

JB 本四高速の活動

瀬戸大橋の耐震補強

瀬戸大橋の長大トラス橋の耐震補強工事を平成 27 年 10 月より開始します。

瀬戸大橋は、本四連絡橋 3 ルートのうち、本州と四国を直結する最初のルートとして、昭和 53 年 10 月に着工し昭和 63 年 4 月に供用しました。瀬戸大橋は、上段が瀬戸中央自動車道（一般国道 30 号）、下段が JR 瀬戸大橋線（本四備讃線）からなる道鉄併用橋（延長 9.4km）です。海上部は吊橋 3 橋、斜張橋 2 橋とトラス橋 3 橋からなり、島嶼部は高架橋桁橋からなります。

建設時の設計地震動は、架橋地点の地震環境等を考慮して設定しており、南海地震のような海洋プレート境界型の大規模な地震は想定してはいますが、1995 年兵庫県南部地震のような大きな強度を持つ内陸直下型地震は考慮していませんでした。

そこで、専門の学識経験者からなる「本四耐震補強検討委員会」（委員長：家村浩和京都大学名誉教授）を組織し、耐震補強用の大規模地震動（レベル 2）や道鉄併用橋の耐震設計法を決定し、橋種毎の概略の耐震性能照査を行いました。これらに基づき、瀬戸大橋について、2013 年から 8 か年の耐震補強計画を策定しました。概略の耐震性能照査の結果では、吊橋や斜張橋は損傷が少なく、桁橋やトラス橋は損傷が多いことから、桁橋やトラス橋から耐震補強に着手しています。桁橋では、橋脚の耐力補強や支承補強を実施中で、トラス橋では、制震装置の設置、トラス部材の補強や支承補強を実施する予定です。

瀬戸大橋の耐震補強は、東南海・南海地震等の発生の逼迫性及び瀬戸大橋の重要性から緊急の課題です。残る補強工事の実施に向け詳細な補強検討と委員会の審議により、合理的な耐震補強を推進していきたいと考えています。

Activity of HSBE

Seismic Retrofit of Seto-Ohashi Bridges

Seismic retrofit works of long span truss bridge of Seto-Ohashi Bridges has started from October 2015.

The construction work of Seto-Ohashi Bridges started in October 1978, and the bridges were opened to traffic in April 1988 as a first direct link between Honshu and Shikoku Islands among 3 routes of Honshu-Shikoku Bridges. They are highway and railway combined bridges which accommodate the Seto-Chuo Expressway at upper level and JR Seto-Ohashi Line at lower level (total length of 9.4km). Three suspension bridges, 2 cable stayed bridges and 3 truss bridges span over sea portions. And viaducts on island portions are girder bridges.

In the original seismic design, an inland near-field earthquake, such as the Hyogo-ken Nanbu Earthquake in 1995, was not considered, although site-specific design seismic force was determined in consideration of oceanic plate-boundary earthquakes, such as the Nankai Earthquake.

Therefore the “Honshu-Shikoku Bridges Seismic Retrofit Study Committee,” (Chairman is Dr. Iemura, professor emeritus of Kyoto University) which consists of experienced academic experts has been organized to determine design seismic ground motions for seismic retrofit and seismic design method for the highway and railway combined bridges, and to study rough seismic performance of each bridge type. As the results, seismic retrofit plan over an 8-year period from 2013 has been established. As results of the rough seismic performance verification, it was clarified that the girder bridges and the truss bridges are vulnerable rather than the suspension bridges and the cable stayed bridges. Therefore seismic retrofit had started from the girder bridges and the truss bridges. Strengthening of column members and bearings has been executed for the girder bridges. Installing vibration control devices and strengthening of truss members and bearings will be executed for the truss bridges.

The seismic retrofit for the Seto-Ohashi Bridges is one of the most urgent issues, since the large scale earthquake is likely to occur in the near future and the bridges is the critical link between Honshu and Shikoku. We are promoting the seismic retrofit project reasonably based on the results of detailed study and discussion in the committee.

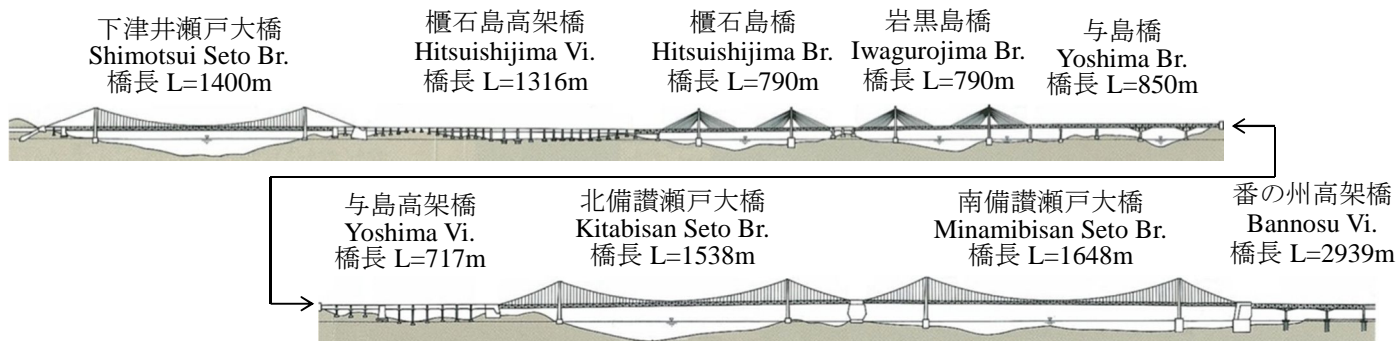


図-1 瀬戸大橋側面図 Fig.1 Side view of Seto-Ohashi Bridges

国内プロジェクト

横浜ベイブリッジ主塔部の塗替塗装

横浜ベイブリッジは、港湾上という腐食環境下において平成元年の供用から26年が経過しており、塗膜の劣化の進行も確認されていることから、供用後初となる大規模な塗替塗装を実施することとしました。

横浜ベイブリッジの塗替塗装は、ライフサイクルコストを考慮し、ふっ素樹脂塗料を用いることで長寿命化を図ることとしています。

主塔部の塗替塗装工事については、塗装を行うための足場として枠組足場、ゴンドラおよび既設の移動点検台車を利用します。

枠組足場は、主塔の基部フーチング上から設置され、後述する外側棒状ゴンドラの塗装範囲である主塔海側面を除いた3面に設置しています。また、主塔下部の水平梁には吊足場が設置されています。基部フーチング上から高速道路路面付近までは、これらの足場内にて塗替塗装を行うこととしています。

ゴンドラについては、主塔海側面塗装用の外側棒状ゴンドラ1基、主塔道路側面塗装用の内側棒状ゴンドラ2基、斜張ケーブル設置面塗装用の磁石車輪ゴンドラ2基の3種類計5基のゴンドラで塗装を行います。

棒状ゴンドラは鉛直方向については主塔頂部に設置した吊元からのワイヤーにて昇降し、水平方向については建設時に設置されたガイドレールで把持する構造となっています。また、内側棒状ゴンドラの待機場所として高速道路上に構台を設置しています。磁石車輪ゴンドラについては、鉛直方向は棒状ゴンドラと同様に主塔頂部の吊元からのワイヤーにて昇降しますが、既設のガイドレールがないため、永久磁石の車輪によって主塔に吸着し、水平方向の把持をする構造となっています。

主塔上部の水平梁については、現在もう一つの主塔下部の水平梁に設置されている移動点検台車を塗装工事に改造のうえ、移設し、塗替塗装を行います。

(首都高速道路(株) 神奈川管理局より情報を提供して頂きました。)



写真-1 枠組足場

Photo.1 Frame scaffoldings



写真-2 棒状ゴンドラ

Photo.2 Suspended platform

Project in Japan

Repainting project for main tower of the Yokohama Bay Bridge.

It has around 26 years passed since the Yokohama Bay Bridge was opened. Because of this bridge is located around bay area, deteriorations of paint film were found. Therefore, the whole repainting project was decided. Since the project needs long duration and cost, the fluorine resin paint is adopted in order to improve durability of the coating system with considering life cycle cost of the bridge.

Main tower's repainting work is carried out using frame scaffoldings (FS), suspended platforms (SP), and inspection gantry (IG). FS on footing are used for repainting from bottom to around upper decks level of towers. These scaffoldings are set on three surfaces of the towers except for sea side surfaces. In addition, hanging scaffolds are placed under lower strut of tower.

It is planned to use 5 SP for the tower repainting. One of them is for painting on sea side surfaces of tower shafts, two of them are for painting on road side surfaces of tower shafts, and the other two of them are SP with magnetic wheels, which for painting on the stay-cable anchoring surfaces of tower shafts.

SP are suspended with wires from top of towers and guided by guide rails installed on tower surfaces. Particularly, under gondola on inner surfaces, the protection platforms on driving lane are set under SP for inner surface, in order to avoid traffic obstructions. As for magnetic wheel gondolas, which are also suspended with wires from top of towers, additional magnetic wheels are installed to prevent the horizontal movement.

The upper strut of the towers will be repainted by using inspection gantry, and the gantry is reassembled before the repainting work.

(The information is provided by Kanagawa Operation Bureau, Metropolitan Expressway Company Limited.)

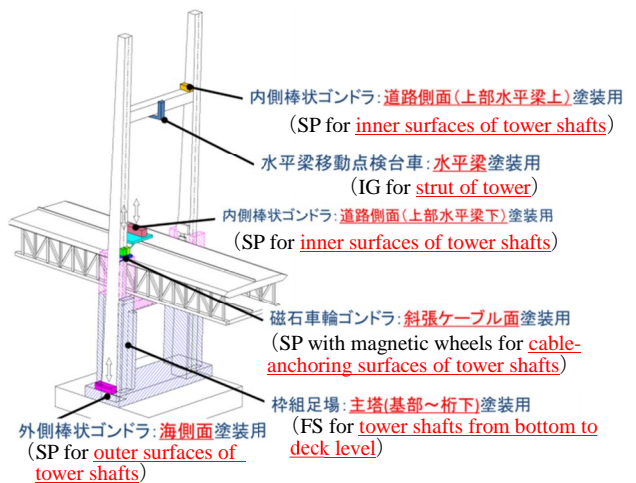


図-2 主塔塗替塗装用足場概要

Fig.2 Scaffoldings, platforms and gantry for the repainting of main tower

海外プロジェクト

Project Oversea

チェサピークベイ橋 ケーブル送気乾燥システムの導入

Installation of Cable Dehumidification System on the Chesapeake Bay Bridges

2011年7月、メリーランド運輸公団はチェサピークベイ橋へのケーブル送気乾燥システムの導入を開始した。本橋は、1952年（東行き）と1973年（西行き）に完成した並列する2つの吊橋で、それぞれ488mの中央支間長を有する。北米では最初の既設主ケーブルへのシステム導入事例となる。

長期にわたるケーブル保全手法は限られている。従来手法である亜鉛メッキ鋼線、鉛丹ペースト、ワイヤラッピング、塗装による防食では、時間の経過とともにケーブル内部に水が浸入し、腐食が発生する。ゴム系ラッピングを使用し、遮断層を形成してケーブル内部への浸水防止を図ったが、逆に内部に水分を滞留させ、更に腐食を進行させる結果となった。

主ケーブル乾燥はケーブル保全手法の一つで、内部の余分な水分を除去して防食を行うものである。水分を完全に除去する必要は無く、相対湿度を60%以下にすれば良い。

ケーブル乾燥の利点は、従来のラッピングシステムをそのまま使用できる点にある。ケーブル全長にわたる再ラッピングには、アクセス性の関係から相当な費用を要するが、本システムの導入は比較的安価な費用で済む。

本橋では、気密・水密性を確保するため、ケーブル全長にわたり Skewmaster (D.S. Brown 社のラッピングマシン) を用いて Cableguard (同社のゴム系ラッピング) を設置するとともに、表層には滑り止め塗装を施した。

本橋のシステムは、アンカレイジ内のケーブルストランドやソケットを含めた主ケーブル全長を対象に設計されたものである。2つの吊橋でケーブルの構造が異なり、東行きはより線であるのに対し、西行きは平行線となっている。そのため、空気を送り込むケーブル内部の空隙の大きさが異なることから、それぞれの条件に応じてシステムを調整している。

システムの監視・制御は、標準ソフトを使用した専用サイトを通じて実施している。ケーブル内部を最適な状態に維持するためには安定的なシステムであることが必要で、乾燥していく過程は監視データによって定量的に記録されている。

現在、西行きのシステムの稼働は開始されており、確実に乾燥状態を維持している。また、東行きのシステムも2015年6月に稼働を開始した。

(メリーランド運輸公団のダン・ウィリアムス氏より情報を提供して頂きました)

In July 2011, the Maryland Transportation Authority started the installation of the cable dehumidification system on the Chesapeake Bay (William Preston Lane) bridges. These major suspension bridges consist of two parallel structures that opened in 1952 and 1973 that each have 1600 foot main spans. This installation on the existing main cables was the first of its kind in North America.

The options available for long-term successful cable preservation are limited. Traditional cable protection systems have included the use of zinc coated wire, red lead paste, soft-annealed galvanized wire wrapping, and an exterior coating of paint. Over time, water typically finds its way into the cable and causes corrosion. Elastomeric wrapping materials have also been used to form an exterior membrane. However, the membrane not only keeps water out, but also typically traps moisture inside the cable leading to further corrosion.

Main cable dehumidification is an alternate means of preservation that prevents corrosion through the removal of excess water from the cable environment. It is not necessary to remove all of the water, but just enough to reduce the relative humidity to below 60%.

An advantage of cable dehumidification is it uses the same wrapping system as would be required to provide conventional protection. Since a substantial cost is incurred in wrapping the cables due to the need to access the entire length of the cables, main cable dehumidification can be applied for a relatively economical additional cost.

Air and water tight seals were achieved for the full cable lengths using high quality elastomeric wrap by Cableguard™ installed by a Skewmaster™ wrapping device and an anti-skid surface paint was applied.

The Eastbound and Westbound Bridge cable dehumidification systems have been designed to dehumidify the entire length of the main cables including the splayed strands and end sockets in the anchorages.

The main cables of the Eastbound bridge has helical strands, while the Westbound Bridge has parallel wires. This results in very different void sizes to blow fresh air through, and therefore each system was customized for the unique bridge conditions.

A supervisory control and data acquisition (SCADA) system is used to monitor and control the systems via a dedicated website using industry standard software. A robust system is necessary to maintain optimal performance inside the cables. Monitoring data also provides a quantifiable record of drying progress.

Presently, the dehumidification system on the Westbound Bridge is fully commissioned and has provided significant drying of the main cables. The system for the Eastbound Bridge also started to commission in June 2015.

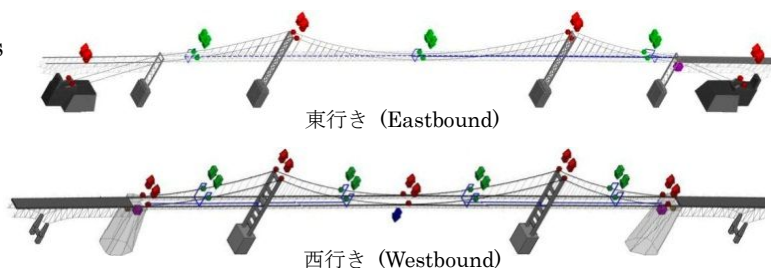
(This information is provided by Mr. Dan Williams, Chief Engineer at Maryland Transportation Authority)



写真-3 チェサピークベイ橋全景
Photo.3 Overview of Chesapeake Bay Bridges



写真-4 ゴムラッピング
Photo.4 Elastomeric Wrapping



■: 除湿室 (Plant Room)、↓: 送気口 (Injection Sleeve)、↑: 排気口 (Exhaust Port)

図-3 除湿室、送排気口配置

Fig.3 Layout of Plant Rooms, Injection Sleeves and Exhaust Ports

国際会議

第8回ニューヨーク市橋梁会議

2015年8月24～25日の2日間、ニューヨーク市のMarriott East Side Hotelで第8回ニューヨーク市橋梁会議が開催されました。この会議は、橋梁の建設及び維持管理に関する意見交換、情報共有を行うことを目的に、2001年からほぼ2年に1回開催されているものです。今回は6編の基調講演及び85編の論文発表が行われ、建設技術、既設橋の補修、耐震設計、疲労、ケーブル材料等の水素脆化、点検、モニタリング技術等の幅広いテーマについて討論が行われました。第1日目のセッション1A（ケーブルの保全及び耐力評価）では、ケーブルの残存耐力の評価手法や、チェサピークベイ橋におけるケーブル送気乾燥システムの導入事例等が紹介されました。また本四高速からは、長大橋技術センターの総括・耐震グループ遠山サブリーダーが「ケーブル送気乾燥システムの現状と改善」と題して発表を行い、本四連絡橋の全吊橋に導入されているケーブル送気システムの稼働の現状及びこれまでにやってきたシステムの改善事例について紹介しました。会議に先立ち行われたブリッジツアーでは、ニューヨークの主要吊橋であるマンハッタン橋やブルックリン橋等を船上より視察しました。

この機会を利用して、本四高速グループの社員は、サンフランシスコ周辺に架かる長大橋の調査を行いました。カリフォルニア交通局及びゴールデンゲート橋ハイウェイ運輸公社を訪問し意見交換を行うとともに、2013年に完成したサンフランシスコ・オークランド・ベイブリッジ（自定式吊橋）及びゴールデンゲート橋の現地調査を行いました。

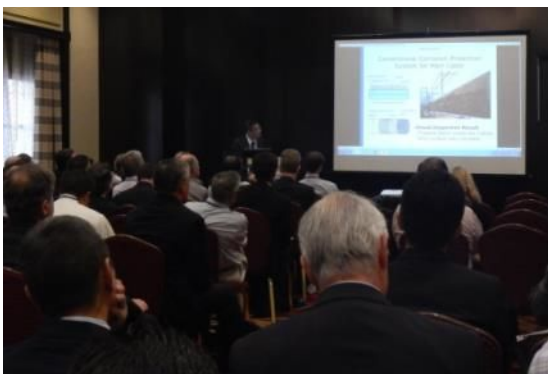


写真-5 本四高速の発表
Photo.5 Presentation from HSBE

International Conference

The 8th New York City Bridge Conference

The 8th New York City Bridge Conference was held at the Marriott East Side Hotel in New York, USA, on August 24-25, 2015. The conference is held almost every two years in order to share information regarding the construction and maintenance of bridge structures. Six keynote addresses and 85 papers were presented and intensive discussions were made on the following topics; bridge construction, rehabilitation, seismic design, fatigue damage, hydrogen embrittlement of cable wires, inspection, monitoring technique. In the Session1A (Preservation and Strength Assessment of Suspension Bridge Cables), a remaining strength estimation method for bridge cables and application example of the dry air injection system for the Chesapeake Bay Bridge were presented. And from Honshu-Shikoku Bridge Expressway Co.,Ltd, Mr. Toyama, Long-Span Bridge Engineering Center, made a presentation titled "Current condition and improvement of dry air injection system for main cables". Prior to the conference, bridge tour was held and major suspension bridges in New York, such as Manhattan Bridge and Brooklyn Bridge, were observed from the boat.

Taking advantage of this opportunity, HSBE's group made technical visits to long-span bridges in the San Francisco Bay Area. The group visited the California Department of Transportation and the Golden Gate Bridge Highway & Transportation District. They had technical discussions and site visits to the San Francisco-Oakland Bay Bridge, self-anchored suspension span completed in 2013, and the Golden Gate Bridge.



写真-6 マンハッタン橋及びブルックリン橋（写真左奥）
Photo.6 Manhattan Bridge and Brooklyn Bridge (left back)

本州四国連絡高速道路株式会社
〒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) 1087
長大橋技術センター
<http://www.jb-honshi.co.jp>

Honshu-Shikoku Bridge Expressway Co., LTD.
.4-1-22 Onoedori, Chuo-ku, Kobe, 651-0088, Japan
Tel: +81-78-291-1071 Fax: +81-78-291-1087
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：総括・耐震グループ TEL 078 (291) 1071