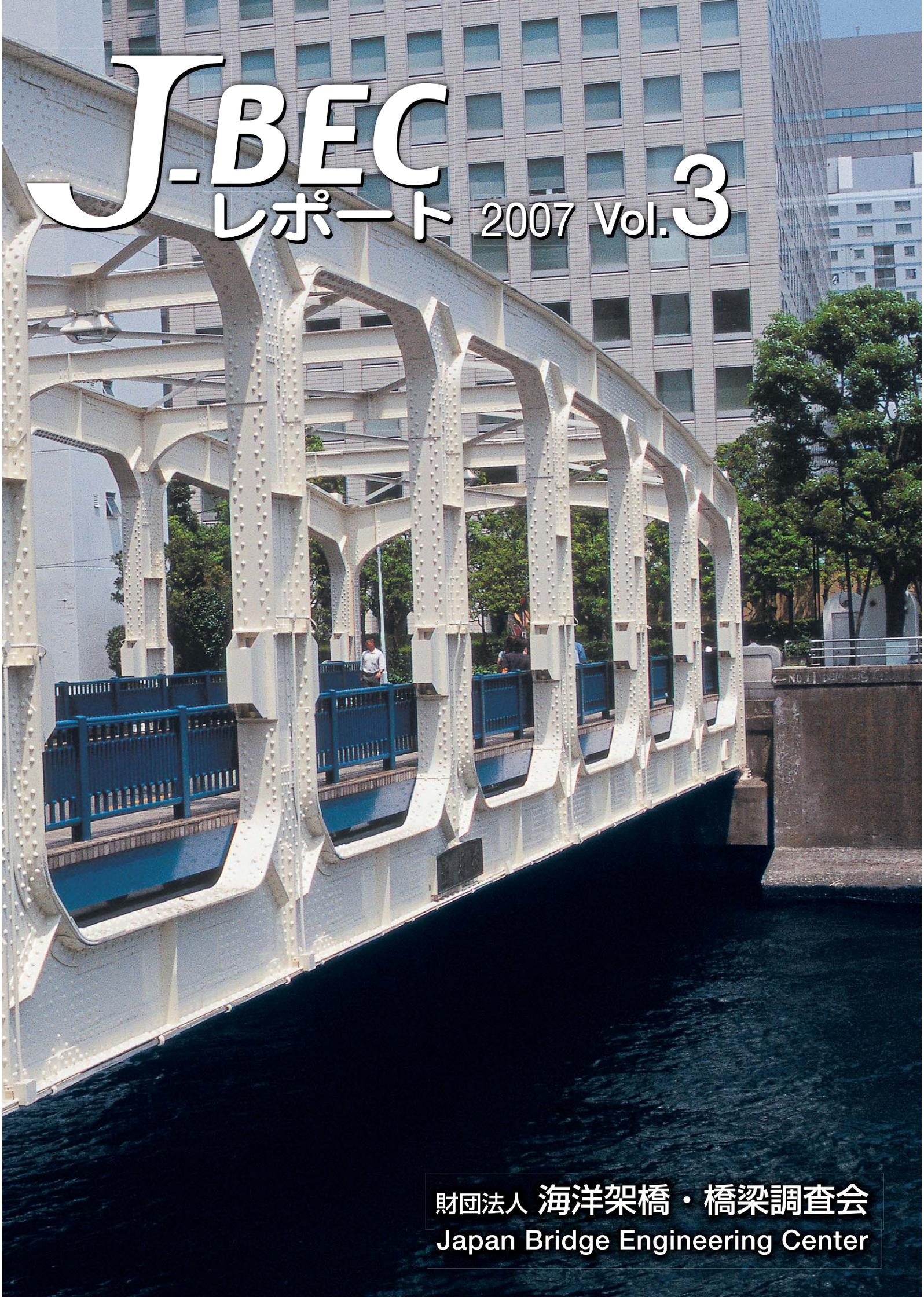


J-BEC

レポート 2007 Vol.3



財団法人 海洋架橋・橋梁調査会
Japan Bridge Engineering Center

目 次

巻頭言

社団法人 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会 会長 本山 蒨

地方自治体の長寿命化修繕計画に関する橋梁技術講習会 について	1
-----------------------------------	---

英国における橋梁の維持管理	3
---------------	---

自主研究の報告 ー簡易橋梁点検器の開発ー	8
----------------------	---

土木学会年次学術講演会 論文発表	9
------------------	---

海外調査報告	10
--------	----

- 1) 米国における橋梁点検
- 2) Fibシンポジウム
- 3) PIARC TC4.4 (橋梁と道路構造物委員会) 会議及び
橋梁セミナー開催報告

橋梁の点検、検査に関する技術講座	17
------------------	----

シリーズ第3回

古(いにしえ)の橋探訪	23
-------------	----

ユニークなフィーレンデール橋 東京・豊海橋(とよみばし)

～橋梁の建設・管理に関わる話～	25
-----------------	----

【実際の橋梁点検の現場から】

長大橋や巨大構造物などの高所において足場なしで点検、補修に
挑む技術ロープアクセス技術ーの紹介

新着情報	26
------	----

平成20年度 橋梁点検技術研修会 開催のご案内

「橋」

—文明の所産、国家の象徴、そして文化の表現—

社団法人 日本橋梁・鋼構造物塗装技術協会 会長 本山 蒔



人類が有史以前より生存に必要な構築物を建造することを始めて以来、最も偉大な物と言えば橋と言えらる。その他にも大きな構築物と言えば、建築(神殿、宮殿)や堰堤等もあるが、最も工学的技術によって建造されたものとしては橋に優るものは無い。

文明、文化が起こって5000年、都市、国家が成立し、その社会資本の最大構築物としての橋は、当初は人力で自然材料の木材や石材を利用、使用する。科学、特に自然科学の発展は(15世紀)工学を刺激し、科学技術として橋の計画、設計に架設工法等を理論的に発展させ、更に産業革命は(19世紀)建設材料としても、木材、石材に鋼鉄、コンクリート、その他の建材を生み出し今日に到っている。「安全で美しい」は橋の標語である。

橋の歴史を見ると文明史であり、その国家の興隆の歴史であり、各民族、国家の文化の歴史を物語っている。

世界歴史の中で最古の橋は、B.C.4000年頃にメソポタミアにできた石造アーチ橋で、その正確な図面が今日でも残されている。その後、エジプトでB.C.2600年にナイル川に架設された石造アーチ橋は、ピラミッド築造と共に四大河川文明の興りの証になっている。

その後、現役の橋梁を見せてくれるローマ

時代のものは、B.C.62年のローマに建造されたファブリキウス橋の基礎と正確な寸法は、当時の技術の優秀さを示すものである。ローマ帝国興隆時代、特に、B.C.3世紀、4世紀にかけて、道路建設は75000キロに達し多くの石橋が架設された。そして、その内最古の橋スプリキウス橋を建設管理したポンティフェクス(橋の建造者)と呼ばれる神官は、後のローマ帝国の支配者を意味し、皇帝そして現在のローマ法王のことである。

中国に於いても、一世紀に鋼鉄鎖の吊橋やA.D.600年の石造アーチ橋の建設等がある。

我が国も、記紀によると天孫ニニギの尊は天の浮橋を渡って高天原より神勅を受け、「葦原を瑞穂の国にした国」に天下った。そして、「やまと」に移住し3000年で4島は橋梁で一体に結ばれた。

記紀や万葉に歌われた橋梁の歴史の中でも、幾多の戦乱に会った宇治橋、その管理する橋寺(放生院)の歴史は、日本歴史の一端を示す。

しかし、世界最大の落橋事故、隅田川永代橋(木橋)は修繕費の儉約が原因で落橋し3000人の死者を出した。60年後の江戸幕府終焉の予兆であった。心すべきことである。

地方自治体の長寿命化修繕計画に関する橋梁技術講習会について

国道・防災課 課長補佐 原田 吉信

国道・防災課 道路保全企画室 課長補佐 中前 茂之

地方道・環境課 課長補佐 田村 央

はじめに

国土交通省では地方自治体の道路管理を支援する施策を展開しており、その具体的施策の一つとして平成19年度より「長寿命化修繕計画策定事業費補助制度」を新たに創設し、新制度に関連した技術的支援の一環として、地方自治体職員を対象とした「橋梁技術講習会」が8地方整備局の主催で平成19年度早々に実施された。

以下に「橋梁技術講習会」の概要について紹介する。

1. 講習会開催の目的

新たに創設した「長寿命化修繕計画策定事業費補助制度」は、今後高齢化する道路橋の増大に対応するため、地方自治体が長寿命化修繕計画を策定することにより、従来の損傷が深刻化してからの事後的な修繕及び架替えから予防的な修繕及び計画的な架替えへと円滑な政策転換を図るとともに、橋梁を長期間にわたり大切に保全し、ライフサイクルコストの縮減を

図りつつ、地域の道路網の安全性・信頼性を確保することを目的としたものである。

このため、今回の講習会は、以下の二点を主な目的として実施することとした。

- 1) 地方自治体が長寿命化計画の策定にあたって、橋梁の現況を把握するための参考資料として国が提示する「基礎データ収集要領(案)」の内容等を地方自治体職員に正しく理解していただくこと。
- 2) 長寿命化修繕計画の策定に資するよう、地方自治体職員に鋼橋やコンクリート橋の一般的な損傷とそれへの対応についての基礎的知見を統一的に提供すること。

2. 講習プログラムに関する基本方針

1. の目的を達成するために、各地方整備局とも表-1に示す共通プログラムを基本として講習会を実施した。

表-1 基本的プログラム

	講義タイトル	説明者所属	説明内容
第1日目			
	あいさつ	国土交通省地方整備局	
第1講義	橋梁の維持管理における最近の話題	国土交通省地方整備局	・長寿命化修繕計画策定事業費補助制度の概況
第2講義	「道路橋に基礎データ収集要領(案)」の解説	国土技術政策総合研究所	・成り立ち(根拠、点検との関係) ・健全度の考え方(損傷の種類と評価の考え方)
第3講義	鋼橋の損傷と対応	(財)海洋架橋・橋梁調査会	・鋼橋の主な損傷と対策 ・コンクリート床版、基礎知識を含む
第4講義	コンクリート橋および下部工の損傷と対応	(財)海洋架橋・橋梁調査会	・コンクリート橋および下部工の主な損傷と対策 ・基礎知識を含む
第5講義	道路橋の基礎データ収集要領(案)にもとづくデータ記入・提出方法	(財)海洋架橋・橋梁調査会 (財)道路保全技術センター	・記入のしかた ・提出にあたっての入力方法当
第2日目			
第1講義	現地実習(鋼橋)	(財)海洋架橋・橋梁調査会	
第2講義	現地実習(コンクリート橋)	(財)海洋架橋・橋梁調査会	
第3講義	データ記入結果の講評	(財)海洋架橋・橋梁調査会	

具体的には、第一日目は『長寿命化修繕計画策定事業補助制度』の概要説明など「橋梁維持管理における最近の話題」について地方整備局が説明を行い、道路橋の健全度を簡易に概略把握するための「道路橋基礎データ収集要領(案)」は、国土技術政策総合研究所が解説した。また、「鋼橋及びコンクリート橋等の損傷と対応」については、橋梁上下部工に関する基礎的知識を含め(財)海洋架橋・橋梁調査会(以下、調査会という。)が説明を担当した。さらに、「道路橋の基礎データ収集要領(案)に基づくデータ記入・提出方法」は、「基礎データ収集要領(案)」に基づくデータ記入例とそのデータを保管するプログラムの紹介であり、調査会と(財)道路保全技術センターが分担して説明を行った。

第二日目は現場実習を行った。鋼橋及びコンクリート橋のそれぞれについて現地調査を行いデータ記入の演習を行うものであり、地方自治体からの参加者が記入した結果について調査会の講師が講評を行った。

3. 講習会への参加状況

講習会への参加状況は、表-2の通りであり、全ての都道府県及び政令市からの参加があった。また、各地方整備局とも、一日目の講義及び二日目の現地実習ともに、大変熱心な聴講姿勢が見られた(写真-1及び2)。

特に、地方自治体職員の方々は、実橋の健全度把握を現場で行う機会が少なく、講習会のアンケート結果でも実橋点検実習に対する反響が大きかった。



写真-1 講習会実施状況



写真-2 現地実習実施状況

あとがき

以上の通り、地方自治体に対する「橋梁技術講習会」は好評のうちに無事終了することができた。

今回の講習会は、修繕計画を策定する際の前提となる、健全度の把握をできるだけ適切に行えるよう意図したものであり、概ね良好な成果があったと考えている。

(文責：国道・防災課 課長補佐 原田吉信)

表-2 地方自治体の長寿命化修繕計画に関する橋梁技術講習会実施状況

地方整備局	開催日	講習会場	参加人数		団体名
			講習会	現地実習	
東北	6/7, 8	仙台市(ハーネル仙台)	72名	63名	1道6県、2政令市、3市、その他
関東	6/28, 29	さいたま市(整備局会議室)	52名	49名	1都8県、4政令市、その他
北陸	6/5, 6	直江津市(直江津ホテルハイマート)	31名	31名	3県、1政令市、その他
中部	6/21, 22	名古屋市(KKRホテル名古屋)	106名	96名	4県、3政令市、29市、3町、その他
近畿	6/4, 11, 15, 18, 19, 20	大阪市(新梅田研修センター)	183名	166名	2府、5県、4政令市、その他
中国	6/26, 27	広島市(整備局会議室)	93名	86名	5県、1政令市、19市、7町、その他
四国	5/29, 30	高松市(整備局会議室)	86名	79名	4県16市、8町村、その他
九州	5/31, 6/1	福岡市(吉塚合同庁舎会議室)	113名	103名	8県、2政令市、2市、その他

英国における橋梁の維持管理

A S Jandu BSc, MSc, MICE, C Eng.

英国道路庁 構造物維持管理チームリーダー

摘要

本書は英国道路庁(the Highways Agency)による道路構造物の点検と維持管理について述べたものである。英国道路庁は、英国のイングランドの戦略的道路網を管理しており、道路網は14のエリアに分割されている。点検および維持管理業務は、各エリアにおいて道路庁が5-7年契約を結んだ維持管理業者(Management Agent Contractor¹ (MAC))が行っている。他に、設計・建設・資金調達・管理(Design, Build, Finance and Operate² (DBFO))会社の所管の道路区間もある。点検と維持管理の工程は、「構造物管理および情報システム」(the Structures Management and Information System (SMIS))により管理されており、同システムは全ての維持管理業者が利用できるものである。

キーワード

点検、維持管理、構造物、管理

はじめに

道路庁は交通省(Department for Transport(DfT))の行政機関であり、交通大臣(the Secretary of State for Transport)に代わって国内の戦略的道路網の管理、維持、改修に責任を有している。本庁は利用者を第一と考え、目的地までの旅行時間をより信頼性の高いものとするとともに、安全性の向上、環境への配慮、事業の最大限の効率化に努めている。本庁の目的は安全な道路、時間信頼性のある旅行、走行車への情報の提供である。

自動車専用道路(motorway)、上下分離道路、上下非分離道路(都市部および地方部全体)の道路網は評価額にして750億ポンド(17兆2,500億円)を超え、その総延長は4,500マイル(7,200km)を超える。また、その輸送量は全道路交通の3分の1、全貨物交通の約

3分の2をなしている(参考文献1)。

道路構造物の数は橋梁および大規模カルバート(8,900)、小規模カルバート(1,500)、土留め擁壁(1,700)、標識/信号橋(2,700)、マストおよび引込交差路(700)等を含めて約15,500ある。その評価額は200億ポンド(4兆6,000億円)であり、ここ数年の維持管理費は年間、1億7,500万ポンド(402億5,000万円)ほどである。

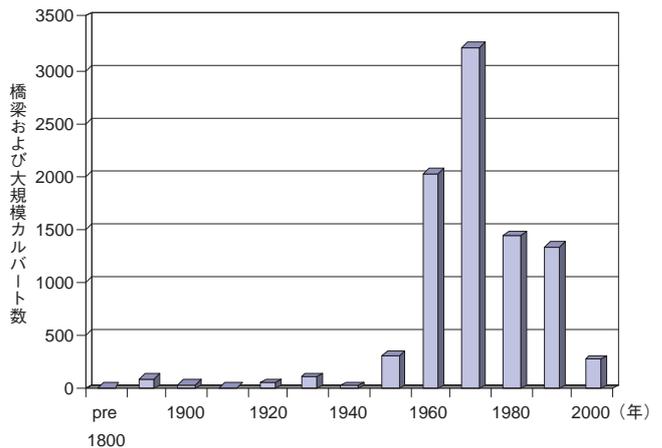


図-1 建設年別橋梁および大規模カルバート数

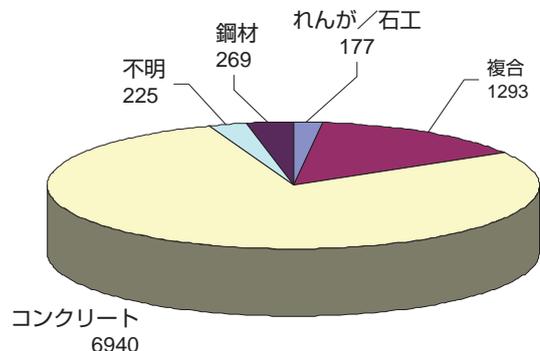


図-2 資材別橋梁および大規模カルバート数

橋梁点検の背景

橋梁の点検および維持管理に関する「中間事務連絡(橋梁)IM13」が1971年10月に発表されている(参

考文献2)。スパン3m未満の道路構造物はカルバートとみなされ、3m以上のものが橋梁とみなされる。本事務連絡では、橋梁は年1回以上の点検、カルバートは道路関連の重要性に応じた適切な間隔で点検することが求められている。29項目から成るチェックリストの点検とともに、その状態を「適」または「不適」として、状態と必要な補修作業に関する記述を添えて報告することが求められている。

1977年4月には、IM13に代わり、「道路橋の点検(The Inspection of Highway Bridges)」(参考文献3)と題する「技術事務連絡BE4/77」が発表されている。BE4/77に定める要件は全ての幹線道路と自動車専用道路の橋梁に義務付けられている。状態を報告する際の採点方法は、「優」「適」「不適」の3段階となっている。また、以下に記するとおり、4区分の検査が導入されている：

- 1) 表面点検 — 道路または橋梁の日常の維持管理で気づいた明らかな欠陥を報告する。
- 2) 基本点検 — 29項目のチェックリストに基づいて、技術職員が2年以内の間隔で行う。
- 3) 主要点検 — 技術職員が6年以内の間隔で行うとともに、構造物の全ての部分について徹底的な検査を必要とする。
- 4) 特別点検 — 他の点検で確認されたある一定の状態／問題点を調べるほか、これには鋳鉄構造物の6か月毎の点検が、更には重量制限構造物、採鉱沈下地域の構造物、きわめて異常な負荷移動にさらされている構造物の点検が含まれる。

1983年には、「橋梁点検ガイド(the Bridge Inspection Guide)」(参考文献4)が発行され、「基本点検」と「主要点検」に触れている。ここでは欠陥の評価を「範囲」と「重度」に基づいて行うよう提言している。範囲尺度は「A」(重大な欠陥ではない)から「D」(広範にわたり、20%以上が冒されている)まで、重度尺度は「1」(重大な欠陥ではない)から「4」(早急な処置を要する重大な欠陥)までとなっている。

1984年5月には、「道路構造物の点検および記録(Inspection and Records of Highway Structures)」と題する省基準のBD22/84(参考文献5)が発行され、

BE4/77に取って代わっている。ここではスパン3m以上の全ての構造物に関して、点検と記録の情報を求めている。先のBE4/77で明記された点検の種類に関して修正はないが、点検の報告はBE11の様式に基づいて行われる。欠陥の採点方法は「範囲」と「重度」のほかに、修繕すべき優先度ならびに推奨する各作業項目の概算費用を表示するよう求めている。優先度の採点は「高」「中」「低」となっている。

現在の橋梁点検システム

現在の基準BD63/07「道路構造物の点検(Inspection of Highway Structures)」(参考文献6)(BD63/94に代わる)では、点検を要する構造物の種類に関する情報を提供するとともに、全ての橋梁について、また0.9m以上の純径間または内径をもつ同様の構造物について点検を求めている。更には、構造評価を行う上で必要な情報をもたらし点検を付加している。この点検は「主要点検」との関連で行うこととされている。現在、維持管理業者は「構造物管理および情報システム(SMIS)」において、「全点検」と「主要点検」をスケジュール化することが要件となっており、如何なる日程の変更も道路庁との合意が義務づけられている。欠陥は全てSMISに直接記録され、行うべき維持管理業務の量を決めるのに用いられている。「基本点検」は2年毎に行われ、「主要点検」は6年毎に行われる。「主要点検」では、一定の試験と調査も行われ、コンクリートの塩化物プロファイリング、半電池ポテンシャルマッピング



写真-1 橋脚の点検

ング、抵抗試験、リーバー覆工調査、炭酸塩化、ハンマーテスト、ひび割れ幅測定が確認される。道路構造物への非破壊検査の使用に関しては、BA86/06に指針が示されている(参考文献7)。注入鋼材または非注入鋼材を用いて建設されたポストテンション・コンクリート橋の点検に関しては、BA50/93で捕捉している(参考文献8)。構造物の既設構造物力および将来的な耐久性への影響に関しても、点検と検査方法の指針が提示されている。

新たに「道路構造物点検マニュアル(Inspection Manual for Highway Structures)」(参考文献9)も最近、全2巻組で発行されている。巻1は5部から成り、概要、実施、構造物の挙動、点検手順、欠陥の種類と原因、調査と試験が盛り込まれている。巻2は「点検者の手引き(the Inspector's Handbook)」であり、主要な問題点、更には欠陥の写真を載せた巻1へのリンクを内容とする2部構成となっている。

点検は維持管理業者の職員により行われている。各維持管理業者は、熟練した橋梁点検者と技術者を有して、点検工程を管理している。この業務には約50名の職員が従事するとして、その年間予算は約1,500万ポンドと概算される。

維持管理プロジェクトの展開

構造物の維持管理の目的は、構造物を安全で(構造的に信頼できる)、供用性のある(利用に供し得る)状態に確保することにある。また、業務の更なる目的は次に明示するとおりである：

- ・ 橋梁やその他の構造物を最小限の生涯コストで維持するとともに、必要な構造耐力へと適時改良することで、構造的にも公共的にも安全を確保する。
- ・ 構造物を利用者の利用可能な路線の運転耐荷要件に応じたものとする。
- ・ 最小限の生涯コストで適時に維持管理することで、構造物の状態を目標レベルに維持する。この目標は挑戦的ではあるが、合意された資金レベル内で現実的かつ達成可能なものであろうし、今後数年間の「道路庁業績マネジメント計画(the HA Management Plan)」に反映されることになろう。
- ・ プログラムにおける「基本的維持管理」と「予防

的維持管理」とについて、1.5対1.0の比率で適切なバランスをとる。

- ・ 基準以下の胸壁や橋脚等の欠陥道路構造物の安全管理に向けて、目標プログラムを設ける。

必要な全ての維持管理は次のいずれかに区分される：

- ・ 基本的 — 劣化/割裂の結果、危険または構造的に不十分との判断から、構造物または構造要素について行う必要のある作業、例えば大規模なコンクリート修繕。
- ・ 予防的 — 上記に定めるような基本的なものではないが、経済的な見地から正当化され得る維持管理作業。予防的作業は任意であり、現時点では勧告にすぎないが、将来的な早期劣化の危険を減じる可能性がある。例えば、鉄骨の塗装は腐食率の防止や減少につながる。
- ・ 改良 — 要件の変更または欠陥に伴う作業、例えば基準の変更に伴う構造物または構造的要素の取替。

必要な維持管理は点検とその他のプログラムにより決まる。この投資で最大の価値(best value)を得るには、維持管理を適切な箇所に且つ適宜に行うことが重要である。最適な時期を逸した維持管理は、より多大な費用と円滑な交通を阻害する作業をもたらす。維持管理でより多くの価値を確保するには、安全という目的や道路利用者へのサービスを損なうことなく、同時に資産価値を守りながら、支出を常に最小限にすることである。円滑な交通が阻害されたことにより道路利用者が負担するコストを考慮する必要がある、特に交通量の多い道路では、このコストが維持管理費そのものよりも高くなりうる。

維持管理活動は最も重要である。その結果として、各作業への資金供与を必要と価値から決めることができる。これは全ての構造物の維持管理作業を判断する総合的な維持管理計画のプロセスをとって達成される。

リスクを基準とした必要な維持管理の優先化

道路庁では必要な維持管理の優先順位については、リスクを基準にしたアプローチを用いており、

必要とされる優先順位は短期間に、即ち3年～4年の間に何もしなければ起こり得る危険な事象の程度や種類に応じて決まる。

リスクとは「事業目標の達成または利害関係者の期待を妨げ得る全ての事象または危険」と言うことでもでき、事象発生の可能性と結果の産物と定義される。

即ち：リスク＝可能性×影響

これまでに展開されている方法は次の6段階に分けることができる：

- 段階 1 - 必要性を明らかにする
- 段階 2 - リスク事象を明らかにする
- 段階 3 - 可能性の程度を特定する
- 段階 4 - 影響の程度を特定する
- 段階 5 - リスクのレベルを特定する
- 段階 6 - 必要性(対策)の優先度を特定する

プロジェクトの展開

構造物への唯一の働きかけである維持および改修作業を全て果たすために、あらゆる努力が払われる。更には、補強、改良、あるいはその他の維持作業も、他の(隣接の)道路の工事と併せて複合的に計画され、作業中の交通の混乱が最小限にされる。バリューマネジメントとバリューエンジニアリングはプロジェクトの展開中に用いられる重要なプロセスである。バリューエンジニアリングの最大の目的は「プロジェクトを構成する所与の設計や一連の設計の効率を最大限にする」ことにある。バリューエンジニアリングには生涯コスト(WLC)の原則の採用が含まれており、資産の寿命期間において選択される全ての建設や維持の総コストが考慮される。

プロジェクトは全て、その展開中に価値管理と価値工学が行われる。以上のプロセスがどの程度まで細かく用いられるかは、プロジェクトの価値、複雑さ、重要度による。

プロジェクトの優先化

優先化分析の目的はプロジェクトの全体的な順位を決める際の、即ちどれを最終的な維持管理プログラムとするかを決める際の助けとするものである。決定は分析の結果に基づくが、それだけでなく、地域的、政治的、あるいは社会的問題／拘束にも左右される。

プロジェクトの順位付け

プロジェクトは「優先区分」「評定点」「コスト」により階層的に順位付けられる。

「コスト」は最終的な順位基準であり、資金が限られたものであることを反映している。2つの計画が同一あるいは同様な利益をもたらすもので、一方が他方より大幅に安い場合、安いプロジェクトの方が順位は高い。この方法の問題点は、「費用の高い」作業、即ち大規模構造物や高度な技術を要する作業の方が高く、不利だということである。例えば、胸壁の取替えを要する構造物では縁桁を作り直す必要がある場合もあれば、既設の胸壁を取り除き、その場所にプレキャストの胸壁を設置するだけでよい場合もある。資金が限られている以上、このコストを基準にした順位づけはプロジェクトを決める際の基準となっている。

方法を駆使する目的は各プロジェクトの優先順位を付けられるようにすることにあるが、採点には客観的な要素があることを忘れてはならないし、僅かな得点差の意味と関連性を全体的に捉えることが重要である。

最後に重要な点として、得点は特定された必要性に影響を及ぼすような非政治的要因を反映しているということである。政治的要因が最終のプログラムに影響を及ぼすかもしれないが、プログラム検討の開始時点では、考慮されてはいない。

プログラムの展開

維持管理プログラム全体による道路庁の目的は、日常的な基準で作業を検討し、道路網での全ての作業から最大の便益を確保することにある。プログラムを展開するには、実行可能段階で確認される各種のプロジェクト選択を十分に考慮することが重要である。プログラムの策定は優先的なプロジェクトの選択から始まると言えるが、利用できる資源がプログラムに相応しないような場合、別な選択を探さなければならない。一般的にはどのような維持管理作業でも採用する機会が開かれている。また選択には、「(同年度内に)何か他のことをする」というほかに、「(優先的な選択肢を)後で行う」という選択もある。プログラムは4カ年計画で検討され、中央政府の3カ

年予算がこの方法を後押ししている。こうした状況が維持管理プログラムに一層の確実性をもたらしている。但し、プログラムの展開では数年先までの関与を検討することも必要である。年間コストの低いプロジェクトが、将来的には大幅なコスト増を内包する場合もあり、将来的な作業負荷とのバランスを取る必要がある。

最後に、プログラムは、地方(local)レベルで検討され、地域³(regional)と国の両レベルで統合され、評価される。国家的プログラムの適正さを保証するためにも、作業には地方および地域的優先と国家的優先とのバランスを取る必要がある。すなわち、国家的優先度の高い作業に大規模に取り組むだけの資金が足りない地方があるなかで、国家的優先度の低いものに多額を投じて取り組む地方が無いように。ただし、これは、各地方に道路を維持するための一定レベルの作業を提供するという実務および契約上の必要性との間でバランスをとることが求められていることに注意する必要がある。

結論

道路庁は道路構造物の点検、検査、維持、および管理のために強力なシステムと工程を展開し、実施することで、構造物の安全と供用性を確保するとともに、維持管理活動を適時に行うことで、金銭に応じた価値(value for money)を提供している。更には、将来的な性能を予測するための道路構造物の劣化モデルを開発中であり、そして、幾つかの制約条件を考慮しての道路網レベルでの最適化技術を取り込むよう努めている。

謝辞

本書の発行を許可してくれた部長 Steve Smith氏に感謝の意を表したい。

参考文献

1. Highways Agency Business Plan 07/08
 2. IM 13 - Inspection and Maintenance of Bridges
 3. BE4/77- The Inspection of Highway Bridges
 4. Bridge Inspection Guide. ISBN 0 11 550638 1
 5. BD22/84 - Inspection and Records of Highway Structures
 6. BD63/07 - Inspection of Highway Structures
 7. BA86/06 - Advice Note on the Non-Destructive Testing of Highway Structures
 8. BA50/93 - Post-Tensioned Concrete Bridges. Planning, organisation and methods for carrying out Special Inspections
 9. Inspection Manual for Highway Structures ISBN 10:0115527974 & ISBN 10:115527982
- 1 2001年より実施された道路維持管理の新しい契約方式であり、事故対応も含めてほぼ全ての維持管理そして一定規模以下の建設工事を行う。業者は、一般的にコンサルタントと請負者のJVである。
 - 2 1994年より実施された契約方式であり、民間会社が道路の設計～資金調達～建設～運用を行う。契約期間は、一般的に30年間であり、契約期間後に道路は、道路庁の管理となる。
 - 3 イングランドは、9の地域(region)に分けられている。交通に関する中長期計画は、地方自治体(local government)レベル、地域レベル、国レベルで作成される。

（ 監訳：（財）海洋架橋・橋梁調査会 加島 聰
 翻訳：（株）建設技術研究所 井上 雅夫
 （財）海洋架橋・橋梁調査会 後藤 敦 ）

自主研究の報告

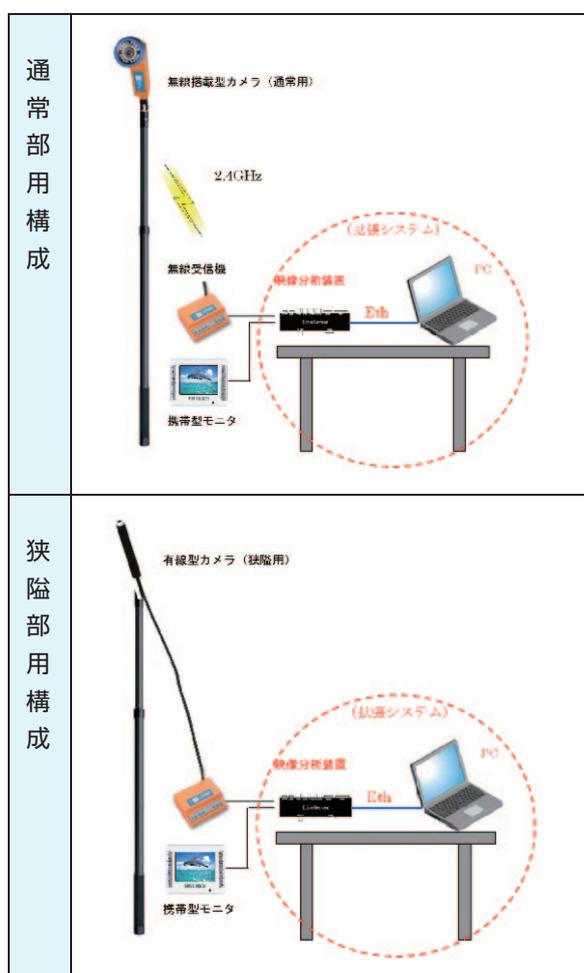
— 簡易橋梁点検器の開発 —

中部支部において、平成18年度より自主研究として「簡易橋梁点検器」の開発に取り組んでいます。

1. 開発の目的

- 1) 従来、点検が不可能であった狭隘な部分を、小型カメラを利用して点検を可能にする。
- 2) 従来の点検器は、簡易点検器であっても装置を高欄に添架するなど、組立・設置が複雑であったが、簡単に持ち運びが可能で、一人で操作できる点検器を開発する。
- 3) 点検器を利用して、遠望目視点検の補助器具として点検精度を上げる。

2. 簡易橋梁点検器の開発イメージ



3. 開発の状況

本研究は平成18年度に着手し、試作器を製作しました。平成19年度は、当調査会の実施する橋梁検査業務等で試作器を試験運用し、改良を重ねていながら実用化を図ることとしています。



例えば、写真のように橋梁裏面をボート上から点検する場合、脚立・はしごは使えないため遠望目視とならざるを得ません、本点検器を使用すれば橋梁に近接して観察出来るとともに、その画像をデータとして記録しておけば、後に様々な解析や編集が可能となります。

文責：中部支部

土木学会年次学術講演会 論文発表

今年度の土木学会の全国大会は、平成19年9月12日～14日に広島で開催されました。

海洋架橋・橋梁調査会は、毎年、この土木学会年次学術講演会に論文を提出しています。今年度は以下の論文発表を行いました。

「斜角を有する鋼 I 桁橋の床版応力解析と損傷分析」

海洋架橋・橋梁調査会では、常に適切な点検・検査業務を遂行することを心掛けています。そのためには、単に現地で損傷をよく見るだけではなく、橋梁

の構造的特徴をよく理解した上で損傷を発見したり、評価、判定を行う必要があります。

例えば平面的に菱形の構造を有するいわゆる斜橋では、死荷重や活荷重などの鉛直荷重によって桁にねじれが生じます。そのために鉸桁形式の斜橋では、床版端部、特に鈍角部に大きな引張り応力集中が発生します。この傾向は、一般に斜角が小さいほど顕著に現れます。よって、斜橋の中でも60度以下の小さな斜角を有する橋梁については、床版を点検する場合、必ず鈍角部に着目することが大切です。

今回は、それらについて、実橋のデータも添えて発表を行いました¹⁾。

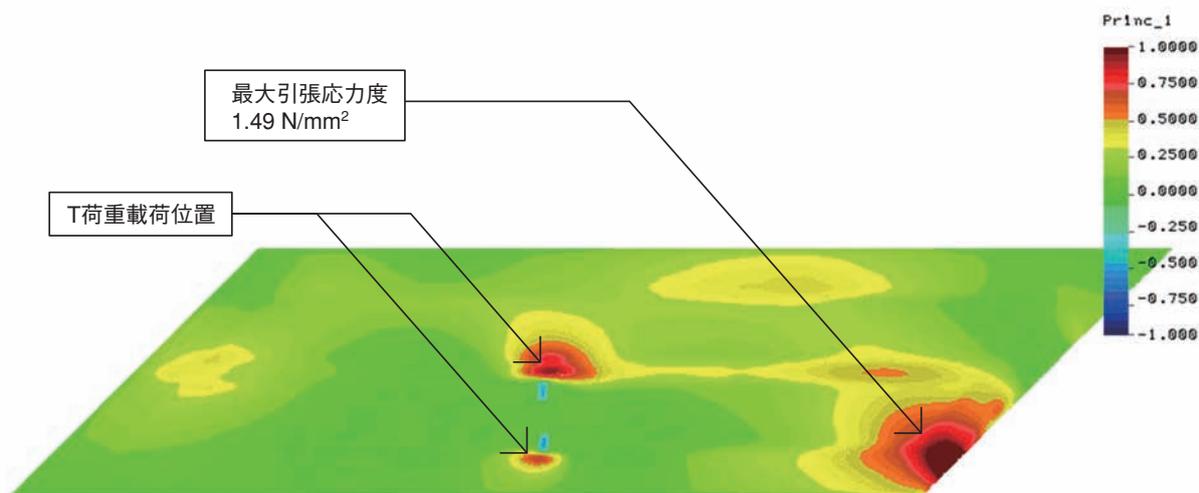


図-1 単純支持された鋼I桁橋のRC床版に生じる応力分布

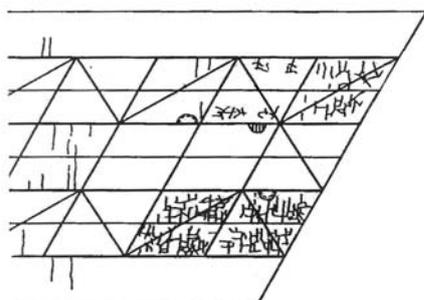


図-2 斜橋のRC床版に生じたひびわれの事例

参考文献

- 1) 吉田・秋山・酒井・横川:斜角を有する鋼 I 桁の床版応力解析と損傷分析、第62回土木学会年次学術講演会

文責:研究部長 吉田好孝

海外調査報告

1) 米国における橋梁点検

はじめに

筆者は2007年4月、米国インディアナポリスにおいて橋梁点検の研修を受ける機会を得た。二週間に渡る研修での講義内容や、講師及び研修参加者にインタビューした内容から、米国における橋梁点検の概要を知ることが出来た。ここにその内容を報告する。

1. 米国における橋梁点検の歴史

米国の全国的な橋梁点検は、シルバー橋(ウエストバージニア州)が1967年に突然落橋し、47名の死亡者を出した事故を発端に始まった。研修においてもまずシルバー橋の落橋の瞬間がコンピュータグラフィックスで上映され、橋梁点検の重要性及び点検者の任務の重要性について説明がなされる。

2. 米国における橋梁点検の実態

米国における橋梁点検の根拠は、「National Bridge Inspection Standards」(NBIS)であり、公的な道路にかかる20フィート(約6m)を超える橋梁あるいはカルバートについては、2年に一度点検を行い、各州でとりまとめの上、連邦道路庁(FHWA)に報告することが法的に義務付けられている。

また、橋梁点検方法などを定めたものとしては、「Bridge Inspector's Reference Manual」(BIRM)がある。筆者が参加した二週間の研修もこのマニュアルの内容が基本となっており、構造力学及び材料特性に関する基本から、各種構造形式毎の点検時の着目点などが示されている。(写真-1)

橋梁点検結果は「Structure Inventory & Appraisal (SI&A) Sheet」(橋梁台帳)として各橋梁毎に1枚のペーパーにまとめられる(図-1)。橋梁台帳に記載される項目は約90項目に及ぶものの、橋梁点検の結果として示されるのは「Condition」(状態)及び「Appraisal」(評価)のみであり、他の項目は橋梁の位置情報や構造形式などの固有情報である。(表-1)

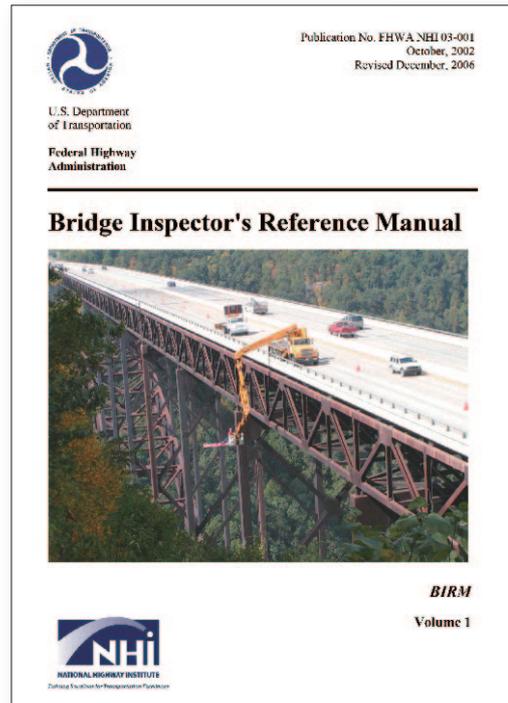


写真-1 BIRM表紙

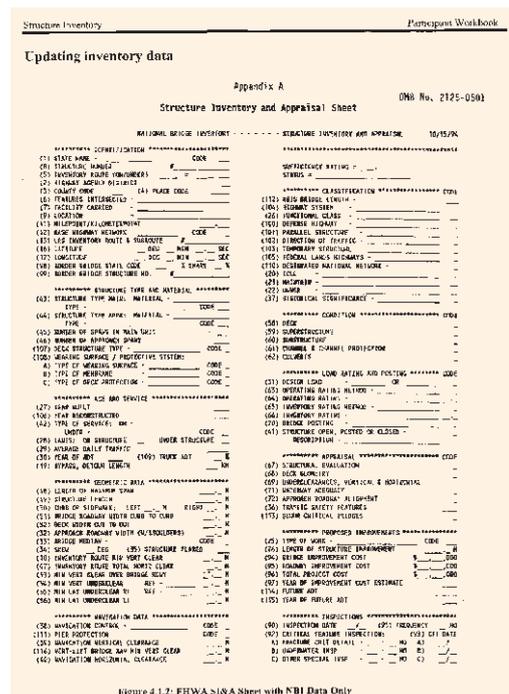


図-1 Structure Inventory & Appraisal Sheet

表一 連邦道路庁に提出される橋梁台帳のイメージ

Structure Inventory & Appraisal Sheet	
National Bridge Inventory	Structure Inventory and Appraisal
Identification (識別番号、位置情報等)	Sufficiency Rating
	Status
Structure Type and Material (構造種別、材質)	Classification (分類)
	Condition (健全度)
Age and Service (建設年代、供用状況)	Load Rating and Posting (耐荷ランクと表示)
Geometric Data (線形データ)	Appraisal (評価)
	Proposed Improvement (提案された改良工事)
Navigation Data (航路の建築限界等)	Inspections (点検履歴)

全体で約90項目あるが、評価項目は10項目程度

「Condition」に関しては、deck(床版)、superstructure(上部構造)、substructure(下部構造)、channel & channel protection(河道と護岸)及びculverts(カルバート)の5項目の内、必要項目を0点から9点の10段階で評価し記録することとなる。

私が参加した2週間の研修は、この点数付けをできるだけバラツキなく行えるように訓練することを目的としたものであり、実習及び試験もその点に重点が置かれていた。

3. 米国における橋梁点検の特色

米国における研修でまず重点を置かれた点は、主部材(primary member)と二次部材(secondary member)を見分けることである。橋梁部材には常時荷重を支える主部材とそれ以外の二次的な部材とがある。研修では、写真を見て主部材と二次部材とを即答できるような訓練が行われる。また、鋼橋に関しては、破断危険部材(Fracture Critical Member)の判定について繰り返し質問がなされる。

なお、米国では、塗装の劣化に関しては重点が置かれておらず、今回私が参加した橋梁点検研修の鋼橋に関する点検項目でも、塗装に関しては一切触れられなかった。また、塗装に関しては専門の研修コースも設けられているとのことであったが、あまり実施されていないようであった。

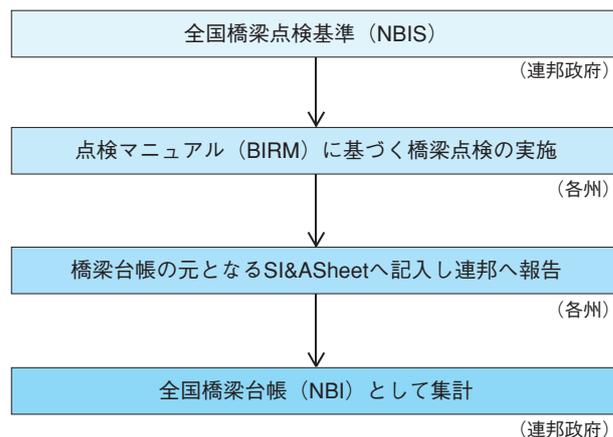
さらに、米国では支承の点検に重点が置かれておらず、上部工または下部工に重大な影響を及ぼすと思われる場合のみ検査記録に残せばよいとの説明であった。支承に関しては、一橋梁技術者として個人

的には重点点検箇所と考えていたので、その割りきり方に驚かされた。

以上、いくつかの特徴を総合的に判断すると、米国の橋梁点検はあくまで橋梁の安全性を確認する点検であると言える。研修のタイトルも「供用中の橋梁の安全点検」(Safety Inspection of In-Service Bridges)とされている。

米国の橋梁点検研修で特徴的であった点は、木材を用いた橋梁(主部材が木材の橋梁と床版のみ木材を用いた橋梁がある)に関しても比較的多くの時間が割かれる点である。この点に関しては、木材を用いた橋梁が全体約60万橋の1割近くを占めること、また現在でも新規に建設が行われているということが理由であり、我が国との大きな違いが見られた。

さらに、米国では、橋梁部だけでなくアプローチ部縦断線形やアプローチ部のガードレール等が橋梁点検に含まれており、これらも橋梁台帳に記載される点は特筆すべき点と思われる。



米国における橋梁点検の流れ

4. 米国における新たな展開

以上述べた通り、米国におけるこれまでの橋梁点検では、それぞれの橋梁の損傷状況把握(安全点検)が主目的であった。その評価は、対象橋梁を床版、上部構造、下部構造の3要素に分け、最も損傷が進んだ部材で代表してそれぞれの構造に点数が付けられる。

元々、全米約60万橋の健全性を把握することが目的であったため、部材毎の評価に重点がおかれていない。従って、このデータから色々な環境下にある橋梁の劣化のしかた、あるいは橋梁部材の劣化曲線を推定することはできない。シルバー橋の落橋以来、この30年間における米国の橋梁点検は、どちらかと

言えば、現状把握が主目的であり、将来予測という観点ではなかったと言える。

ここにきて、「Long Term Bridge Performance」(LTBP)プログラムが動き出したことが参考文献等で紹介されている。詳細はまだ分からない点もあるが、千程度の橋梁に的を絞って、長期間(約20年間)にわたりその劣化の状況を追跡調査する、また特定の橋梁にセンサーを取り付け、モニタリングを行うことなどにより、橋梁の劣化のしかたを詳細に追跡していこうとするものようである。また、役目を終え取り壊される橋梁を徹底的に調査し、劣化の進行に関するデータを得ようとするものようである。これまで行われてきた目視中心の点検だけでなく、非破壊検査等も積極的に採用する方向が示されている。

米国の橋梁点検も現状把握から将来予測へと目が向けられてきており、橋梁分野でのアセットマネジメントがいつそう進められることが期待される。

おわりに

以上、米国における橋梁の安全点検研修に参加して得られた米国における橋梁点検の現状及び新たな動きを紹介した。米国では橋梁の管理も州によってかなり差があることから、ここで紹介したことが全てではないと思われるが、NBIS(全国橋梁点検基準)に示された点検項目はどの州においても最低限の内容として実施され、連邦道路庁(FHWA)に報告されるものである。

今回の報告が、今後の我が国における全国的な橋梁点検の参考となれば幸いである。

<参考文献>

「橋梁マネジメントにおけるアメリカでの新たな挑戦」(藤野陽三、阿部雅人 土木学会誌vol.92no.6 June2007)

「National Bridge Inspection Standards(NBIS)」(FHWA)

「Bridge Inspector's Reference Manual (BIRM)」(FHWA)

文責:企画部次長 金崎 智樹

2) Fibシンポジウム

fib(国際構造コンクリート連合:federation internationale du beton)の2007年の国際シンポジウムが、クロアチア(Croatia)のドゥブロブニク(Dubrovnik)から20km程南のサブタット(Cavtat)で、2007年5月20日から23日まで開催されました。(写真-1)



写真-1 シンポジウム会場前にて

シンポジウムでは、最初にfib会長のガンツ博士(Dr. Ganz)による開会宣言が行われ、続いて来賓のスピーチが行われました。その後、fibメダルが元日本道路公団の角谷務博士とウクライナのクリボシェフ教授(Prof. Kryvosheyev)の2名に授与され、引き続き4題の基調講演が行われました。



写真-2 カーク橋(最大支間390m)

(1980年に建設され、完成時は世界最大支間を誇ったコンクリートアーチ橋で、当初はチトー橋と称されていました。鉄筋のコンクリートかぶり厚さはわずか25mmしかなく、現在、大がかりな修復工事が行われています。)

クロアチアのラディッチ教授(Prof. Radic)は、「クロアチアのコンクリート構造物—遺産と現代構造」の講演の中で、ドゥブロブニクの北40kmの海岸線9kmがボスニア・ヘルツェゴビナの領土であり、この分断を回避するため、ペレシャス半島を結ぶ長大橋の建設工事が始まっていることを報告されました。さらに、世界最大規模のコンクリートアーチ橋であるカーク橋(Krk)(写真-2)の修復工事について、また2002年に完成した長大複合橋のドゥブロブニク斜張橋(写真-3)などについて報告されました。

また一般講演は5課題に分類され、①島と本土を結ぶ構造物—橋梁:16編、②エネルギー施設のコンクリート構造物:9編、③新素材:26編、④解析:26編、⑤耐久性・検査・維持管理:37編が、24カ国の参加者より発表されました。それらの発表のうち、約4割はクロアチアからでした。

クロアチアは海岸線が急峻な地形であり、島や半島が多いという国土の状況から橋梁建設が盛んです。シンポジウムに先立って視察を行ったザグレブ郊外を走る高速道路橋(写真-4)等、国土を南北につなぐ高速道路の建設も急ピッチで行われています。現在は、内戦で破壊されたインフラ等の復旧も進められており、このような状況の中での国際シンポジウムであったため、クロアチア人技術者の大きな熱意と意気込みが感じられました。



写真-3 ドゥブロブニク斜張橋(最大支間長304m)

(ドゥブロヴニク橋は、クロアチアでは初めての斜張橋で、2002年5月に完成した「鋼斜張橋とPC橋が中央ヒンジで連結された複合橋」です。本橋の架設地点は強風が吹く地域であり、また地震の発生地域でもあるため、中央ヒンジ部に緩衝材が設置されています。)



写真-4 ザグレブ郊外の高速道路



写真-6 内線で破壊されたスタリ・モスト



写真-5 再建されたスタリ・モスト



写真-7 弾痕が残る周辺市街地の状況

シンポジウム終了後、ボスニア・ヘルツェゴビナのモスタル(Mostar)を訪問し、スタリ・モストと呼ばれている橋(写真-5)の視察を行いました。

スタリ・モストは、ネレトヴァ川の渓谷に架かる石橋で、オスマン・トルコ時代の1566年に架けられ、内戦の最中の1993年に砲撃によって破壊されるまでの約430年間、人々の往来を支えてきました。(写真-6)

内線終結後、ユネスコ等の支援によって橋の復興工事が行われ、2004年に完成しました。

またその後、2005年にユネスコの世界遺産に登録されました。

しかしながら周辺の市街地の建物は、現在もなお、内戦の傷跡を数多く残したままでした。(写真-7)

文責：技術部調査役 小川 和也

3) PIARC TC4.4 (橋梁と道路構造物委員会) 会議及び橋梁セミナー開催報告

1. はじめに

2007年5月15日～17日にPIARC TC4.4が名古屋で開催されました。

TC4.4は橋梁と道路構造物に関する委員会であり、主要テーマは橋梁の耐久性向上です。

この委員会にはヨーロッパを中心に37ヶ国から参加しており、年2回の割合で、世界各国の持ち回りで開催されています。今回の委員会は、9月に開催されるパリ大会に向けた最終の委員会であり、報告書のとりまとめについて議論がなされました。

会議には、海外から17名と国内から3名の、合計20名の委員の参加により行われました。会議の日程は下記の通りです。

5月15日	16:00～17:00	TC4.4会議
5月16日	9:00～10:00	ブリーフィングセッション
	10:00～17:00	TC4.4会議
5月17日	9:00～16:00	テクニカルツアー

また、この会議の開催に先立って、PIARC(世界道路協会)TC4.4、日本道路協会(PIARC国内委員会)及び国土交通省中部地方整備局の主催、愛知県及び名古屋市の後援によって橋梁セミナーが開催されました。

このセミナーは、上記会議に参加するために来日した海外委員より、それぞれの国における橋梁の維持管理について講演を行って頂いたもので、日頃あまり接することのない欧米各国の橋梁管理の実状について、パワーポイント等を使って分かり易く説明が行われました。

当日は、講演者を含めて海外委員14名、全体で105名の参加者がありました。



会議参加者

2. 会議の概要

現在、世界的に道路構造物の適切な維持管理や更新が課題となっている中で、TC4.4では、これらの課題に有効となる対策について検討を行っています。

具体的には、道路構造物の新設又は更新にあたって考慮すべき事項の抽出や、既設橋梁の適切な維持管理手法の検討であり、これらの課題を検討するために、以下の3つのタスク毎にアンケート調査の実施と結果の分析を行ってきました。

- ①耐久性向上のための設計と建設
- ②既存橋梁の耐久性と寿命の向上
- ③コスト的に有効な橋梁の管理

今回の会議においては、これらのタスク毎に最終報告書のとりまとめを行うための議論が行われました。



各タスク毎の作業状況

なお会議に先立って、以下のプログラムによりブリーフィングセッションが行われました。

- ・PIARC国内委員会代表挨拶(藤川寛之委員長)
- ・PIARC TC4.4報告(Rafael Astudillo 委員長(スペイン))
- ・日本の道路整備について(金井道夫中部地方整備局長)
- ・テクニカルツアーについて(中日本高速道路株式会社鈴木徹サブリーダー)

また会議終了後にはテクニカルツアーが開催され、伊勢湾岸自動車道の名港トリトン橋、木曾川・揖斐川橋の視察、及び名古屋高速道路公社の本社訪問と名古屋高速6号清洲線の建設現場の視察が行われました。

3. 橋梁セミナーの概要

TC4.4の会議開催に先立って、オーストラリア、イタリア、デンマーク、ノルウェーの4名の海外委員から、それぞれの国における橋梁の維持管理の状況について講演が行われました。

また講演の終了後には質疑応答が行われ、橋梁検査員に対する教育の状況について質問があり、各国の状況が説明されました。



ブリーフィングの様子



セミナー会場の状況

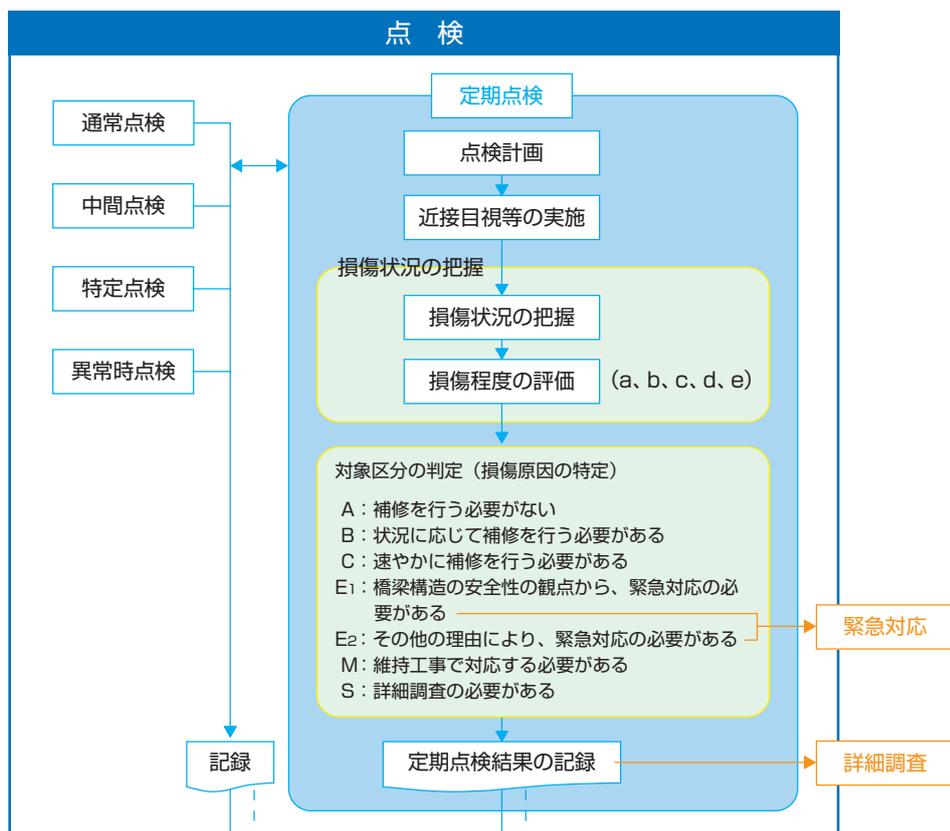


名古屋高速6号清洲線建設現場視察状況

Type of Inspection:	Interval:
• Approval Inspection - To ensure that the bridge is ready for service after construction or larger maintenance work	3 year
• Warranty Inspection - Before expiration of contract/duration of guarantee	1-2 year
• Simple Inspection	5 year
• Major Inspection	5 year
• Major Cable Inspection	5 year
• Major Underwater Inspection	5 year
• Special Inspection - Required from major inspection or after incident, flood etc.	

ノルウェーにおける橋梁点検の状況

文責:企画部



図一 点検の範囲と業務の流れ（注：文献-1より抜粋、一部修正）

橋梁の点検、検査に関する技術講座

シリーズ 第3回

第3章 橋梁点検の実務

(1) 橋の点検とは？

橋の点検とは、一般に橋を現地でよく観察して、どこに損傷があるか、その損傷の程度はどのくらいかなどを把握し、部位・部材の損傷程度を評価することをいいます。また、この観察結果に基づいて、更に径間ごとに、あるいは一橋ごとに橋梁の状態（損傷の程度など）を評価することまでを意味する場合があります。例えば「橋の点検に行く」と言えば、主に現地で橋を見て、その損傷の状況を把握することを指しますが、「わが国の橋梁点検制度」と言えば、現地での点検作業から、橋梁の損傷度や健全度の評価システムまでを含めていることが多いと思います。つまり点検という用語には狭義の点検と広義の点検があり、あまり明確な区別無しに使用されてい

るのが現状です。

国土交通省の直轄国道における橋梁点検業務では、点検計画から結果の記録までを「点検」としてしています(図-1)¹⁾。これは広義の点検で、この中には現地における橋梁点検作業(狭義の点検)や損傷程度の評価、対策区分の判定などが含まれます。対策区分の判定とは、現地での点検結果に基づいて、部位・部材を主に径間ごとに評価したり、損傷原因を特定することなどをいいます。国土交通省では、この区分判定を中心とした業務を特に「検査」と称しています。しばしば誤解されるのですが、この場合の「検査」は、土木の分野で普通に用いられる「竣工検査」あるいは「中間検査」といった、業務のでき具合を確認する意味の検査とは全く異なります。

国交省以外で、橋梁を維持管理している様々な機関では、損傷程度によって部位・部材や橋梁そのも

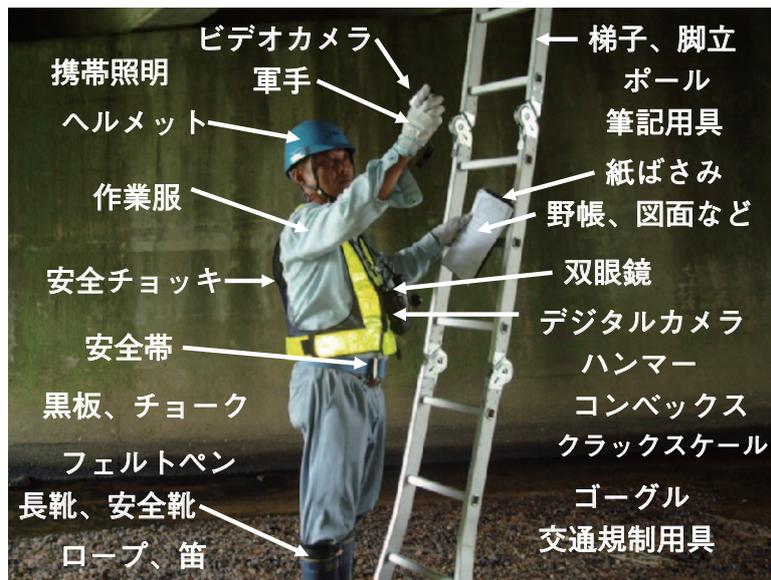


写真-1 完全装備の橋梁検査員

のを評価したり、ランク付けする行為を「判定」、
「評価」あるいは「診断」などと称しているところもあり
ます。これらの判定や評価なども、概ね広義の点
検の一部として扱われています。

(2) 点検の実務

1) 現地踏査

最初に現地踏査を行い、橋梁の状況を確認します。
第一の目的は当該橋梁の基本構造と損傷状況の概要
を把握することです。橋梁形式を確認し、橋梁各部
の損傷状況の概略を掴みます。この時に橋梁一般図、
過去の点検結果、補修補強履歴などを参考にしながら
橋梁を見ることが大切です。

第二の目的は周辺状況や付随条件の確認です。道
路や鉄道などの交差条件、河川状況、塩害や大気汚
染の可能性、交通量などを把握します。また前回点
検時と比較して、橋梁構造に大きな変更が生じてい
ないかどうかにも注意し、具体的な点検計画を作成
するための必要事項を確認します。すなわち、現地
で実際にどのように点検するかの見当を付けるわけ
です。

2) 点検計画の立案

現地調査の結果を基に、具体的な点検計画を立案
します。1パーティの構成、点検時期、点検日数、
周辺の橋梁も考慮した点検順序、点検項目、損傷の
評価基準をはじめ、個々の橋梁へのアクセス方法、
近接目視の難しい部位・部材への対応方法、洗掘調
査の方法、検査路の利用、橋梁点検車やリフト車の
使用、交通規制の方法や期間など、具体的な作業方
法を定めます。また、点検時に生じるかもしれない
事故などの非常事態に備えて、緊急連絡体制につい
ても定めておくことが必要です。

3) 点検作業（近接目視の実施）

標準的な点検作業は橋梁点検員1名、点検補助員2
名で編成します。この他に必要に応じて点検車のオ
ペレータや交通整理員が加わることもあります。

点検作業においては、橋梁一般図、構造図、過去
の点検結果、野帳、筆記用具、双眼鏡、コンベック
ス、クラックスケール、テストハンマー、デジタル
カメラ、作業服、ヘルメット、安全帯、軍手、長靴
または安全靴などは橋梁点検時の必需品です(写
真-1)。



写真-2 テストハンマーによるコンクリートの「うき」の調査

現地ではあらかじめ定められた点検項目について、近接目視により点検していきます。目視と言っても必要に応じて触ったり叩いたりしなければなりません。例えば添接ボルトやアンカーボルトのゆるみが疑われる場合は、ボルトやナットを手で回してみたり、テストハンマーで叩いたりします。また、コンクリートのうきについても、写真-2に示すようにハンマーで叩いて打音で確認することが原則です。床版ひびわれについては、クラックスケールを当ててひびわれ幅を確認する必要があります。

対象とする損傷の種類は、鋼部材で5種類、コンクリート部材で7種類、その他の損傷として5種類、鋼・コンクリート共通の損傷として9種類、計26種類になります(表-1)。損傷の中には、部材の表面にはあまり明瞭に現れないものや、死角になって確認しにくいものがあります。点検員は、ひびわれや錆汁、あるいは微妙な変位・変形などに十分注意して、これら多岐にわたる損傷を漏れなく見つけ、記録して行かなければなりません。

4) 損傷程度の評価

損傷を把握した後に損傷の評価を行います。例え

ば鋼部材の「破断」については、分かり易い現象ですから、有り、無しの2段階で簡易に評価します(表-2)。しかし、いろいろな状況が考えられる損傷については、もっと複雑な評価区分が用意されています。例えば「腐食」では、「損傷の深さ」と「損傷の面積」それぞれの大小とその組み合わせによって、「損傷なし」(区分a)から「損傷の深さ、面積とも大」(区分e)までの5段階で判定します。

コンクリート部材も同様に、「うき」などのような単純な損傷に対しては、有り、無しの二段階で評価していますが、「床版ひびわれ」のように複雑な現象を示す損傷については、ひびわれの幅、間隔、ひびわれパターンなどを見なければなりません。図-2に示すように、橋軸直角方向のみに比較的広い間隔でひびわれが生じるケース(区分a)から、格子状ひびわれが生じて抜け落ち寸前のケース(区分e)までの5段階に分けています。

このような部位・部材ごとの損傷程度の評価を行う場合は、やむを得ず個人差が出ることもありますが、各点検員ができるだけ客観的事実として判断できるようにマニュアル化されています。

表-1 損傷の種類（国交省の事例）

材料	番号	損傷の種類
鋼	①	腐食
	②	亀裂
	③	ゆるみ・脱落
	④	破断
	⑤	防食機能の劣化
コンクリート	⑥	ひびわれ
	⑦	剥離・鉄筋露出
	⑧	漏水・遊離石灰
	⑨	抜け落ち
	⑩	コンクリート補強材の損傷
	⑪	床版ひびわれ
	⑫	うき

材料	番号	損傷の種類
その他	⑬	遊間の異常
	⑭	路面の凹凸
	⑮	舗装の異常
	⑯	支承の機能障害
	⑰	その他
共通	⑱	定着部の異常
	⑲	変色・劣化
	⑳	漏水・滞水
	㉑	異常な音・振動
	㉒	異常なたわみ
	㉓	変形・欠損
	㉔	土砂詰り
	㉕	沈下・移動・傾斜
	㉖	洗掘

表-2 破断の評価区分

区分	一般的状況
a	損傷なし
b	—
c	—
d	—
e	破断している

5) 点検調書の作成

点検結果は調書に記録します。直轄国道の場合、定期点検結果を記入する調書としては、「現地状況写真」「損傷図」「損傷写真」「損傷程度の評価記入表」「損傷程度の評価結果総括」の5種類があります。

「現地状況写真」では、橋梁構造や路面状況、橋梁の周辺状況などが明瞭に分かる写真が、また「損傷写真」では、損傷の状況が明瞭に理解できる写真が求められます。

「損傷図」には、点検員が点検で確認した損傷を記入します。損傷図には、部材名称、損傷の種類、損傷の程度などが、略号と共に簡易に記述されています。また、鋼部材の亀裂のように発生位置や亀裂の方向が重要な意味を持つ損傷の場合は、別途脇へ引き出して略図などにより分かり易く示すことも可能です(図-3)。

注意すべきことの一つに、床版の損傷図があります。床版の損傷図を作成する場合、橋下から見上げてひびわれや漏水位置などを確認しますが、損傷図には、損傷の位置は路面から見下ろしたと仮想して記入します。この図をスラスラ描くためには、少

し訓練が必要ですが、なぜこんなややこしいことをするかといいますと、路面上からの点検において、床版の損傷位置を容易に確認できるようにするためです。日常の維持管理業務においては、路面から点検する頻度が遙かに多いために、日常の維持管理のし易さを優先させているわけです。ただし、橋下から見上げたたとりの損傷をそのまま損傷図として描いている他の機関もあります。

(3) 検査の実務

検査は、主として現地で行った点検結果に基づいて、対策区分の判定を行う業務が中心となります。その内容は以下のとおりです。

1) 現地踏査

一般には点検員と共に、個々の橋梁の損傷程度や周辺状況などを現地で確認し、また点検員に必要な情報を提供します。

2) 対策区分の判定

検査員は、点検員の作成した点検結果、検査員自ら行う現地調査、その他の点検情報などをもとに、対策区分の判定を行います。この場合、主桁、横桁、

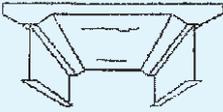
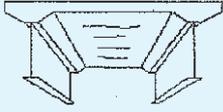
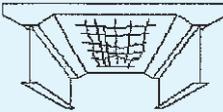
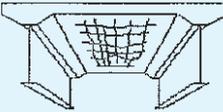
区分	ひびわれ幅に着目した程度	ひびわれ間隔に着目した程度
a	【ひびわれ間隔と性状】 ひびわれは主として1方向のみで、最小ひびわれ間隔が概ね1.0m以上 【ひびわれ幅】 最大ひびわれ幅が0.05mm以下（ヘアークラック程度）	
b	【ひびわれ間隔と性状】 1.0m～0.5m、1方向が主で直交方向は従、かつ格子状でない 【ひびわれ幅】 0.1mm以下が主であるが、一部に0.1mm以上も存在する	
c	【ひびわれ間隔と性状】 0.5m程度、格子状直前のもの 【ひびわれ幅】 0.2mm以下が主であるが、一部に0.2mm以上も存在する	
d	【ひびわれ間隔と性状】 0.5m～0.2m、格子状に発生 【ひびわれ幅】 0.2mm以上が目立ち部分的な角落ちもみられる	
e	【ひびわれ間隔と性状】 0.2m以下、格子状に発生 【ひびわれ幅】 0.2mm以上がかなり目立ち連続的な角落ちが生じている	

図-2 床版ひびわれの評価区分

縦桁などは径間ごとに桁を1本単位で、橋台や橋脚は1基ごとに、また床版、対傾構などは径間ごとに判定します。判定の区分は、図-1に示すとおりA、B、C、E1、E2、M、Sの7つです。損傷が同じ程度であっても、橋梁の構造形式、発生位置、供用年数などによってその評価は異なってきます。また、疲労亀裂、アルカリ骨材反応や塩害などが疑われる場合は、詳細調査を行うなどの対応が必要です。個々の橋梁の力学的特性や地域特性、橋梁の重要度などを考慮して、緊急に対応すべきか、速やかに補修すべきか、しばらく様子を見てよいか、あるいは専門家の意見を聞くべきかなど、損傷を適切に評価し、判定していくことが検査員の重要な役割です。

3) 点検調書の作成

対策区分の判定結果を調書に記入します。この時、検査員が発生原因を確定できる損傷と、原因が確定できず、検査員の推定に留まる損傷とは区別して記録します。その上で、判定された部位・部材ごとに「所見」を記入します。所見には損傷の原因、進行の速度、損傷が橋梁に与える影響の程度、必要な対策や措置の方法などを簡潔に示します(表-3)。

各部位・部材の判定や所見が完成しますと、次に当該橋梁について、総合的な所見を作成します。当該橋梁のどこにどのような問題があり、対策をどのように行うかということを総合的に記述します。この総合的な所見を読むと、その橋梁のおおよその状況が分かります。

人間の健康診断に例えると、部位・部材の判定や所見は、体の個々の患部を診察することに相当し、橋梁の総合的な所見は、一人の人間の健康状態を総合的に診断することに当たります。

検査員が作成する所見には、ある程度検査員の主観が入ります。損傷の程度を全て数値化できるわけではありませんから、これはやむを得ないことです。ただし、所見は文学や感想文ではありませんから、いつ誰が読んでもほぼ同じ結果が得られるように、勝手な用語や言い回しを用いないような注意が必要です。そのために表現にある程度規制を設けて、できるだけ同じ程度の損傷には同じ表現を用いるような工夫がなされています。

4) 橋梁管理カルテの作成・照査・更新

国交省直轄国道の全橋梁について、維持管理に便

表-3 点検調査（その10）対策区分判定結果の例（抜粋）

工種	材料	部材種別			損傷の程度		対策区分						検査結果			
		名称	記号	部材番号	最大	最小	補修等の必要性		維持工事で対応する必要性		緊急対応	詳細調査の必要性	原因		所見	
							区分Bの損傷	区分Cの損傷	区分Mの損傷	区分E1の損傷			区分Sの損傷	確定		推定
S	S	J桁	M _R	01	e	c										疲労による亀裂と推定される。亀裂はトフランジ溶接部に生じており、進行は速く、主桁の断所に至ると橋の耐久性に影響を与える。詳細調査により亀裂の深さや内断傷などの確認を行う。
S	S	主桁	M _G	01	c	c	変形・欠損									衝突による変形であることが状況より確認できる。損傷は、進行の懸念はない。局所的であり橋への影響はないと考えられるため、状況に応じて補修を実施する必要がある。

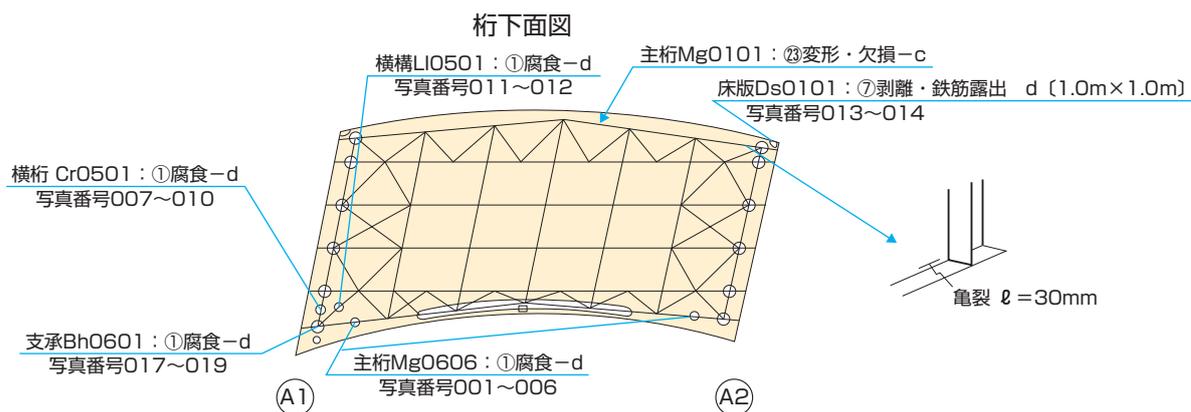


図-3 損傷図の事例

利な書式にまとめた橋梁管理カルテが作成されています²⁾。例えば当該管内における橋梁の位置図、管内の橋種別橋梁数、耐震補強や落橋防止装置の設置の進捗状況、主な損傷の発生橋梁数などが表にまとめられています。また、個々の橋梁についても、橋梁形式、主な損傷状況などが簡潔に記述されています。更に個々の橋梁については、基本諸元、交通量、構造一般図、現況写真、各種点検・詳細調査・補修工事などを実施した年月日とその結果などをまとめています。点検や詳細調査、補修工事などが行われるたびに、この橋梁管理カルテを作成し、また照査、更新していくことも、検査業務の重要な役割です。

5) その他

検査員が携わるその他の業務としては、点検員の個人差などによる点検結果のばらつきをできるだけ抑え、同レベルの結果が得られるように指導したり、点検業務に対しアドバイスなどを行います。また詳細調査などの手法の検討、補修工事の工法検討なども行います。

国交省の橋梁点検に関する一連の業務では、主として点検コンサルタント会社が点検業務を担当し、

(財)海洋架橋・橋梁調査会が検査業務を担当しています。点検と検査がうまく噛み合っこそ、橋梁の保全業務が円滑に進むと言えます。

今回は第4章「鋼橋上部工の損傷と点検」について述べます。

参考文献

- 1) 橋梁定期点検要領(案) 平成16年3月 国土交通省 国道・防災課
- 2) 道路橋マネジメントの手引き 平成16年8月 (財)海洋架橋・橋梁調査会

文責：研究部長 吉田 好孝

古

の橋探訪

シリーズ第3回



- 1--豊海橋側面側
隅田川に架かる首都高速9号線を望む
- 2--片側歩道が確保されている
- 3--豊海橋上より日本橋川下流に係留されている荷役船
- 4--石碑

人目をひく個性と力強さ

東京の下町を流れる日本橋川が隅田川に流れ込む河口にかかる豊海橋。日本橋川のなかでも最も河口にある橋で、南岸は中央区新川、北岸は中央区日本橋箱崎町である。

梯子を横倒しにしたような外観のユニークな橋梁デザインは、ドイツ人フィーレンデールによるものである。彼の名から「フィーレンデール橋」と呼ばれているが、日本においてもこの形式の橋は数か所にしかなく、近代の土木遺産としても希少価値が高いため、区民有形文化財に登録されている。

この形を採用したのは、すぐ近くの永代橋とのデザイン上のバランスを考慮したためといわれている。それとともに、この付近の橋はそれぞれが異なった個性的なデザインが採用され、豊海橋もそのひとつである。これは、隅田川から帰港する船が識別しやすいようにという、船頭に対する配慮でもある。

川幅が小さい日本橋川にかかるため、隅田川の大構造の橋群に比べると、非常に小さな橋に感じられる。だが、水上バスなどで隅田川を航行すると、それなりに存在感を感じさせる橋でもある。最も目をひくのは、その骨組みのダイナミックな力強さである。そのうえ外観の白色が際立ち、欄干部の紺色との配色が美しいバランスを保っている。

夕刻からは、橋全体が白みのあるオレンジ色にライトアップされる。すぐ近くには有名な永代橋や中央大橋があるため隠れた存在になってはいるが、知る人ぞ知る夜景の名所でもある。テレビのトレンドドラマや映画の場面にもしばしば登場したり、この橋から永代橋を眺めるスポットとしても名高い。

また交通路としても欠かせない存在で、朝夕には歩行者も多く、通勤路にも利用されている。

所在地：東京都中央区日本橋箱崎町～新川一丁目

構造形式：フィーレンデール橋

橋長：46.13 m

幅員：8.00 m

竣工：1927年（昭和2年）

施工主：復興局（関東大地震震災復興事業）

最寄駅：地下鉄茅場町駅または水天宮駅から徒歩10分

赤穂浪士が渡った橋

この橋が初めて架けられたのは1698(元禄11)年で、当時は乙女橋と呼ばれていた。日本橋川は日本橋から江戸城までつながっており、豊海橋から日本橋へは一直線に船で入れるために、橋の袂には船番所も設けられるなど重要な橋であった。諸国から廻船で江戸に運ばれた酒を陸揚げするところでもあり、川沿いには白壁の酒倉が並んでいた。

また、この橋は赤穂浪士たちが通った橋として知られている。赤穂浪士たちは主君・浅野内匠頭の仇打ちのため、両国橋近くにある吉良上野介の屋敷に押し入った。そして、上野介の首を切り落とすや槍の柄にくくりつけて屋敷を出ると、豊海橋を渡って江戸市中に入り、内匠頭の墓所である高輪の泉岳寺へ急いだのであった。

その後、橋は何度も架け替えられた。明治時代には鉄橋になったが、関東大震災で落橋した。震災後の復興事業が行われ、復興局は土木部の田中豊に設計を依頼。実際の設計は若手の福田武雄が担当し、1927(昭和2)に竣工したのが現在の橋である。

かつては名作の舞台、今は格好の散歩道に

地下鉄の茅場町駅、または水天宮駅から永代橋方面へ歩いていくと、やがて豊海橋

の白い姿を見つけることができる。

少しはずれたところに、「御宿、かわせみ」と小さな行燈が見える。作家の平岩弓枝の人気時代連作小説『御宿かわせみ』では、この付近の「女主人が切り盛りする小さな旅館」が中心舞台である。

作家・永井荷風の『断腸亭日乗』にも、その風景が取り上げられている。物語中の「橋下の石垣または繋がれたる運送船の舷を打つ水の音亦趣あり」という表記は、豊海橋の手前にある石碑に記されている。

北詰のすぐの場所は、明治1882(15)年に日本銀行発祥の地となったところである。現在は、低い植栽に囲まれて、「日本銀行発祥の地」という文字と当時の建物外観が刻まれた石碑が建てられている。

日本橋川の河口周辺は、かつては倉庫が点在していたが、今は新しいビルが立ち並ぶ。隅田川沿いは、「隅田川テラス」と呼ばれる遊歩道が浅草から明石町まで伸びている。その道中にある豊海橋付近は、今はIBMなど大手企業があるビジネス街になっているため、昼休みには付近のサラリーマンやOLたちのくつろぐ姿で賑わう。また、朝夕はジョギングや散策の人たちの姿が多く見られ、格好の憩いの場になっている。

(文責：企画部)



日本橋川河口に架かる豊海橋
隅田川より望む

長大橋や巨大構造物などの高所において足場なしで点検、補修に挑む技術 ロープアクセス技術一の紹介

はじめに

長大橋や巨大構造物などの高所における点検、補修を可能にしたロープアクセス技術は、欧米において発展した技術であり、スポーツとしての洞窟探検（ケイビング）に使用されていた「シングル・ロープ・テクニク（SRT）技術」をもとに、1980年代中頃に現在の特殊高所技術として確立されました。

ロープアクセス技術が産業に適用され始めたのは、イギリスで煉瓦造りの煙突を解体するために使われたのが初めだといわれています。その後、欧米を初めとして世界中で使われています。

日本国内においては、主にダム、橋梁、サイロ、ビル、吊橋や斜張橋のケーブル類などのコンクリート・鋼構造物における劣化および亀裂・破損調査や簡易補修、岩壁・急傾斜地における岩塊等の安定度調査などに適用され始めています。

当調査会においても、昨年度にこれまでの技術では接近不可能としてあきらめていた、海上にある吊橋橋台の張出し部などでこの技術を使い、コンクリートの外観およびかぶり調査などの点検、コア採取などを行いました。



海上部への降下



鉄筋調査後のコンクリートコア採取

安全性

ロープアクセス技術は、常にロープと身体が専用の機材によって安全に確保されている状態で作業を行うので、建設現場等における高所作業での墜落事故などで見られる、安全帯の装着ミスなどによる事故は起こりにくくなっています。

具体的には、支点の脱落、ロープの切断による事故は、複数支点の確保、支点設置後の仮加重テスト、

ローププロテクターの使用、リビレイ・ディビエーション（中間支点の設置やロープが構造物の角でこすれることを防ぐ）技術などのSRT技術を駆使し、二重三重の安全策が講じられています。使用するロープはスタティックロープという、伸縮性が少なく、破断強度



海上張出部への接近

23KN以上の専用ロープを使用していますので、クライミングなどに使われる一般的なザイル（ダイナミックロープ）とは違います。

ロープアクセス技術の構造物の点検・補修への適用

この技術の最も良いところは、足場、高所作業車や橋梁点検車が不要で安全・容易に接近して作業ができ、足場の設置・撤去、高所作業車や橋梁点検車などで行っていた交通規制の必要がありません。また、労働安全衛生基準法上は、高所作業や足場等の規定に対しても抵触することがなく、作業届などの提出も必要でないため、緊急時の点検にも即応できます。

上記により、調査期間の短縮や調査費用が削減できます。

おわりに

当調査会では、このロープアクセス技術は点検・診断・補修に大いに活用できると考え、このような接近技術や新たな検査・調査技術を持った会社などと連携を図りながら、今後も益々、構造物の点検・検査の分野で貢献していきたいと願っています。

文責：神戸本部 橋梁課長 中元雄治

平成20年度 橋梁点検技術研修会 開催のご案内

1. 主催 (財)海洋架橋・橋梁調査会

2. 開催予定日

- ①第42回 平成20年4月15日(火)～17日(木) 場所(東京)
- ②第43回 平成20年6月17日(火)～19日(木) 場所(東京)
- ③第44回 平成20年6月24日(火)～26日(木) 場所(東京)
- ④第45回 平成20年7月29日(火)～31日(木) 場所(東京)
- ⑤第46回 平成20年9月16日(火)～18日(木) 場所(東京)

3. 研修会参加者の募集時期

各研修会開催予定日の約2ヶ月前に、当調査会ホームページに「募集案内」を掲示します。研修会参加希望者は「募集案内」をご覧ください。所定の様式に従って入力を行い、申し込んでください。

ホームページアドレス <http://www.jbec.or.jp/>
問合せ TEL 03 (3814) 8495 研究部 研修担当

連絡先

本部 〒112-0004

東京都文京区後楽2-2-23 (住友不動産飯田橋ビル2号館4階)

TEL : 03-3814-8439 FAX : 03-3814-8437

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

神戸本部 〒650-0036

神戸市中央区播磨町49番地 (平和ビル9F)

TEL : 078-331-3241 FAX : 078-326-7118

橋の科学館 〒655-0047

神戸市垂水区東舞子町4-114

TEL : 078-784-3339 FAX : 078-787-5110

E-Mail : kagaku@jbec.or.jp

東北支部 〒980-0802

仙台市青葉区二日町16-1 (二日町東急ビル3階)

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

関東支部 〒330-0843

さいたま市大宮区吉敷町4-262-16 (マルキュービル5階)

TEL : 048-601-5055 FAX : 048-601-5056

北陸支部 〒950-0965

新潟市中央区新光町10-2 (技術士センタービル3階)

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

中部支部 〒451-0045

名古屋市西区名駅2-22-9 (ニッセイ同和損保名古屋ビル5階)

TEL : 052-582-6030 FAX : 052-582-6038

近畿支部 〒540-6591

大阪市中央区大手前1丁目7番31号 (OMMビル7階)

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

中国支部 〒730-0012

広島市中区上八丁堀7-1 (ハイオス広島7階)

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

四国支部 〒760-0023

高松市寿町2-2-10 (JPR高松ビル4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2-5-19 (サンライフ第3ビル5階)

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

J-BEC レポート 2007 Vol.3 平成19年12月発行

編集・発行 財団法人 海洋架橋・橋梁調査会

印刷 (株)大 應

J.BEC

橋をかける
橋をまもる

