が義務化され、市町村でも適切に対応しなければならない時代となりました。

本書は、このようなインフラの現状を踏まえ、平成27年2月、市町村における橋梁維持管理の取り組みに関する講演会を開催し、その貴重な講演内容をまとめたものです。

講演会では、国立舞鶴工業高等専門学校玉田和也教授に市町村の橋梁維持管理の状況と課題についてと、市町村の職員や民間技術者等を対象とした橋梁維持管理技術者育成のための研修会の取り組みについて講演をして頂きました。今後の橋梁維持管理業務の参考として活かされれば幸いです。

一般社団法人近畿建設協会では、公益事業の一環として社会資本整備に関する講演会を開催しております。現場の実務に役立つ話題や記録として残しておくべき話題をこのような小冊子にして関心を持たれている多くの方々にお配りしております。また、当協会のホームページでも閲覧できるようにしております。どうぞ、ご活用下さい。

平成28年7月 一般社団法人 近畿建設協会
理事長 霜上 民生

ただ今、ご紹介いただきました舞鶴工業高等専門学校の玉田です。本日は、「地方自治体における橋梁長寿命化への挑戦」と題して話をさせていただきます。

その前に、自己紹介をさせていただきますと、私はちょうどオリンピックの年に姫路で生まれまして、今年、50周年です。

明石工業高等専門学校 土木工学科を卒業してから新潟県にある長岡技術科学大学に編入学しました。その後、今は合併して会社名が変わりましたが、駒井鉄工株式会社という鋼橋の設計・製造、架設を行う会社に入社しました。その後、2007年に舞鶴工業高等専門学校の先生になったという経歴の持ち主です。

現在、当高専に社会基盤メンテナンス教育センターを作りまして、学生をはじめ、自治体、民間企業の方々を対象にした講習会を行っています。

本日、お話しするのは、橋梁維持管理研修会の話、そして地方自治体の挑戦、最後に私が行っている教育センターについてご紹介させていただきます。

1. 橋梁維持管理研修会

舞鶴工業高等専門学校（以下、「当高専」）のある舞鶴市は、京都府の一番端にあり近畿地方の北の玄関に位置しています。私が2007年に当高専に赴任した時の校長先生は、京都大学名誉教授である小野紘一先生でした。いろんな意味で有名な先生ですが、その先生に最初のご挨拶に行きましたら「お前は民間から来たのだから営業に行ってい」と言われまして、先生になって最初の一週間は、地元の舞鶴市や京都府の振興局へ名刺配りに行きました。営業先で「何かお手伝いできることはないですか?」といったところ、「ため池の水質を改善してほしい」という話をされたが「私は橋が専門ですので…」という話をしたこともありました。あるとき、京都府から「橋梁に関して何かできないか?」というお話がありました。京都府の自治体が橋の長寿命化修繕計画をやりはじめていた時期だったので、そこで立ち上げたのが、「京都府北部・橋梁維持管理研修会」です。2009年11月に第1回の橋梁維持管理研修会（以下、「研修会」という。）を開催し、以来、今日まで続い



図1 京都府北部・橋梁維持管理研修会

ています。おおよそ月1回程度、年間にして10回くらいを目処に開催しています。現在まで、延べ1,250名くらいの方が参加されており、参加メンバーは、京都府北部の市町の橋梁の維持・修繕に関わる自治体職員がメインですが、京都府の職員も積極的に参加されています。

本研修会では、例えば、座学でコンクリート橋の勉強をしたら、次はある市が管理するコンクリート橋の現場に行って実践します。その成果を次の月に、「今月の成果発表は、□□市さんをお願いします」ということで担当市が成果を発表し、それをみんなで議論し取りまとめるということまでをワンセットとして、何回か実施する形で研修を行っています。そのため、本研修会への参加者については、「参加する担当者は専属で参加させて顶きたい」ということでお願いしています。

座学では、大学からの先生をはじめ、建設関係の各機関から講師に来ていただいて、橋梁工学基礎とかコンクリート工学、PC・鋼の橋、塗装の他、長寿命化修繕計画の策定に関する研修等を行っています。一方、現場実習はそれぞれの自治体が抱えている問題のある橋梁現場に行き、「どういう問題があるのか」とか、「対策としてこうした方がいいのではないか」といった形で実習を行っています。また、毎年、大阪で開催される建設技術展には、必ず参加し、研修会で使えそうな技術については、当高専まで企業に来ていただいてデモンストレーションをして頂き、研修会で紹介するようにしています。

活動を始めた頃は、学校の先生ということで役所の方からは「何を言われるかわからない」という警戒心を持たれ、溶け込むにあたりなかなかハードルが高かったのですが、5年間続けてきますと、互いに信頼感が生まれてきました。研修会は通常、午後から行われますが、最近は、「午前中の1時間だけ学び直し講座をやってほしい」ということで構造力学とか、橋梁の設計など基礎的な勉強も始めています。そういう中で、地域に根差した様々な問題や課題について、相談を引き受けてきました。

2. 地方自治体の挑戦

本日は、まず、既存橋梁における地域の問題・課題にどう取り組んできたかについてお話したいと思います。地方自治体の挑戦というところですが、基本的には普通の橋については自治体でも前述のような研修会を重ねて対応しています。ところが、なかには「どうしたらいいか？」という事案が時々あります。そのなかのひとつがケーブル系の橋梁です。

2.1 ケーブル系橋梁

図2の写真は、舞鶴にありますクレインブリッジというメタルの斜張橋です。富山に新しい橋ができるまでは、日本海側で支間長が一番長い斜張橋でした。主要径間が350mもある大きな橋です。この橋は、この先にあります関西電力の石炭火力発電所の建設における工事用道路として関西電力が建造し、舞鶴市が管理することになったものです。私がこの橋の相談を受けまして、保存されている資料の中から必要な情報を抜き出して整理し、舞鶴市の方に、「耐震設計は15年前の基準で設計され、しっかり設計されている」、「雪荷重は10cmの圧雪を考慮されている」といったことを説明しながら鋼橋の塗装面積等の数量、使用されている塗装系材料のことで、更に、今後の点



クレインブリッジの特徴

- 鋼床版である⇒疲労損傷の可能性
 - ケーブルが構造部材
⇒ケーブルの防錆、定着部の防錆、ケーブル張力
 - ペンデル支承⇒損傷事例有り
 - ローリングリーフ形式の伸縮装置
⇒メカニカルな装置、損傷事例有り
 - 外面塗装⇒主桁、主塔とも近接調査が困難
- ⇒国土交通省による支援事業

図2 クレインブリッジ

検、維持管理の実施についてもレクチャーしました。

今後の点検、維持管理については、現在、近畿地方整備局の協力を得ながら舞鶴市と一緒に長寿命化修繕計画の策定を進めているところです。

斜張橋と普通の橋との相違点としてケーブルがあります。台風時にケーブルが大変揺れたという住民からの話がありましたので、そのケーブルに計算通りの引張力が入っているか確認することにしました。確認方法としては、ケーブルにレーザーを当て、振動数を計測し、それからケーブル張力を推定します。斜張橋ですので、さすがにケーブル張力の記録は残ってありました。図3に示す線が設計死荷重です。これに対して2010年に私どもが計測した結果では、張力はほぼ設計死荷重に沿った形になっていることが確認でき、ひと安心しました。

その他に確認するところとしては、斜張橋特有な部位として、ペンデル支承、ケーブルの定着部、ケーブルのカバー等があります。また、斜張橋だけに關わるものではありませんが、枯葉等による排水マスの詰まりによって排水が伸縮装置に流れ、伸縮装置からの漏水で桁端が損傷しているところが見受けられました。そのため排水マスに詰まっている枯葉等を除去しました。ここでのポイントは、橋の近傍に茂っている木の植生が橋梁部の排水機能に与える影響が大きく、意外な盲点だと思いました。草刈りや

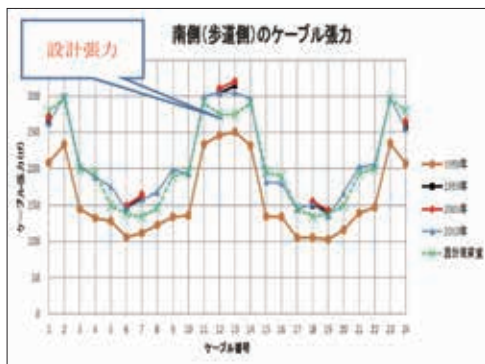


図3 ケーブル張力の比較



図4 クレインブリッジ各部位

木の伐採をしないとローリングリーフという非常に高価な伸縮装置が十分機能できなくなる可能性がありましたので、それを護るためにも、こういうことを指導しています。

クレーンブリッジの特徴の一つである鋼床版ですが、自治体ではこのような橋は管理していませんし、疲労損傷についての知見もありませんので、この辺りが点検ポイントになります。ケーブルが構造部材であるとか、ペンデル支承、それから大きな遊間と移動量が必要な場合は、ローリングリーフという特殊な伸縮装置を使います。このようなことを説明し、管理上の問題点を挙げました。その結果、「舞鶴市だけでは管理は難しい」ということになり、国土交通省近畿地方整備局と一緒に点検を行っているところです。現在、点検は完了し、診断は橋梁調査会で実施していただきました。先般、今後50年間の計画がようやく決まったところです。

同じような橋が京都府の北部にもあります。図5に示す橋梁は、京都府の漁港関係の工事で作られたPC斜張橋です。現在、ある市に移管されています。この市も設計図と計算書を移管に伴い受領しているだけで、「定期点検を行いましたので見てください」ということでしたので確認しましたが、PC箱桁部の点検だけを行っているんです。ケーブルとか定着部の点検が一切されていませんでしたので、学生と共に点検を行うことにしました。ここでもケーブルの張力を測ることにし



図5 ケーブル系PC斜張橋

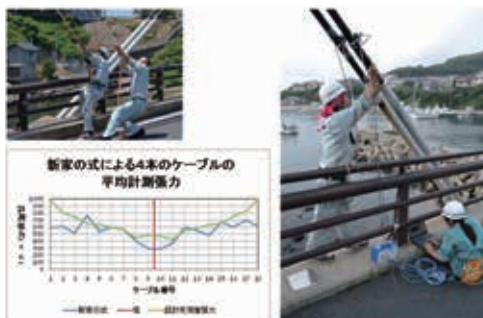


図6 ケーブル張力計測結果

ましたが、この橋の場合は、現場での張力の計測結果が残っていませんでした。市の方に確認しましたら、何年か前に資料を捨てたということでした。資料を入念に調べると、設計資料のなかに張力に関する設計値が記載されていました。計測しましたところ、図6のブルーの線ですが、一番端では、1,000キロニュートンなければならないのに、600キロニュートンしか入っておらず、4割が抜けていることがわかりました。これをどう評価するかということが問題です。建造時から600キロニュートンであれば、竣工した15年前くらいの話として考えれば「変化なし」といえるのですが、最初は1,000キロニュートンあったものが抜けてきたのか、元からそうだったのか、要は建造時のデータがないと、計測しても評価ができないという問題が明らかになりました。これにつきましては、いろいろ検討した結果、今回計測した張力をスタートとして経年的に変化を見ていく事にしました。

また、この橋は、日本海に面しているため、強風時にケーブルが揺れるという話があります。調べてみると、図7に示す制振装置が取り付けられていました。私共が目視で調べてみますと、この制振装置が図8の「×」の位置で切れていました。管理する市の方に聞きますと、「工事をやっているのは見ていたが、こういうところをきちんと管理しなくてはいけないという認識は全くなかった。」ということでした。制振装置も橋梁の安全性を保つために必要な施設であるので、しっかり管

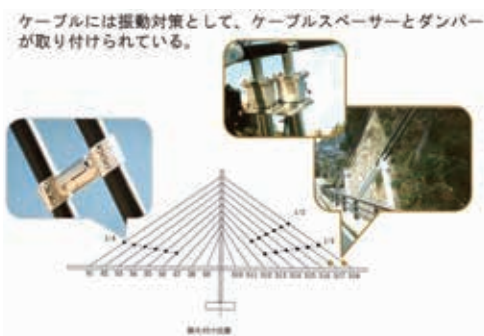


図7 ケーブルの制振装置

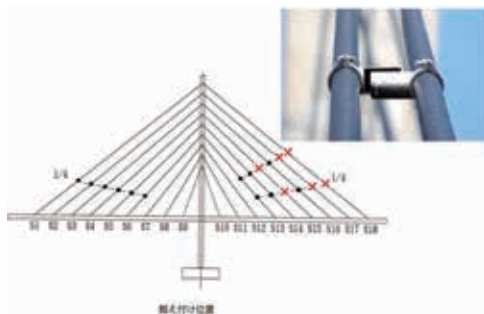


図8 ケーブルの制振装置の破損

理する必要があることを話しています。

図9はケーブルの定着部の状況ですが、部品が錆びています。これについても交換する必要があることを話しています。さらに、気持ちが悪いのは、定着部の裏をモルタルで固めていますが、そこから遊離石灰が出ています。若干、錆汁も混ざっており、定着部が健全であるかどうかを点検する必要があることが明らかになりました。市の方は、「何かおかしいな」というのは一応わかっているんですが、馴染みのない橋ですの

で、その重要性やどこを見ればいいのかということを理解されていません。ケーブルを使った橋梁の場合は、定着部が錆びますと致命的なエラーが起りうるということです。それから制振装置などの特殊な装置は、定期的な交換が必要になってきますので、そういう知識も抜けていたということになります。ケーブル系の橋梁の維持管理には様々な問題があります。特殊な橋だという認識とそれを相談できる真の意味での専門家がない自治体にその維持管理を実施させることには無理があると思われれます。

2.2 アーチ系橋梁

図10はアーチ系の橋梁ですが、この橋梁は、ダムを建設する時に補償として架設された橋梁（二等橋）です。

この橋も、塗装の塗り替えはこれまでに1回も実施されていませので、



斜張橋、吊橋、ニールセンローゼ橋では、

- ケーブル系橋梁の維持管理には設計図書が不可欠
⇒架設時の報告書も保管する必要あり
⇒初期状態を把握したうえで維持管理に入る
- 桁形状、ケーブル張力の確認⇒架設時の精度管理
- ケーブル定着部の防錆、健全性の確認
- 制振装置がある場合は、定期的な点検・交換
- 設計と施工、構造詳細に精通した技術者が必要
- 一般の橋梁に比べて点検費用も高額
- 桁端部の雑生の管理も重要⇒水まわり

図9 ケーブル定着部の状況

塗装の劣化がかなり進んでいきます。点検して評価することも実施されていません。また、ここでも植生の問題がありましたので、「この草刈りをしましょう」といいましたら、町の職員から、「ダムにかかる橋の斜面部はダム管理している人が実施するのですが、橋のために、草刈りや伐採はしてくれない」ということでした。草を刈り、風通しを良くすることでアーチ支承部の錆びによる劣化をある程度防ぐことができますが、植生を除去することができないと



アーチ橋では、

- ・維持管理には設計図書が不可欠
- ・形状の確認
- ・支点条件に関する健全性の確認⇒植生の管理
- ・耐震性能の向上には、高度な技術が必要

- ・設計と施工に精通した技術者が必要
- ・一般の橋梁に比べて点検費用も高額⇒足場費用
- ・塗装の塗替⇒足場費用が大半を占める

図 10 アーチ系橋梁

ころがネックとなっています。また、アーチ橋は、橋の規模が大きく、点検するにも足場仮設が必要となり、その分費用を要します。もう一点、重要なところは、支点条件です。アーチ橋はしっかりと支点条件が機能しないといけませんので、その健全性の確認、植生の管理というところが必要になるかと思います。塗装の塗り替えにしても足場費用が大半を占めるような現状では、なかなかひとつの町で橋を管理することは困難になります。更に、耐震性の向上まで必要となると、手も足も出なくなります。設計図書の管理も併せて、これらに対する何か良いアイデアとか、方法について官民挙げてバックアップしていく必要があるのではないかと考えています。

2.3 特殊橋梁

図 11 の橋は、舞鶴市内にある RC ゲルバー橋です。右側の道路が現在の国道 27 号。左側は、旧道です。旧道に架かる橋は相生橋という橋で、昭和

16年に建設されたものです。現在は、国から移管されて舞鶴市が管理しています。この橋梁も図面がなかったため、京都府の資料館に行きまして図面を発掘し、いろいろ調査を行いました。図12は、橋桁の下から見た状況です。鉄筋が露出し錆び



図11 RCゲルバー橋

も出ています。橋脚の鉄筋は被りがなく露出し、かなり劣化しています。よく見ると排水マスがありますが、排水管からの水しぶきがかかる主桁のところから劣化が進んでおり、水の対策が橋には非常に大事だということがわかります。それから本来ならば国道ができたんだから撤



図12 桁下の状況

去したいところなんです、住民の意向もあって撤去ができません。市に管理を任されても、撤去するお金もないし、補修・補強するのも大変だという話になっています。健全性は、ある程度評価ができるのですが、耐震性能については、地震時の評価はなかなかできないため苦慮しています。

他にも地方に行きますと、いろいろな橋があります。図13の橋は京都府が管理しているものですが、この写真からは石づくりのアーチ橋に見えます。しかし、実際は、アーチ橋の横にPC橋で拡幅しているんですね。こういう橋では、健全度診断をどのようにして行うのが課題です。

図14の橋は、大正時代に作られたものですが、手前は煉瓦造の橋梁となっています。この道路は、京都府が管理する道路で、橋面には水路と道路が通っており、西国三十三か所の松尾寺にいく参道にもなっています。さらに

これは宮津市にある橋ですけれども、非常に精緻に作られた石造のアーチ橋が市内に4橋残っています。これについて技術相談を受けたのですが、「国交省から耐震対策を行っているか、耐震性能があるかという照会にどう答えたらいいでしょうか」というものでした。これには大変困りました。

そういうことで、維持管理には設計図が絶対必要であること、それから通行規制の可否とかについては、どう根拠づけて通行規制をするか、また、石造とか煉瓦造、木橋といった特殊な橋梁について、実際にそれらの橋をどう評価していくのかということが課題です。それから、排水とか桁端部の水回りの処理ですが、管理をしっかりとすれば橋はかなり長持ちするのではないかと思います。

今、一番困っているのが、耐震性能の向上です。市町の職員としては、国道や府道の橋はしっかり管理されているので、市町の道路では、フルスペックの



図 13 石造アーチ+PC桁



図 14 煉瓦造アーチ、石造アーチ

耐震性能まではいらないという声が出ています。ただ、現状よりも耐震性能をアップしたいという中途半端なところをどう対策を講じていくのかといった相談が結構あります。そのような対策を講じる場合には、道路管理者としての意思決定や根拠をしっかりと整理・保存することが重要です。担当者が替わり方針が変わると困りますので、継続性も必要になりますし、周辺住民や利用者との対話も重要となります。耐震性能が十分でない橋に対し、フルスペックの対策をやろうとしても使用頻度や経済的な問題のため実質永久的に対策はできませんので、どこまで投資して耐震性能を担保するのが妥当なのかということが議論になっています。また、土木遺産的な建造物の保存・活用についても、どのようにしていこうかという事が課題としてあります。

2.4 小規模吊橋

今、わたしの方で考えているのが、小規模吊り橋です。最近、この形式の橋が静岡（浜松）で落橋しましたが、地方には小規模吊り橋が結構あります。明石海峡大橋のような長大橋では、点検要領がありしっかり管理されていますが、中規模、小規模の吊橋では、明確な定めはなく散発的に取組まれているのが現状です。この点をまとめていきたいと思っています。

図 15 の橋は、由良川に架かっている結構有名な橋で、八雲橋といって撓度理論という非線形解析の考え方を取り入れた最初の吊橋といわれています。この橋は、ケーブルをラッピングしていますが、その一番下のところでは錆汁が出ています。どこから水が入って錆びているのかという点と、一方のアンカーは草で埋もれていて「大丈夫かな？」というところが懸念されます。

他に図 16 に示すようにダム周辺にはこういう吊り橋がありまして、この吊り橋などは比較



図 15 八雲橋

的良い方ですが、こういう吊り橋もあります。これなんかはこの先にお墓があって、「お墓参りに使います」ということなんです。 「ほんとうに大丈夫かな？」と思います。この塔頂部のケーブルの状況については、たぶん建造以来、一回も見えていないのではないのでしょうか。こういう所は、必ず見に行かないといけません。

ここでは小規模吊り橋の点検要領ということで、どういうふうに評価したらいいのかという

まずそこから、市町の職員の方に理解していただいて、あと大事なのはメインケーブルです。塔頂サドルには一番力がかかっている、油が抜けやすく、さびやすいということでそのあたりを見てもらわないといけませんし、耐風索も構造物としての健全性として、非常に大事ですね。まあ、そういうあたりを技術的な観点に立って意思決定をして、通行を止めるなら止める、廃止なら廃止、手を入れるなら入れる、これをしっかりと説明していかなければいけません。ちなみに先ほどの吊り橋は全部ダムを作るときの補償として京都府が作り、地元自治体に移管した橋です。移管された方としては、「まさかそんな橋とは知りませんでした。こんなに手が掛かるとは思いませんでした」という状況ですが、このような橋に対して「立ち向かっていきましょう」という話をしています。



- 小規模吊橋の点検要領、維持管理方針の策定
- 主ケーブルの防錆
- 塔頂サドルの目視
- 耐風索の健全性
- アンカレッジ部の植生環境
- 架替時の橋梁形式の選定

- 道路管理者としての意思決定、根拠、継続性
- 周辺住民、利用者との対話、説明責任

図 16 小規模吊橋

2.5 修復限界状態

図17はコンクリート橋です。地方自治体によくある話ですが、「調子悪い」ということで、点検に同行したのですが、シダのような植物が鉄筋コンクリートのなかから生えているんですね。床版の裏からも出ています。これは宮崎駿の「天空の城ラピュタ」に出てくるような状況で宮崎駿的にはいいのかもしれませんが、橋梁を管理している者としては、放置できないと

いうか、相談以前の問題です。しかし、こういうのが結構あります。この橋につきましては、架けなおせばいいんですが、実はこの河川は京都府が管理する河川です。河川内に橋台を設置できないため、橋台が府道の敷地内に設置されています。架けなおしとなると府道を掘り返して、橋台を作って橋を架けて、府道の高さ方向のすりつけもしていなければなりません。河川は河川を守るためにルールがありますし、府道を管理している道路管理者も「こんなことはできない」ということで、架替は頓挫しました。現在は横に仮橋を架けて一軒だけある家の人に使ってもらっている。そういう現状があります。一軒だけでしたら駐車場をこっちに作ってですね、という話をしたのですが、その奥にはさらにお墓があって云々、という話がありまして、自治体の小さな橋というのは、悪くなくても簡単に撤去がなかなかできません。かといって、そこにお金を投資する価値があるのかというところが、ポイントになってきます。

こういう小さな橋をいろいろ見てまして、よくある話としてあるのは、「この橋落ちるんですか？」という話があるんです。そうではなく、「修復限界



図 17 地方独自の課題（老朽橋梁）

状態」なんですね。これ以上悪くなると修理するのにすごくお金がかかるポイントというのが、たぶんあるはずで、そこに至っているか、至っていないかというところで話をしないとイケません。落ちるか落ちないかという話でいくと、なかなか工学的な判断も、実際のところ説得できないというところがあります。

2.6 まとめ

国や都道府県ではめったにない話で、市町村だけにあるのは、この廃橋という話です。橋をなくす、道をなくすという判断は、国道や都道府県道ではめったにないでしょうが、毛細血管的な地元の橋ではあり得るわけです。道をなくす、残すということは地域の将来計画にかかわることになりますので合意形成とか説明責任を果たしていかないといけません。

さらに架け替える場合のハードルとしては、河川協議、道路協議が必要になってきます。さらに鉄道に影響しますと調整が大変だという話を聞いています。この辺のサポート体制が課題です。橋の維持・修繕については、もう少し広い取り組みが必要ではないかと考えています。

このような相談を受けながら私のできる範囲で対策を検討しているところですが、民間の技術力を地方で生かせるような仕組みを作れないかと思っています。一昔でしたら、その橋の建設に関わった業者が相談にのっていただいた時代がありましたが、現在ではそういうことはできない時代となっています。地方で高度な技術サポートがなかなか受けられないところが問題となっています。

5年前から、橋梁のメンテナンスについての研修会を行っていますが、地方自治体の職員、特に若い技術者の方は、「地元を守らないといけない」という意識が非常に強く、一所懸命に勉強されていますので、こういう所に、専門知識を持った技術集団がサポートできる形が出来ればと考えています。

3. 舞鶴工業高等専門学校への取り組み

当高専では、これまで地方自治体と共に活動してきましたが、3つの問題があります。1つは点検技術者がいない、不足しているということです。2つ目は、建造年代が不明の橋梁があり、図面がないのが当たり前の状況にあることです。全国の市町村の調査では、約5割の橋梁が建造年代不明という状況です。舞鶴市でも約4割にあたる340橋が建造年代が不明ということです。3つ目は、橋梁の数が多すぎるということです。この3つの問題点について当高専の取り組みをご紹介します。

- 点検技術者の不足⇒iMec
- 建造年代不明橋梁の解消
- 橋梁ストックの削減



図 18 舞鶴高専の取組

3.1 建造年代不明橋梁の解消

まずは、建造年代がわからないという点についての取り組みです。橋梁点検は、5年に1回の頻度で実施され、健康状態がわかります。しかし、それが造られてから40年後の姿なのか、10年前に造られた橋が今の姿になったのかによって、その橋の将来の劣化の予測が変わってきます。そのため、いつの時代に構築された橋なのかということが将来予測をするうえで非常に大事です。しかしながら4割の橋が分からない状況にあります。それを解決するために、学生達に建造年代がわからない340橋のうちから50数橋をピックアップさせて聞き取

• 建造年代不明橋梁の解消

- 全国で管理されている橋梁のうち、約4割もの橋梁が建造年代不明となっている。
- 舞鶴市でも管理している834橋のうち、約4割(340橋)が建造年代不明となっている。
- 長寿命化修繕計画の策定や橋梁の劣化予測には、年代の情報が必要不可欠である。



図 19 建造年代不明橋梁の解消

り調査を行い、国土地理院の古い地図を用いて検証を行いました。国土地理院では、昭和23年くらいからほぼ4年おきくらいに地図が改訂になっていましたので、全部揃え、それを基にしながら聞き取り調査にて検証を行いました。

例えば図20ですが、丸印の所に長さ2mくらいの橋がありますが、昭和31年の地図には道がなく、昭和47年の地図には道がありますので、この間に造られたことが分かります。こ

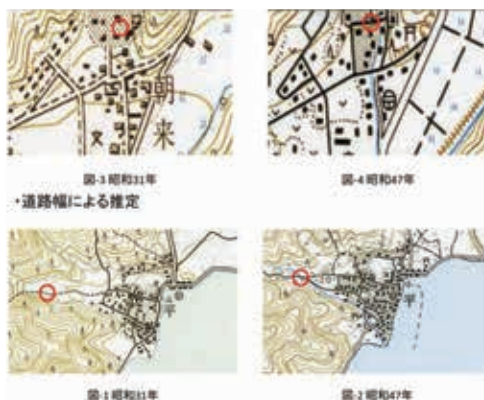


図20 地図による検証

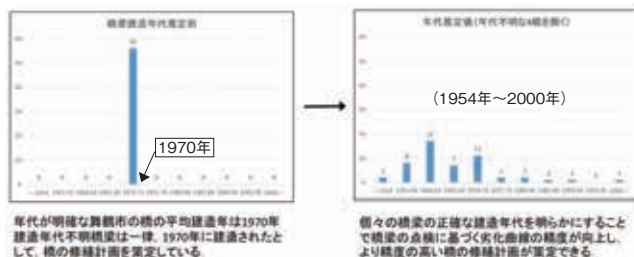


図21 建造年代推定結果

のようにして細かく調べて行きました。舞鶴市の修繕計画では、建造年代が分かっている橋梁の平均建造年が1970年ですので、わからない340橋も1970年に全て造られたと仮定して、シミュレーションし修繕計画を策定しています。しかし、これでは将来予測の精度が落ちます。今回取組んだ50橋では、1橋ずつ年代を検証した結果1954年～2000年に建造年代が広がり、平均建造年も1967年となりました。こうした取り組みにより修繕計画の精度を上げることが可能となりました。

3.2 ストック数の削減

もう1つの問題である橋梁のストック数を減らしていこうという取り組みについてお話しします。市町村において全ての橋を50年後まで保持すること

は非現実的でありますので、今後、維持・管理、更新、撤去、廃橋にするという選択を迫られます。これは、橋梁工学や人口が減り交通量がどうなるかといった交通工学だけではなく、50年後の街の未来を想定し、街の将来ビジョンをどう考えていくかという問題に帰結します。

図23に示す東舞鶴は、海軍によって碁盤の目に町がつくられ、河川も道路もつくり変えられました。この黄色が国道27号です。国道と一番海沿いに架かる橋は、耐震性能も河川の阻害率も堤防高もクリアした橋です。それ以外の橋は1970年代に作られた中間橋脚のある高さの低い橋です。これらをもう少し整理してストック数の削減についてケーススタディで検討してみることになりました。

図24を見ていただくと、×印が撤去、緑の個所が新設する

橋梁です。ストックを減らしますと、維持管理費は下がりますが、利便性も下がってしまいます。しかし撤去すべき橋は、大きな地震が来るとおそらく落橋します。図25は、福知山市に架かる中間橋脚のある橋梁ですが、洪水により流木が中間橋脚に引っ掛かり周辺に水害を引き起こした時の写真で

・ストック数の削減（地方自治体の特性）

- 全ての橋を50年後まで保持することは非現実的。
- 維持管理、更新、撤去・廃橋の選択。

⇒50年後の未来を想定して考える必要がある。
⇒橋梁だけの話に納まらない、橋梁工学や交通工学だけではなく、街の将来をどう考えるのか？という問題に帰結する。

図22 橋梁ストックの削減



図23 ケーススタディ地区の現況

- 旧式橋梁を撤去
- 数を絞って新設
- 利便性は低下
- 耐震性能は向上
- 耐洪水性能も向上
- 点検・維持管理費は低下
- 経済性は……
- 周辺住民への説明……

図24 橋梁削減案

す。こういう災害被害への防災対策に対する社会的便益と経済性との比較についての考え方がオーソライズされていません。この辺をいかに周辺住民の方たちに説明し、納得してもらうかというところが問題です。ケーススタディをやってみて、市の職員の人とも話をしましたが、結論としては、「むずかしいね」ということを再確認したところです。しかし、社会的便益と経済性との間のレートの設定や、50年後の未来に責任を持てる若手の方達の積極的な参加など、是非進めていく必要があるだろうと話をしています。

次の事例ですが、図26の橋は、学生を連れて調査をしているときに、見つけた橋です。橋の下から見ますと、鉄筋が錆びてポロボロです。傍らに国道がありますので、この時は、もう使わなくなったから放置しているのだらうと思いつつ写真を撮りました。この後で、当該管理者の長寿命化修繕計画策定に学識経験者として携わり確認しますと、「この橋は直します」ということになっていました。コンクリート橋の鉄筋がここまで劣化したものを修繕しますといっても、なかなか本来の性能には戻らないんです



橋梁の架替に伴う堤防高の確保、道路のかさ上げ、利便性の担保のための道路幅員の拡幅も必要

図25 橋梁の流木被害状況



図26 老朽化した橋梁の状況

ね。お金のかけがいがないというところもあります。それともうひとつは、橋の架橋条件です。図 27 に示すように、国道が海沿いを通っていますので、私は、この橋は必要がないと判断したのですが、市の方は、「住民からこの橋を使って国道に抜きたいので必要だという要望があり、落とせません」ということでした。それでは、「この橋を撤去して、ここに道を作って T 字路にしたら問題は解決するわけで、ボロボロになった橋にお金を入れて長生きさせるよりも、このほうが恒久的でいいの



修繕するに値する橋梁なのか？ 新設できないなら他の手法は無いのか？

図 27 橋の架橋条件

～50年後の未来を想定して考える必要がある～

現在の状況下でできる限りのことをそれぞれの立場で考え、実行する必要がある。

技術者として「自治体の長・議会」や「住民」への説明責任、説明能力、合意形成力が必要

自治体職員を技術的にバックアップする体制～民間技術者の活躍～

図 28 橋梁ストック削減における課題

ではないか」という話をしました。しかし、「橋の修繕としての予算化は可能なんです、橋梁を撤去して新しい道を作ることに関しては、補助金の関係で予算化が難しい」ということでした。新しい道づくりが出来なければ、何か別のアイデアを出す必要があります。橋梁技術者だけでは難しいので、総合力を駆使して、いかに国民のみなさんから集めたお金を効率的に使って、地域の人の利便性も損なわない方法を見つけていくのかを考えていく必要があります。

そういうことで細かな話は色々ありますが、何れにしても 50 年後の未来を想定して考える必要があるということです。現在の状況でできる限りのことをそれぞれの立場で考えて実行していくことが、市町村の技術者に最も必要な事ですが、地域の未来を創っていくこと、特に若い世代に未来の地図を提示することも市町村の技術者の使命だと思っています。

それともうひとつは、技術者として、必ずしも専門家ではない組織の長とか議会、地域の住民の方にどのように現在の状況を説明していくか、その説明のやり方や合意形成する力というのが、今後、建設技術者には必要になると思います。国の方針がこうだからとか、補助金制度がこうなんだという説明はなかなか受け入れられないということもあり、十分な説明力が必要になると思います。

課題は、そういう自治体職員を技術的にバックアップする体制として、国や都道府県のサポートはもちろん、民間技術者の方々に活躍してもらおう仕組みが構築されていく事を願っています。

3.3 人材育成

いろいろと地元に着しながら活動を行っている中で、当高専内に社会基盤メンテナンス教育センター（iMec）というものを立ち上げました。今年度で2年目です。平成27年度以降は、財政的に非常に厳しくなりますが、社会的な要望はたくさんありますので引き続き活動を進めていこうと考えています。



図 29 iMec キャラクタ「Dr. まもるん」

図 29 は、当高専の女子学生が作った「Dr. まもるん」という iMec のキャラクターです。橋の町医者进行イメージしています。町医者レベルはなんとか地方で育てていこうということをスローガンに、「地元の橋は地元で守る」ということで、こういうセンターを立ちあげています。図 30 は、現在活動している「iMec」の紹介ページです。高等専門学校生、地方自治体入社5年目くらいの職員などを対象にした基礎編の講習を行っています。2日間のコースで、1日目は昼から夕方まで、2日目は朝から夕方までとなっていま

す。こうしたカリキュラムで、これまで2年間運用してきました。図31は、iMec講習会のカリキュラムですが、青色が座学、赤色が体験型です。座学で勉強し、それを現場見学や実習等で実物を見る、触ることで知識の定着を図るアクティブラーニングの形式で実施しています。座学でのパワーポイントで学んだものは、1割ぐらい記憶に残れば御の字です。実物を見たり触ったりすることで記憶はかなり残ると思いますので、実物を用いての研修は大変大事なことだと思っています。特に橋梁メンテナンス技術は、現場主義でないとなり立ちませんので、座学と現場研修等を織り交ぜたカリキュラムにしています。

図32の非破壊検査では、ハンマーによる打音検査をはじめ、修繕工事の時に必要となる鉄筋探査も取り入れています。図33は施設の概要ですが、この体験型実習施設を作るにあたっては、教材となる劣化部材を土木研究所はじめ、近畿地方整備局、京



図30 社会基盤メンテナンス教育センター

座学	1	2	3	4	5	6	実習
座学	12/01-12/01	12/02-12/02	12/03-12/03	12/04-12/04	12/05-12/05	12/06-12/06	現場研修 実習
座学	12/07-12/07	12/08-12/08	12/09-12/09	12/10-12/10	12/11-12/11	12/12-12/12	現場研修 実習
座学	12/13-12/13	12/14-12/14	12/15-12/15	12/16-12/16	12/17-12/17	12/18-12/18	現場研修 実習
座学	12/19-12/19	12/20-12/20	12/21-12/21	12/22-12/22	12/23-12/23	12/24-12/24	現場研修 実習
座学	12/25-12/25	12/26-12/26	12/27-12/27	12/28-12/28	12/29-12/29	12/30-12/30	現場研修 実習
座学	12/31-12/31	1/01-1/01	1/02-1/02	1/03-1/03	1/04-1/04	1/05-1/05	現場研修 実習

図31 iMec講習会カリキュラム



図32 体験できる非破壊検査

都府、大阪府、大阪府、兵庫県、西日本高速（株）などから提供していただいています。現在、劣化部材として鋼橋で疲労クラックの入った実物を探しています。ご提供いただけるのがありましたら、私のメールアドレス（tamada@maizuru-ct.ac.jp）まで連絡いただければ取りに行きますので、ご連絡下さい。

当高専は、田舎にありますので敷地が広く、鋼橋の実物などいろいろな大きな部材を置いています。例えば、西日本高速（株）から頂いた劣化した床版や、アルカリ骨材反応が発生している橋脚の横梁、老朽化した支承などがあります。

活動状況ですが、昨年度は、2日間で1回当たりの受講者は8～10名に絞り、全員参加という形で実施しています。研修の具体的なやり方ですが、二人一組に分かれてもらって、デジカメを渡し、実物教材の写真を撮ってきてもらいます。それを、損傷の種類と原因について、一組ごとに発表して頂きます。その発表結果を基に、解説を行なうという形をとっています。市町村から来ていただいた受講者は、互いに強い向上意識を持って受講していただいていますし、学生達は、異なる学校の学生がペアとなって現場を回るという取り組みをしています。座学も大事ですが、いろいろ話をし、楽しく勉強できる形が大事だと思っています。



図 33 iMec 施設の概要



図 34 iMec コレクション（実物教材）

教材について、打音検査用として、コンクリートの壁の中に発泡スチロールを入れた人工的な部材と、京都府から頂いた実際に塩害を受けた床版橋を使っています。人工物と実物では叩いた音色は少し異なり「やっぱり実物が大事なんだ」ということがわかります。また、鋼橋は、損傷の全てを具体的に説明しています。疲労クラックについては、京大から提供して頂いた疲労クラックの試験体を教材として使って説明していますが、近い距離でないと疲労クラックは見えません。国土交通省から「近接目視をしてください」というのは、この距離から確認することを言っているのだということを経験し、理解して頂くことがねらいです。橋の桁下から見上げても疲労クラックは多分見えません。それを体験してもらっていると、見える距離まで近づくためには、点検車や足場の組み立てなどに、結構お金を要するという事を理解していただけます。逆に、それだけのお金を出して点検させるわけだから点検成果品がしっかりできているか照査し、ダメな場合は突き返すことも必要だということを経験して皆さんにレクチャーしています。

鉄筋探査では、昨今、新しい技術が開発され、例えばレントゲンで見るような形で見ることの出来る探査技術とか、測定器械の軽量化が進んでいます。どんなことができるのか、こういう事も調べる事ができるんだということを知る事も維持管理の作戦を考えるうえでは必要であると考えています。

講習会では、最後に試験を行いますので、最後まで緊張感をもって参加して頂いています。アンケートでは、「実際の橋梁を用いて点検を体験してみたい」、「修繕の方法、コストなどひとつの橋を取り上げて具体的に勉強したい」といった前向きな意見を頂いています。

興味を持った展示物について順位づけしますと、1位が「動く支承」、次に「中国道で1年前までこの上をトラックが走っていた劣化した床版」、「普段近くで見る機会が少ない鋼橋の桁」、「アルカリ骨材反応の部材」となりました。

橋梁点検に関する新人教育を行うことがありましたら、わたしの方で引き

受けてやりますので、是非、この講習会に来て頂きたいと思います。また、体験型施設の教育教材の提供ですが、鋼材は、捨てればただのスクラップとしてトン1万円位のもので、コンクリートの部材は、捨てればコンクリートガラとして、逆にお金を払わないと処理できません。それらをこういう教育施設に持ってきていただきますと、教材として後輩技術者を育てるために活用できる貴重な教材となりますので、是非、ご協力いただきますようお願い致します。

舞鶴は北の端ですが、京都縦貫道も開通し、舞鶴自動車道を利用すれば大阪から2時間程度で来ることが出来ます。また、冬はカニ、夏は海水浴など観光資源も豊富にありますので、是非、来ていただければと思います。

以上で、本日の講演を終わらせて頂きます。ご静聴ありがとうございました。



地方自治体における橋梁長寿命化への挑戦
～ 講演会の記録 ～

発行日 平成28年10月
発行者 一般社団法人近畿建設協会
〒540-6591 大阪市中央区大手前1-7-31
代表TEL(06)6941-3477 代表FAX(06)6947-1083
<http://www.kyokai-kinki.or.jp>
