

J-BEC

レポート

2019 Vol. 15



一般財団法人 橋梁調査会
Japan Bridge Engineering Center

JSS
JUNIOR SCHOOL

目次

巻頭言

一般財団法人 橋梁調査会 専務理事 上野 進一郎

橋梁診断管理室の活動について 01

道路橋点検への点検支援技術の導入について 03

寄附講座

『道路アセットマネジメント政策講座』の活動を振り返って 08

助成研究

- ・道路床版のたわみ挙動に対する簡易計測手法の構築 13
- ・引張力を受ける部分溶込み溶接継手の耐荷力評価に関する研究 17

海外調査報告

- ・第9回橋梁の維持管理、安全管理に関する国際会議 (IABMAS 2018) の聴講参加とシドニーでの橋梁現地調査報告 22
- ・fib2018 コンgress (メルボルン) およびオーストラリア橋梁視察 26
- ・H30年 ベトナム・カンボジア視察報告 31

トピック

- ・橋梁技術に関する研究開発助成について 36
- ・第7回賛助会員特別講演会の報告 37
- ・建設技術フェア等の参加報告 38

都市と橋

盛岡市・開運橋 (かいうんばし) 39

専務理事に就任して



一般財団法人 橋梁調査会
専務理事 上野 進一郎

このたび、一般財団法人橋梁調査会の専務理事に就任いたしました。長い歴史をもつ当調査会の一層の発展に微力を尽くしたいと考えておりますので、ご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

当調査会は、平成25年に一般財団法人橋梁調査会として新発足しました。現在では、橋梁診断業務、道路橋点検士技術研修会等の人材育成業務を中核に、橋梁に関する様々な業務を通して我が国の橋梁技術の発展に大きく貢献しています。

今後、当調査会が着実な発展を遂げる上で、重要と考えることを何点か述べさせていただきます。就任のご挨拶に代えたいと思います。

第一に、橋梁診断業務の質の確保とさらなる向上です。

道路に関する業務は多岐に渡りますが、中でもメンテナンスに関する業務は質的にも量的にも年々重要になっています。橋梁のメンテナンスは、「点検→診断→措置→記録」のサイクルが円滑に回ることによって達成されますが、そのためには「診断」が的確に実施されることが不可欠です。

当調査会では、平成16年度から診断業務を実施しており、本部・各支部の役職員が全力で取り組んで来ました。その結果、業務の充実、質の向上が図られ、道路管理者をはじめとする各方面から大きな信頼と高い評価を得ていると考えています。

国道等の橋梁の診断業務は、国の骨格となる路線の機能を確保する重要な業務であり、補修補強に要するコストの増加の抑制、コンクリート片落下などによる第三者被害の防止等の観点からも、今後も業務の信頼性を高めていく不断の努力が求められています。

個々の橋梁は、その構造形式、架設後の年数、交通量、周辺の環境などがすべて異なっており、一つ一つ慎重な判断が必要となります。橋梁の老朽化に伴い、複雑な損傷の発生の増加が見込まれる中、診断の質を高めていくには、橋梁診断員が診断能力をさらに高めるとともに、

- ・ 当調査会に蓄積されてきた損傷事例、補修補強事例などの多くのデータの有効活用
- ・ 判断が難しい損傷については、経験豊富な専門技術者を交えた橋梁診断会議の開催

等を通し、的確な診断を行う必要があります。

当調査会は、診断業務の位置づけ、その重みを十分認識し、それに携わる責任をしっかりと認識するとともに、誇りをもって取り組んでいくことが重要であると考えます。

第二に、安全の確保です。

診断業務は、損傷の状況を現地で確認する必要があることから必然的に高所作業を伴います。転落事故などの重大事故が発生すれば、当事者、ご家族のご心配はもとより、発注機関に迷惑がかり、当調査会に対する信頼も大きく傷つきます。

診断業務を遂行する上で当調査会の安全対策に疑問を呈されれば、どんなに立派な成果を残しても継続して業務を展開していくことはできません。的確な診断が安全に実施できてこそ、調査会に対する期待に応えることができます。

第三に、情勢の変化への対応と新たな分野への挑戦です。

橋梁の点検・診断をめぐる動きが活発になっています。特に、点検・診断の効率化が求められており、ロボット、ドローン、AIをはじめとした新技術の開発、活用が進められています。

また、点検・診断については平成26年度からの1巡目の法定点検が順調に実施されたのに対し、診断を踏まえた措置の着手は十分とは言えず、補修を行う橋梁の優先順位、補修方針の決定などが急務となっています。

当調査会では、これらの業務についても自主研究も含め様々な取り組みを進めています。橋梁のメンテナンスの円滑な展開に向けて、当調査会で培ってきた技術力を活用する場をさらに広げていくことが重要となっています。

第四に、人材育成の着実な実施です。

当調査会では、道路橋点検士技術研修会、道路橋点検士の登録等の人材育成業務を行っています。点検・診断を的確に行うには、豊富な知識と技能、そして経験が求められます。今後、新技術の活用等により点検・診断のあり方も変わっていくと思われませんが、複雑な損傷は目で見て技術的な判断をするという根幹の部分は常に必要です。

道路橋の老朽化が進む中、優れた点検・診断技術者の存在なくしてメンテナンスの的確な実施は不可能です。時代の要請に応じた見直しを行いつつ、人材育成のあり方を模索し、実施に移していくことが求められます。

橋梁調査会は、このように多くの課題を抱えております。賛助会員の皆様や関係する皆様のご支援とご協力を賜りながら、当調査会のさらなる発展のために努力する所存でございますのでよろしくお願い申し上げます。

橋梁診断管理室の活動について

調査部長 兼 橋梁診断管理室長 石井 武

はじめに

平成25年に道路の老朽化や大規模災害の発生の可能性等を踏まえた道路の適正な管理を図るため、予防保全の観点も踏まえた道路の点検を行うべきこと等を内容とする「道路法等の一部を改正する法律」が公布、施行された。

改正された道路法等により、トンネル、橋等の点検が義務づけられ、点検を行ったときは健全性の診断を行うことなどが規定された。

橋などの施設について道路法に基づく定期点検が平成26年度から開始され平成30年度までに一巡した。令和元年度から二巡目の定期点検に入るにあたり定期点検要領が改定され、現在、二巡目の定期点検が開始されている。

1. 2巡目定期点検と診断

定期点検要領の改定では道路橋の状態把握の方法について近接目視と同等の診断ができると判断した場合は、橋の部材等の一部について、その他の方法で状態を把握し、対策区分の判定を行うことができることが明確にされた。これによりロボットなどの新技術の活用が進むようになり、橋梁に応じた適切な支援技術があれば有効な手段になると考えられる。しかし、この場合でも部材等の一部の状態の把握とされ、近接目視による状態の把握と併せて診断を行う必要がある。

また、通常の方法では近接目視ができない部位などについては、周辺の状態等から状態を評価することになり、高い診断力が必要となる。高齢化橋梁が今後増えていく中、診断の重要性は益々高まってきている。

2. 維持管理におけるメンテナンスサイクルの重要性

道路構造物の維持管理については、定期的に点検・診断を行い、安全性の確保および効率的・効果的な維持管理を目的とする予防的な保全が基本となる。

これにより、最小のライフサイクルコストで安全・安心やその他の必要なサービス水準を確保していくことになる。

その実現のためには、点検→診断→措置→記録→(次の点検)という維持管理の業務サイクル(メンテナンスサイクル)の構築が不可欠であり、このサイクルを通して、施設に求められる性能をより長期間保持するための長寿命化計画等を作成・更新して充実させ、効率的、効果的に道路の維持管理を進めていくことになる。

3. 橋梁診断管理室の設置について

点検・診断はメンテナンスサイクルの根幹をなすものであり、橋梁調査会では、道路法に基づく定期点検が開始される平成26年度に、的確な診断にあたることを目的として本部に橋梁診断室(現在の橋梁診断管理室)を設置した。

4. 橋梁診断管理室の役割

橋梁調査会は全国に8つの支部を配置し直轄国道の橋梁診断業務を平成16年度から履行しており、全国の橋梁の現状に接してきた。その結果、全国の橋梁の、損傷やその原因、損傷の進行具合、補修と再劣化の発生など、数多くの損傷事例に向き合ってきた。

こういう中で培った診断のノウハウを、高齢化が進む道路橋の予防保全の観点も踏まえた維持管理(メンテナンスサイクル)に役立て、診断面から貢献することを責務と捉え、橋梁診断管理室を柱に的確な診断を行っていくこととしている。

その主たる役割は以下のとおりである。

①的確な診断を目指す「橋梁診断会議」の運営

各支部で判断が難しい損傷が確認された場合、本部の橋梁診断管理室委員、支部の橋梁診断員及び実務経験豊富な外部の専門技術者(基礎、地盤、鋼構造物、コンクリート構造物、橋梁メンテナンス等)

で構成する橋梁診断会議を案件発生に応じ随時開催している。

会議では、幅広い知識、経験、視野に基づいた議論を行い、安全性、耐久性への影響を明らかにして、補修・補強等適切な措置を行うための方針、留意点等を含む論理的でわかりやすい所見の作成を目指している。

会議は、基本的に本部で開催し、支部とはTV会議システムで連携し、全ての支部が参加可能な環境で行っている。(会議の状況を「写真-1」に示す。)

また、状況に応じて現場の支部で開催することとしている。



写真-1 橋梁診断会議（本部）（TV会議で支部と案件について議論）

②橋梁診断員の資質向上

橋梁診断会議では損傷について意見交換をしながら損傷原因の推定、進行性、対応の緊急度などについてひとつひとつ詰めていくやり方をとっており、例えば、なぜその損傷からその原因の可能性が疑われたのか、なぜその原因がこれだと特定できるのか等、プロセスを踏む診断を行うことで支部橋梁診断員に診断のプロセスを身に付けさせるようにして橋梁診断員の資質向上を図っている。

また、診断会議で蓄積される事例、助言や技術情報については、「診断所見集・助言集」としてとりまとめる他、得られた診断のポイントや教訓については「診断のポイントと教訓」としてとりまとめ、これらを全支部の橋梁診断員が共有し、診断の考え方やプロセスについて周知を図り、誤診のない的確な診断へ結びつけていくことにしている。

③自治体支援

地方公共団体からの橋梁の点検、診断に関わる支援要請に対する支援を行っている。

5. 橋梁診断管理室の活動状況

平成26年度から30年度までの橋梁診断会議の開催数は52回、支部に向いての診断会議は21回、計73回開催し、扱った橋梁診断数は282橋になっている。

また、自治体支援については、地方公共団体が行っている点検・診断に関する助言要請などへ適宜対応をしている。

おわりに

全国に72万の橋梁があり、高齢化橋梁が今後も増えていく。その維持管理については効果的かつ効率化を図っていく必要がある、目覚ましく進展する技術革新をどのように取り組んでいくかが重要となる。

橋梁調査会は国立研究開発法人土木研究所が取り組むAIを活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究に参加しており、また、自主研究で診断AIに取り組んでいる。こういう中で、今後の維持管理に資する新たな技術を見出し社会貢献していくこととしている。

トンネルや橋梁などの社会資本について、老朽化への対策が必要となる施設が増えていく中では、定期点検結果を道路メンテナンス年報としてとりまとめ公表しているように、国民に社会資本の現状や課題等について知ってもらい、理解してもらうことは必要不可欠なことである。それらを通して維持管理・更新などについて国民から理解が得られるようになるので、情報の見える化を図ることは社会資本の維持管理に関わる重要な政策のひとつである。

点検・診断は、国民・道路利用者への情報提供の基礎となるものであり、また、メンテナンスサイクルによる維持管理の一翼を担うものである。

橋梁調査会は、維持管理における診断の重要性に鑑み、今後も道路橋の的確な診断に努めていく所存である。

道路橋点検への点検支援技術の導入について

企画部 企画課長 平安山 良和
企画課主査 石井 豊

1. はじめに

1.1 点検支援技術導入の背景

わが国の道路橋においても急速に高齢化が進むと言われて久しい中、全国の橋梁の点検開始から5年が経過し、今年（2019年）から2巡目の点検を迎えた。8月に公表された道路メンテナンス年報（文献1）によれば、2019年3月末において全国では、約72万橋の橋梁が管理されており、そのうち92%にあたる約66万橋は地方公共団体が管理する橋梁である。建設後50年を経過した橋長2m以上の橋梁の割合は、2019年時点で約27%、10年後の2029年時点では約52%に急増し、特に15m未満の橋梁では、2029年に約60%が50年を経過すると報告されている。これまでの5年間ににおける1巡目の点検実施率は、各管理者においてもほぼ100%に達しており、概ね完了している。しかし、健全性の診断でⅢおよびⅣと判定された橋梁のうち、設計などの修繕に着手した橋梁は、国土交通省の53%に対し、地方公共団体では20%にすぎない。1巡目を終了した時点で改めて地方公共団体における維持管理費用や技術者の不足が浮き彫りとなった。

また近年、供用中の橋梁などの社会インフラ施設に深刻な損傷が顕在化し、落橋などの事故が相次いで発生するようになった。国内では新幹線福岡トンネルのコンクリート塊落下事故（平成11年）、鋼トラス橋の木曾川大橋、本庄大橋でのトラス部材の破断（平成19年）やPC箱桁橋の妙高大橋でのPC鋼材の破断事故（平成21年）が発生した。国土交通省所管の社会資本整備審議会は、平成14年以降、社会インフラ施設に対

し、適切な投資と修繕の必要性を繰り返し提言していた。そのような中、笹子トンネル天井板落下事故（平成24年）が発生し、この事故を契機に道路法の改正（平成25年9月）により点検基準の法定化が行われた。社会資本整備審議会は、「最後の警告」として道路の老朽化対策の本格実施に関する提言（平成26年4月）を行った。この提言を受け、国土交通省は、定期点検に関する省令・告示（平成26年3月）、定期点検要領の策定（同年6月）および省令・告示を施行した。

以上のような社会インフラ施設の老朽化に対応する維持管理費用の確保、技術者不足を背景に国土交通省は、橋梁点検の分野にもロボット技術を点検支援技術として活用していくことを目指し、平成26年から点検支援技術の一般公募を行い、平成30年にかけてロボット等の運動性能やカメラ等の計測性能の検証を行ってきた（2.1に詳述）。平成30年12月の社会資本整備審議会の提言を受け、平成31年2月の定期点検要領の見直しに合わせて、参考資料として「新技術利用のガイドライン（案）」「点検支援技術 性能カタログ（案）」を公表した。

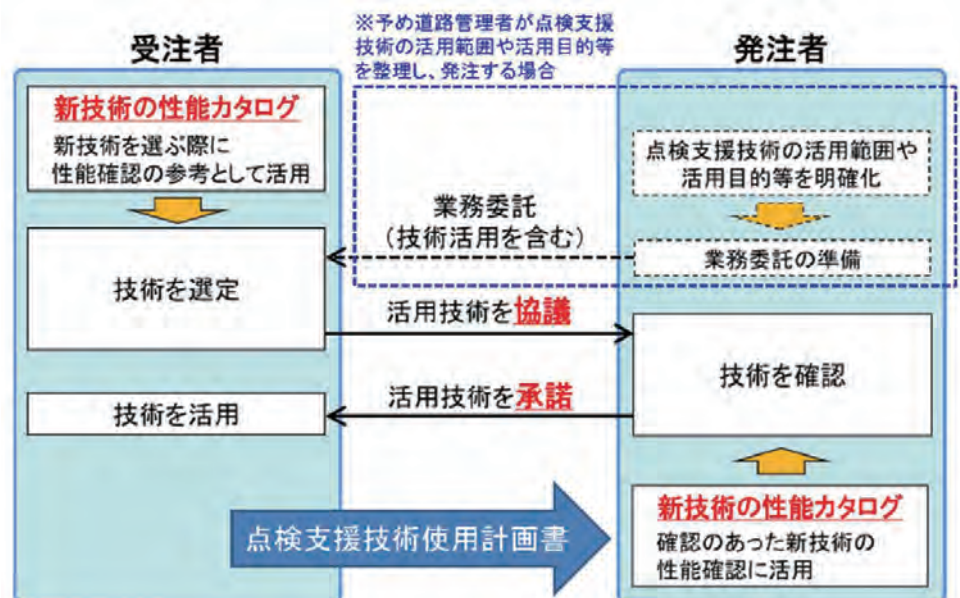


図-1.1 点検支援技術を使用する際のプロセス

1.2 点検支援技術利用のガイドライン（案）と性能カタログ

点検支援技術のガイドライン（案）は、定期点検を実施する際に、点検支援技術を活用する場合において、受発注者双方が使用する技術を確認するプロセスを整理したものである。図-1.1に示すように点検業務受注者は、点検支援技術を使用する当り、性能カタログから現場条件等に合った技術を選定し、その使用目的、使用部位等を記載した点検支援技術使用計画書を作成する。それをもって発注者と協議し、承諾を得、活用するという流れである。

性能カタログは、図-1.2に示す国土交通省が定めた標準項目（基本諸元、運動性能、計測性能等）に対する性能値を開発者に求め、カタログ形式で取りまとめたものである。以下に公表された各技術の紹介と現場検証の状況を紹介する。

2. 点検支援技術の分類

2.1 公募技術の整理

国土交通省総合政策局主導による橋梁点検ロボットの開発・導入に係る現場検証は、図-2.1に示す

ように平成26年度から始り平成30年度で5年目を向かえた。初年度から応募者に対する審議と評価を橋梁維持管理部会（部会長：藤野陽三教授）にて進めてきた。その結果、平成30年度にはひびわれ・床版ひびわれが検出可能な7つの技術（近接）が橋梁点検に使用可能であると評価され、性能カタログへ掲載され公表に至った。

一方で、平成29年度にはNETIS（新技術活用システム）テーマ設定型等によりうき・はく離を検出する技術公募の5技術（近接4技術、その他1技術）について、評価がなされこちらも性能カタログへ掲載され公表に至った。

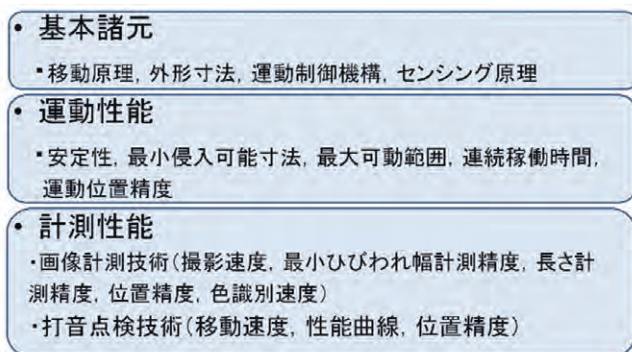


図-1.2 性能カタログの概要

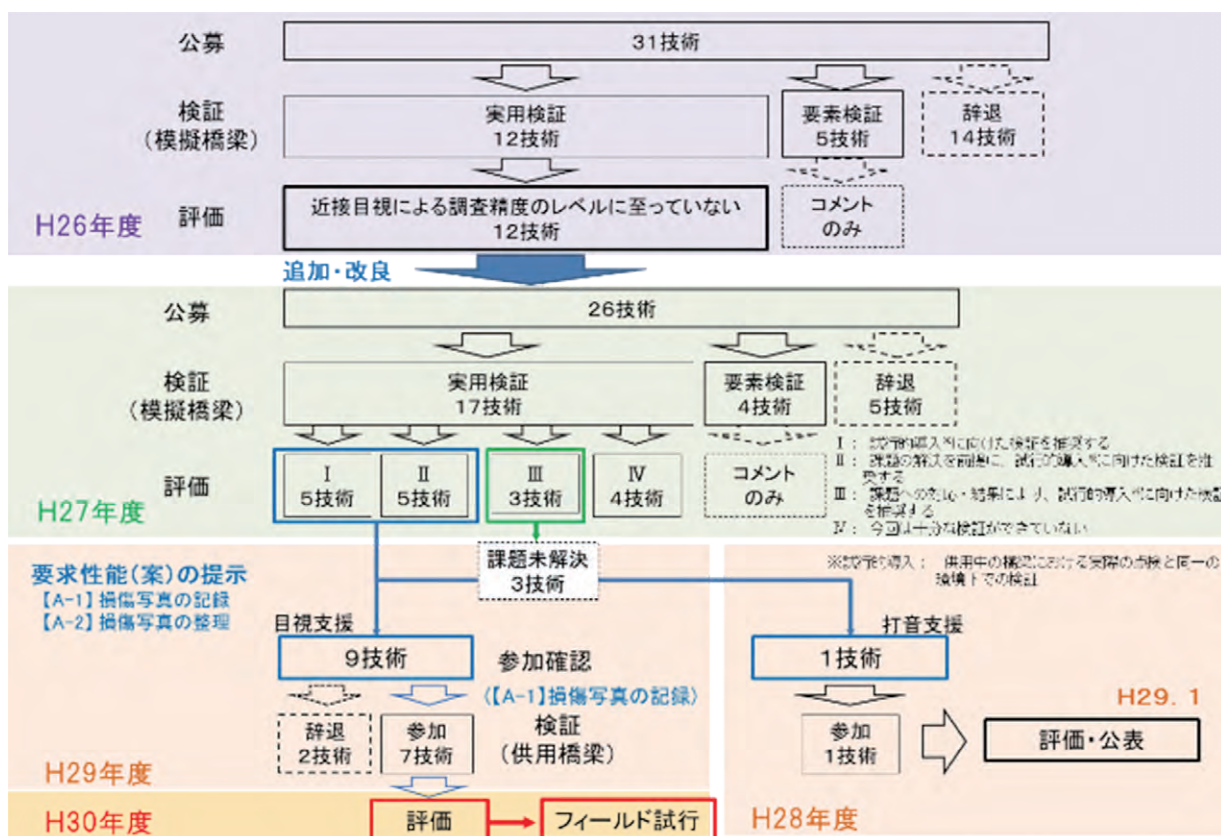


図-2.1 点検支援技術の検証の経緯

性能カタログの掲載にあたっては、撮影された画像によりひびわれを計測する画像計測技術と赤外線や打音機構によってうき・はく離を検出する非破壊検査技術の2種類のカatalogに分けられた(表-2.1)。なお、トンネル点検についても同様に4技術の画像計測技術の性能カタログが公表されたが本稿ではトンネルの技術については割愛する。

2.2 画像計測技術

画像計測技術とは、ドローン等のロボットに設置したカメラにて撮影し、その画像からひびわれなどの損傷を検出する技術である。画像によるひびわれ・床版ひびわれを検出する技術と開発者の構成は表-2.2の通り、7技術である。

表-2.1 橋梁等カatalog掲載技術

変状の種類		点検支援技術(2019年2月時点)	
		近接	その他
コンクリート	ひびわれ	7	-
	床版ひびわれ	7	-
	その他	4(うき)	1(うき)
鋼	腐食	-	-
	亀裂	-	-
	破断	-	-
	その他	-	-

表-2.2 画像計測技術の構成

技術名	移動原理	開発者
構造物点検ロボットシステム「SPIDER」	飛行型	ルーチェサーチ株式会社株式会社 株式会社建設技術研究所
非GPS環境対応ドローンを用いた近接目視点検支援技術	飛行型	三信建材工業株式会社 株式会社自律制御システム研究所
マルチコプターによる近接撮影と異常箇所の2次元計測	飛行型	夢想科学株式会社
マルチコプタを利用した橋梁点検システム(マルコTM)	飛行型	川田テクノロジー株式会社 大日本コンサルタント株式会社
「橋梁点検カメラシステム見る・診る」による近接目視、打音調査等援助・補完技術	アーム型	ジビル調査設計株式会社 有限会社インテス
橋梁等構造物の点検ロボットカメラ	ポール型 懸架型	三井住友建設株式会社 株式会社日立産業制御ソリューションズ
橋梁下面の近接目視支援用簡易装置「診れるんです」	懸架型	東北工業大学 O・T・テクノロジー株式会社

表-2.3 非破壊検査技術の構成

技術名	移動原理	開発者
赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	その他	日本電気株式会社 一般財団法人首都高速技術センター
ポール打検器	ポール型	ジビル調査設計株式会社 有限会社インテス 福井大学
橋梁点検支援ロボット	懸垂式	ジビル調査設計株式会社 有限会社インテス 福井大学
近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システム	飛行型 接触型	新日本非破壊検査株式会社 業共同開発大学 者北:名古屋九州工業大学、 高等専門九州工学
コンクリート構造物変形部検知システム「BLUE DOCTOR」	アーム型	株式会社オンガエンジニアリング

2.3 非破壊検査技術

非破壊検査技術とは、赤外線や打音機構などによる温度差や音波の形状からうき・はく離を検出する技術である。非破壊検査によるうき・はく離を検出する技術と開発者の構成は表-2.3の通りである。

3. 現場検証

3.1 ひびわれ幅と色識別性能の検証

性能カタログ項目のうち、最小ひびわれ幅・計測精度及び、色識別性能の検証について記載する。最小ひび割れ幅・計測精度は、どこまで細いひびわれ幅を画像から確認でき、画像からひびわれ幅を計測した結果の確からしさを評価するものである。そこで、最小ひびわれ幅・計測精度を計測するため、幅0.05mm

～1.0mmの間で異なるひびわれ幅を模した模擬供試体を作成し、検証を行った。(写真-3.1, 写真-3.2)

作成した模擬供試体を撮影し(写真-3.3)、撮影した画像から各模擬ひびわれ幅の計測結果と真値との誤差(mm)の二乗平均平方根誤差から計測精度を算出する。

色識別性能とは環境照度による撮影画像の色ずれを調べ、環境照度への対応可否や夜間作業の可否等を評価するものである。色識別性能を把握するため、24色のカラーチャートを撮影し(写真-3.4)、撮影したカラーチャートのRGB値と真値のRGB値からそれぞれ色度図にプロットする。(文献2)

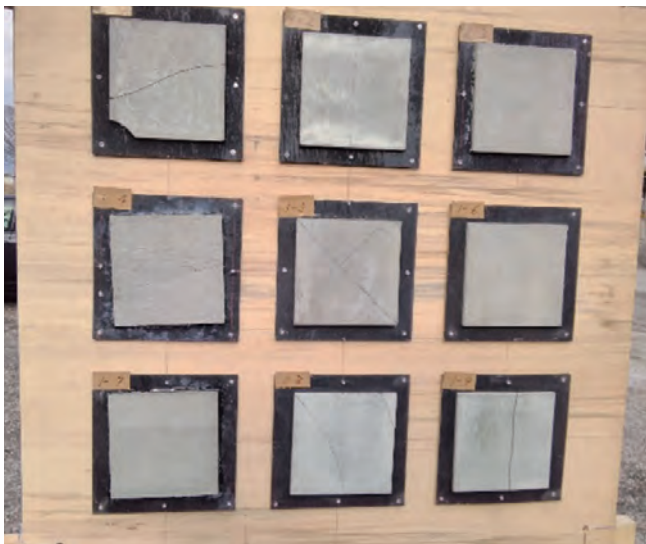


写真-3.1 ひびわれ模擬供試体

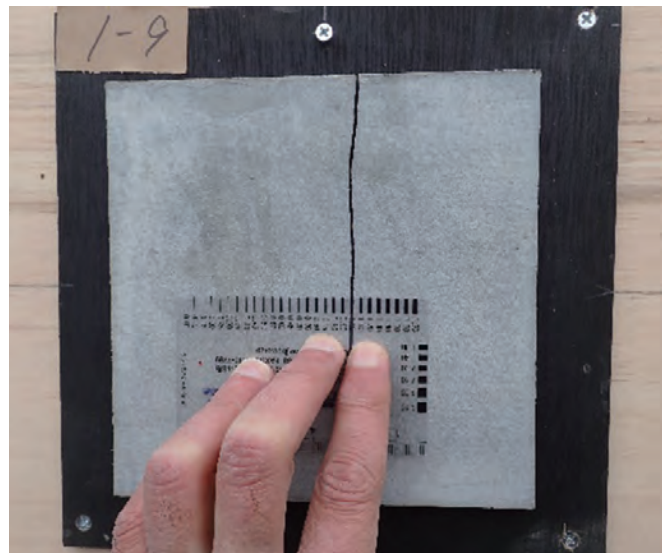


写真-3.2 ひびわれ模擬供試体 (ひびわれ幅1.0mm)



写真-3.3 模擬供試体撮影状況



写真-3.4 24色カラーチャート

3.2 うき・はく離の検証

実物の橋梁において、新技術を使用し、うき・はく離の検出の検証（写真-3.5, 写真-3.6）を行った。点検員が識別した異常箇所を正解したとき、新技術で異常と判断した箇所と正解とで検出率および的中率の算出を行った。

$$\text{検出率} = \frac{\text{正解個数のうち技術で検出出来た個数}}{\text{打音異常の正解個数}} \quad \dots (1)$$

$$\text{的中率} = \frac{\text{当該技術で検出した打音異常のうち正解個数}}{\text{技術で検出した個数（誤検出数含む）}} \quad \dots (2)$$



写真-3.5 実橋でのうき・はく離の検証

4. 現場検証結果の審査

3.で示した現場検証を基に応募者は性能カタログ項目に記載するための検証を行い、その結果を性能カタログに掲載している。（文献3）

性能カタログにおいて計測できる最小ひびわれ幅が0.05mmや0.2mmと技術によって違い、またその精度にも差異がある。その違いは、カメラの性能そのものの違いが要因なのか、あるいは性能を示す環境条件によって違うのか様々であり、点検者であるユーザーは性能カタログをみて、現場に適した技術を性能カタログから選定する必要がある。



写真-3.6 打音検査状況

5. 今後の展開

今年度（令和元年度）も新たな技術を応募し現場検証を踏まえ、新たな性能カタログの公表へ向け動いている。

参考文献

- 1) 道路メンテナンス年俵：令和元年8月 国土交通省
- 2) 新技術利用のガイドライン（案）：平成31年2月 国土交通省
- 3) 点検支援技術 性能カタログ（案）：平成31年2月時点 国土交通省

『(寄附講座) 道路アセットマネジメント政策講座』の活動を振り返って

京都大学経営管理大学院 特命教授 中谷 昌一

はじめに

平成28年度に京都大学経営管理大学院「道路アセットマネジメント政策講座」として(一財)橋梁調査会の寄付講座が開設され活動して参りましたが、今般、平成31年度より3か年延長され、第二期の寄附講座が4月より開始しています。本稿は、前回の報告(J-BECレポート2017Vol.13)に引き続き、本講座の第一期(平成28~30年度)の活動状況と第二期の活動の方向性について報告するものです。

1. 第一期の活動状況

1) 研究活動について

わが国の道路等の社会資本施設は、戦後の復興を企図した短期間に集中して行われた公共投資によって本格的に整備され、高度経済成長を齎すとともに社会経済活動を支えてきました。その後も国土の有効利用の観点や国民の豊かで安全安心な暮らしを確保するために、将来の国民に向けた公共投資は継続的に実施され、量的な整備については終息を迎えたと認識されつつあります。

一方で、今後はこれらの道路橋をはじめとした施設の老朽化が急速に進行し、補修や更新の増加が想定されています。特に、効率的・効果的な維持管理

を怠ると、構造物の不具合が急速に進展し、長期的な視点に立つと不必要な補修や更新の増加に見舞われかねません。このため、例えば道路橋については計画的な点検・診断・補修・更新などを通じた予防的な保全によってライフサイクルコスト縮減を目指した取組が一部で始まっています。

しかしながら、全国の70万橋に及ぶ道路橋に対して5年に一度の法定による定期点検が平成27年に義務付けられたばかりであり、道路資本全般については、全国規模でメンテナンスサイクルが動き始めたところであり、特に地方においては持続可能なアセットマネジメントの取組がまだまだ十分になされていない状況にはないことを示唆しています。

このような状況のなか、国民が安全で安心した暮らしを確保していくためには、政府による未来投資戦略2018-「SOCIETY5.0」「テータ駆動式社会」への変革一に謳われている通り、サイバー空間におけるビッグデータを有効に活用し、潜在している知見を遅滞なくフィジカル空間に取り込みマネジメントを実施しシステムを高度化する、スマートで持続可能なアセットマネジメントの政策を立案し推進していくことが、今後ますます求められることとなります。

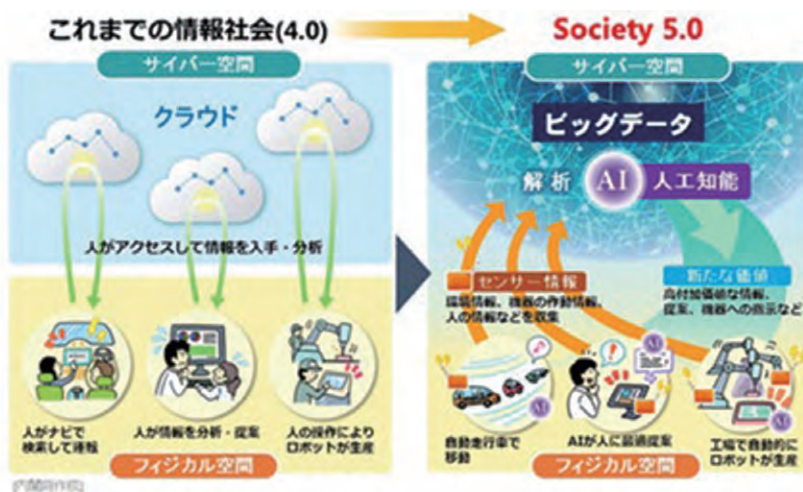


図-1 Society 5.0の仕組み¹⁾

また、国外に目を転じて東南アジア等の開発途上国においては同様に、道路等の公共施設の整備の進展に伴い劣化や損傷などの問題が顕在化しています。この理由の1つとして、維持管理やマネジメントに関する技術的知識や経験の欠如とともに、アセットマネジメントに関するデファクトの仕様規定型ソフトウェアが各国において実務的に機能していないことがあげられます。海外におけるわが国の技術的な貢献と主導性を保持するとともに海外新規市場を創出する観点からも、それぞれの国のニーズに応じてカスタマイズされた実務的なアセットマネジメントシステムの開発は喫緊の課題となっています。

以上のような背景を踏まえて、本講座では、従来の道路に関する維持管理の状況を把握・評価し、道路管理等の道路政策の一環として、今後のより高度で効果的・効率的なアセットマネジメントの立案及び実施方策に関して、以下のテーマに沿って研究を行っています。特に、京都大学経営管理大学院ではこれまで、サイバー空間におけるデータ群の存在を前提とし、そこから統計解析技術を駆使して有益な情報を導き出すための各種ツールの開発を行っています。本寄付講座は、国内外の国・地方自治体・道路管理会社等との共同研究を通して、現場において蓄積されてきたデータ群をもとに、これらのツールを如何にフィジカル空間で活用するかの研究の場としての一役を担っています。

・道路に関するアセットマネジメント手法に関する研究

橋梁等の道路構造物の状態評価と劣化予測を含むアセットマネジメント技術を向上させるとともに応用し、特に、道路構造物の劣化特性の異質性に着目したプロファイリング技術の開発を行い、地方自治体の政策判断に資する道路の管理方策等について研究を行っています。研究の成果として、道路橋の床版劣化を対象としたプロファイリング手法及びその検証結果を前回紹介しました。詳細については、文献²⁾(図-2)に詳しく紹介してありますので参照ください。

・総合的な道路整備・管理の方法論に関する研究

橋梁や舗装等を含む道路の計画・設計・施工・管理に至る一環したデータを活かし、構造物の追跡調査、補修補強計画、データ管理について、効率的な道路整備・管理を可能とするマネジメ

ント政策について研究を行っています。例えば、近畿地方整備局の新都市社会技術融合創造研究会³⁾で採択された「道路資産管理高度化のためのデータベース構築に関する研究」では、管理目的に応じた意思決定の階層性を考慮した各種データの保有と整理のあり方についての検討を行っています。

・道路に関するアセットマネジメントの体系化に関する研究

事後保全から予防保全に修繕の考え方を転換していく中で、長期的な修繕コストの低減方法、リスクマネジメントなどの諸問題について、土木システム全体の総合的なアセットマネジメント技術として体系化する研究を推進しています。総合的な目標設定の必要性を強調し、目標設定から戦略・戦術・実施の各段階における意思決定と技術支援ツールの活用の体系的な整理を試みており、これまでの研究成果は、社会基盤施設のマネジメントに携わる官民の実務者や関連の技術開発等に携わる研究者や学生にも幅広く参考にしてもらえるよう「実践 道路アセットマネジメント入門 ～継続的改善を実現するためのマネジメントの基本～」⁴⁾とのタイトルで、一般図書として取りまとめています。(写真-1)

・ISO55000シリーズに準拠したアセットマネジメントシステムに関する研究

2014年1月に発行したアセットマネジメントに関する国際標準ISO 55000シリーズに準拠したアセットマネジメントシステムの開発を進め



写真-1 「実践 道路アセットマネジメント入門」

ることにより、わが国及び開発途上国を中心とした海外におけるアセットマネジメントの効率化・高度化を実現するための研究を推進しています。特に、京都大学経営管理大学院が十数年の長きに亘り技術的な支援を行ってきたベトナムとは、協定に基づく共同研究体制を整えシステムの改善に取り組んでいます。開発途上国では点検データなども不足がちであり、なおかつ建設時のデータの不完全なケースが多くみられます。このような限られた不完全なデータを有効に活用してマネジメントに有益なアウトプットを得るための劣化予測技術に関する研究の成果については文献⁵⁾(図-2)に詳しく紹介していますので参照ください。



図-2 土木学会論文集に投稿・掲載の研究成果

2) 普及活動について

わが国における国際標準に適ったアセットマネジメントの更なる普及定着を促進するために、一般社団法人日本アセットマネジメント協会 (JAAM) (HP: <https://www.ja-am.or.jp/>) が2017年に設立されました。これと軌を一にして、JAAMによるアセットマネジメントシステムの普及活動を支援するとともに、システムの段階的な高度化を図るための技術的な研究組織の必要性から、京都大学経営管理大学院では京都ビジネスリサーチセンター・アセットマネジメントインスティテュート (KBRC/AMI) を2017年度に創設しています。

筆者は政策講座の特定教授として上記¹⁾の研究活動を行うとともに、KBRCの主任研究員としてAMIの活動にも参画し、研究成果の広報・普及に努めてきました。例えば、過去3年間AMIの主催によるアセットマネジメントの技術講習会に参画し、昨年度の「アセットマネジメント技術講習会 2018」ではプロファイリング技術に関する研究成果についての報告を行いました。一連の講習会資料は、JAAMにおいて会員向けサービスとしてHP上で閲覧が可能となる予定ですので、是非、ご活用ください。

次に、海外での普及活動についても一例を紹介したいと思います。

京都大学経営管理大学院は、2005年以降本年まで十数年に亘り、ベトナム交通通信大学において日本型アセットマネジメント技術の普及を目的とした夏期集中講座を開設し、舗装や橋梁分野に関する技術の普及に努めてきました。同時に、それぞれの分野に関して共同研究も実施してきており、特に、舗装の分野においてはマネジメントシステムの共同開発を行うことにより、開発された新たなシステムに基づく路面性状調査が実施され舗装修繕計画が策定されるまでに至っています。(写真-2)



写真-2 道路インフラアセットマネジメントセミナー (CAP2018) 開催状況



図-3 ベトナムの地域分類

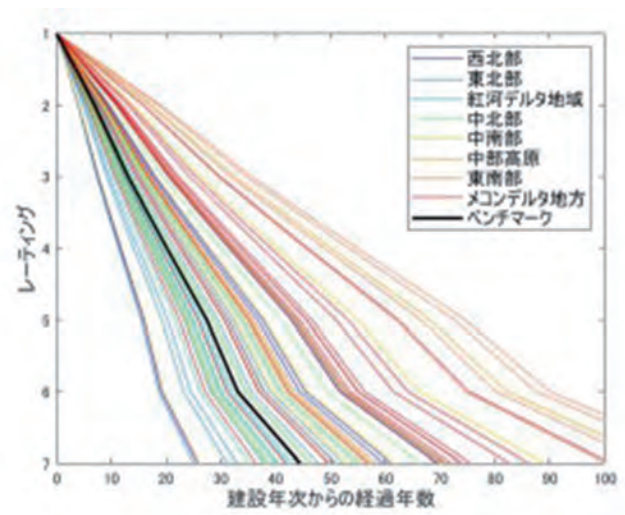


図-4 グループ別期待値パス

今年度より、本集中講座はベトナムにおけるアセットマネジメントの高度化のためのセミナーとしてベトナム道路総局のもとに位置づけを得ることとなり、さらには、日本国土交通省とベトナム交通省との協定に基づき、(一社)日本道路建設業協会による技術的支援もいただきながら、ベトナム国の技術基準類のカスタマイズについても議論進められる運びとなりました。本寄附講座は、共同研究の他にも両国政府間や関係機関との調整や今後の検討体制の整備に役割を担っています。京都大学と国土交通省とによる化学反応を促進する触媒の役割と言えます。

ベトナムにおける橋梁マネジメントについては、1990年代後半からシステムの導入が検討され、現在では既存のソフトをもとに開発したVBMSが導入されています。現段階のVBMSでは、劣化予測に代わって橋梁の健全度を表現したBCI指標を用いて、橋梁の補修・補強の優先度評価を行うにとどまっており、将来を想定した予防保全対策の立案や中長期にわたる計画策定が課題となっています。

劣化予測等の統計的分析を断念してきた経緯には開発途上国特有の事情として、点検データの不在・不十分、建設当時の設計・施工や供用後環境に関するデータの不備等が挙げられます。ベトナムにおいても、過去に目視点検を1回行っているのみであり、補修・補強に関するデータベースもなく、建設年次が不明な橋梁も少なくありません。そのような状況の中で、当面の劣化予測を可能とする手法の開発を目的に共同研究を実施しているところです。

ベトナムは58の省と5つの中央直轄市から構成され

ており、一般的な地域分類は図-3に示す通りとなります。橋梁の劣化特性の異質性を考慮する場合、管理地域ごとに管理水準、構造条件・環境条件が大きく異なる可能性が高いため、地域分類毎にその特徴を検討しています。詳細は文献2),5)に委ねますが、その結果が図-4に示す通りです。建設年次と一回の点検時のBCI情報だけで混合マルコフ劣化ハザードモデルを構築でき、地域ごとに分類された橋梁群のBCIレーティングの劣化規定値パスを比較すると、南北格差が明瞭に読み取れることが解っています。これらのバイアスを無視して全橋梁群を母集合として戦略を立てると、北部の橋梁群に対しては危険側の、南部の橋梁群に対しては安全側のマネジメントを行っていることとなります。このような潜在的な特徴を明らかにしつつ、今後のVBMSの合理化・高度化についてベトナム側と議論を深めていくことになります。

2. 第二期の活動の方向性について

このように第一期では国内外に展開した様々な活動を通じて、道路インフラに広く応用可能で、かつ継続的に改善しつづけることが可能な道路アセットマネジメントの実践的手法の実現につながる多くの成果を得ることができました。一方で橋梁をはじめとする道路構造物の理想的なアセットマネジメントの実現には、いまだ多くの解決すべき課題が残っています。例えば、構造条件や供用後の環境条件も多岐にわたる道路構造物のアセットマネジメントの実践にあたっては、第一期で整理された道路インフラアセットマネジメントの全体像の中で、これらの多

様な条件の構造物のそれぞれに対する部分最適と全体最適の両立を実現しなければなりません。致命的な事故の発生リスクを低減しつつ省力化も期待できるマネジメントの体系の確立、意思決定の支援に有効なプロファイリング手法のもさらなる進化も必要です。

日本では、法令に基づく全部材近接目視を基本とする定期点検が進められており、事故の防止や予防保全の実現にもその効果が期待されています。しかし膨大な数の部材が複雑に組み合わされた大規模な橋梁や吊り形式などの特殊な形式の橋梁では、このような点検は負担が大きいのみならず、外観目視では検知不可能な異常によるリスクも相対的に大きくなるため、的確な診断や合理的なアセットマネジメントに必要な情報の取得と経済的負担の軽減には、高度なセンシング技術の活用やモニタリングの併用、それらを前提としたアセットマネジメント体系、さらにはマネジメント対象の構造物の状態やマネジメントそのものの状態を的確に評価できる方法論なども確立が不可欠です。(写真-3,4)

ベトナムをはじめとして国内外で構築されてきた本寄附講座とかかわりのある多くのネットワークを活かして理想のインフラアセットマネジメントの実現に向けた研究をさらにすすめていくことには大きな意義があり、社会からの期待も大きいものと思います。

おわりに

本講座は、3月をもって第一期の活動を終えました。今後の道路アセットマネジメントの将来を見据えたときに、解決すべき課題には多大なものが残されています。そして4月から第二期の活動が進められています。諸先輩方々によって構築された知的な財産と検証に堪え得る地道なデータの蓄積を支えとしつつ、わが国のアセットマネジメントを世界標準の成熟度評価に堪える内容に段階的に改善し、スマートなマネジメント社会を実現するとともに、海外においてもカスタマイズを可能とする歓迎されるシステムとするためにも、本講座の化学反応を促進する触媒としての役割は益々重要になってくるものと思います。



写真-3 大規模橋梁の例 (本四架橋)



写真-4 特殊形式(吊橋)の主要部材の破断

参考文献

- 1) 内閣府HP https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html
- 2) 小林潔司、中谷昌一、大迫湧歩、安部倉完：橋梁の劣化速度の異質性を考慮した補修戦略プロファイリング、土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 73, No. 4, pp. 201-218, 2017.5
- 3) <https://www.kkr.mlit.go.jp/road/shintoshikenkyukai/>
- 4) 小林潔司編著、中谷昌一、玉越隆史、青木一也、竹末直樹：「実践 道路アセットマネジメント入門 ～継続的改善を実現するためのマネジメントの基本～」、コロナ社、2019.4
- 5) 小林潔司、中谷昌一、To Nam Toan、大迫湧歩、青木一也、安部倉完：建設時点の不完全性と橋梁劣化予測：ベトナムを対象として、土木学会論文集 D3 (土木計画学), 投稿中

道路床版のたわみ挙動に対する 簡易計測手法の構築

海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所(元京都大学大学院) 西田 孝弘

1. はじめに

近年、日常生活・物流の観点のみならず、自然災害やそれに対する防災の観点から、社会インフラ構造物の維持管理に大きな注目が集まっており、これを受けて、大型の研究プロジェクトが進められている^{例えば1)}。中でも道路構造物は物流や災害時の避難経路の要であり、定期的な点検や維持管理・対策方法の高度化が求められている。特に、橋梁等の道路床版においては、交通荷重による疲労や凍結防止剤散布による塩害などの激しい劣化・損傷環境に曝され、その経年的な耐久性低下が問題視されている。場合によっては、近年増加傾向にある鋼板や繊維補強シート等により覆われた道路床版²⁾があり、外観目視による内部の損傷度評価が難しく、書類データ(建設年、補修履歴等)、被覆材の状況や打撃による浮き・剥離の状況に基づいて間接的に損傷度評価をせざるを得ないのが現状である。また、損傷程度によっては、詳細調査が必要となるが、すべての範囲において詳細調査を実施することは時間と労力、費用の面から現実的ではなく、詳細調査を実施する部位や範囲を客観的かつ簡易に選別可能なスクリーニング手法が求められている。

一方で、実構造物における道路床版の力学的性能の評価では「活荷重たわみ」に着目することが有効であり、維持管理においては床版パネルごとの活荷重たわみを評価することが肝要である³⁾。また、現在の打音検査のような局所的な評価を床版パネルの評価に落とし込むためには、活荷重たわみのような、部材レベルの力学的性能指標と打音検査の局所情報の関連性を明らかにする必要がある。以上を勘案すると、日常生活を大きく阻害することなく、道路床版の力学的性能の低下を検知し、その後の詳細調査や対策の優先順位を決定する手法が必要であり、これらを勘案した維持管理システムの整備が重要となる。

本稿は、道路床版の維持管理システムの全体像を鑑み、簡易に実床版の活荷重たわみを計測できる技術を構築し、詳細調査のスクリーニング手法としての適用可能性を評価することを目的としている。

2. 適用手法の選定

本稿で掲げる、「道路床版のたわみ挙動に対する簡易計測手法」を検討するために、以下に挙げる制約条件を勘案して適用手法の選定を行った。

(1) 鉛直方向(面外の挙動)に対する変位を動的に計測できること。(面外計測)

先にも示したように、道路床版の力学的性能を評価するには、たわみの計測が重要である。特に、動的な活荷重を活用して力学的性能を評価できれば、車両通行規制等を最小限に抑えた点検が可能となる。したがって、面外方向の動的な変位を計測できるシステムを条件とした。

(2) 実構造物での適用に際し、簡易であり、煩雑な装置の搬入の必要がないこと。(操作)

我が国に存在する2m以上の橋梁は70万橋であり、その7割が市区町村の管理である。これらの橋梁を効率的・効果的に点検するためには、簡易に計測できることが必須条件となる。したがって、簡易に計測ができるシステムを条件とした。

(3) 設置、キャリブレーションが容易であること。(設置)

橋梁の健全度を表す物性値を相互比較し、詳細点検や対策の優先順位をスクリーニングするには、キャリブレーションが必要不可欠である。ただし、キャリブレーションが煩雑な評価手法では、点検の効率化を達成できない。したがって、設置やキャリブレーションが容易なシステムを条件とした。

(4) たわみ（面外変形）に対する計測誤差は0.5mm程度以下であること。（誤差）

構造形式や鋼板接着等の補強の有無により床版の相対的なたわみの大小はことなるが、床版の活荷重たわみの変化量としては最大で10mm程度以下であり、予防保全的な観点からスクリーニングを実施する場合は1mm以下の計測精度が必要となる。したがって、計測誤差が0.5mm以下となるシステムを条件とした。

(5) 種々の橋梁の条件を考慮し、床版に設置したセンサ等で計測ができること。（床版一体）

道路床版が設置されている環境として、下面が河川等であり、下からのアクセスが難しい場合も多くある。したがって、計測に必要なセンサ等の機器を床版自体に取り付けて計測ができるシステムを

条件とした。

他方、たわみのみならず、物体の変形やひずみを計測する手法は種々提案されている。本研究では、(a) 接触式変位計、(b) レーザー式変位計、(c) 画像相関法、(d) サンプリングモアレ法、(e) 加速度計を対象として、上記の(1)～(5)に挙げた条件に照らして、それぞれを評価した。それぞれの計測方法の特徴を表-1に示す。

表-1に示した各手法の特長を、制約条件①～⑤に照らし合わせてまとめると、表-2のようになる。

これにより、本研究で設定した条件①～⑤に当てはめて順位付けすると、加速度計が最も適用性の高い手法となった。そこで、本研究では、無線型の加速度計を用いて実際の橋梁で計測を行い評価した。

表-1 たわみの計測システムの概要

手法の概要
(a) 接触式変位計 ⁴⁾ 接触端子の移動量から電氣的に変位を計測でき、従来から一般的に用いられてきた変位計である。データロガーの性能に依存するが、動的、静的のいずれにも対応可能である。また、操作性、設置性にも優れたようされている。ただし、地面等の固定点に設置することが必要であり、床版と一体型として設置することは現状難しい。
(b) レーザー式変位計 ⁵⁾ 基本的な計測としては、接触式の変位計と同等であるが、測定対象から離れた位置からの計測が可能となる。ただし、装置と対象物からの距離に依存して、データの解像度（精度）が変化する。方式としては、位相差検出方式、TOF（Time of Flight）方式、三角測距方式がある。地面等の固定点に設置することが必要であり、床版と一体型として設置することは現状難しい。
(c) 画像相関法 ⁶⁾ 負荷を受ける前後でサンプルをデジタル画像として取り込み、その表面に施されたランダムなパターンを追跡し、対象物の変形を推測することができる技術であり、面的に広がる変形を計測する際に適している。実際には、無負荷状態で取り込んだ画像の小領域を、変形後の画像の中から正規化された相関係数の最適値となる領域を探し出すことによって計測ができる。この処理を全ての小領域で繰り返す事によって、全視野の変形データが得られる。面外の変形を計測することも可能であるが、設置環境やキャリブレーション等によりその精度は異なる。また、床版と一体型として設置することは難しい。
(d) サンプリングモアレ法 ⁷⁾ 格子模様のターゲットを撮影したデジタル画像からターゲットの変位を高精度に計測する技術であり、撮影した画像を画像処理してモアレ縞を生成し、モアレ縞の位相値の変化からターゲットの格子間隔の1000分の1の精度で変位を計測できる。橋梁全体のたわみの計測に活用されつつあるが、床版の面外方向の計測はカメラの設置方向等課題がある。
(e) 加速度計 ⁸⁾ センサから得られた加速度を2階積分することにより変位を計測する手法である。特に近年では、無線型の加速度計を用い、クラウド上でデータを管理し、データ分析における積分の過程で生じる誤差を推定し、その成分を除去することにより変形量を高精度で計測可能な技術が提案されている ⁸⁾ 。

表-2 各手法の評価結果

	①面外計測	②操作	③設置	④誤差	⑤床版一体	総合順位
接触式変位計	○	○	○	○	×	2
レーザー式変位計	○	○	○	○	×	2
画像相関法	△	△	×	△	×	4
サンプリングモアレ	○	○	△	△	×	3
加速度計	○	○	○	○	○	1

○：可能、△：条件による、×：難しい

3. 実構造物での計測結果

3.1 構造物および計測の概要

計測は鋼単純H型桁橋であり、橋長24m、幅4.9mであった（図-1参照）。たわみの計測に際し、荷重車としてトラック（7.8ton）、マイクロバス（3.5ton）、ワゴン車（1.5ton）を用いた。（図-2参照）

たわみは上記車両が5～10秒程度で橋梁を通過する際のデータに基づき算出した。計測機器の設置概要を図-3に示す。加速度を用いたたわみ計測では、加

速度計を設置した対象部を車両が通過する際の加速度データを2階積分して変位に変換した。本研究では加速度計を活用し、図-4に示すように、車両通過時間を除く波形から積分ノイズによる影響をスプライン関数で推定し、その誤差分を除去することで、最終的に精度の高いたわみを算出している。計測のサンプリング速度は100 Hzとした。併せて、参照データとして、地面からカーボンロッドを介して変位計による変位を計測した。



図-1 橋梁の外観



図-2 試験に用いた車両

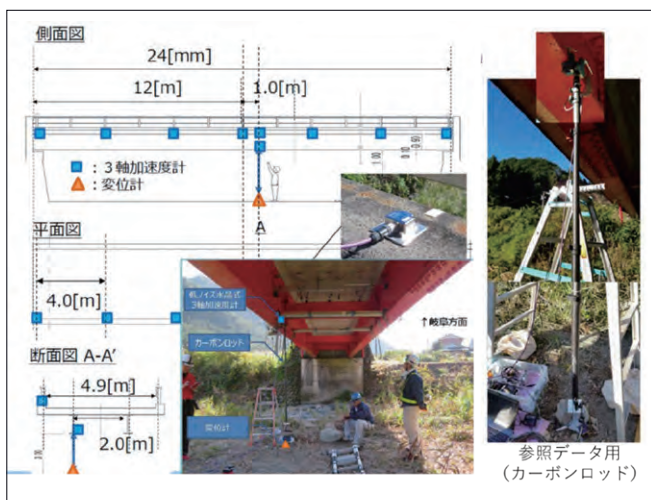


図-3 計測機器の設置概要

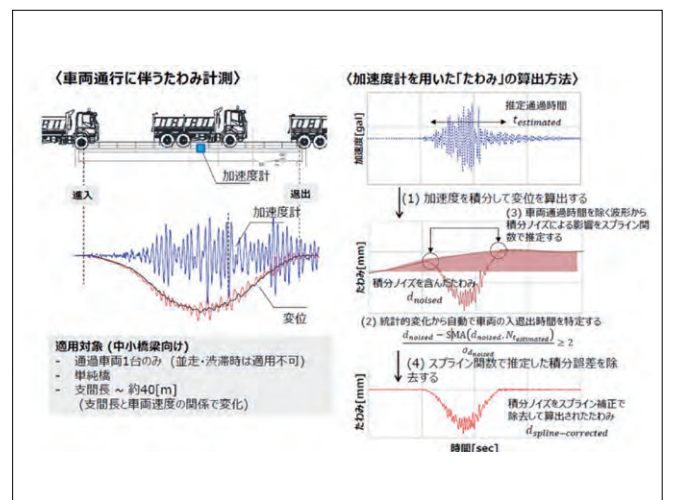


図-4 加速度計測によるたわみの算出方法

3.2 計測結果

加速度計により得られたたわみの計測結果を図-5に示す。Case1がトラック、Case2がマイクロバス、Case3がワゴン車、がそれぞれ5~10秒程度で通過した際の計測データに基づいてたわみを算出した結果であり、たわみ計測システムで得られた結果と参照用に地面から計測した結果を合わせて示している。これにより、得られたたわみは、動的な荷重作用にもかかわらず、地面から設置した変位計とはほぼ同様の挙動を示した。また、図-6に鉛直たわみと荷重の関係を示すが、荷重車が重いほど最大変位が大きくなる傾向も適切に計測できた。さらに、図-7に車両通行方向に設置したセンサにおける鉛直最大たわみの分布を示す。これより、支間中央となるほどたわみが大きくなることが確認され、3次方程式の近似式と高い相関性があることが確認された。

4. まとめおよび今後の課題

本研究では、道路床版の維持管理システムの全体像を鑑み、簡易に実床版の活荷重たわみを計測できる技術を構築し、詳細調査のスクリーニング手法として確立することを目的とした。複数の現行技術を対象として、現場で簡易に活荷重たわみを計測するための制約条件を設定し、それに合致した計測システムを選定した。その結果、加速度計による計測が最も適していると考えられた。また、実際の橋梁で車両載荷試験を実施し、活荷重たわみを無線型の加速度計で計測し、たわみを計算・評価した。その結果、橋梁自体に加速度計を設置して、適切に道路橋床版のたわみを計測できることが確認できた。

以上より、加速度計を用いることにより、簡易に床版のたわみ計測が可能なが認められた。本手法は無線型の加速度計を橋梁に設置し、車両を通行させる簡単な手法である。今後、データの蓄積並びに本手法に基づく橋梁の健全度をスクリーニングし、詳細調査および対策の要否判定が可能な点検システムの構築を目指す。

謝辞

現場計測に当たっては、岐阜大学工学部社会基盤工学科木下幸治准教授、同研究室の学生の方々にご協力いただきました。また、本研究で用いた計測技術は(株)TTESより開発されたINTEGRALを使用しました。計測・分析に関しては、同社菅沼久忠氏にご協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

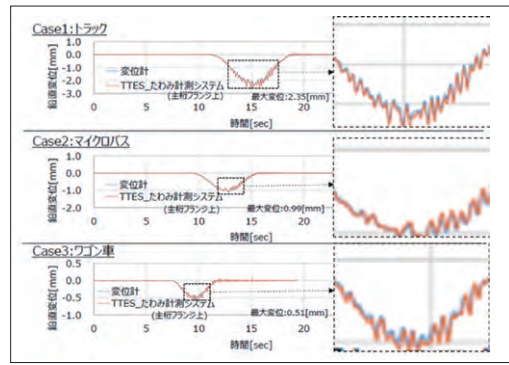


図-5 加速度計による計測結果

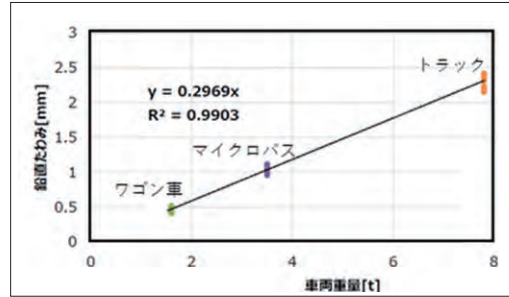


図-6 車両重量が鉛直たわみに及ぼす影響

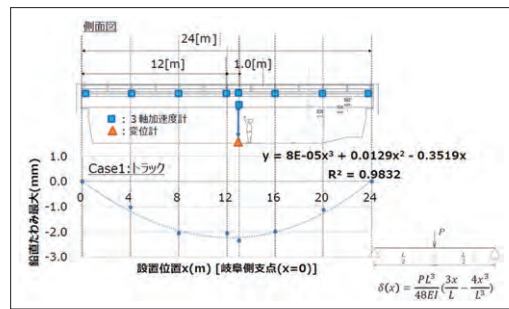


図-7 車両通行方向におけるたわみの分布

参考文献

- 1) 例えば、<https://www.jst.go.jp/sip/k07.html>
- 2) 前川敬彦, 久利良夫, 佐々木一則, 飛ヶ谷明人, 青木康素: 鋼板接着補強床版の維持管理に関する検討, 土木学会第7回道路橋床版シンポジウム論文報告集, Vol.7, p.13-18, 2012.6
- 3) 松井繁之編著: 道路床版 設計・施工と維持管理, 森北出版株式会社, 2012.2
- 4) https://www.keyence.co.jp/ss/products/sensor/sensorbasics/ct_principles.jsp
- 5) <https://www.keyence.co.jp/ss/products/process/levelsensor/type/laser.jsp>
- 6) <http://www.laser-measurement.com/product/correlated/vic3d.html>
- 7) http://www.shinkawa.co.jp/times/column/y-morimoto/vol007_no05_col05.html
- 8) <http://ttes.co.jp/outline/twmsystem/>

引張力を受ける部分溶込み溶接継手の耐荷力評価に関する研究

一般社団法人日本支承協会 技術委員長
同 技術委員

姫野岳彦
松本多美子、石山昌幸、小南雄一郎

1.はじめに

橋梁用支承の下部構造への設置方法には、様々な構造形式に対応するため、種々のパターンが存在する。最も一般的な構造には、RC橋脚上に設置する場合にはアンカーボルトをコンクリート中に埋め込んで定着するタイプがある。また、一方で、都市内高速道路などに多い鋼製橋脚上に設置するケースでは、調整プレートなどで高さ調整を行いつつ、支承本体（下沓の周囲）を現場溶接継ぎ手にて連結することも多い（図-1）。このような溶接構造は、既設橋梁における支承交換工事において、沓座面にベースプレートを設けて、その上面に支承本体を設置するケースなどでも採用されることが多く、ボルト締結（ボルトとナットによる接合、またはボルトとネジタップ孔との接合）に比べて現場での位置調整（微調整）が可能な点に大きなメリットがある。

これらの継手部には、支承高さに起因した曲げモーメントが伝達されるため、引張力が作用することになる。また、交通振動や橋桁の温度伸縮などによる常時荷重が作用するため、厳密には疲労照査などが求められる部位と考えられる。

ここで、道路橋示方書II鋼橋編¹⁾では、「溶接線に直角な方向に引張力を受ける継手には、完全溶込み開先溶接による溶接継手を用いるのを原則とし、部分溶込み開先溶接による溶接継手やすみ肉溶接による溶接継手を用いてはならない」としている。これは、

「ルート部に不溶着部を残した部分溶込み開先溶接継手やすみ肉溶接継手は、ルート部に応力集中が生じやすいため」との解説があり、また、「引張応力度が小さい場合等でかつ溶接性や溶接ひずみを考慮した場合には、部分溶込み開先溶接継手やすみ肉溶接継手の使用の余地は残している。この場合は、継手部の耐荷性能、耐久性能を明らかにし、また、溶接品質確保に十分に留意する必要がある」との主旨の記述がされている。

支承本体を溶接継手で調整プレートやベースプレートに設置する場合には、その構造から完全溶込み溶接は採用できず、部分溶込みまたはすみ肉溶接にせざるを得ないが、上記の通り、引張力が作用する部位となるため、継手部の耐荷性能、耐久性能の解明（確認）および溶接品質の確保が重要な課題となる。これまでの溶接継手に関する既往の研究知見^{2~4}などでは、完全溶込み溶接を想定しているものが多い。また、部分溶込み溶接やすみ肉溶接に関する検討事例においても、支承部のような平板の外周部分を全周にわたって溶接し、なおかつ、その継手部に、高さに起因する曲げモーメントの伝達、地震時の上揚力に伴う引張力の伝達、および交通振動等による疲労照査を念頭においた研究は見られないのが実状である。

これらのことから、本研究では、部分溶込み溶接あるいはすみ肉溶接部における耐荷性能（限界状態、力学モデル）、耐久性能（疲労）およびその前提となる施工品質の確立を目的としつつ、まずは実験的検討から耐荷性能に関する検証を行うこととしている。

本稿では、最初の基礎的な検証のために、要素試験として、加力方向に対して溶接線が異なる部分溶込み溶接試験体による載荷実験を行い、その際に得られた耐荷力と従来の一般的な溶接継手耐力の計算手法（のど厚面におけるせん断耐力）との比較検証結果について報告する。



図-1 下沓周囲を溶接継手で設置した支承の例

2.要素試験方法

2.1 試験体

本研究における最初の基礎実験として、すみ肉溶接の要素試験片による継手耐荷力実験を行った。まず、溶接継手としては、支承接合部での使用実績を考慮し、6mmのすみ肉溶接継手を選定し、加力方向に対して、溶接線が直角方向と並行方向となる2種類の試験体を用いることとした。ここで、前者を加力直角方向溶接試験体（引張方向）、後者を加力方向溶接試験体（せん断方向）と呼ぶ。このように2種類の荷重方向を想定したのは、支承接合部を設置する際の溶接は、4辺の周囲を全周で溶接することから、その抵抗面は、荷重される水平力に対して、平行な2辺と直角な2辺とに分類できるため、各辺で負担する耐力を分解して評価する目的で設定したものである。

試験片の材料はSM490A材とし、試験体数は各2体（TP1およびTP2）とした。これらの試験体形状を図-2に示す。溶接材料には、ソリッドワイヤMG-50T（神戸製鋼製）0.9mmを使用し、電流166A、電圧21.4V、速度60mm/minの条件でアーク溶接をおこなった。

ここで、加力直角方向試験体においては、溶接品質のばらつきを抑制するため、および試験体のビー

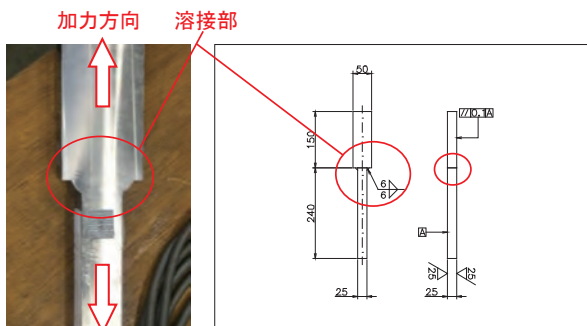
ドの健全性を目視で確認するために、試験体として用いる $t=25\text{mm}$ よりも厚い板材（150mm）を用いて溶接した後、所定の厚みに切断加工する工夫を施した。この切断後の断面の拡大写真を図-3に示す。この結果、溶込み不良などは目視では認められず、溶接ビードの品質は安定していることが確認できた。また、加力方向溶接試験体については、引張試験時に偏心が作用することを極力防止するために、試験機のチャック部の軸線を上下で一致させ、なおかつ、面の精度を確保できるように配慮した。本試験体についても、溶接後の表面観察からは、溶込み不良等は認められなかった。

また、図-4に示す位置の寸法記録を表-2に整理して示す。このとき、のど厚については、溶込みを考慮せず、溶接ルート部45度方向の値とした。

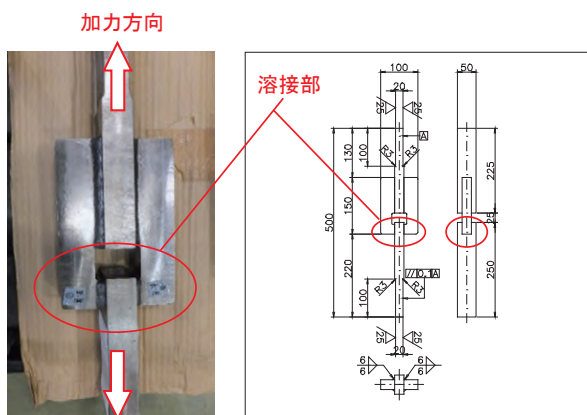
2.2 荷重方法

荷重試験には、2000kN万能試験機（熊本大学所有）を用い、溶接部が破断するまで加力をおこなった。荷重速度は荷重制御（応力値換算）で1MPa/secとした。

試験時には、荷重と溶接部の変位を計測した。荷重は、試験機制御用フィードバック信号を外部出力に分岐させて記録し、変位は溶接部の動きを検出す



(a) 加力直角方向溶接試験体（引張方向）



(b) 加力方向溶接試験体（せん断方向）

図-2 試験体形状



図-3 加力直角方向溶接試験片の溶接断面

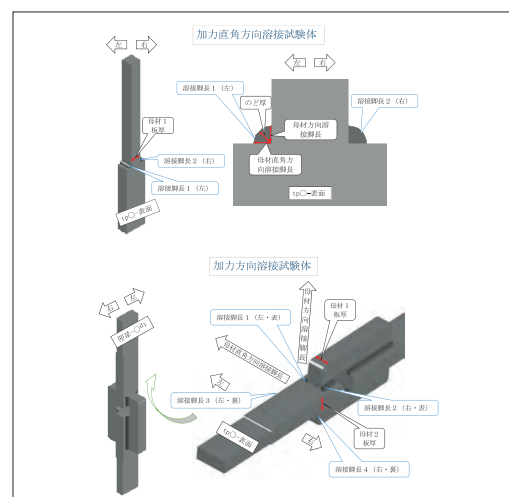


図-4 試験体寸法計測位置概略図

るために図-5に示す着目部位の近傍に変位計を設けて計測した。また、試験時に試験体正面からビデオ撮影し、亀裂発生時の記録を行った。

3.試験結果および考察

3.1 加力直角方向溶接試験体（引張方向）

加力直角方向溶接試験体の結果を図-6に示す。荷重変位関係では、2体の試験体ともに160kN程度とほぼ同様な最大耐力を示し、約0.6mm程度の変位が生じている。その後、徐々に耐力が低下し、1~1.4mm程度で破断に至っている。荷重の時間軸データを確認すると、0.6mm程度の変位が発生した際に最大荷重点となり、それ以降は急激に耐力が低下していることを確認している。なお、TP2のクリップ型変位計のデータが他に比べて大きい値を示しているが、これは、破断後にズレが生じたためと考えられる。

一方、弾性限度が失われる降伏耐力としては、100kN程度であることが読み取れる。このときの降伏変位量は、0.05mm程度と非常に小さいことが分かる。

破断形状は、有効のど厚（45°）方向にき裂が発生した後、溶接ビード全体が上方に引張変形しつつ、き裂は45°から少し上方に進展した。

また、試験後の破断面から内部の未溶着部等の溶接欠陥はみられなかった。

表-2に、載荷試験により得られた耐力（実耐力）と計算から求まる設計値との比較を示す。なお、設計値の算出においては、のど厚寸法、溶接長の実測値と溶接する母材の材料強度（ミルシート値）をそれぞれ用い、設計せん断耐力 P_s （kN）は、すみ肉溶接継手の場合、設計上、作用する力の方向に関わらず、せん断により照査しているため、下記（式（1））から算出した。

$$P_s = A \times \sigma_u / \sqrt{3} \quad \dots \quad \text{式 (1)}$$

ここに、 P_s :設計せん断耐力（N）

A :溶接部の抵抗面積（ mm^2 ）※のど厚×溶接長

σ_u :母材の引張強さ（ N/mm^2 ）

この結果、最大荷重は、TP1では、設計せん断耐力78.1kNに対して、実耐力は157.8kN、TP2においても設計せん断耐力86.7kN、実耐力157.0kNとなり、実耐力は設計値に比べて、1.8~2.0倍ほど大きい値となった。これは、破壊形態から考えると純粋なせん断破壊ではなく、一部、引張変形を伴っていること、抵

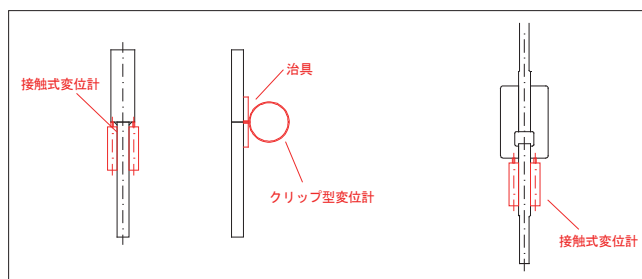
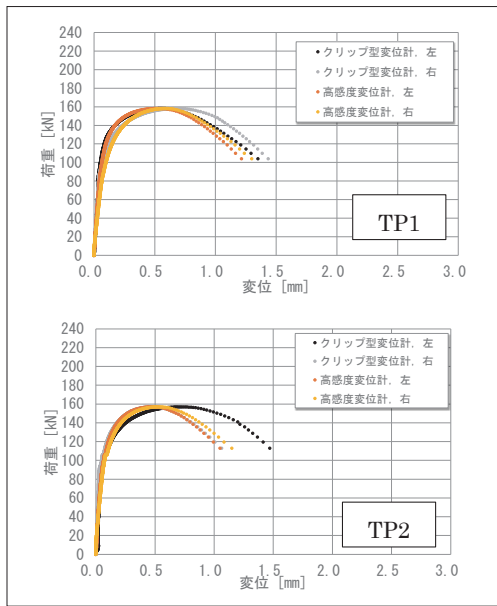


図-5 変位の計測方法

表-1 試験体寸法計測結果

			加力直角方向 溶接試験体		加力方向 溶接試験体	
			tp1	tp2	tp1	tp2
母材1 板厚	設計値 (mm)	25	25	25	25	
	計測値 (mm)	25.05	25.04	24.99	25.00	
母材2 板厚	設計値 (mm)	-	-	25	25	
	計測値 (mm)	-	-	25.01	25.01	
母材方向 溶接脚長1	設計値 (mm)	6	6	6	6	
	計測値 (mm)	7.54	7.19	6.30	7.24	
母材直角 方向 溶接脚長1	設計値 (mm)	6	6	6	6	
	計測値 (mm)	5.85	5.57	7.04	6.49	
のど厚1	設計値 (mm)	4.2	4.2	4.2	4.2	
	計測値 (mm)	5.32	5.25	5.06	5.23	
母材方向 溶接脚長2	設計値 (mm)	6	6	6	6	
	計測値 (mm)	7.40	6.84	7.20	6.75	
母材直角 方向 溶接脚長2	設計値 (mm)	6	6	6	6	
	計測値 (mm)	5.45	6.43	6.97	7.51	
のど厚2	設計値 (mm)	4.2	4.2	4.2	4.2	
	計測値 (mm)	4.53	5.68	5.17	5.23	
母材方向 溶接脚長3	設計値 (mm)	-	-	6	6	
	計測値 (mm)	-	-	7.24	7.80	
母材直角 方向 溶接脚長3	設計値 (mm)	-	-	6	6	
	計測値 (mm)	-	-	6.51	7.52	
のど厚3	設計値 (mm)	-	-	4.2	4.2	
	設計値 (mm)	-	-	5.45	5.52	
母材方向 溶接脚長4	設計値 (mm)	-	-	6	6	
	計測値 (mm)	-	-	7.54	7.93	
母材直角 方向 溶接脚長4	設計値 (mm)	-	-	6	6	
	計測値 (mm)	-	-	6.66	6.28	
のど厚4	設計値 (mm)	-	-	4.2	4.2	
	計測値 (mm)	-	-	5.45	5.42	

抗面がのど厚の方向と一致していないことなどが影響しているものと考えられる。そこで、破断形態を引張状態として考え、式（1）における母材の引張強さを $1/\sqrt{3}$ とせずに整理すると、設計耐力は約1.6倍となり、実耐力と概ね近い値となることが分かった。

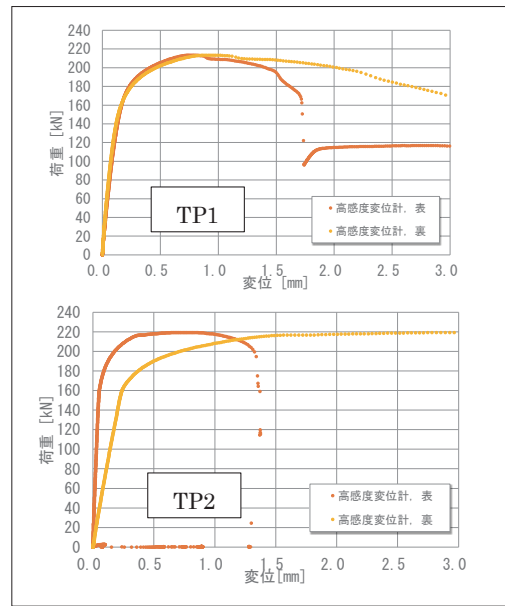


(a) 荷重－変位関係

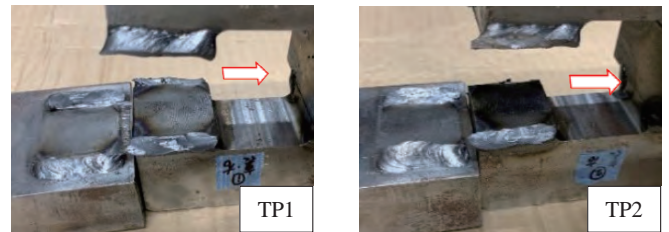


(b) 破断写真

図－6 引張試験結果（加力直角方向）



(a) 荷重－変位関係



(b) 破断写真

図－7 引張試験結果（加力方向）

表－2 実測値と設計値との比較（加力直角方向）

			加力直角方向溶接試験体			
			tp1		tp2	
のど厚／溶接長	実測値1	(mm)	5.32	25.05	5.25	25.04
	実測値2	(mm)	4.53	25.05	5.68	25.04
引張強さ	ミルシート記載値	(N/mm ²)	549		549	
せん断強度	設計せん断耐力：Ps	(kN)	78.1		86.7	
	実測値	(kN)	157.8		157.0	
	実測値／設計せん断耐力	-	2.02		1.81	



表－3 実測値と設計値との比較（加力方向）

			加力方向溶接試験体			
			tp1		tp2	
のど厚／溶接長	実測値1	(mm)	5.06	24.99	5.23	25.00
	実測値2	(mm)	5.17	24.99	5.23	25.00
	実測値3	(mm)	5.45	25.01	5.52	25.01
	実測値4	(mm)	5.45	25.01	5.42	25.01
引張強さ	ミルシート記載値	(N/mm ²)	549		549	
せん断強度	設計せん断耐力：Ps	(kN)	167.5		169.5	
	実測値	(kN)	213.6		218.5	
	実測値／設計せん断耐力	-	1.28		1.29	



図－8 引張試験後の治具の変形（加力方向）

3.2 加力方向溶接試験体（せん断方向）

加力方向溶接試験体の結果を図-7に示す。荷重変位関係では、2体の試験体ともに220kN程度とほぼ同様な最大耐力を示している。また、このときの変位量は、ばらつきがみられるが、概ね0.5~1mm程度であり、加力直角方向溶接試験体と比べると大きめの値となっている。

破壊形態は、ほぼ有効のど厚（45°）方向に近い面で生じ、加力方向に対して平行に進展が見られた後、破断が生じた。また、試験後の破断面から溶接欠陥はみられなかった。

図-8は破断後の試験治具であるが、目視でも曲げ変形の残留が見られた。これは4辺の溶接部それぞれのビード量の若干の差や、試験機設置時の垂直度の精度（ズレ）による影響のほか、4辺のうち一部が先行して破断し、残った溶接ビード部分が偏心载荷を受けたことなどが要因として考えられる。

一方、弾性限度が失われる降伏耐力としては、概ね180kN前後であることが読み取れる。このときの降伏変位量は、計測にばらつきがあるが、0.1~0.4mm程度であり、最大荷重時の変位と同様に加力直角方向溶接試験体に比べて変位量が大きい結果であった。

表-3に、先と同様に設計せん断耐力と実測値との比較を示す。この結果、最大荷重は、TP1では、設計せん断耐力167.5kNに対して、実耐力は213.6kN、TP2においても設計せん断耐力169.5kN、実耐力218.5kNとなり、実耐力は設計値に比べて、1.3倍ほど大きい値となった。これは、加力直角方向溶接試験体における耐力差（2倍程度）と比べると、その差は小さいと言える。このため、溶接線に並行な方向の加力に対しては、せん断破壊に近い耐荷機構であると考えられる。

4.まとめ

本稿では、部分溶込み溶接の耐荷力評価を行うための基礎実験として、加力方向に対して、異なる2つの溶接線の荷重-変位関係および破壊形態の検討を行った。

得られた知見を整理すると以下の通りである。

- 1) 加力方向に対して、直角な面の溶接線は、実測のど厚から求めた想定抵抗面の設計せん断耐力に対して、1.8~2.0倍程度の実耐力を示した。
- 2) 加力方向に対して、平行な面の溶接線は、実測のど厚から求めた想定抵抗面の設計せん断耐力に対して、1.3倍程度の実耐力を示した。
- 3) 荷重変位関係では、加力方向に対して並行な溶接線の方が変形量は大きくなる傾向を示している。

- 4) 破断面は、純粋なせん断ではなく、曲げ（引張）変形を伴うモードが観察され、特に加力方向に対して直角な面の溶接線（引張方向加力）において顕著であった。また、引張力が作用する溶接部の実耐力は、設計計算においては、せん断耐力ではなく、引張耐力として評価した方がその推定精度は向上する結果となった。

今回は、紙面の都合で割愛しているが、本実験は、さらにサンプル数を増やしてデータを取得しており、また、母材および溶接材料自体の引張試験等も実施している。また、次のステップとしては、支承形状を模擬した試験体を製作し、支承高さに起因する転倒モーメントを与えた状態での載荷実験を行い、その実耐力の計測を行う予定である。その際には、本要素試験で得られた加力方向によって異なる耐荷メカニズムを考慮し、耐荷機構の解明と設計手法の妥当性の確認または安全性を確保した計算法の提案などを行うことを計画している。さらに、部分溶込み溶接に対する溶接品質の確保および検査手法の検討を行い、適切な設計・施工が可能な知見を得ることを目標としている。

それらについては、また別報の場にて詳述したいと考えている。

5.謝辞

本研究は、一般財団法人橋梁調査会の橋梁技術に関する研究開発助成の補助を受けて実施したものです。また、研究計画および試験実施については、熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センターの松村政秀教授、熊本大学工学部4年生の齋藤雄太氏の協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，平成29年11月
- 2) 落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会：落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会中間報告書，平成27年12月22日
- 3) 南邦明、糟谷正、三木千壽：道路橋示方書におけるすみ肉溶接サイズ基準の考察，溶接学会論文集第23巻第3号p.422-430（2005）
- 4) （社）日本鋼構造協会：溶接開先標準JSS I 03-2005，平成17年12月改正

第9回橋梁の維持管理、安全管理に関する国際会議 (IABMAS 2018) の聴講参加とシドニーでの橋梁現地調査報告

近畿支部 橋梁課長
九州支部 橋梁課長

三木 正司
森川 公介

1. はじめに

IABMASの国際会議は2002年第1回のバルセロナで始まり、今回は第9回目メルボルンのメルボルンコンベンションセンターで2018年7月9日～13日に開催されました。

本報告は、上記2名でこの会議に2日間聴講参加し、その後、シドニーで橋梁現地調査（1橋）を実施した内容をとりまとめたものです。表-1に概略工程を示します。

ちなみに、会議開催の7月のメルボルンは冬季にあたり、日本の12月頃の気候でした。また、シドニーはメルボルンより少し暖かくコートは不要でした。

2. IABMAS2018に聴講参加

講演のトップバナーは、弊社の理事でもある戦略的イノベーションプログラム（SIP：現場での新技術の積極的活用と国際展開を目標にする産官学から

なる枠組み）のインフラ維持管理・更新・マネジメント技術に関するプログラムディレクターの藤野陽三上席特別教授でした。

講演は「日本の橋の維持管理に関わる研究と開発」と題し、たとえばSIPの実績例として橋梁の床版劣化について、時速80kmで走行しながら、異常を高速探知する車載型地中探査レーダーを開発済みであること等の紹介がなされました。

表-1 概略工程表

日程	工程
2018/7/8(日)	14:40伊丹→16:00成田 14:00福岡→15:40羽田 成田泊
2018/7/9(月)	10:30成田→21:55メルボルン メルボルン泊
2018/7/10(火)	IABMAS2018国際会議聴講 メルボルン泊
2018/7/11(水)	IABMAS2018国際会議聴講 メルボルン泊
2018/7/12(木)	13:00メルボルン→14:25シドニー シドニー泊
2018/7/13(金)	現地調査（ハーバーブリッジ） クライムツアー、フェリー、徒歩 シドニー泊
2018/7/14(土)	8:15シドニー→17:05成田 それぞれ伊丹、福岡へ



写真-1 講演後の藤野先生と（左森川、右三木）



写真-2 メイン会場（主催者挨拶）

講演に続いて、8つの分野（維持管理手法、コンクリート橋、鋼橋、複合構造、石橋、耐震補強等）に分かれて各発表者が15分間の研究発表を行うミニシンポジウムがあり、各自興味のある分野の会場を渡り歩き、聴講参加しました。

ちなみに、オーストラリア大陸では地震の発生はほとんどなく、現地橋梁の橋脚柱の橋軸方向の厚みが薄いことや、耐震補強関係のミニシンポジウム会場での聴講人数が少なかったのは、そのような地域性を反映してのことかもしれません。（個人的見解です。）

3.ハーバーブリッジの現地調査

シドニーのハーバーブリッジは1932年に竣工のアーチ橋で、現在鉄道と道路の併用橋として供用されています。橋長は1,149m（アーチ部503m）で、桁下は海面より49m、アーチ頂部から海面までは約134mです。総鋼重は52,800t、アーチ部は39,000tとこのことです。

現地調査の方法は、歩道部を利用して橋面の近接確認、桁下は海上より船舶を利用した遠望目視確認、アーチ部材についてはブリッジクライムツアーを活用して検査路から近接目視を行いました。

時間上の制約から全部材観察はできませんでしたが、海上に架かる鋼橋で86年が経過している橋梁で

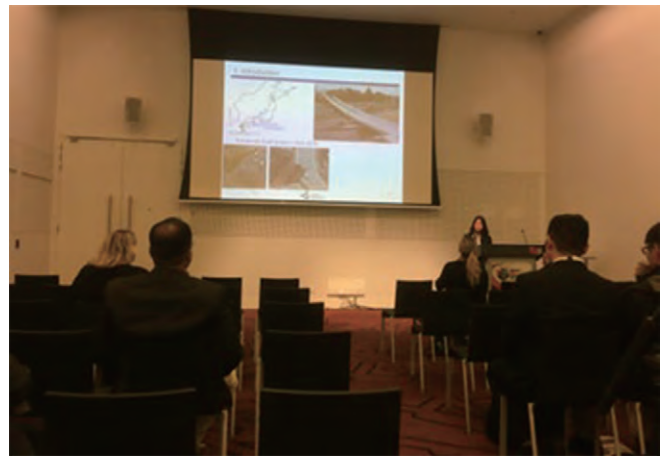


写真-3 ミニシンポジウム会場

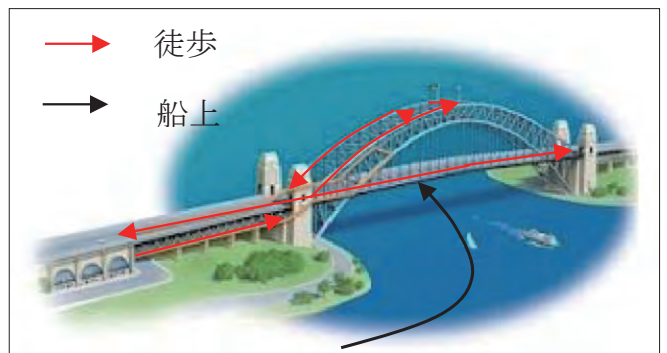


図-1 現地調査ルート概要図

ありながら、腐食損傷が局部的で軽微なものであったように感じました。



写真-4 ハーバーブリッジ全景

また、検査路を利用する際には、アーチ下方の車両や第三者への影響を考慮した落下物防止対策として、手袋やハンカチ、メガネに至るまで作業服に結束する仕様になっていたことと、安全帯のフックを付け替えることなく検査路を行き来できるシステムになっていたことが印象に残り、点検業務や検査業務にも展開活用できるのではないかなと感じました。なお、個人のカメラ等の現地持ち込みは禁止されていたので、近接損傷写真が撮れなかったのが残念でした。近接撮影ができた路面等の写真を以

下に添付します。

ちなみに、クライムツアーの安全帯のシステムについては、森川画伯の絵で以下に紹介します。

図-2~4に示すように、防護柵に2m程度の間隔でブラケットが設置されており、その先端にはワイヤーロープ（ワイヤー部φ8mm程度、ジョイント部φ10mm程度）が、経路全体に張り巡らされています。これに安全帯に付けられたガイドフックを掛けて移動するシステムです。

このシステムであれば、日本のように安全帯の



写真-5 アーチ頂部近接状況



写真-6 桁下状況（船上より）



写真-7 アーチ部材の状況



写真-8 高欄の錆汁状況



写真-9
クライムの服装

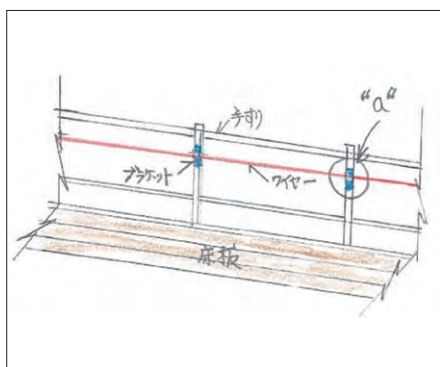


図-2 システムイメージ図

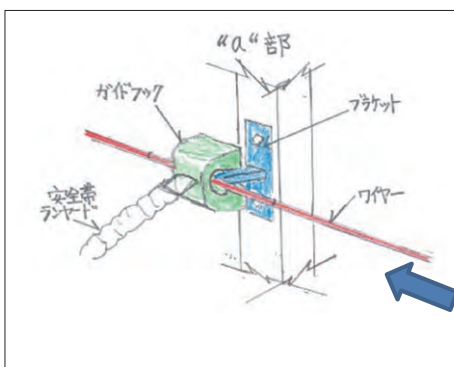


図-3 a部詳細図

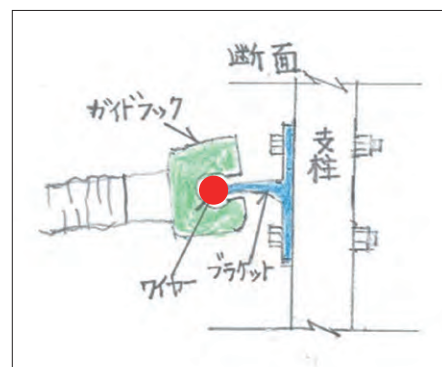


図-4 a部詳細断面図

フックの掛け替えが無く完璧に安全な移動が可能となります。なお、ワイヤー、ブラケット等は腐食防止を考慮してステンレス製でした。また、経路幅が狭い（w=80cm程度）足場区間ではワイヤー取り付け位置が腰より上方に取り付けてあり、誤って落下したときに足場床板程度の高さで制止できるよう高さ調整が見られ、細部まで安全に配慮したシステムでした。

4. おわりに

メルボルンの会場前を流れるヤラ川に架かるキングストリートブリッジで、主桁下フランジに亀裂が生じ、主桁の破断事故が発生したのは、ちょうど本会議聴講当日の56年前の7月10日のことでした。

完成後1年3か月目に45tトラックが橋上を通過した際に第2スパンの4つの主桁でカバープレートの先端部から亀裂が生じ主桁が破断した模様です。溶接の欠陥、鋼材成分の不良等が破断に至った原因とされています。

本会議ミニシンポジウムの司会者として参加されていた関西大学の坂野先生と桁下に赴き、カバープレートの現在の状況や対策として実施されたコンクリートのカウンターウェイトやポストテンションケーブルの状況を目視観察できたことは、今後の橋梁維持管理業務にも多いに役立つと感じた出来事の一つとなりました。

海外出張という非日常のような機会のせいか、出張までの準備期間および帰国後も含めて色々と調べ入手した情報、および会議や現地で確認した事柄が、それぞれ深く鮮烈な印象として心に残る出張となりました。

最後になりましたが、大変貴重な機会を与えて頂き、有り難うございました。今後、これらの経験を活かして業務に携わって行く所存です。

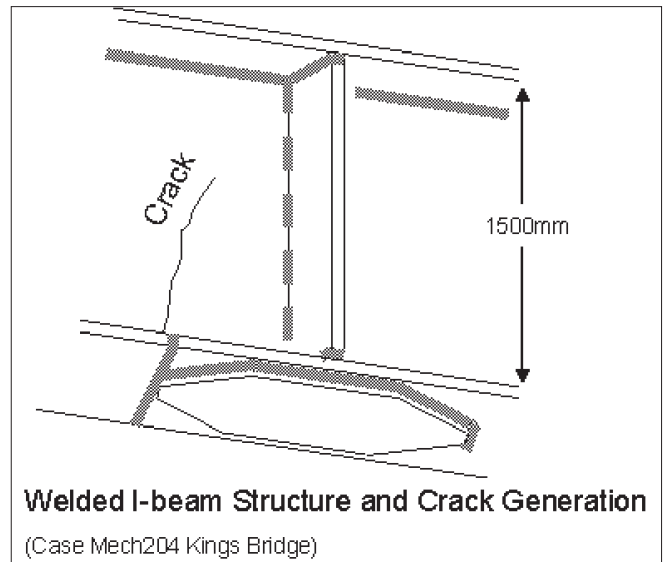


図-5 亀裂の説明図
 「Bridge collapses around the world: Causes and mechanisms (ISBN:978-984-33-9313-5)」より



写真-10 ヤラ川に架かるキングストリート橋



写真-11 キングストリートブリッジの桁下

fib2018コンGRES (メルボルン) およびオーストラリア橋梁視察

九州支部 調査役

山本 尚己

1. はじめに

オーストラリアのメルボルンにおいて2018年10月8日から11日までの4日間、fib (Federation international du beton : 国際コンクリート連合) のコンGRESが開催された。

今回、コンGRES開催にあたり、公益社団法人プレストレストコンクリート工学会の支援を得て調査団を結成し、コンGRES参加およびオーストラリア国内 (メルボルン、ブリスベン、シドニーの3都市) の橋梁等を視察したので、その概要を報告する。

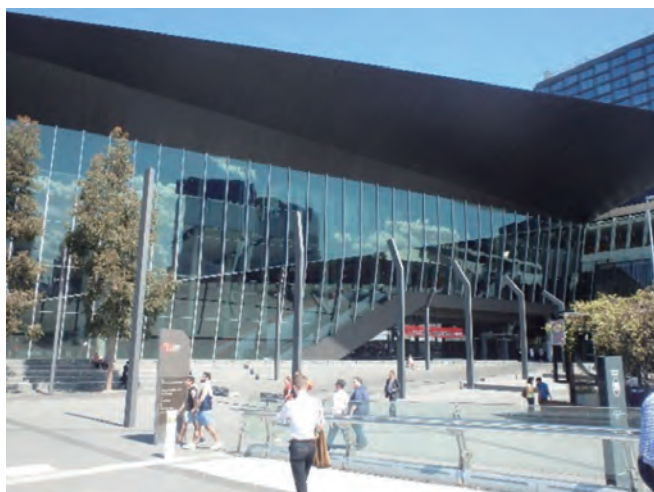


写真-1 fibコンGRES会場
(Melbourne Exhibition & Convention Center)



写真-2 Andy Davids 氏の基調講演

2. fibコンGRES概要

2.1 テーマ及びプログラム

本会議は「Better-Smarter-Stronger」をテーマに、世界中のコンクリート業界の技術者や研究者らの参加によって、基調講演、一般講演など最新技術の報告が行われた。fibコンGRESのプログラムを表-1に示す。

2.2 基調講演

基調講演は、Dr Andy Davids、Frank Dehn 教授、前川宏一教授、Campbell R.Middleton 教授、Michael Thomas 教授によって行われた。基調講演のテーマは表-2に示すとおりで、いずれも興味深い内容であった。

表-1 fibコンGRESプログラム

	10月8日(月)	10月9日(火)	10月10日(水)	10月11日(木)
9:00~10:30	基調講演	基調講演	基調講演	論文発表
休憩				
11:00~13:00	論文発表	論文発表	論文発表	論文発表
Lunch休憩				
14:00~15:45	論文発表	論文発表	論文発表	
休憩				
16:15~17:30	論文発表	論文発表	論文発表	

表-2 基調講演

講演者名	講演タイトル	国名
Dr Andy Davids	世界で最も高い建物の設計と建築の芸術と科学	オーストラリア
Frank Dehn 教授	ジオポリマーコンクリートの耐久性に関する新しい洞察	ドイツ
前川 宏一 教授	構造力学の設計と性能評価に基づく温度力学	日本
Campbell R.Middleton 教授	建設の聖杯を求めて	イギリス
Michael Thomas 教授	アルカリシリカ反応-80年	カナダ

2.3 一般講演

一般講演は、約400編の発表が6会場で発表された。本会議での日本からの発表は53編もの多くの発表がなされ、本調査団からは9名が発表を行った。

なお、次回のfibコンGRESは、ノルウェー・オスロで開催される予定である。

3. 橋梁視察

3.1 メルボルンの橋梁

3.1.1 メルボルンの概要

メルボルンはオーストラリア大陸の南東部に位置し、大陸では最南に位置する人口約480万人の州都である。歴史的な建物や文化が残っている都市でもあり、英国の「エコノミスト」誌において7年連続世界で最も住みやすい都市に選ばれている。

メルボルン市内では、Maribyrnong river橋およびBolte橋の橋梁調査について報告する。

3.1.2 Maribyrnong River 橋

本橋は、約29kmにおよぶ西部環状道路の主要部分に該当する橋梁で、上下線分離構造で押し出し工法により施工され、1999年に完成した、橋長520mの連続PC箱桁橋である。建設当時、上下線は各3車線で施工されたが、将来交通量が増加した場合には、上下線間に構造物を設けて合計8車線とする計画になっていた。視察時はすでに上下線間が繋がれた状態であった（完成から20年近く経過）。

上下線の一体化は、間に2本の鋼箱桁を配置し、コンクリート床版を載せた構造である。

3.1.3 Bolte 橋

本橋は、Citylink Tollwayがドックランド地区でYarra川を横過する部分の橋であり、1999年に完成している。橋長490mのPC4径間連続ラーメン箱桁橋と、中間橋脚に隣接する高さ140mのコンクリートタワーで構成されている。このタワーは意匠部材であり、橋体からは独立している。

主桁は、直線状に桁高変化しており、等桁高（黒）と変化部分（赤）の着色が印象的であった。

3.2 ブリスベンの橋梁

3.2.1 ブリスベンの概要

ブリスベンはクイーンズランド州の南東部に位置する州都で、シドニー、メルボルンに次ぐオーストラ



写真-3 Maribyrnong river 橋

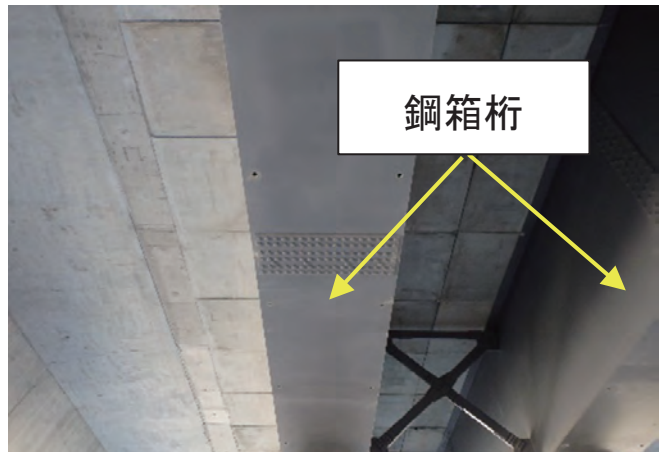


写真-4 上下線間（桁下）



写真-5 Bolte 橋

リア第三の都市である。市街地を流れるブリスベン側は都市部の道路交通網の妨げとなっており、その結果として、ブリスベン川を横切る多数の橋が架橋されている。

ブリスベン市内では、Go Between 橋、Elenor Schonell 橋、Story 橋他について報告する。

3.2.2 Go Between 橋

本橋（別名：Hale Street Link Bridge）は、ブリスベン川の「Kurilpa Point Park」にある最上流川の橋梁であり、別名に示されているように左岸北側に通ずる「Hale Street」へのアクセスとして重要な役割を果たしている。2010年に完成した橋長274mのPC3径間連続箱桁橋（1室箱桁2連）で2連を平衡張出架設工法により施行した点の特徴である。

3.2.3 Elenor Schnell 橋

本橋は、ブリスベン川に架かる斜張橋で、クイーンズランド大学のセントルシアキャンパスとデュートンパークを結ぶ橋梁である。2006年に完成した橋長390mの3径間鋼斜張橋（ハープ形式）で、斜材ケーブル桁側端部は橋面上に設置されたブラケットに定着されている。点検やメンテナンスは容易である反面、部外者がアクセス可能であることが懸念される。

3.2.4 Captain Cook 橋

本橋は、ブリスベンにあるリバーサイド高速道路の橋梁である。1972年に開業した橋長555mのPC5径間連

続ゲルバー箱桁橋で、第2径間と第4径間の支間中央にヒンジ構造で支持された単純梁が配置されている。（最大支間長153mはこの形式において完成当時に世界最大）

3.2.5 Sir Leo Hielsher 橋

本橋（別名：Gateway Bridge）は、ブリスベンの東側郊外を囲むGateway高速道路上に架かる並列橋であ



写真-6 Go Between 橋



写真-7 Elenor Schnell 橋



写真-8 斜材ケーブル定着部



写真-9 Captain Cook 橋



写真-10 Sir Leo Hielsher 橋

る。橋長1,627mのPC18径間連続ラーメン箱桁橋で、雄大に流れるブリスベン川をおよそ65mの高さで跨ぐ佇まいに圧倒される。

3.2.6 Story 橋

本橋は、オーストラリアで最長のカンチレバー形式の橋梁で、Bradfield Highway（15号線）の一部である。1940年に完成した橋長777mのカンチレバー式トラス構造で、最大支間長は282mである。橋の名前は橋梁の建設に尽力を尽くした John Douglas Story にちなんでいる。

今回の視察ではAdventure Climbに参加し、実際に橋の上を歩いて近接して視察することができた。非常にスレンダーな構造で、主構造はリベットやピンで複雑に接合されていた。Adventure Climbのガイドによれば、メンテナンスは毎年施工区間を決めて定期的に行っているとのこと。

3.3 シドニーの橋梁

3.3.1 シドニーの概要

シドニーはオーストラリア最大の人口を有し、南半球を代表する世界都市のひとつであり観光地としてもよく知られている。シドニーでは2000年の夏季オリンピックを初め、多くの祭典やオーストラリア最大の社会・文化的なイベントが催されている。また、2007年に世界遺産に登録されたオペラハウスやHarbour Bridge、St Mary's Cathedralなどの歴史的な建造物も有名である。

シドニー市内では、Anzac 橋をはじめ、Gladesville 橋について報告する。

3.3.2 Anzac 橋

本橋は、シドニーのジョンストンズ湾に架かる橋で、Rozelle地区にあるGlebe IslandとPyrmont地区を結んでいる。1995年に完成した橋長805mの3径間連続PC斜張橋で、中央スパン長345mは、オーストラリアで最大のスパンを有している。

開通後に異常な振動を検知し、種々の対策が施されている。（締着具へのAEセンサー取付、制震ダンパーの設置など）



写真-11 Story 橋

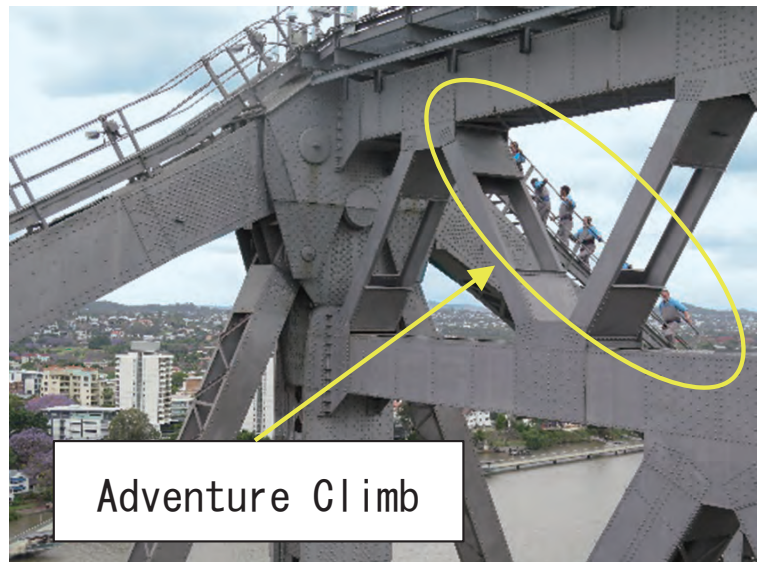


写真-12 格点部の状況



写真-13 Anzac 橋

3.3.3 Gladesville 橋

本橋は、シドニーの中央ビジネス地区の北西約6kmに位置する、Parramatta Riverを渡河するPCアーチ橋ある。1964年に完成した橋長580mのPCアーチ橋で、アーチスパン305mは、開通当時世界一を誇った。

4. おわりに

fib2018コンGRESSに初めて参加させていただいたが、日本も含め世界各国から多数の方が参加され、とても関心が高いことが感じられた。一般講演の中で2コマキャンセルが生じ時間の余ることがあった

が、会場の方々から次々と活発な質問やコメント等が飛び交い、各参加者の意識の高さや積極的な姿勢を感じる有意義な時間となった。

また、各都市の歴史的な橋梁等を視察した中で、景観的な美しさもさることながら、柱壁厚の薄さに日本と地震規模の違いを実感した。

最後になりましたが、このような機会を頂いたことに心より感謝いたします。

参考文献

fib2018コンGRESS（メルボルン）およびオーストラリア橋梁視察報告書



写真-14 Gladesville 橋



写真-15
コアラの赤ちゃん（コンGRESS会場にて）

H30年 ベトナム・カンボジア 視察報告

東北支部

石丸 敬純

1. 概要と日程

日本橋梁建設協会主催の「ベトナム・カンボジア視察団」に参加したので報告する。期間は、H30年11月4日（日）～H30年11月13日（火）。主な訪問先は以下の通り。

ベトナム交通大学

VIBRA（ベトナム橋梁・道路協会）

日本大使館（ベトナム）

JICA（ベトナム）

工場見学

- ・ IIA（IHI Infrastructure Asia）
- ・ 三井タンロン工場
- ・ JFEベトナム鋼管

橋梁

- ・ ビン橋
- ・ バクダン橋
- ・ カントー橋
- ・ ニャットタン橋
- ・ キュルイ・キャンバー橋

上記工程のうち、IIAの見学を紹介する。

2. IIA（IHI Infrastructure Asia Co.,Ltd）の見学

ビン橋を視察した後、IHI Infrastructure Asia を視察した。同社はハイフォン市の 'Deep C Industrial Zone' の中にあり、ハイフォン港の直ぐ近くにある。この地域は非常に清潔で、整然とした環境であった。



図-1.1 視察位置図

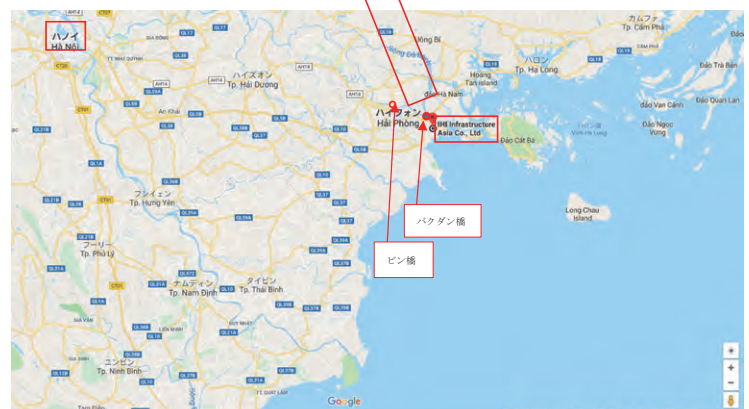


図-2.1 IIA位置図



ビン橋



バクダン橋

(1) 視察概要

- 1) 訪問先：IIA: (IHI Infrastructure Asia Co.,Ltd)
- 2) 日 時：2018年11月 5日 (月) 13:30～14:30
- 3) 出席者：佐々木 智明 社長
(IHI Infrastructure Asia Co.,Ltd)
山本 覚 工場長
(IHI Infrastructure Asia Co.,Ltd)
- 4) 同行者：沼澤 亮彦
(株) IHI ハノイ事務所所長

(2) 挨拶

1) 佐々木社長の挨拶

今回の訪問に対し、歓迎の言葉を頂いた。会社の設立は2008年であるが、現在の位置に移ったのは2015年である。従業員は155人であるが、日本人は2人であり、溶接工等の主要な作業員は日本のIHIグループで教育を受けている人で構成されている事が説明された。

2) 川上団長の挨拶

日本橋梁建設協会は、鋼橋の設計・製作・架設会社がメンバーであり、毎年視察を行っている。今回は参加者19名で過去最多であり、若手も参加している。ベトナム視察は6日間の予定ですが、本日はベトナムの工場製作に関する状況を見聞きし、勉強させて頂きたい旨挨拶した。

(3) 工場見学と概要

面 積：敷地面積	140,000m ²
製作工場	8,137m ²
塗装、ブラスト工場	5,713m ²

事務所	1,673m ²
食堂	570m ²
倉庫	540m ²

主要な機械：

NC工作機械
(CNC Marking & Gas Cutting Machine)
フレームプレーナー
(Parallel Gas Cutting Machine)
ガーダードリル (CNC Drilling Machine)
シェアリングマシーン (3,000×13mm)、
バンドソー (400mm,1,000mm)
プレス機 (1,000t)、
クレーン (屋外：50t、20t、5t
屋内：50t、20t他)
重量計 (Track Scale 100t)、
ブラスト機械、溶接機械等

設 立：2008年12月31日

(但し、現在の場所に移転したのは2015年)

株 主：株式会社 IHI (100%)

従業員：155人

日本人は社長と工場長の二人である。デスタワーク、加工、溶接、塗装等の作業はIHIグループの日本で訓練された作業員により行われている。非破壊検査は外のベトナムの会社に委託している。

製作能力：10,000t／年

主要な実績：橋梁、プラント製品等

鋼材はIHIだけではなく契約先からの支給品が多い、必要な場合は自社で調達する。搬送は近くのハイフォン港経由であるとの事である。



写真-2.1 工場前にて記念撮影

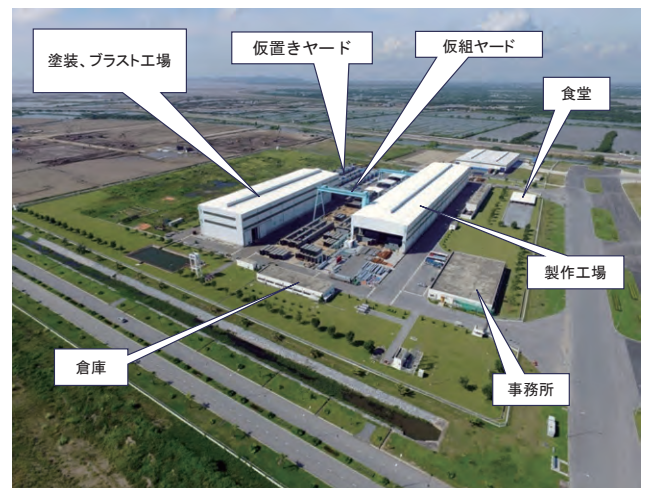


写真-2.2 工場外観

(4) 見学状況写真



写真-2.3 概要説明



写真-2.4 展示品説明状



写真-2.5 合成床版 (展示品)



写真-2.6 定着部 (展示品)



写真-2.7 展示写真



写真-2.8 プラスト養生状況写真



写真-2.9 製作工場



写真-2.10 ハイフォン港

(5) 主な実績



写真-2.11 ボイラープラント



写真-2.12 トラス橋（鉄道）



写真-2.13 クレーンのフレームブ

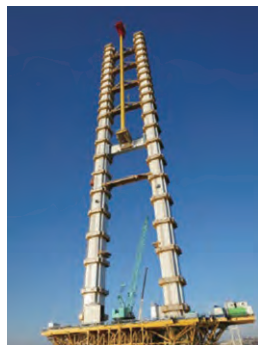


写真-2.14 クライミング
クレーンのマスト



写真-2.15 狭小箱桁橋

(6) I.I.A.についてのまとめ

非常に活気があるが、埃の多いハノイから2時間程度の移動である。’Deep CIndustrial Zone’の工場内は非常に清潔で整理整頓が行われ、ブラスト作業中の隔離は完璧であり、安全性への配慮が徹底されている状況が伺えた。ベトナム国内に製鉄場がないため材料の手配は日本や台湾などから調達している。初期のメリットであった人件費が急激に上がっているとのことであった。但し、従業員155人で日本人は二人のみであり、日本で教育された多数の技術者、熟練工により運営されており、確実にベトナムへの技術移転が行われているのが実感出来た。頑張れIIA、頑張れベトナム人、とエールを送りたい気持ちで工場を後にした。

3、その他の訪問先での内容

訪問先での話題について報告する。

(1) ベトナム交通大学でのTrinh准教授（チン先生）との対談について

出席者：橋建協視察団、チン先生の研究室

チン先生の話の内容

・チン先生はベトナム橋梁・道路協会の各種委

員会のメンバーであり、政府関係の橋梁のチェックを行っている。鋼橋上部工が専門であるが、最近はコンクリート橋のチェックを行っている。

- ・ベトナムは上部工の基準はまだないが、アメリカの基準を参考にして作成している。「溶接基準？」と「補修指針？」は出来たが、補修指針？はコンクリートに関するものであり、鋼橋梁に関してはこれからのので、橋建協に協力してもらえれば良いと考えている。
- ・鋼橋とコンクリート橋の比較について聞かれたが、ベトナムは鉄の製作能力がなく、加工もIHIと三井だけである。一方ベトナムはセメントの生産能力があり、価格もコンクリートが有利と考えている。但し跨道橋（fly over）が課題である。
- ・最近の土木の学生はどうか（吉崎さんが質問）、交通大学では人気がないので、土木の応募を減らして他部門の学生を増やしているのが実情である。建築の人気はあるが、土木は給与面でも人気はない。等の内容が主であり、講義としてベトナムの鋼橋の歴史と例をスライドでしてくれた。

(2) ベトナム橋梁・道路協会 (Vietnam Bridge & Road Association : VIBRA) での対談

出席者：日本大使館書記官、橋建協視察団、VIBRA 会長（ルック）、副会長（ロン副大臣）

出席者の道路協会のルック会長が元大臣だそうです。道路協会から交通省の副大臣を出しています。

・ルック会長の話（個人名称は口頭で聞いた内容なのでカタカナ表示です。）

○設立して30年である。メンバーは80名でありその中に交通省の副大臣もいる。科学技術省関係もいる。基準作成、技術移転等を計画している。交通省はVIBRAと深い関係がある。ベトナム政府のインフラ整備と深い関係がある。ベトナム政府はインフラ整備を更に進める予定である。

・ロン副大臣（交通省ODAの対応を行っている）の話

○交通課題の解決、人材育成、インフラ整備は政府の要望である。ベトナムで利用できる材料を使う。交通量は10%増えている。

○2030年迄に北部～南部までの高速道路を繋ぐ。鉄道網は2045年までにハノイ、ホーチミン高速鉄道を繋ぐ。ロンタイン空港は2025年までホーチミン空港も改善する予定である。都市鉄道も計画している。

「日本のインフラ投資は過去20年間に半分に減った、GDPは少し減っている。ベトナムの過去10年間はどうか？交通省と財務省意見が違うのでは」との質問に対する答えは以下であった。

○インフラ投資のニーズはあるが、民間投資に期待している。ベトナムは鉄が作れなく、コンクリートがエコで良いと考えているが、鉄構造もニーズがある。

(3) 日本大使館での書記官の話

・ベトナムは日越友好45周年であり、去年は天皇、安倍首相が来ている。APECも終了したが、ベトナムの役割は大きい、対中国にしてもズレてはいない。ODAは最大規模であったが、工事の支払いでトラブルがあった。2016年に財務省（ベトナム）でGDPの65%に公的債務を収めるとの規則ができた。去年は64%で停止した。ベトナム内部で今年7月に計画投資省（MPI）→財務省に主導権が交代した。首相同士のハイレベルで合意しているが、ホーチミン市では100億で停止したが、ホーチミン市の合意で円借款が継続している。また無償（？）の施工業者に対してベトナムの税を課税するのは中止された。ロンタイン新空港への橋は設計としてある。メコン川の架け替え案も予定としてはあるが、財政当局との調整が必要だ。車の渋滞対策は必要だ。ニーズはある。BOTもあるが経営が難しい状況である。

・民間投資は韓国が最大（LG等）である。中国企業はあまり入っていない（中国銀行が入っていると見ている。）負の影響はこれから出てくる。

以上です。

最後に、プレス等で聞いていた内容もある程度ありましたが、身近なものと感じることができ、大変勉強になりました。日本橋梁建設協会の海外視察に参加させていただき、ありがとうございました。

橋梁技術に関する研究開発助成について

当調査会では、平成20年度から年に一度「橋梁技術に関する研究開発助成」の助成対象者を決定しております。これまでに21件の助成を行ってまいりました。この度、令和元年度分の助成が決定となりました。

助成対象者の選定にあたり、橋梁研究開発助成等

審査委員会（魚本 健人東京大学名誉教授、藤野 陽三横浜国立大学上席特別教授、丸山 久一長岡科学技術大学名誉教授）を設け、審査委員会での審査を経て助成を決定しました。

令和元年度の助成対象者は以下のとおりとなりました。

橋梁技術に関する研究開発助成

橋梁技術に関する研究開発についての計画を公募し、優秀研究計画と認められる応募者に対して、当該研究開発に要する費用の一部を助成

仲村 一平 氏（HCMC University of Technology Office for International Study Programs 教授）
・研究計画：「日本での就労を希望するベトナム人橋梁技術者の意識および資質に関する調査研究」

金 恵英 氏（横浜国立大学 先端科学高等研究院 特任教員）
・研究計画：「強風時の橋梁上の車両走行の安全性確保と合理的な規制方法に関する研究」

西尾 真由子 氏（筑波大学 システム情報系 構造エネルギー工学域 准教授）
・研究計画：「橋梁定期点検における部材損傷度判定AIの構築」

松本 高志 氏（北海道大学大学院 工学研究院 北方圏環境政策工学部門教授）
・研究計画：「道路橋床版疲労シミュレーションに向けたRC床版疲労解析における輪荷重走行試験と実橋との等価解析条件の検討」

奥村 徹 氏（九州産業大学 建築都市工学部 都市デザイン工学科 准教授）
・研究計画：「設計の想定を超える地震作用に対する橋梁全体系の崩壊に対するロバスト性評価」

計画課長 桐原 進彌

第7回賛助会員特別講演会の報告

定例の賛助会員向けの特別講演会を2019年4月22日にアルカディア市ヶ谷にて開催し定員の150名を上回る方々にお申込み・ご参加いただきました。

冒頭、橋梁調査会 藤川寛之理事長から開会のご挨拶を申し上げ、引き続き橋梁調査会審議役兼企画部長の田村敬一より「橋梁調査会の最近の活動について」として橋梁調査会の取り組みをご報告いたしました。

本年の特別講演では、国土交通省BIM / CIM推進委員会委員長、内閣府PRISM運営委員会委員、国際土木建築計算学会 (ISCCBE) 副会長、アジア土木情報学会 (AGCEI) 会長、buildingSMART Japan理事等多数の委員を務められ、土木情報学の第一人者としてご活躍中であり、大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻教授の矢吹信喜 (やぶき のぶよし) 様より、「BIM / CIMによるインフラマネジメントの高度化」と題してご講演いただきました。

ご講演では先ず、BIM / CIMの導入について国土交通省の試行業務や試行工事に対してのヒアリング、アンケートを踏まえた効果課題検討のうえ、今日に至る「CIM導入ガイドライン (案)」公表・改訂されたことについてご講演いただきました。また、BIM / CIMの国際標準化、土木学会に設けられた委員会の活動内容と欧米やアジア圏など他国の動向についてご講演いただきました。

さらに、取り扱うデータの重要性、BIM / CIMのあるべき将来ビジョンについてご講演いただきました。最後に、BIM / CIMを先生ご自身が推し進めようとした動機、今後の技術者への教育のための研修等のご紹介、土木分野の近未来を総括されました。

参加者から講演へは、生産性の向上に不可欠であることが分かった、最新の話題が聞いて良かった、非常に興味深く聞きました、などの声が聞かれました。

本講演会も定例化して7回目を数えますが、例年、道路行政や建設業界等に関わりの深い講師をお招きし、ご講演をいただいております。今回も多数のご参加をいただき、皆様には厚く感謝申し上げます。

本年の講演会に参加された方々にご協力いただいた、橋梁調査会の主催する講演会等で今後希望するテーマについてのアンケートの結果を下図に示します。この結果も参考にさせていただきながら、今後も情報発信に取り組む所存です。



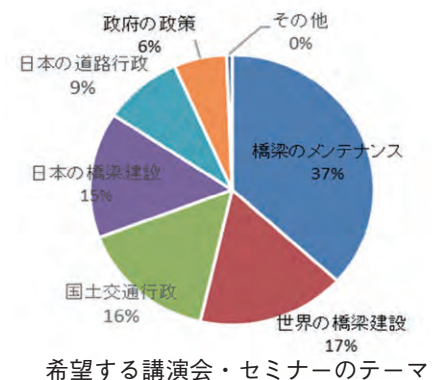
講演会会場風景



懇親会会場風景



大阪大学 矢吹信喜 教授のご講演風景



建設技術フェア等の参加報告

各地方整備局等が主催する建設技術フェア等に、当調査会支部が参加しましたのでお知らせいたします。
建設関係者はもとより一般の方々にも、「一般財団

法人 橋梁調査会」とはどのような組織でどんな仕事をしているのかを知って頂く機会として、当調査会が実施する事業を紹介（展示）いたしました。

計画課長 桐原 進彌

開催日	イベント名	主催者
平成30年6月6日～7日	EE東北 '18	EE東北実行委員会
平成30年10月17日～18日	建設技術フェア2018in中部	国土交通省中部地方整備局 名古屋国際見本市委員会
平成30年10月1日～2日	建設技術フォーラム2018 in ひろしま	建設技術フォーラム実行委員会



『点検（診断）について』企画部課長（東北）



学生たちに展示パネルについて説明（中部）



模型橋の組立の様子（中国）



自治体関係者に展示パネルの説明（中国）

盛岡市・開運橋(かいうんばし)

市街の西進に推進し、盛岡の“開運”を支える橋

橋の上で開運を祈る

盛岡の玄関口、盛岡駅東口から伸びる盛岡停車場線に架かる開運橋は、東北の清流、北上川に架かるランガートラス橋である。

開運橋の命名は岩手県初代知事の石井省一郎による。「列車に乗り青雲の志を抱いて開運を図るか、盛岡駅に降り立ち、橋から岩手山と北上川を仰いで開運を願うか」との思いから命名されたと言われている。

シンプルなアーチは、背景の岩手山によく映え、観光客の撮影スポットとしてつとに人気が高い。

盛岡駅と市街地を結ぶ

現在の開運橋は3代目で、初代開運橋は明治23年(1890年)、東北本線盛岡駅の開業に合わせて架けられた。当時の盛岡市の政治経済の中心は、旧盛岡城下の内丸地区周辺であり、盛岡駅とは直線で1.5キロ前後離れていた。また、駅近辺に橋がないため800mほど上流の夕顔瀬橋か渡船を利用するしかなかった。

そこで石井県知事らが私費を投じ、北上川に架けたのが橋長50間(90m)、幅27尺(8.3m)の土橋、初代開運橋であった。

開運橋の完成で盛岡市街と駅が繋がり、街は西側へと次第に拡大していくことになった。

宮沢賢治と2代目開運橋

初代開運橋は木造ゆえ洪水に弱く、特に明治29年の水害では流出、43年の水害時にも大きなダメージを負った。そのため、大正5年(1916年)単純鋼ブラットラス2連の永久橋への架替が行われた。

完成した2代目開運橋は橋長82.4m、幅13.0m、下部工は橋台橋脚にはコンクリートと花崗岩を組合

わせた重力式で、床組構造は木造で木塊舗装となっていた。

また、ニーブレースと高欄には唐草模様が描かれ、橋の袂に油壺付きランプが置かれるなどモダンなデザインで、県内初の鋼橋という話題性も相まって注目を集めた。

宮沢賢治もこの姿を見て、

そら青く

開うんばしの

せとものの

らむぶゆかしき

冬をもたらす

と詠んでいる。

鋼橋の完成で、安定して多くの貨客が往来可能になっただけでなく、盛岡城址と北上川に挟まれた湿地帯、菜園・加賀野地区の市街地開発も始まった。

盛岡の玄関口として

しかし、昭和に入ると交通量の増大で老朽化、特に床の傷みが顕著となり、揺れも酷くなり、また耐荷力の弱さも指摘されたため、架替えされることになった。

こうして現開運橋が、設計を「ランガートラス設計法」の著者である猪瀬寧雄、製作を横河橋梁(現横河ブリッジ)で昭和28年(1963年)に完成した。

橋長82.5m。トラス橋にアーチ構造を用いた下路式ランガートラス(支間60m)1連を主構造とし、支間10mのコンクリート桁を2連組み合わせた構造である。橋の完成に先立ち、戦災にあった盛岡駅周辺で戦災復興土地画整理事業が行われ、駅前広場の設置、街路の拡幅がなされており、3代目開運橋と合わせ、盛岡市の玄関にふさわしい佇まいとなった。





- ・開運橋（鋼ランガートラス橋、1963.8完成）：2車線（上り）
橋梁形式：鋼ランガートラス・鋼鉄コンクリート桁2連橋
橋長：82.50 m（ランガアーチ支間60.0m）
有効幅員：18.00 m
着工：1951（昭和26）年12月
竣工：1953（昭和28）年1月

二度泣き橋、本当は…

開運橋は「二度泣き橋」という別名がある。通勤族が盛岡駅で降り、開運橋を渡るとき「ずいぶん遠くまで来たものだ」と泣き、通勤期間を終えて盛岡駅に向かう途中この橋を渡り「離れがたい」と泣く、というものだ。

ところが二度泣き橋の名称は初代開運橋からあった。実は完成して翌年、盛岡市が買い取るまで、石井県知事が中心となり、私費を投じて建設されたことで有料橋として、人は5厘、人力車1銭の通行料を徴収していた。つまり往復2度お金を取られるから「二度泣き橋」であった。

その話を聞いた元日銀・盛岡事務所長、古江和雄氏が、盛岡のイメージアップに、「通勤族のあいだの話」というストーリーに仕立て直した、というわけである。

ライトアップで盛岡ブランド力を向上

盛岡市は駅周辺以外は戦災に遭わなかったため、古い建造物が数多く残されている。寺社仏閣など古い木造建築も多いが、明治から昭和初期にかけてのモダンな建物群が町並みを華やかにする。

明治43年（1910年）竣工の旧第九十銀行（現もりおか啄木・賢治青春館）、辰野・葛西建築設計事務所が設計した明治44年（1911年）竣工の旧盛岡銀行（現岩手銀行中ノ橋支店）、明治24年（1891年）に竣工した盛岡消防よ組番屋を1913年（大正2年）に消防組第四部事務所として改築した紺屋町番屋、昭和2年（1927年）竣工の旧盛岡貯蓄銀行（現盛岡信用金庫本店）など、枚挙にいとまがない。

ちなみに盛岡市は、宮沢賢治が13歳から22歳までを過ごした場所であり、彼の言うイーハトーブにあるイーハトーブ市（モーリオ市とも）は同市がモデルと言われており、これら近代建築物は彼の世界を彷彿とさせる。

その他、岩手山や北上川の眺望はもちろん、石川啄木が好んだ「不来方の城（盛岡城址）」や石割桜など、自然も豊かである。

開運橋は盛岡さんさ踊り30周年とトラス橋架橋90周年を記念し、平成19年（2007年）からLEDに

よるライトアップが始まった。

新幹線開業に伴う駅西口の開発を目的に、昭和56年（1981）、上流に旭橋が、また交通量の増大に対処すべく、平成18年（2006年）、下流に不来方橋が完成し、開運橋が一手に担ってきた役割が分散されたが、新たに盛岡市のブランドイメージ向上という役割を担うことになったのである。

＊参考文献：『開運橋の物語り』

岩手県盛岡広域振興局土木部道路環境課



- 1 盛岡駅から開運橋へ
- 2 開運橋から盛岡駅へ
- 3 旧盛岡銀行（現岩手銀行中ノ橋支店）
- 4 宮沢賢治 短歌
- 5 トラス橋にアーチ構造を用いたもの（歩行者通路部）

本部・支部 所在地及び連絡先

本部 〒112-0013

東京都文京区音羽2-10-2

TEL : 03-5940-7788(代表) FAX : 03-5940-7789

03-5940-7794(企画部)

03-5940-7791(調査部)

03-5940-7746(研修担当)

03-5940-4800(道路橋点検士事務局)

URL : <http://www.jbec.or.jp> E-Mail : info@jbec.or.jp

東北支部 〒980-0014

仙台市青葉区本町2-1-29(仙台本町ホンマビルディング10階)

TEL : 022-221-5301 FAX : 022-221-5302

関東支部 〒330-0844

さいたま市大宮区下町1-42-2(TS-5BLDG.5階)

TEL : 048-657-6085 FAX : 048-645-2167

北陸支部 〒950-0965

新潟市中央区新光町10-3(技術士センタービルII8階)

TEL : 025-281-3813 FAX : 025-281-3818

中部支部 〒460-0002

名古屋市中区丸の内1-16-15(名古屋フコク生命ビル5階)

TEL : 052-218-3151 FAX : 052-218-3153

近畿支部 〒540-6591

大阪市中央区大手前1-7-31(OMMビル12階)

TEL : 06-6944-8551 FAX : 06-6944-8556

中国支部 〒730-0013

広島市中区八丁堀15-10(セントラルビル5階)

TEL : 082-511-2203 FAX : 082-225-4745

四国支部 〒760-0026


高松市磨屋町3-1(合田不動産磨屋町ビル6階)

TEL : 087-811-6866 FAX : 087-811-6867

九州支部 〒812-0013

福岡市博多区博多駅東2-9-1(東福第二ビル2階)

TEL : 092-473-0628 FAX : 092-473-0629



J-BEC レポート 2019 Vol.15 令和元年12月発行

編集・発行 一般財団法人 橋梁調査会 J_BECレポート編集委員会

印刷 (株)大 應

表紙撮影：初芝成應

J-BEC

橋をかける
橋をまもる

