

## JB 本四高速の活動

### 瀬戸大橋の耐震補強工事

瀬戸大橋では、近い将来に発生が予想される東南海・南海地震等の大規模地震に備えた耐震補強工事が進行中です。

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で、1988 年 4 月に供用を開始しました。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。

補強設計では、橋の全体構造系の耐震性能を向上させる補強方法を採用し、単に個々の部材を補強する手法と比較して合理化、経済化を図りました。また、JR 瀬戸大橋線の営業に配慮し、JR 線上の補強が少なくなる方法を選定しました。主な補強方法は、吊橋、斜張橋、トラス橋といった鋼橋では、付加部材設置によるトラス部材の耐力補強（写真-1）、ダンパー設置による減衰性能の向上、支承交換によるトラス桁及び道路床組の免震化、及び付加部材設置による支承部の耐力補強、コンクリート高架橋では、繊維シート巻き立てによる橋脚の耐力補強（写真-2,3）、RC 壁設置による支承部の耐力補強（写真-4）です。

補強工事は 2014 年から開始し、現在、トラス橋やコンクリート高架橋で実施中です（図-1）。今後は、吊橋等の補強に着手し、2020 年までに全ての工事を終える予定です。これにより瀬戸大橋は大規模地震時において必要とされる性能が確保され、地震後には緊急輸送路として大きな役割を果たすことが期待されます。

## Activity of HSBE

### Seismic Retrofit Works of Seto-Ohashi Bridges

Seismic retrofit works preparing for a large-scale earthquake, such as Tonankai, Nankai consolidated type Earthquake, are ongoing at the Seto-Ohashi Bridges.

The bridges, completed in 1988, are highway-railway combined bridge link accommodating both the Seto-Chuo Expressway at the upper level and the JR Seto-Ohashi Line at the lower level. Sea-spanning portions are composed of three suspension bridges, two cable-stayed bridges and three truss bridges, whereas bridge types on island portions are girder bridges.

Retrofit methods were properly selected so that seismic performances of the entire bridge system were enhanced. The methods are generally considered to be more reasonable and less expensive than those which are to simply strengthen each structural member. Another consideration when selecting methods was to avoid works above railway tracks so that works have less impact on railway operation. Selected methods for steel bridges are mainly to strengthen truss members by attaching additional members (Photo-1), increase damping performance by installing viscous dampers, and isolate truss girders/road floors by replacing existing bearings with seismic isolators, while those for concrete bridges are to strengthen concrete piers by fiber sheet jacketing (photo-2, 3) and existing bearings by installing additional concrete blocks (photo-4).

The retrofit works launched in 2014 and are scheduled to end in 2020 (Fig.-1). The bridges will have necessary performances during a large-scale earthquake and are expected to play a vital role as a lifeline corridor for emergency transportations after the event.



写真-1 トラス部材補強  
Photo-1 Steel Truss Member



写真-2 繊維シート巻き立て  
Photo-2 Fiber Sheet Jacketing



写真-3 繊維シート巻き立て用足場  
Photo-3 Scaffolding



写真-4 RC 壁設置  
Photo-4 Installation of Concrete Block

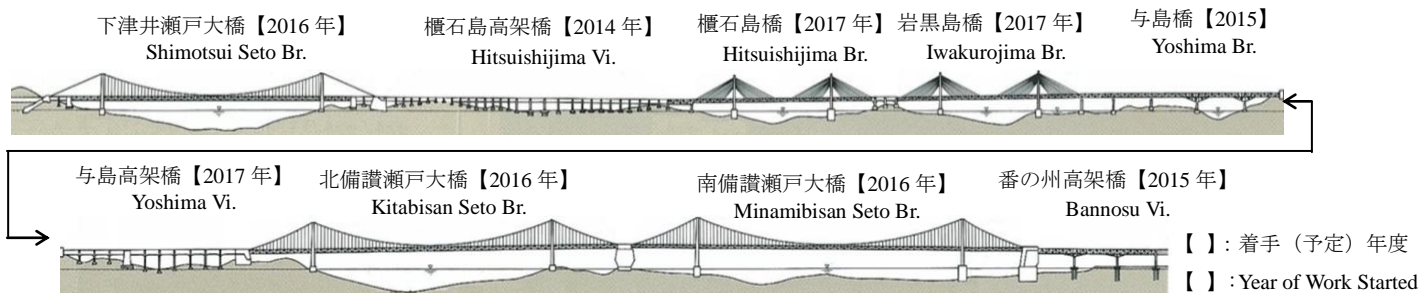


図-1 瀬戸大橋 Fig.-1 Seto-Ohashi Bridges

# 国内プロジェクト

## レインボーブリッジ主ケーブル送気乾燥システムの設置完了

レインボーブリッジでは、主ケーブル内部の腐食発生を防止するために、送気乾燥システムを本州四国連絡高速道路㈱の技術協力を得て導入しました。芝浦側と台場側の2系統で主ケーブル全体を乾燥させるシステム(図-2)とし、主ケーブルに新設したカバー部(写真-5~7)(送気、排気、モニタリング)には温湿度センサーを常設し、データロガーで一括して温湿度が記録できるようにしました。

送気乾燥システムの設計では、ケーブル内部の相対湿度を40%以下とすることを目標とし、施工時は送気カバー部(写真-5)で、圧力が2.94kPa以下で流量が0.8m<sup>3</sup>/minに達するように乾燥空気の圧力・流量の調整を実施しました。

工事を、主ケーブルの塗装補修工事と並行して行ったこともあり、送気乾燥システムは段階的に稼働しました。芝浦側は側径間港外側を平成25年5月に試験稼働し、平成26年4月には残りの区間を、台場側は平成28年5月に稼働しました。

稼働後の状況は、芝浦側の各カバー部では、150日程度で相対湿度40%まで低下しましたが、塔頂部のカバー部では低下に更なる時間を要しました。台場側は、稼働後間もなく本稿で報告することはできませんが、乾燥空気の湿度を安定させるために余剰排気を除湿機内に戻し再利用する改良を行っています。

今後も定期的に計測を行い、湿度低下の推移を確認していく予定です。また、計測データを監視しながら将来的には送気流量を減らすなど送気乾燥システムの最適化も検討していきたいと考えています。

(首都高速道路(株)東京東局から情報を提供して頂きました。)

# Project in Japan

## Installation of the Dry Air Injection System for the Rainbow Bridge

In order to prevent the main cable from corrosion, dry air injection system was installed in the main cables of the Rainbow Bridge with technical support of HSBE. The whole dehumidification system is composed of two systems (Shibaura-side and Daiba-side systems) (Fig.-2). Thermo-hygrometers are installed in newly mounted sleeves (injection, exhaust and monitoring sleeves) (Photo 5 - 7), and the monitored data is recorded through data logger.

The dehumidification system is designed so that the humidity inside of the main cable is controlled below 40%RH. To achieve the flow volume of 0.8m<sup>3</sup>/min and the air pressure below 2.94kPa at the injection sleeves (Photo-5), the injection pressure and the amount of injected dry air is optimized.

The operation of the system started in a step-by-step manner because the system installation work was done in parallel with the re-painting work for main cable. Test run started in May 2013 in one cable of Shibaura-side. Full operation started in April 2014 and May 2016 in Shibaura-side and Daiba-side, respectively.

Humidity of the main cable in Shibaura-side was lowered to 40%RH within 150days after the start of operation. On the other hand, it took longer period to dehumidify the cable at the sleeves near tower top. For the system in Daiba-side, data is not enough for evaluation since it started operation recently. In this side of the system, extra dry air is re-used in the dehumidifier to stabilize the humidity of generated dry air.

The dehumidification process will be monitored. And based on the monitored data, the system optimization by reducing the amount of injection volume of dry air is going to be studied in the future. (The information is provided by East Tokyo Bureau, Metropolitan Expressway Company Limited.)

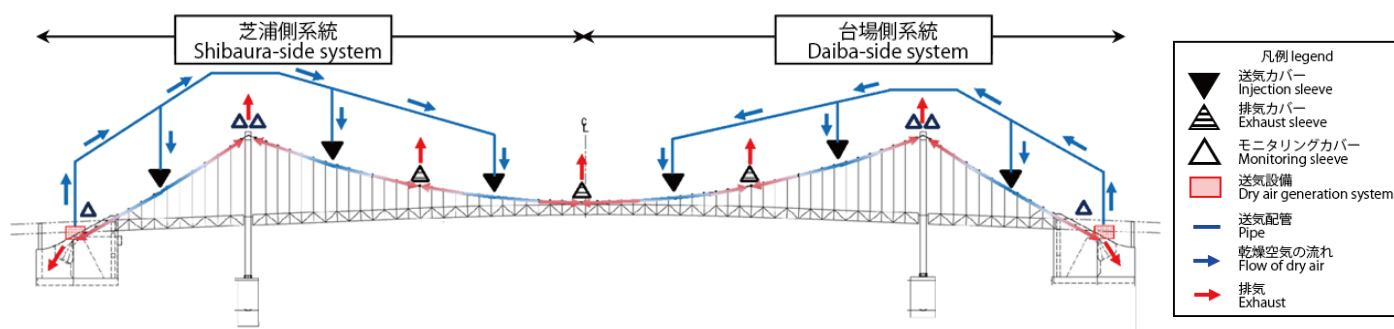


図-2 送気乾燥システム配置図

Fig.-2 Layout of the dry air injection system



写真-5 送気カバー  
Photo-5 Injection sleeve



写真-6 排気カバー  
Photo-6 Exhaust sleeve



写真-7 モニタリングカバー  
Photo-7 Monitoring sleeve



# 海外プロジェクト

## トルコ オスマン・ガジ橋(イズミット湾横断橋)が開通

オスマン・ガジ橋が、2016年6月30日に開通しました。これまでイズミット湾横断橋と呼ばれていた本橋はトルコ マルマラ海の東端、イズミット湾の入り口部に位置します。

本橋の中央支間長 1,550m は、現在、世界第4位の長さになります。新名称は、オスマントルコ帝国初代皇帝の名前にちなんだものです。トルコ国の BOT 事業であるゲブゼとイズミールを結ぶ高速道路の建設は、BOT 事業者である OTOYOL 社から NOMAYG 社が請け負って進められています(設計・施工一括請負)。その高速道路の一部のゲブゼからブルサまでの区間が橋とともに供用を開始しました。本高速道路の総延長は約 420km で、2018 年内には全区間が供用する予定です。

ケーブル架設工事が 2015 年 12 月 3 日に完了した後、補剛桁の架設が 2016 年 1 月 5 日から開始されました。FC 船による 17 ブロックの架設の後、3 月 23 日から、自航台船と吊上げ装置を使用した補剛桁架設がスタートしました。4 月 19 日に完了するまで、28 日間で 70 のブロックが架設されました(写真-8)。架設された補剛桁ブロックは溶接と高力ボルトにより接合され、その後、5 月中旬からは、防水層～砕石マスチックアスファルトの敷設といった舗装工事が開始されました。イスラム教のラマダン期間中でしたが、6 月 30 日に、大統領・首相臨席の下、盛大な開通式が開催されました。

本橋を含む高速道路の維持管理は、OTOYOL 社等が新規に設立した GIIB 社が担当します。維持管理は、設計供用期間 100 年を考慮した戦略的な計画により実施されることになっています。

なお、機械・電気通信設備の設置、工事用仮設備の撤去など残工事が残っており、全てが完了するのは 2016 年 10 月頃になる見込みです。

(NOMAYG 社から情報提供を受けました。)

# Project Oversea

## Osmangazi Bridge in Turkey - Opening to Traffic -

The Osmangazi Bridge, whose former name was the Izmit Bay Crossing, located at the entrance of the Izmit Bay in the eastern edge of the Sea of Marmara, was opened to traffic on June 30, 2016.

The bridge is a suspension bridge with a 1,550 m of a central span which is the fourth longest span in the world. The bridge was newly named after the name of the founder of the Ottoman Empire. The EPC contractor, NOMAYG has constructed a motorway between Gebze and Izmir under the BOT operator, OTOYOL. A part of the motorway between Gebze and Bursa including the Osmangazi Bridge, was officially opened to traffic. The total length of the motorway between Gebze and Izmir is about 420 km long and successive openings of the other sections will continue into 2018.

Erection of the deck segment of the bridge was started on January 5, 2016, after the strand installation was completed on December 3, 2015. Following the deck erection, 17 deck segments, with a floating crane, erection of the deck segments by lifting devices with self-navigated barges was started on March 23, 2016. During 28 days, between March 23 and April 19, 2016, 70 deck segments were erected by the lifting devices. After welding and bolting between deck segments installed, pavement work with waterproofing, mastic asphalt and stone mastic asphalt, was started in the middle of May, 2016, and then the opening ceremony was held in the presence of the President and the Prime Minister on June 30, during the 2016 Ramadan.

Maintenance of the motorway including the bridge has been conducted by the newly established operator GIIB (Gebze İzmit İşletme ve Bakım), which is a joint venture by OTOYOL and a French company, Egis. The maintenance activities will be done based on the bridge maintenance strategy along the 100 years of the design service life.

Remaining work, such as electrical and mechanical work, removal of temporary structures, may be finally completed in October to November, 2016.

(This information was provided by NOMAYG.)



写真-8 補剛桁架設 (2016 年 3 月)  
Photo-8 Deck Erection in March, 2016



写真-9 供用後のオスマン・ガジ橋  
Photo-9 Osmangazi Bridge after Opened to Traffic

# 国際会議

## 第8回橋梁の維持管理と安全性に関する国際会議 (IABMAS2016)

第8回橋梁の維持管理と安全性に関する国際会議 (IABMAS2016) が、2016年6月26日から6月30日の日程で、ブラジルのフォス・ド・イグアスにおいて開催されました。この会議は、橋梁の維持管理、安全性、マネジメントの分野で国際的協力を促進することを目的に、2002年から2年ごとに開催されています。

会議では、38カ国から、9題の基調講演と、360編の投稿について、12のミニシンポジウムと8つのスペシャルセッションで発表がありました。基調講演では、中央支間長 10,000m の超長大橋の実現可能性についての検討などの講演がありました。また、一般の発表では、100年を超える小規模吊橋のケーブル架け替えや斜張橋ケーブルの架け替え事例、米国での既設吊橋へのケーブル送気システムの導入、疲労関連の補修法や対策効果の研究内容など橋梁に関する維持管理、ヘルスマニタリングやライフサイクルアセスメントなど多岐にわたる発表がありました。

本四高速からは、長大橋技術センター診断・構造グループの溝上サブリーダーが「TRS を用いた鋼床版疲労亀裂の補修方法の開発」と題して、関西大学坂野教授と共同で開発した U リブ鋼床版ビード貫通亀裂に対する下面からのみで施工できる有効な補修方法の開発と疲労試験結果について発表しました。

テクニカルツアーでは、ブラジルとパラグアイ国境のパラナ川に建設された世界第2位の発電量を誇るイタイプダムを見学しました。

今回は2018年にオーストラリアのメルボルンで、また2020年には日本の札幌で開催されます。

※TRS：スレッドローリングスクリュー。



写真-10 本四高速の発表  
Photo-10 Presentation by HSBE

# International Conference

## 8th International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management (IABMAS 2016)

8th International Conference on Bridge Maintenance Safety and Management (IABMAS 2016) was held in Foz do Iguaçu, Brazil from June 26th to 30th, 2016. The conference has been held every two years since 2002 aiming at promoting international cooperation in the fields of bridge maintenance, safety, and management.

In this conference, 9 keynote lectures and 360 technical papers were presented in 12 mini-symposia and 8 special sessions from 38 countries. One of the keynote lectures presented feasibility study of super-long span suspension bridge with center span length of 10,000m. In the oral sessions, various types of presentations in the fields of maintenance, health monitoring, and life-cycle assessment were presented such as cable replacement of small-scale suspension bridge that served for more than 100 years, cable replacement of cable-stayed bridge, installation of cable dehumidification system to the existing suspension bridges in the U.S., repair method for fatigue damage, and its evaluation.

From the Honshu-Shikoku Bridge Expressway Co., Ltd., Mr. Mizokami, Manager of Inspection and Structural Engineering Division, presented "A Study on Repair Method using TRS for Fatigue Cracks in Orthotropic Steel Deck." The repair method for bead-penetrating cracks in orthotropic steel decks, which is applicable from only the underside of the deck, was developed in collaboration with Dr. Sakano, Kansai University.

Technical tour was held at Itaipu Dam that is built on the Paraná River located on the border between Brazil and Paraguay and has second largest power generation capacity in the world.

The next IABMAS conference will be held in Melbourne, Australia in 2018 and in Sapporo, Japan in 2020.

\*TRS：Thread Rolling Screw



写真-11 イタイプダム  
Photo-11 Itaipu Dam

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