

# 京都府北部の地方公共団体における 橋梁長寿命化への取り組み

玉田 和也\*

私たちの安全・安心な暮らしには、橋梁やトンネル、高速道路などの社会基盤（インフラ）の適正な維持管理が不可欠である。しかしインフラの高齢化・老朽化が急速に進行するなか、地方公共団体、とくに市町村が管理する橋梁などに対するメンテナンス技術力の不足は深刻である。これに対し、舞鶴工業高等専門学校と京都府中丹広域振興局建設部は、平成22年度から京都府北部・橋梁維持管理研修会（通称、橋守研）を開催しており現在も年間約9回のペースで継続している。また、平成26年1月23日には地域のインフラの維持管理・修繕などに対応できる建設技術者を地域で育成する機関として、舞鶴工業高等専門学校内に社会基盤メンテナンス教育センターを開設し、官民学を問わずメンテナンス技術者の育成に取り組んできた。本稿では、これらの経験を踏まえ市町村における橋梁・PC構造物の維持管理に向けた取り組みと課題・展望について解説する。

キーワード：維持管理、人材育成、アクティブラーニング、混凝土橋技術史、市民協働

## 1. はじめに

安全・安心な暮らしには、橋梁やトンネル、高速道路などの社会基盤（インフラ）の適正な維持管理が不可欠である。しかしインフラの高齢化・老朽化が急速に進行するなか、地方公共団体、とくに市町村が管理する橋梁などに対するメンテナンス技術力の不足は深刻である。

これに対し、舞鶴工業高等専門学校と京都府中丹広域振興局建設部は、平成22年度から継続的に開催してきた京都府北部・橋梁維持管理研修会（通称、橋守研）を共催している。橋守研は、京都府と京都府北部の5市2町の土木技術職員を対象とした研修会で、構造力学や橋梁工学の学び直し、橋の定期点検や長寿命化修繕計画の策定などの実践力強化に取り組んでいる。この研修会を通じ、地域のインフラを守る建設技術者を育成する常設の教育センター設立へのニーズが明らかとなった。

社会基盤メンテナンス教育センター（Infrastructure Maintenance Educational Center, 略称 iMec）は、地域のインフラの維持管理・修繕などに対応できる建設技術者を地域で育成する機関として、平成26年1月23日に舞鶴工業高等専門学校内に開設した。平成27年度より、文部科学省の「成長分野などにおける中核的専門人材養成などの戦略的推進」事業に採択され、アクティブ・ラーニング（能動的学修）を基軸としたインフラメンテナンス技術者教育

プログラムの開発に取り組み、平成28年度よりeラーニングを導入した“e+iMec講習会”を開講した。これにより、就業しながら学び直しができる教育環境を整え、産官学を問わずメンテナンス技術者の育成に取り組んできた。

本稿では、これらの経験を踏まえ市町村における橋梁・PC構造物の維持管理に向けた取り組みの報告と技術的および人材育成に係る課題と展望について解説する。

## 2. 橋梁維持管理研修会

市町村では「橋の長寿命化修繕計画」の重要性を十分認識しているものの、人員削減による通常業務の増加に加えて本件の業務を遂行することの困難性、橋梁の保全に関する技術力の不足の2点において、国や都道府県とは大きく異なる状況にある。

そこで、舞鶴高専と京都府が協力し、京都府および京都府北部の7市町の土木技術職員を対象とした橋梁工学や橋の定期点検、長寿命化修繕計画の策定に関する研修会を継続的に実施している（令和元年8月までに84回開催）。研修会は橋に係わる損傷の原因、メカニズム、対処方法などに関する知識を習得する座学（写真-1）と、市町が管理する橋梁を実際に点検する点検実習（写真-2）、維持管理計画策定演習、補修工事の積算演習などから構成されるカリキュラムとしている。また、近隣行政機関の橋梁保全担当技術者の情報交換や、数居の低い技術相談の「場」としても機能している。

より実践的な技術職員の学び直し講座とするため、講師には学識経験者に加えて、PC建協や橋建協、補修材料メーカーの技術者に登壇願っている。また、研修会参加者による点検実習の翌月には点検結果のプレゼンテーションを行うなど、座学と実習を組み合わせたアクティブ・ラーニングを導入し、繁忙期を除いて可能なかぎり月に1度開催している。

橋守研修会では、研修内容についてのアンケートととも



\* Kazuya TAMADA

舞鶴工業高等専門学校  
建設システム工学科 教授



写真 - 1 橋守研修会の様子 (座学)



写真 - 2 橋守研修会の様子 (点検実習)

に技術相談を毎回受け付けており、それらを通して市町村におけるリアルで生々しい課題や問題点に触れることができた。その一部を以下に示す。

・新設工事とは異なる維持管理業務の困難さの克服

「いつ、だれが担当を交代しても業務を遂行できる業務形態が善であり、一部の職員の技術力に頼るようなことでは困る」という認識が幹部の根底にある場合、若手技術者のやる気を削ぐことにつながる。将来の財政状況や街づくりのビジョンを踏まえて対策を講じる必要のある維持管理業務において、管理者には高い技術力や思考力、説明責任能力が求められる、という意識改革を行政幹部に浸透させる困難さがあり、技術者への投資（人材育成）が促進されない現実がある。

・地元業者の健全育成

橋梁の維持管理において、地元の橋は地元で守るのが理想であるが、橋梁に精通したコンサルタントが近隣にいない場合が多く、市町村に多い小規模橋梁を小回りの利く体制で維持管理していくことすら困難な状況がある。技術相談の窓口や積算体系を含めて地元施工会社の収益体系を改変していく必要がある。

・土木技術職員の確保

土木技術職員の高齢化により、定年退職者数に比して少数の新卒者しか確保できていない現状を踏まえ、将来

を悲観して転職する職員も出てきている。一方で地元へのUターン、Iターン希望者が民間から地方公共団体に転職する事例もあることから、多様な人材が維持管理の舞台で活躍できる受容性も必要である。インフラの維持管理が、地方創生のための産業の一つとして機能できる仕組みが望まれる。

3. 社会基盤メンテナンス教育センター

前述したように、社会基盤（インフラ）が急速に高齢化する中、地方公共団体、とくに地方の市町村では深刻な技術力不足のためインフラの適切な維持管理が困難な状況にあり、地方においてインフラの維持管理や修繕などに対応できる人材の育成が急務となっている。

このような背景を踏まえて、舞鶴高専では、建設・建築系の高専生はもちろん地方公共団体の技術職員、地方の建設業者やコンサルタントなどが社会基盤の維持管理に関する実践的な技術を習得するための教育システム構築を目的とし、平成26年1月23日に連携13高専とともに社会基盤メンテナンス教育センター（Infrastructure Maintenance Educational Center, iMec）を開設した。

iMecでは、橋のメンテナンス工学について講習会カリキュラムのアクティブ化を行い、アクティブ・ラーニングを基軸に、eラーニングによる事前学修と集合形式の講習会を組み合わせたe + iMec講習会を開催している。

その一例を紹介すると、e + iMec講習会【橋梁点検基礎編】では、eラーニングによる事前学修と社会基盤メンテナンス教育センターおよび舞鶴市内の橋梁において2日間の日程で開催している。eラーニングの学修内容は、橋梁の専門用語や橋の損傷などの基本となる知識を事前に習得するもので、全部で9講座あり、各講座の学修時間は1時間程度である。受講期間は講習会開始までの2週間で、事前に受講し、すべての講座を修了したうえで2日間の講習会に参加する。図-1に橋梁点検基礎編のカリキュラムを示す。受講者は個人IDでシステムにログインし、講習会前に各自のペースでeラーニング講座を受講し必要な知識を学修するほか、講習会修了後は常時アクセス可能な“学び直し”の環境として活用できる。

eラーニングで基本的な知識を学修していることを前提に、iMecでの2日間の講習会では座学を短縮して体験型

e-learning (事前学修)		iMec 講習会【基礎編(橋梁点検)】				
講座名	限	時間	(分)	講座名	内容	
橋梁工学	-	10:30-11:00	(30)	講習会ガイダンス	スケジュール、受講者交流、事前学修のチェックテスト	
コンクリート構造物の損傷	1	11:10-12:00	(50)	橋梁工学	橋梁マネジメント(概説)、演習問題	
鋼構造物の損傷	2	12:45-14:15	(90)	コンクリート構造物の損傷と対策	損傷探索実習、実物見学・解説	
構造物の補修・補強	3	14:25-15:55	(90)	鋼構造物の損傷と対策	損傷探索実習、実物見学・解説	
共通の損傷	4	15:55-17:15	(80)	共通の損傷	損傷探索実習、実物見学・解説	
橋の点検要領	5	9:00-9:30	(30)	維持管理計画	維持管理計画の立案演習	
コンクリート橋の点検	6	10:00-10:50	(50)	現場実習ガイダンス	橋の点検要領、実習橋梁選定	
鋼橋の点検	7	11:00-11:50	(50)	コンクリート橋の点検	現場実習、定期点検の着眼点	
構造物の詳細調査	8	13:00-14:10	(70)	鋼橋の点検	現場実習、定期点検の着眼点	
(凡例)	e-learning 講座単位	9	14:20-14:50	(30)	詳細調査手法	ひび割れ観、剥離剥落、空洞、中性化深さ、塩分量、Co.強度、鉄筋検査など
	座学	10	15:00-15:50	(50)	まとめ	質疑応答、アンケート
	体験型学修	-	15:50-16:00	(10)	学修到達確認試験	問題数30問、回答時間45分
					修了式	

図 - 1 e + iMec講習会【橋梁点検基礎編】カリキュラム

学修を拡充し、より実践的な講習会としている。体験型学修では、iMec 野外実習場（写真 - 3）にある全国各地から収集した橋梁劣化部材の観察やその損傷原因の推定、非破壊検査の実習、維持管理計画の立案演習、舞鶴市内橋梁での点検現場実習を行う。体験型学修の中でも受講生に最も主体性を発揮して貰えるのが維持管理計画の立案演習である。

維持管理計画の立案演習は、NHK の番組「総合診療医ドクター G」に感化されて構築した教育コンテンツであり、受講者でいくつかのグループを作り、提示される橋の情報から起こり得る橋の損傷などについてグループで議論し、維持管理計画を立案する演習である。写真 - 4 に立案演習の様子を示す。

演習の流れを以下に示す。

- ① 維持管理計画を策定する橋の情報（写真）を少しずつ受講者に提示する。（最初の一枚は橋の全景写真）
- ② 全景写真を基に橋の建設年代、橋長、幅員を推定し、起こり得る損傷をディスカッションする。
- ③ 次に、橋の細部の写真を提示する。新しい情報からさらに議論を進める。このとき推理・推論の根拠について議論が深まるように誘導する。
- ④ 情報の提示と議論を繰り返し、段階が進むごとに提示する情報が増えていく。また、どの情報が不足しているのか、どんな追加情報があれば精度が向上するのかなどについても議論する。
- ⑤ 対象にした橋の今後 50 年間の維持管理計画を立案、一番最初に取り組むべき対策などを策定する。



写真 - 3 iMec 講義棟と野外実習場



写真 - 4 維持管理計画立案演習の様子

- ⑥ 各グループの維持管理計画を発表する。グループごとの意見の相違についても着目する。

維持管理計画の立案演習を実施することにより明らかになったことは、橋の専門用語や構造力学など、解答の幅がないものはアクティブ化が難しいこと、橋の長寿命化における維持管理計画立案では、各管理者の置かれている状況（人員、予算、業者のレベルなど）によって、答えは千差万別であり、アクティブ化に向いていること、参加する受講者の経歴や出身母体（行政、設計、点検、施工）によっても受講者同士相互に刺激をおよぼし合うことなどである。

iMec では、上記の橋梁点検基礎編のほかに、表 - 1 に示す e + iMec 講習会を開催しており、昨年度末までの受講生は合計 813 名である。iMec の受講者層を分類すると以下の通りである

- ・高専生（公務員やインフラ系企業志望者）
- ・地方公共団体職員（新卒者、橋梁 2～4 年の経験者）
- ・測量設計業協会会員（兵庫県、京都府など）
- ・建設業協会会員（滋賀県など）
- ・点検調査会社・コンサルタント（2～4 年の経験者）
- ・異業種（点検車オペレーター、ロープアクセス従事者、ドローン関係者など）

表 - 1 e + iMec 講習会ラインナップ

講習会名	修得を目指す知識・技能
橋梁点検【導入編】	・橋梁工学に関する基礎知識 ・道路構造物の損傷に関する初歩的な知識および技能
橋梁点検【基礎編】	・橋梁工学に関する知識および道路構造物の損傷に関する知識 ・一般的な橋梁形式の道路橋について道路橋定期点検要領に基づく点検を履行するために必要な知識および技能
橋梁点検【応用編】	・道路橋定期点検要領に基づく点検を履行するために必要な知識および技能 ・一般的な橋梁形式の道路橋について道路橋定期点検要領に基づく健全性の診断を履行するために必要な知識および技能
舗装と防水層	・舗装および防水層の現状把握、健全度の評価・将来予測、維持修繕の実施に必要な知識および技能
鋼構造物の非破壊検査	・鋼構造物の非破壊検査について、実施および調査結果からの損傷評価に必要な知識および技能
コンクリートの品質管理	・コンクリートの特性および構成材料に関する基礎知識 ・コンクリートの品質管理に必要な知識および技能
地盤と斜面	・斜面崩落危険箇所抽出、崩落防止対策、通行規制・規制解除の判断等に必要な知識および技能

iMec では、1 度は土木を勉強したけれども、昔のことなので忘れてしまっている土木技術職員や高専生をイメージして教育コンテンツを開発してきた。しかしながら、異業種からインフラメンテナンスへ参入される方への対応が必要であることを実感しており、橋梁点検の導入編をはじめとした土木工学の基礎を学習できる教育コンテンツの開発にも取り組んでいきたいと考えている。その際、対象年齢が 15 歳から 20 歳の学生を相手に苦戦している高専教員の教育ノウハウが活用できると期待している。

#### 4. 橋梁長寿命化に向けての技術的課題

橋梁維持管理研修会（市町村橋梁の点検演習）に加えて市町村の橋梁長寿命化修繕計画の策定に参画していることで、市町村管理の橋梁の点検結果を見る機会を得た。また、

舞鶴市が管理する主要橋梁 100 橋の振動計測を実施する共同研究を通して、健全な橋梁も含め橋面、桁下、支点部の観察を実施してきた。

筆者の出身は鋼橋関係であることを明言したうえで、市町村の中・小規模橋梁において PC 橋梁こそがコストをかけずに供用し続けることが可能な構造形式であると確信している。とくにプレキャスト PC 橋の大数は、非常に軽微な費用で長寿命化が可能であり、40 年経過した橋梁下面の鏡面のようなコンクリート面に自分の顔が写っているのを見て PC 橋梁に席卷されるもやむなしと改過自新したのである。

そのうえで、PC 橋梁に係る技術的問題点をあえて述べるとするならば、下記の 4 点についてその対処が進展することを希望する。

#### 4.1 ASR と疑わしき事象への対応

プレキャスト橋の一部の主桁に橋軸方向のひび割れが発現していることが判明した事例（写真 - 5）が複数あった。その一部では竣工図書を調査し、反応性骨材を使用していない旨の証明書を確認している。これらに対し、通行止め可否については路面の状況やダメージを受けた桁の割合が低いことなどから、問題なしと判断した。ここまでは町医者の仕事である。

しかしながら、その後の対応については、専門的な知見が乏しいこともあり、次回の定期点検にて進展性を確認す



写真 - 5 ASR が疑われる事象



写真 - 6 構造・設計思想が不明なコンクリート橋

る、という措置を講じるにとどまった。この際、この事案に対して、原因究明のためにはどのような調査が必要なのか、対策工法のメニューにはどのようなものがあるのか、それらの経費はどれぐらいなのかなどのアドバイスを第三者的立場から Q & A の形式でもよいので授受できればと考える。これは、専門医のサポートにあたる。

#### 4.2 PC 箱桁橋の開口部の蓋設置

ラーメン橋や斜張橋の箱桁の開口部から鳩などが侵入し、大量の糞が堆積している事例が複数あった。撤去にあたる作業員の健康対策も含め、対策が予想外に大変であった。新設橋梁では、すでに対応済みであると考えますが、既設橋梁への対策の必要性の周知と概算経費のアドバイスが望まれる。

#### 4.3 RC 橋の技術の集積場所 ～混凝土橋技術史～

PC 橋の技術相談は業界団体が HP 上で受け付ける体制があり問題はないと考えるが、RC 橋については、戦前は設計・施工の主体が官にあったため、RC 橋に係る技術的な集積・相談窓口が脆弱であるように思われる。戦前・終戦直後の鉄筋コンクリート橋の教科書を調べたり、土木学会のアーカイブを活用するなどして対応しているが、技術的な取組みが必要ではないかと考える。

写真 - 6 に示す橋梁は、どうやら H 形鋼を RC で巻き込んだ形式であると推察しているが、その設計思想（合成・非合成、主桁と床版の役割分担、配筋など）が不明である。筆者の不勉強で既に着手完了されている場合はご教授願いたい。橋梁に関する混凝土橋技術史的な取組みが必要であると考え。コンクリートの品質と並んで残存耐荷性能の推定には、上記の取組みが必須である。

#### 4.4 AI による診断アシスト

上記の混凝土橋技術史的な取組みも含めて、橋梁の寸法データと形状写真、損傷写真数枚を元に、橋梁形式を推定し、損傷程度判定や診断のアシストをする人工知能の開発が待たれる。対象橋梁を床版橋と単純桁に定すれば実現可能性は高いと考える。

以上 4 項目をあげたが、昨今はメンテナンスサイクルの進展により撤去される古い橋梁が増えている。単に撤去して再生骨材と鉄屑にするのではなく、内部を見分し、現存する古い橋梁の維持管理に活用できる知見（品質と設計）を得るための取組みも必要ではないかと考えている。

### 5. 人材育成の課題と展望

京都府北部地域の実態として、インフラの老朽化に加えて、土木技術職員数の問題もある。京都府北部地域 5 市 2 町の土木技術職員の年齢構成は、現在 50 歳代が約 36%、40 歳代が約 32%と、全体の 7 割近いが、それに対して 30 歳代は約 25%、20 歳代では約 5%と非常に少ない。このことは、過去 10 年以上の間、新規採用数が低い水準にあったことに加え、即戦力を求めることにより、職員採用に際して、新卒者よりも中途採用者や転職を受け入れてきた背景がある。土木技術職員数の減少は、地方公共団体のみでなく、民間建設業者についても同じことが推測される。

現在の年齢構成では将来的に土木技術職員数が減少する一方で、耐用年数を経過したインフラのストック量の増加に伴い、メンテナンス業務量も増加することが予測される。

### 5.1 価値ある未来への投資

このような危機的状況であることを共有したうえで、貴重な人材を「人財」として丁寧に育成していくことが非常に重要である。利他的な取組みも必要であるが、長期的展望が見えないと人は魅力を感じない。人への投資が未来への投資に繋がると信じて人材育成に取り組む必要があると考える。

### 5.2 育成すべき人材を集める

加えて、土木系の学校への進学希望者を確保していくためにも、産官学が連携する必要がある。インフラの建設・維持管理は国家の根幹を担う大変重要な仕事であり、100年先を語ることでできる素晴らしい業種であることを周知していく必要がある。

また、小中学生を現場見学させるだけではなく、どのような学校や学科で勉強すれば良いのかを、是非とも周知していただきたい。災害が多発する現在、復旧作業を担っている建設業への市民からの視線は確実に変わってきている。建設業に就業し活躍するまでのロードマップを小中学生に示すことが必要である。

### 5.3 異業種からの人材を育成する

橋梁分野においても ICT 技術の活用や AI 技術の取組みを本格的に進展させるためには、異業種から人材を受け入れる必要が出てくるであろうと考える。これらの人材に対して土木や橋梁に係る基礎的な共通認識を醸成するような教育コンテンツを準備していく必要がある。

iMec 講習会の受講生との話の中で「インフラの維持管理業務は、世のため人のためになる仕事であることが非常に魅力的であり、自分の才能を企業の利益のためだけに行使する今までの生活とは異なり、やりがいを感じている」という話があった。個人的な見解ではあるものの、文系・理系にかかわらず我々の仲間になってくれる良質な人材を発掘し、大切に育成していくべきであろう。

### 5.4 市民との協働

我々が世のため人のためと思って事業を展開しても、世の中に伝わらなければ独りよがりということになりかねない。

い。そのためには、市民を巻き込んでいくことが大切であり、インフラの建設・維持管理の応援団の育成・応援についても取り組む必要があると考える。

廃道マニアの HP には、専門家に匹敵する調査力でレポートをアップしているものもある。鉄道マニア、ダムマニア、道標マニア、橋梁マニアなど、ニッチであるが情報発信力のある個人を我々の応援団として連携することは可能であると考えられる。

また、一般の市民に対しても、インフラの建設・維持管理に関心を持ってもらい、日常の観察や異常時の通報など協力体制を構築していくことが効果的である。

人材育成については、建設分野全体の話になってしまったが、危機的状況に陥る限界点を越えてしまう前に効果的な対策を講じる必要がある。これは、個々の企業はもちろんであるが建設業界全体で取り組む課題であると考えられる。

いずれにしても人材育成は時間と手間がかかり、その効果の影響は 50 年後、100 年後に発現するため、後の世代へのプラスの遺産として、令和の技術者は奮起すべきであろう。

## 6. おわりに

「地元の橋は地元で守る」をスローガンとして橋の町医者の育成を目標とする人材育成活動について報告し、これを踏まえた橋梁・PC 構造物に対する技術的課題と人材育成に係る問題と展望について記してきた。雑駁な内容になってしまい、誤謬、勘違いもあるかもしれないが、読者賢者による好意的な解釈を期待したいと思う。

「混凝土も人も大切に育てましょう！」きっと応えてくれるはず。

### 参考文献

- 1) 玉田和也、岩崎英徳：京都府北部・橋梁研修会の実施及びその成果、土木学会第 66 回年次学術講演会、CS1-003、2011.9.
- 2) 玉田和也：地域のインフラを守る土木技術者を育成せよ～舞鶴工業高等専門学校社会基盤メンテナンス教育センターの挑戦～、土木学会誌、2016.12.

[2019 年 9 月 5 日受付]



刊行物案内

# PE シースを用いた PC 橋の設計施工指針 (案)

## 平成 27 年 8 月

定 価 4,888 円 (税込) / 送料 300 円

会員特価 4,000 円 (税込) / 送料 300 円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会