

## JB 本四高速の活動

### 明石海峡大橋主ケーブル開放調査

明石海峡大橋では、主ケーブル内部の亜鉛めっき鋼線の腐食を防止するため、鋼線の腐食限界湿度 60%RH に対し、ラッピングを施したケーブル内の湿度を 40%RH 以下に保つことを目標にケーブル内に乾燥空気を送り込むケーブル送気乾燥システムが供用当初から導入されています（図-1）。

このシステムの効果を確認することを目的に、供用後 10 年を迎えた平成 19 年度に、主ケーブルの排気カバーとケーブルラッピングを一部開放してケーブル内部鋼線とラッピングの状態を観察し、良好な状態を保っていることを確認しました（写真-1）。更に約 10 年経過した平成 30 年度に、同様の調査を実施し、このシステムの妥当性を以下のとおり検証しました。

ケーブルの亜鉛めっき鋼線に、くさびを打ちこんで内部のさびの発生状況を目視確認した結果、僅かに白さびが見られる程度で前回調査時とほぼ同等であり、良好な状態を保っていることが確認されました。また、ラッピングについても、塗膜の経年劣化は認められるものの、ラッピングゴムの付着力等の物性は保持されていることが確認され、ケーブル送気乾燥システムは供用開始から 20 年以上に渡り十分に機能していることが確認されました。吊橋の主ケーブルは容易に架替えのできない主要部材であるため、今後も適切な維持管理のために調査を実施し、アセットマネジメントの更なる高度化を図りたいと考えています。

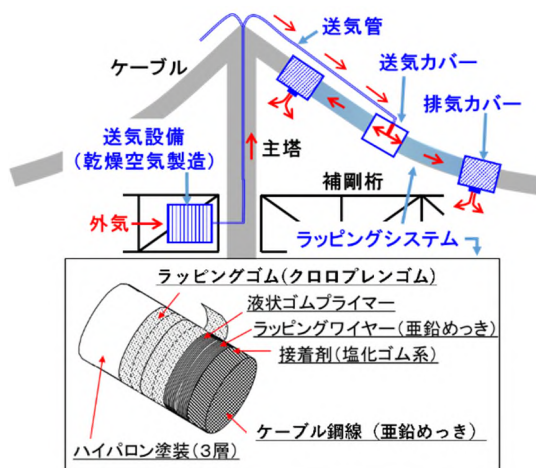


図-1 ケーブル送気乾燥システム  
Fig.1 Dry air injection system

## Activity of HSBE

### Internal main cable inspection of Akashi-Kaikyo Bridge

A dry air injection system is installed in the main cables of the Akashi-Kaikyo Bridge as a corrosion protection system. The system has been operating since the completion of the bridge. The cable coatings are airtight and by injecting dry air into the cables, the air in the cables is dehumidified below a specific humidity level, 40%RH, and below 60%RH which is considered to be the critical value for initiation of corrosion of galvanized steel wires (Fig.1).

The steel wires and wrapping of the main cables of the bridge were visually observed by partially removing exhaust cover and wrapping in 2007, ten years after bridge completion, and the steel wires and wrapping were found to be sound (Photo-1). Furthermore, in 2018, a visual inspection was carried out again in the same way, and the effectiveness of the dehumidification system was confirmed as described below.

The steel wires were visually observed by wedge opening, and light white corrosion was observed on the surface of the wires. That was very similar to the previous inspection in 2007. The physical properties of the wrapping rubber such as adhesion were found to be good, even though some deterioration was found in the coating material, and it was found that the dehumidification system was operating properly and effectively. As the main cables of suspension bridges are critical members and extremely difficult to replace or supplement, the operation of the dehumidification system will be carefully monitored and the monitored data will be utilized for more efficient management of the road asset.



写真-1 くさび打ちによる内部鋼線状況確認  
Photo-1 Main cable internal inspection  
(cable wires were wedged)

# JB 本四高速の活動

# Activity of HSBE

## TRS を用いた U リブ鋼床版ビード貫通亀裂の下面補修工法の施工マニュアルの策定

## Manual for a repair method for bead-penetrating cracks using Thread Rolling Screws from the underside of orthotropic steel decks

本州四国連絡橋は、海峡を跨ぎ支間長が長いことから死荷重の比率が高く、建設コスト削減を図るために、桁重量の軽減できる鋼床版が採用されています。

Many of the Honshu-Shikoku Bridges have orthotropic steel decks to reduce girder weight and construction cost, their dead load being high as a result of their very large dimensions.

しかし、薄板集成構造である鋼床版では、重交通路線である都市高速を中心に、様々な種類の疲労亀裂の発生が報告されており、これらの亀裂のうち、図-2 に示すデッキプレートと U リブのすみ肉溶接部に発生するビード貫通亀裂（以下「ビード貫通亀裂」という。）は、門崎高架橋において数十箇所確認されています。

However, many kinds of fatigue cracks are found in steel decks which generally consist of many relatively thin plates, especially in steel bridges on urban expressways which carry heavy traffic volumes. On the Tozaki viaduct, which forms the approach spans to the Ohnaruto Bridge, dozens of bead-penetrating crack were found in fillet welding joints between deck plates and U-shaped ribs (Fig.2).

このビード貫通亀裂の補修に関して、疲労試験、原寸大供試体による施工試験、現地試験施工及び実補修工事での課題に対する改良を経て開発した補修工法の施工マニュアルを作成しました。

A manual has been developed for a repair method for bead-penetrating cracks, established through fatigue tests, full-scale model tests, trial applications on site, and actual repair works.

本補修工法は、図-3 に示すように、ビード貫通亀裂部のデッキプレートと U リブに鋼板を曲げ加工した当て板をスレッドローリングねじ（以下「TRS」という。）を用いて接合することにより、本来溶接部が有している応力伝達機能を、TRS を介して当て板で代替するものであり、平成 30 年に関西大学の坂野昌弘教授と共同で特許取得しました。TRS の補修及び耐震補強への適用については、ニューズレターNo.67 及び No.81 で紹介されています。

The repair method involves connecting a pre-bent steel plate with deck plate and U-shaped rib at the bead-penetrating crack location using thread rolling screws (TRS) to transfer the stress (Fig.3). Dr. Sakano of Kansai University and HSBE jointly obtained a patent for the repair method in 2018. The application of TRS to repair and seismic retrofit works are introduced in the “Long -Span Bridge Newsletter” No.67 and No.81.

TRS は、ねじ径より少し小径の孔にねじ込むことでボルト自身がめねじを形成しながら接合する支圧ボルトであり、これを用いることで、交通規制を必要とせず、鋼床版上の舗装を剥ぐことなく、鋼床版下面での作業のみで当て板施工することができます。

A TRS is a type of self-tapping screw that forms its own internal thread by screwing it into a hole that is slightly smaller in diameter than the TRS. By using the TRS technique, a repair can be executed from the underside of an orthotropic deck without affecting traffic (subject to loading etc) and without removing deck surfacing and waterproofing.

当て板の設置で補修効果を確実に発揮させるためには TRS の施工精度が重要であり、マニュアルでは、調査、設計・製作、施工における遵守事項及び留意点を記載しています。

The precision used with TRSs is important to ensure the effectiveness of the repair, and the manual includes compliance rules and notes in investigation, design, fabrication, and execution.

本補修工法は、現在、門崎高架橋の補修に適用しています。今後は、補修箇所の当て板及び亀裂の状態の経過観察をするとともに、これから実施する補修工事での知見を踏まえて工法の改善をしていく予定です。

The repair method is being adopted in the Tozaki viaduct. The repaired locations will be carefully monitored, and the repair method will be improved as necessary based on the monitoring results.

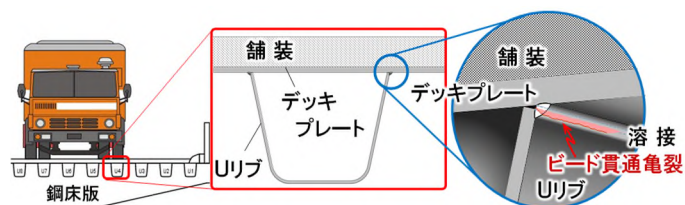


図-2 ビード貫通亀裂  
Fig.2 Bead-penetrating crack



写真-2 ボルト孔の削孔（デッキ側）  
Photo-2 Perforation of bolt hole

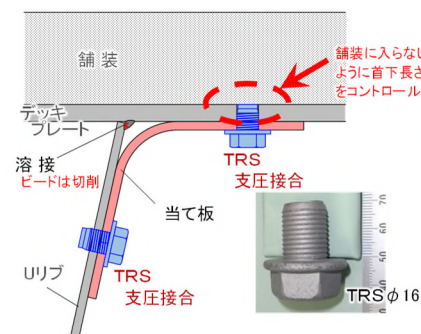


図-3 TRS による下面補修法  
Fig.3 Detail of repair method from underside of deck



写真-3 TRS 締め込み（デッキ側）  
Photo-3 TRS tightening



写真-4 施工完了  
Photo-4 Application completed

# 国内プロジェクト

## 川崎港臨港道路東扇島水江町線 主橋梁部主塔下部(MP3)工事

国際コンテナ戦略港湾である京浜港の一翼を担う川崎港では、主力埠頭の東扇島地区と内陸部を結ぶ新たな交通ネットワーク整備による物流機能の強化ならびに、東扇島に整備されている基幹的広域防災拠点からの緊急物資等の輸送ルートの多重化による防災機能の強化を主な目的として、総延長約3kmの橋梁形式による臨港道路整備を行っています。

京浜運河を横断する主橋梁部は5径間連続複合斜張橋形式で整備を進めており、東扇島側のMP3橋脚(図-4)は国内最大級の鋼管矢板井筒基礎形式(長さ37m×幅42m、水深-17m、最大水頭差33m)により構築するものです。施工にあたっては、大規模・大深度の厳しい施工条件のもと施工日数の短縮と安全性の向上の観点から切梁を大幅に削減して作業空間を拡大できる「大火打ち式支保工」を本事業では初めて採用しました。

なお、水江町側にあるMP4橋脚についてはニューマチックケーソン基礎形式で構築しており、当該工事については長大橋ニューズレターNo.74をご参照ください。

大火打ち式支保工の技術的なメリットは、仮締切内の水位を維持した状態のまま、工場で大組製作した支保工を大型起重機船を利用して水中架設し、架設が完了した後に仮締切内を全て排水することで、支保工全段同時に機能させる施工法のため、仮締切時の鋼管矢板にかかる負荷を軽減させることで累積変形量を抑制することと、施工深度が深くなるにつれて支保工段数や切梁等の部材が増加する従来技術(切梁・盛替式支保工)と比較して支保工段数および切梁の削減による橋脚躯体構築時の作業空間の確保が可能となる点にあります(写真-5~7)。

同技術を採用した結果、施工費は従来技術と同程度のみで、施工日数を当初計画よりも約70日短縮でき、さらに躯体構築時の作業空間の確保により安全性や躯体コンクリートの品質確保の面においても有利であったと考えられています。

現在主橋梁部は引き続き、橋梁上部工事を進めているところです。今後も、川崎港臨港道路東扇島水江町線の早期供用を目指して引き続き順次施工する予定です。(国土交通省 関東地方整備局 京浜港湾事務所より情報提供して頂きました)

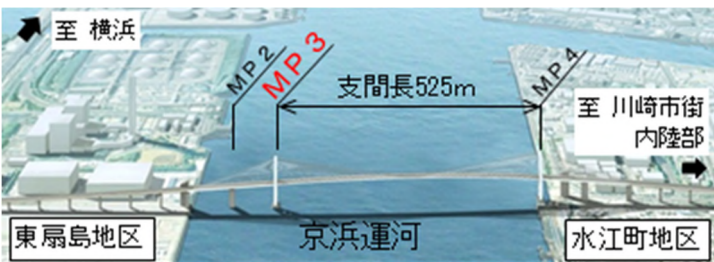


写真-5 大組・水中架設  
Photo-5 Prefabricated panel placed by floating crane

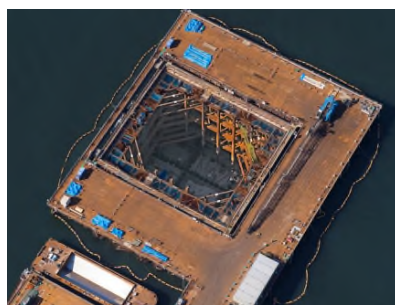


写真-6 仮締切内排水完了  
Photo-6 Water pumped out



写真-7 橋脚躯体完成  
Photo-7 Tower base completion

# Project in Japan

## Bridge Tower Construction of Kawasaki Port Road connecting Higashi-Ogishima and Mizue-Cho

In Kawasaki Port (part of Keihin Port which is a strategic international container port) construction of highway with a total length of 3km is now in progress. The aim of this project is to strengthen transport logistics by connecting the Higashi-Ogishima area with the internal region, and enhance disaster preparation and response functions by ensuring multiple traffic routes for emergency transportation for the major disaster prevention base located in Higashi-Ogishima.

The main bridge on the road crossing the Keihin Canal is a five-span continuous composite cable-stayed bridge, and the tower foundation on the Higashi-Ogishima side (MP3 in Fig.4) is one of the largest steel pipe sheet pile foundations in Japan with length of 37m, width of 42m, sea depth of -17m and a maximum water head difference of 33m. In the construction of the underwater foundation, large struts and prefabricated panels were employed to reduce the amount of internal bracing. This secured sufficient working space inside the cofferdam which reduced the construction period and also improving working safety in this large scale deep foundation construction.

The tower foundation on the Mizue-Cho side (MP4) is constructed using the pneumatic caisson method, and the detail of the construction was introduced in the "Long-Span Bridge Newsletter" No. 74 issued in October 2018.

The prefabricated panels are placed into the water by floating crane and the water inside the cofferdam is pumped out, and hydrostatic pressure on the cofferdam is effectively transferred to the formwork. Compared to the conventional formwork method in which a high number of bracing members are required in the deeper portions, the use of large struts and prefabricated formwork enables increased working space for the construction of the bridge tower (Photo-5~7).

By using this technique, the construction period is shortened by 70 days from the original programme, and with a similar construction cost to conventional construction method. The construction method also contributes to the construction safety and results in superior quality of concrete in the bridge tower due to the improved working space.

Currently the upper portion of the bridge tower is being constructed, and the construction work progress indicates early completion of the project.

(This information was provided by Keihin Port office, Kanto Regional Development Bureau, MLIT.)

図-4 完成イメージ (主橋梁部)  
Fig.4 Conceptual drawing of cable-stayed bridge

## 国際会議他

### 今井経営計画部長 2020 IABMAS SENIOR PRIZE 受賞

2021年4月11日から18日まで第10回橋梁の維持管理と安全性に関する国際会議(IABMAS2020)が、新型コロナウイルスの影響で1年延期となりオンラインで開催されました。その中で今井経営計画部長が2020 IABMAS SENIOR PRIZEを受賞しました。

IABMASとは橋梁維持管理、安全、マネジメントに関する国際会議で1999年に設立され、第1回会議が2002年に行われ、その後2年ごとに開催され、今回が10回目となりました。その会議の中で橋梁維持管理、安全、マネジメント、アセスメント、ライフサイクルコストなどの功績が認められた人にIABMAS AWARDSが年齢に応じて3つのクラスに分けて贈られており、今井経営計画部長の本州四国連絡橋の建設・維持管理、米国での橋梁に関する研究、PIARC橋梁委員会での活動などの功績が認められ今回の受賞に至ったものです。

### ストアベルト社との技術協力に基づく技術交流会開催

グレートベルト橋を管理するストアベルト社との技術協力協定に基づく技術交流会が、2021年6月15日にオンラインで開催され、本四高速から福永長大橋・技術部長ほか5名が出席しました。ストアベルト社からは、技師長(最高技術責任者)であるLars Fuhr Pedersen氏ほかが出席しました。技術交流会は2018年の覚書締結以降、2019年デンマークで開催され、昨年も開催予定でしたがコロナ禍で開催できず、今年もコロナ禍でオンライン開催となりました。

両社の間で事業概要及び長大橋の維持管理に関する意見交換を行いました。

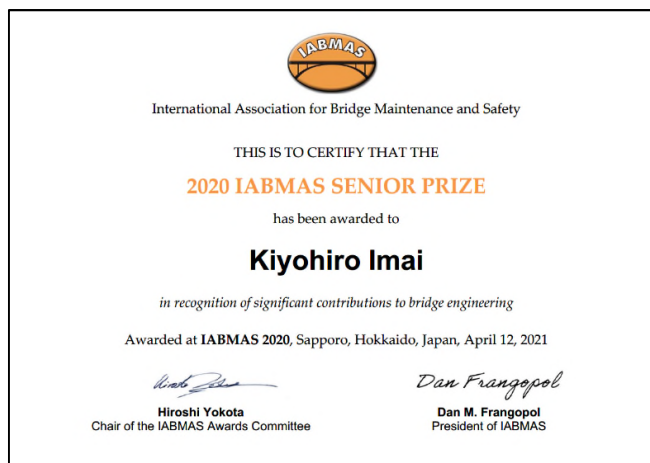


写真-8 IABMAS SENIOR PRIZE 受賞証  
Photo-8 Certificate of IABMAS SENIOR PRIZE

## International Conference

### Dr. Imai was awarded The 2020 IABMAS SENIOR PRIZE

The 10th International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management (IABMAS2020) was held online from April 11th to 18th after a one year postponement due to Covid-19. In this conference, Dr. Imai, Senior Director of Corporate Planning Department of HSBE, was awarded the 2020 IABMAS SENIOR PRIZE.

IABMAS is international conference established in 1999, and this conference is the 10th one held biennially since the first one in 2002. IABMAS AWARDS are awarded in the conference to engineers in three classes based on age, who have contributed to bridge maintenance, safety, management, assessment, and lifecycle cost. Dr. Imai received his award for activities including construction and maintenance of the Honshu-Shikoku Bridges, research on bridges in the United States, and activity on the PIARC bridge committee.

### Technical Exchange with A/S Storebælt

A Technical Exchange with A/S Storebælt was held online on 15th June, 2021 based on an existing Memorandum of Understanding (refer to newsletter No.74). HSBE's Mr. Fukunaga, Senior Director of Long-Span Bridge Engineering Center, attended with other HSBE engineers. From A/S Storebælt, Mr. Lars Fuhr Pedersen, technical director, CTO, attended with other engineers. The technical exchange was held in Denmark in 2019 (refer to newsletter No.77), and it could not be held last year due to Covid-19.

Presentations and discussions focussed on recent maintenance activities of long-span bridges.



写真-9 ストアベルト社との技術交流会  
Photo-9 Technical exchange with A/S Storebælt

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・技術部(長大橋技術センター)

<https://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

<https://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・耐風グループ TEL 078 (291) 1071