

長大橋NEWS レター



わたろうせつう。

No.34

NEWSLETTER on Long-Span Bridges

本四高速

本州四国連絡高速道路株式会社 長大橋技術センター 平成 20 年 7 月

Long-Span Bridge Engineering Center, Honshu-Shikoku Bridge Expressway Company Limited, July 2008

本四高速情報

第 6 回国際吊構造橋梁管理者会議開催

2008 年 5 月 22 日から 24 日まで、香川県高松市の「かがわ国際会議場」において、「第 6 回国際吊構造橋梁管理者会議」を、本州四国連絡高速道路株式会社(本四高速)主催、ニューヨーク州橋梁公団(NYSBA)とスンド&ベルト・ホールディング共催で開催させて頂きました。この会議には、8 カ国(アメリカ、イギリス、デンマーク、ノルウェー、スウェーデン、中国、韓国、日本)から吊構造橋梁(吊橋、斜張橋)の管理に携わる技術者等が 100 名以上参加し、維持管理上の課題・研究成果等に関する発表及び討論を行いました。

国際吊構造橋梁管理者会議は、1991 年にアメリカで初めて開催されました(NYSBA 主催)。日本では 2002 年に神戸で開催されており、今回は日本での 2 回目の開催となります。

開会式において、本四高速社長の伊藤周雄が主催者挨拶を行い、その後のセッションではテーマ毎にセッション 1 から 6 に分かれて発表および討論が行われました。以下に各セッションと発表論文の概要について紹介します。

セッション 1: 吊構造橋梁の管理の経験 I

①瀬戸大橋 20 年の維持管理総括

「予防保全」という保全の基本方針や、瀬戸大橋 20 年間に発生した事象として、トラス角溶接部の非破壊検査、塗替塗装、鋼ケーソンの防食、ケーブル



写真-1 開会挨拶

(Photo.1 Opening address)

Information from HSBE

6th ICSBOC held in Takamatsu, Japan

“The 6th International Cable Supported Bridge Operators’ Conference (ICSBOC) was held at the Kagawa International Conference Hall, in Takamatsu, Kagawa Prefecture, which was hosted by Honshu-Shikoku Bridge Expressway Company Limited (HSBE), and co-hosted by New York State Bridge Authority (NYSBA) and Sund & Baelt Holding A/S on May 22-24, 2008. More than 100 bridge operators and engineers from US, UK, Denmark, Norway, Sweden, China, Korea and Japan (eight countries), participated in the conference and discussed the latest topics about bridge maintenance.

The 1st ICSBOC conference 1991 was held in the US, hosted by NYSBA. The 3rd conference Kobe 2002 was the first conference in Japan, and this conference is the second time in Japan.

In the opening ceremony of the conference, Mr. Chi-kao Ito, president of the HSBE, gave the welcome address as the representative of a host organization. Subsequently, presentations and discussions were made in 6 organized sessions. Outline of the technical papers in the 6 sessions are summarized below.

Session 1: Maintenance Experiences of Cable Supported Bridges I

1) A general overview of Twenty Years Maintenance of Seto Ohashi Bridges

Policy of preventive maintenance was presented. And the past maintenance topics on Seto Ohashi Bridges, including non-destructive inspection system for welding, repainting, corrosion protection for skin plates of steel caissons, application of dry-air injection system to main cables, surface coatings for anchorages, repair of vessel buffer structures, windshield installation, and noise reduction from expansion joints, were reviewed.

2) Maintenance History and Lessons from Two Scandinavian Suspension Bridges

Outline of the two suspension bridges in the Scandinavian countries and the maintenance histories were presented. In addition, maintenance topics on main cables, suspenders, bridge girders, pavement, and expansion joints were presented.

3) Rehabilitation of the Angostura Bridge over the Orinoco River located in Ciudad Bolívar, Venezuela

Inspection results and a rehabilitation plan of the Angostura Bridge were presented. In the first stage, repair

ル送気システムの導入、マスコンクリートの塗装、緩衝工の補修、遮風壁の設置、伸縮装置の騒音対策等について発表がありました。

②スキャンディナビアの吊橋2橋の維持管理の歴史と教訓

スキャンディナビア半島に架かるエルブスボリ橋とリトルベルト橋の2つの吊橋の概要について述べるとともに、2橋の主ケーブル、ハンガー、橋桁、舗装、伸縮装置、リンク支承などの維持管理の歴史・教訓および維持管理技術に関する発表がありました。

③ベネズエラ、オリノコ川に架かるアングスツラ橋の機能回復

アングスツラ橋の点検結果について述べるとともに、補修計画の第1段階として、破断した素線の接続とハンガーロープの腐食監視システムの策定、補修計画の第2段階としてハンガーロープの取り替え、補剛桁の部材の交換および塔内面塗装が計画されているとの発表がありました。

④リトルベルト橋-伸縮装置の交換とケーブル送気乾燥システム導入後の維持管理

リトルベルト橋の伸縮装置交換時に採用したモジュラー式伸縮装置の管理上の問題や騒音問題について述べるとともに、主ケーブルに設置した送気乾燥システムについて発表がありました。

セッション2: 吊構造橋梁の管理の経験Ⅱ

①デンマークの長大橋-その経験と発展

1997/98年と2000年にそれぞれ開通したグレートベルトリンク、オーレスリンクは、交通の誘発、社会への効果等において大きな成果を収めるとともに、2つのリンクでの経験が、今後予定されているドイツへのリンクであるフェーマルンベルトリンクに活用されることが期待されているとの発表がありました。

②34年経過した関門橋の維持管理の現状と課題

関門橋の主構造においては、塗膜の状態は良好ですが、橋梁付属物においては局所的な腐食が発生しているとの報告がありました。また、塗装仕様、点検結果、補修方法および除湿システムの導入といった維持管理事例や今後の課題について発表がありました。

③ファロ橋の維持管理

ファロ橋のコンクリート部材の予防的な塩害対策として、塩分濃度とその浸透深さのモニタリング結果に基づく劣化予測をもとに電気防食を導入したこと、摩耗量の大きい端支点支承のテフロン板を交換したこと、斜張橋ケーブルにおいて張力測定を定期的実施していることが発表されました。

④道路-鉄道併用吊橋(瀬戸大橋)における鉄道専用桁の維持管理

瀬戸大橋の鉄道専用桁、緩衝桁軌道伸縮装置の維持管理手法、測定データの推移、構造物の健全度判定事例等について発表がありました。



写真-2 講演者による発表

(Photo.2 Presentation by an author)

of broken wires at anchor blocks was going to be done. A maintenance manual and bridge management system would be implemented. In the second stage, the rest of the structures would be retrofitted.

4) Little Belt Suspension Bridge-Operation and maintenance experiences after replacement of expansion joints and installation of a main cable dehumidification system

Existed roller plate joints of the Little Belt Suspension Bridge were replaced with new modular joints, but the new modular joints caused noise and wear-out problems. In this paper, operation and maintenance experiences were presented. Furthermore, operation and maintenance experiences gained after installation of dehumidification system on main cables were presented.

Session2: Maintenance Experiences of Cable Supported Bridges II

1) The Large Fixed Links in Denmark-Experience and Developments

It was presented that the Great Belt Link and the Oresund Link, opened to traffic in 1997/98 and 2000, had experienced great success in transportation, social and environmental aspect. Experience gained from the two links would be useful for maintenance of the Fehmarnbelt Link.

2) Present Condition and Tasks of Thirty Four Year Old -Kanmon Suspension Bridge

Maintenance issues of the Kanmon Bridge were presented. Coating was generally in good condition. But local corrosion was found at bridge attachments. In addition, future task in maintenance including dehumidification system were presented.

3) Maintenance of the Faro Bridges

A preventive maintenance strategy of the Faro Bridge was presented. Cathodic protection was implemented on large marine concrete structures based on the prediction by the chloride ingress model. In addition, PTFE-discs in two end bearings were replaced, and actual force in stay cables were monitored on a regular basis.

4) Maintenance and Control of Railway Girders in Suspension Bridges (Seto-Ohashi Bridges) used as Road and Railway

セッション 3: 疲労

①南備讃瀬戸大橋の鉄道専用桁における疲労亀裂

南備讃瀬戸大橋の鉄道縦桁に発生した疲労き裂に対し、応力状態等の詳細な調査を行い、疲労き裂の発生原因の推定結果、および対策工の実施、その有効性等について発表がありました。

②瀬戸大橋における非破壊検査システムを用いた鉄道専用桁の健全度評価

瀬戸大橋の鉄道縦桁に発生した疲労き裂の概要説明、応力・ひずみ・変位等を動的に測定可能な非破壊検査システムの概要説明、鉄道縦桁の固有振動数と健全度の関連性について発表がありました。

③グレートベルト東橋-鋼床版の疲労耐力の再評価

グレートベルト東橋では、交通量が増加しているため、鋼床版の疲労耐久性の再評価を行いました。その結果、舗装・鋼床版の累積疲労損傷度が温度に大きく影響を受けること、また本橋の疲労モニタリングシステムは、残余寿命の推定に必要なデータを取得するうえで有効であることが発表されました。

セッション 4: モニタリング

①ルンヤン吊橋における健全度モニタリングシステムによる台風時の挙動解析

台風 0509(Matsa)通過時に記録されたルンヤン吊橋の動態観測データの分析結果について発表がありました。

②超遠隔レーザーセンシングによる吊形式橋梁の常時モニタリングシステムの構築

レーザードップラー速度計とトータルステーションを組み合わせたレーザーセンシングシステムを紹介するとともに、多々羅大橋を対象に実施した自動計測結果について発表がありました。

③長大橋ケーブルシステムの振動制御

本州四国連絡橋の吊橋ハンガーロープや斜張橋ケーブルの振動制御について、完成時および供用後の対策と評価に関する発表がありました。特に、空力対策による制振方法の説明がありました。

セッション 5: 主ケーブルの維持管理

①ベアマウンテン橋の主ケーブルの評価

ベアマウンテン橋の現在の主ケーブルの状態、残存耐力、および過去に実施した補修の効果について発表がありました。

②ヘガクステン橋-主ケーブル防食と主要部材の維持管理

ヘガクステン橋の送気システム的设计およびシステム運用後 2 年間の運転結果、およびハンガーロープの防食、バンドボルトの再締め付け、端部支



写真-3 会議風景

(Photo.3 Scene of the conference)

Maintenance methods of railway girders and shock-absorbing girders expansion devices in Seto-Ohashi Bridges were presented. In addition, repainting of the railway girders was presented.

Session3: Fatigue

1) Fatigue Cracks in Railway Girders at Minami Bisan-Seto Bridge

Based on the investigation result of welding cracks at the railway girders on the Minami Bisan-Seto Bridge, the estimated causes of the welding defects and the effectiveness of the countermeasures were presented.

2) Evaluation of the Structural Stability for Railway Girders of Seto-Ohashi Bridges Using Nondestructive Testing Systems

Outline of the welding cracks observed in the railway girders of the Seto-Ohashi Bridges and the nondestructive inspection system for railway girders were presented. In addition, relation between natural frequency and soundness evaluation in the railway girders were presented.

3) Great Belt-East Bridge Reassessment of the Fatigue Capacity of the Orthotropic Steel Deck

Based on the reassessment of the fatigue capacity of the Great Belt-East Bridge whose traffic volume had increased, it was presented that the temperature had a considerable influence on the accumulated fatigue damage in the pavement/steel deck, and the fatigue monitoring system on the bridge was an effective tool in obtaining data for determination of the remaining fatigue life.

Session4: Monitoring

1) Full-scale measurements of Runyang Suspension Bridge during typhoon based on SHMS

The buffeting response analysis of Runyang Suspension Bridge under typhoon Matsa based on the field measurement data were presented.

2) Development of a Super Remote Laser Sensing System for Monitoring of Cable-Supported Bridges

The super remote laser sensing system, combination of laser Doppler vibrometer and total station was introduced. In addition, field measurement results at the Tatara Bridge were presented.

承、伸縮装置、緩衝部材の維持管理に関する発表がありました。

③本州四国連絡橋吊橋のケーブル送気システム

本州四国連絡橋の既設吊橋に対して実施された送気システムの改善方法について報告がありました。また、主ケーブルの開放調査を行い、送気システムの効果を確認したとの発表がありました。

④強度低下したケーブルを有する吊橋の安全性評価

強度低下(断面欠損)したケーブル断面を有する吊橋の耐力を容易に算出するための安全性の定義について発表がありました。

セッション 6: 維持管理の新しい話題

①積雪寒冷地における吊橋の着雪対策-白鳥大橋

白鳥大橋における着雪と天候との関係、および現行の着雪対策の課題を示すとともに、着雪メカニズムの解明をしたうえで、その結果をもとにした効率的な着雪対策手法についての発表がありました。

②点検と維持管理に重点をおいたハーダンガー橋の設計

ハーダンガー橋の主ケーブルと桁の乾燥空気送気システム、防食技術、桁点検作業車、ダンパーを用いた伸縮装置部の応力伝達制限、桁の振動対策、点検管理システムについての発表がありました。

③関門橋の耐震性と地震時点検手法

関門橋を対象とした、ファイバー要素による吊橋全橋モデルを用いた非線形動的解析結果、および地震後の重点点検部材や点検ルートをまとめたマニュアルについて発表がありました。

各セッションにおいて出席者による活発な質疑応答が行われ、本会議は終了しました。5月23日の閉会式では、本四高速常務(当時)の北川信が会議の総括を述べ、また2010年次期開催国を代表して、中華人民共和国交通部の周海涛総工師、および江蘇潤揚大橋發展有限公司の欧慶保副所長から挨拶がありました。



写真-4 会議総括
(Photo.4 summarizing address)

3) Vibration Control for Cable Systems of Long-span Bridges

Vibration control methods for suspenders of suspension bridges and inclined cable of cable-stayed bridges at completion as well as during operation were reviewed. Especially, the aerodynamic countermeasures against cable vibrations were explained.

Session5: Maintenance of Main Cables

1) Bear Mountain Bridge Update Cable Assessment

The current cable condition, remaining strength, and an assessment of the effectiveness of the previous rehabilitation work of the Bear Mountain Bridge were presented.

2) The Högakusten Suspension Bridge-Corrosion Protection of the Main Cables and Maintenance of Major Components

Arrangement of the dehumidification system and two years' experience in operation of the Högakusten Suspension Bridge were presented. In addition, the corrosion protection of the suspender cables, tensioning of the cable band bolts, maintenance of end bearings, expansion joints and buffers were presented.

3) Operation of Dry-Air Injection System on Honshu-Shikoku Suspension Bridges

Improvement methods of the dry-air injection system for the existing suspension bridges of the Honshu-Shikoku Bridges were presented. In addition, it was presented that effectiveness of the dry-air injection system was proven as a corrosion prevention measure based on the visual investigation of the unwrapped main cables.

4) Safety Evaluation of a Suspension Bridge with Degraded Cables

Safety definition based on the panel by panel effective area and the proportional limit of the good ductile wires were proposed.

Session6: Innovative Topics for Maintenance

1) Measures against Snow Accretion on Suspension Bridges in Snowy Regions-Hakucho Bridge

Relationship between snow accretion and weather condition, and the problem on the existing countermeasures of the Hakucho Bridge were presented. Effective countermeasures were proposed based on the snow accretion mechanism.

2) Design of Hardanger Suspension Bridge with Emphasis on Inspection and Maintenance

Dehumidification system for the main cables and girder, duplex painting system, inspection trolley for the girder, a limitation of stress transfer at expansion joint with a damper, vortex shedding vibrations, and inspection system of Hardanger Suspension Bridge were presented.

3) Seismic Performances on Strong Earthquakes and its Inspection Methods of the Kanmon Suspension Bridge

The non-linear dynamic response analysis and the inspection manual which was prepared to show key ins-



写真-5 テクニカルツアー(瀬戸大橋)
(Photo.5 Technical Tour to the Seto-Ohashi Bridge)

閉会式翌日の 24 日には瀬戸大橋においてテクニカルツアーを開催しました。

瀬戸大橋とオーレスン橋が姉妹橋に

5 月 24 日、瀬戸大橋の与島 PA おいて、瀬戸大橋とオーレスン橋(デンマーク～スウェーデン間)との間で、姉妹橋縁組の調印式が執り行われました。瀬戸大橋の姉妹橋提携は、ゴールデンゲート橋(アメリカ)、第 2 ボスポラス橋(トルコ)について 3 橋目となります。

国内プロジェクト情報

第 2 音戸大橋(仮称)の下部工工事に着手

音戸の瀬戸に架けられた音戸大橋(アーチ支間長 115m 1961 年)は、広島県呉市の中心部と江能(えのう)倉橋半島地域を結ぶ幹線道路にあり重要な役割を担っていますが、朝夕の通勤時間帯をはじめ慢性的な交通渋滞が生じています。

広島県は、交通渋滞の緩和や災害時の緊急輸送道路の確保等を図るため、平成 7 年度に警固屋(けごや)地区と音戸地区を結び、第 2 音戸大橋を含む警固屋音戸バイパスの整備事業に着手しました(図-1)。平成 10 年度からは広島県道路公社が建設を担当し、平成 19 年度末の全体進捗率は約 49%となっています。

第 2 音戸大橋は、音戸大橋の北側約 400m の位置に並行する橋長 492m(アーチ支間長 280m) のアーチ橋で、計画 4 車線の車道を暫定 2 車線、片側歩道で整備することとなっています。橋梁形式の選定にあたっては、経済性、構造的性、施工性のほか音戸大橋との景観的調和にも配慮し、鋼中路式ニールセン固定アーチを採用しました(図-2)。

平成 20 年 4 月下旬に音戸側の下部工工事に着手し、現在 AA2、P3 の土工、法面工を行っています(写真-6)。引き続き平成 21 年度末の完成をめざして基礎工、コンクリート工を進めていきます。

pection members and adequate inspection route after an earthquake based on the analysis results were presented.

In each session, presentations and discussions were successfully finished by the speakers and the audience with great cooperation. In the closing session on May 23, Mr. Makoto Kitagawa, Managing Director of the HSBE (at that time), summarized the conference achievements. Subsequently, addresses as organizers for the next conference were given by Zhou Haitao, Chief Engineer of the Ministry of Communications, P. R.China, and Ou Qingbao, Vice General Manager of Jiangsu Ruyang Bridge Development Co. Ltd. Finally, participants joined the technical tour to the Seto Ohashi Bridge on May 24.

Signing Sister Bridge Affiliation between Seto Ohashi Bridges and Øresund Bridge

On May 24 2008, the sister bridge signing ceremony with Seto Ohashi Bridges in Japan and the Øresund Bridge between Denmark and Sweden was conducted at Yoshima Parking Area near the Seto Ohashi Bridge. As for the sister bridges with the Seto Ohashi Bridges, this is the third affiliation followed by Golden Gate Bridge in US and Fatih Sultan Mehmet Bridge in Turkey.

Project Information in Japan

Commencement of the 2nd Onodo Bridge (Tentative name)

The Onodo Bridge crossing the Onodo strait constitutes the highway connecting the central part of Kure City and Enou-Kurahashi peninsula. The bridge plays a vital role, but chronic traffic congestions are occurred in rush hours.

Hiroshima prefectural government initiated Kegoya-Onodo by-pass construction project between Kegoya district and Onodo district including the 2nd Onodo Bridge in 1995 to alleviate traffic congestion and to secure emergency transportation route (See Fig.1). And the project was entrusted to Hiroshima Prefectural Road Corporation in 1998. The overall progress by the end of 2007 FY was approximately 49 percent of completion in March 2008.

The 2nd Onodo Bridge is a half-through Nielsen-Lohse-type arch bridge with the total length of 492m and the arch span of 280m. The 2nd Onodo Bridge is designed for four-lane highway, provisionally two-lane highway with a sidewalk in parallel with the Onodo Bridge. The bridge type of the 2nd Onodo Bridge was determined in consideration of economic efficiency, structural performance, construction workability, and aesthetic harmonization with the existing Onodo Bridge (See Fig.2). Substructure work on the Onodo side

今後、警固屋側の下部工工事(P1～AA1)、上部工工事(起重機船を用いたアーチ部の大ブロック一括架設を含む)に順次着手する予定であり、完成供用は平成 20 年代前半を目標としています。(広島県道路公社より情報を提供していただきました)

was started in April 2008. Currently, earthwork and slope protection work of AA2, P3 are underway (See Photo.6), and foundation work and concrete work are scheduled by March 2010. Substructure work on the Kegoya side (P1～AA1), and superstructure work including large-block erection using a floating crane, will be started. The 2nd Ondo Bridge will be open to traffic in the early 2010s. (This information is provided by Hiroshima Prefectural Road Corporation.)



図-1 警固屋音戸バイパス位置図
(Fig.1 Location of Kegoya-Ondo bypass)



写真-6 第2音戸大橋の工事現況
(Photo.6 Construction status of the 2nd Ondo Bridge)

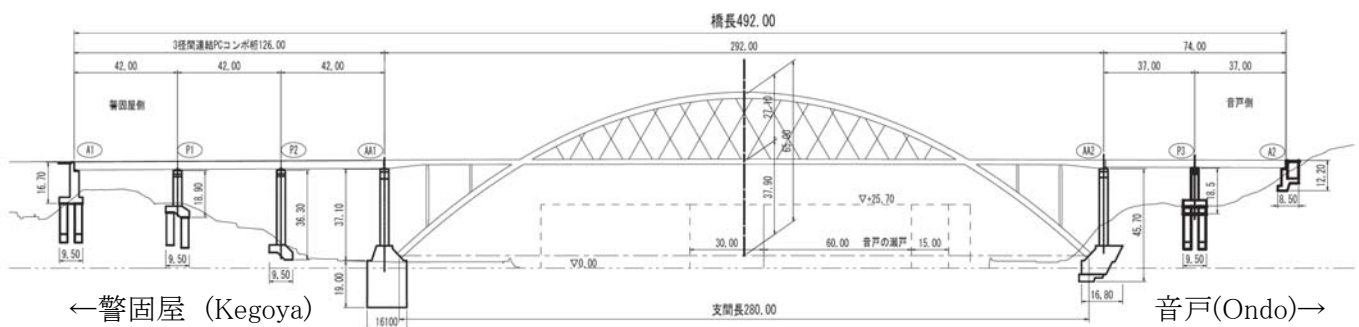


図-2 第2音戸大橋(仮称) 一般図
(Fig.2 General drawing of the 2nd Ondo Bridge)

本州四国連絡高速道路株式会社

本社 〒651-0088 神戸市中央区小野柄通4-1-22
(アーバンエース三宮ビル)
TEL 078(291)1071 FAX 078(291)1359
本社 長大橋技術センター
JB 本四高速のホームページアドレス
<http://www.jb-honshi.co.jp>
(ホームページにて、長大橋情報を募集しております。)

Honshu-Shikoku Bridge Expressway Company Limited

4-1-22 Onoedori, Chuo-ku, Kobe, 651-0088, Japan
TEL : +81-78-291-1071 FAX : +81-78-291-1359
Long-Span Bridge Engineering Center
<http://www.jb-honshi.co.jp>

発注者支援業務(Construction Management)について

本州四国連絡高速道路株式会社では、本州四国連絡橋の建設・維持管理を通じて培った技術を発注者支援業務という形で提供を進めてまいります。橋梁の計画・設計・施工から維持管理まで、事業主体の立場に立って技術的サポートをさせていただきます。(ご相談連絡先:技術調整グループ TEL 078(291)1071)