

JB 本四高速の活動

瀬戸大橋(吊橋)の耐震補強工事

道路鉄道併用橋である瀬戸大橋の耐震補強工事は、2014年から順次実施しています。そのうち、下津井瀬戸大橋（橋長 1,400m、鋼張出径間付単径間トラス補剛吊橋）、北備讃瀬戸大橋（橋長 1,538m、鋼 3 径間連続補剛トラス吊橋）、南備讃瀬戸大橋（橋長 1,648m、鋼 3 径間連続補剛トラス吊橋）の吊橋 3 橋の耐震補強工事が、2020 年 2 月に完了しました。

当該橋梁における補強箇所は、鋼床版道路桁支承のうち、支点条件が固定の支承及び当該支承に隣接する横構です。補強対象となる支承数は、下津井瀬戸大橋で 88 基／全 880 基、北備讃瀬戸大橋で 88 基／全 1088 基、南備讃瀬戸大橋で 160 基／全 1160 基です。耐震補強工法としては、既設支承の耐力に対して作用する力が大きい場合は既設支承の耐力を期待せず、補強部材で力を受け持つ補完構造を、作用する力が小さい場合は不足する耐力を補うように補強構造を設置しました。補強構造について、橋軸方向に対する補強では、橋軸方向に横トラスや道路桁支承を挟み込むような形で、縦桁の前後に鋼製ブラケットを変位制限装置として取り付け、橋軸方向に発生する支承反力を受け持つようにしました（写真-1、2）。橋軸直角方向に対する補強では、横トラスの上弦材の上側に、縦桁を左右から挟み込むように、既設支承の耐力補強となる鋼製ブラケットを取り付けました（写真-3）。

瀬戸大橋全体の耐震補強工事は、2020 年度末の完成を目指して引き続き実施しています。



写真-1 支承補完構造（橋軸方向）
Photo-1 Complement of existing bearings (longitudinal direction)

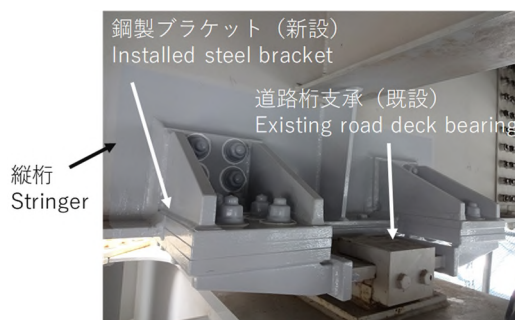


写真-2 支承補強構造（橋軸方向）
Photo-2 Reinforcement of existing bearings (longitudinal direction)

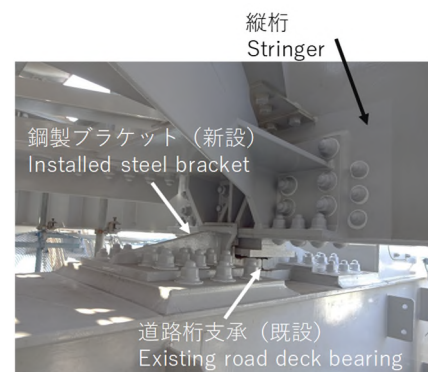


写真-3 支承補強構造（橋軸直角方向）
Photo-3 Reinforcement of existing bearings (transverse direction)

Activity of HSBE

Seismic retrofit work on suspension bridges in Seto-Ohashi Bridges

The seismic retrofit works on the Seto-Ohashi Bridges, (combined road and rail bridges) started in 2014. The seismic retrofit works on three suspension bridges, the Shimotsui-Seto Bridge, Kita Bisan-Seto Bridge, and Minami Bisan-Seto Bridge were completed in February, 2020. The Shimotsui-Seto Bridge is a single-span stiffening truss suspension bridge with a length of 1,400m. The Kita Bisan-Seto Bridge and Minami Bisan-Seto Bridge are three-span continuous stiffening truss suspension bridges.

The elements to be retrofitted are the road deck bearings which are fixed in either direction, and neighboring lateral bracings. The number of the bearings to be retrofitted is as follows:

88 of all 880 bearings in the Shimotsui-Seto Bridge

88 of all 1,088 bearings in the Kita Bisan-Seto Bridge

160 of all 1,160 bearings in the Minami Bisan-Seto Bridge.

Steel brackets (restrainers) are installed as the bearing retrofit in longitudinal direction, and seismic force is transferred to upper chords through the supplemental brackets (Photo-1, 2). If the existing bearings are seriously overloaded, the supplemental members are designed to carry seismic loads ignoring the contribution of the existing bearings. As for bearing retrofit in transverse direction, steel brackets are installed on the upper chords as shown in Photo-3.

Seismic retrofit works on the Seto-Ohashi Bridges will be finished by the end of FY2020.

JB 本四高速の活動

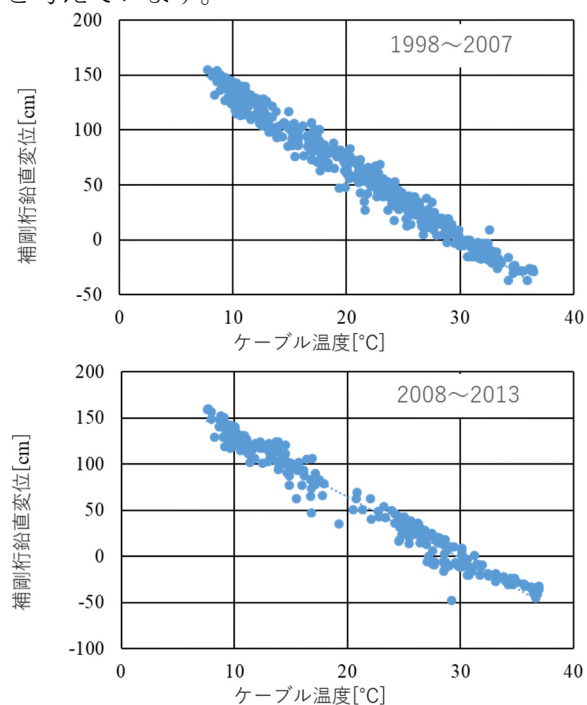
明石海峡大橋の動態観測による 20 年間の形状管理

供用から 20 年が経過している明石海峡大橋には、大規模外力を受けた場合の長大橋の安全性評価を目的として、動態観測設備が設置されています。その一つとして橋体に設置されている GPS には、強風時・地震時以外の常時において静的な変位も計測できる特徴があります。この特徴を利用し、常時観測データを整理することで、長期間での形状変化の把握を試みました。

着目した観測データは、ケーブル温度と GPS から得られる桁中央鉛直変位で、供用当初から約 20 年間のデータを整理しました。

長期間の形状変化を把握するにあたり、日射による橋体の温度分布の影響や風荷重等を原因とするばらつきを除去するため、橋体が静穏な状態での観測値を抽出することにし、AM2:00 でかつ計測時の風速が 2.0m/s 以下のデータを抽出しました。

各期間におけるケーブル温度（横軸）と桁中央鉛直変位（縦軸）の関係を図に示します。なお、縦軸のゼロ点は機器の設置・更新を行った時点で設定しており、工学的な意味はありません。温度が高くなることでケーブルが伸びて桁中央点が下がり、温度が低くなると逆になる様子がわかります。それぞれの変化の幅に注目すると、約 30℃の温度変化に対して鉛直方向に 2m 程度変動しており、この関係に経年での変化はないことがわかりました。このことから、ケーブル温度と桁中央点での鉛直変位の関係は供用当初からほぼ変化しておらず、橋体に大きな変状はないと推定しています。今後も長期間の維持管理のために、継続的な計測を実施したいと考えています。



Activity of HSBE

Monitoring of the shape of the Akashi Kaikyo Bridge for 20 years

The Akashi Kaikyo Bridge, which has now been open to traffic for 20 years, has monitoring systems to verify bridge safety when large external forces are applied. The GPS system on the bridge can measure static displacement in normal time except for strong wind or earthquake events. Using the monitored data, the transition of the bridge's shape has been analyzed.

The data used for this analysis has been cable temperature and vertical displacement at the center of the girder and this has been measured for 20 years since the bridge opened. On each occasion the data has been recorded at 2:00AM, and in order to remove wind load effects, only data with wind speeds less than 2.0m/s has been used. The effects of temperature on the shape of the bridge can then be isolated.

The relationship between temperature in the cable and vertical displacement at the center of the girder in each period is shown in the figures below. "Zero" on the vertical axis in the figures was set each time the equipment was set or renewed, so there is therefore no engineering relevance in the absolute value of the vertical displacement. When the temperature is high, the cable extends and the center of the girder goes down, and when the temperature is low, the center of the girder goes up. Furthermore, the relationship of displacement to temperature has not changed significantly over time. The vertical displacement resulting from a temperature difference of 30℃ remains fairly consistent - about 2m. From this analysis it has been determined that the relationship between temperature in the cable and vertical displacement at the center of the girder has not changed since opening to the traffic, and it can be inferred that the bridge continues to behave normally.

The monitoring will be continued indefinitely.

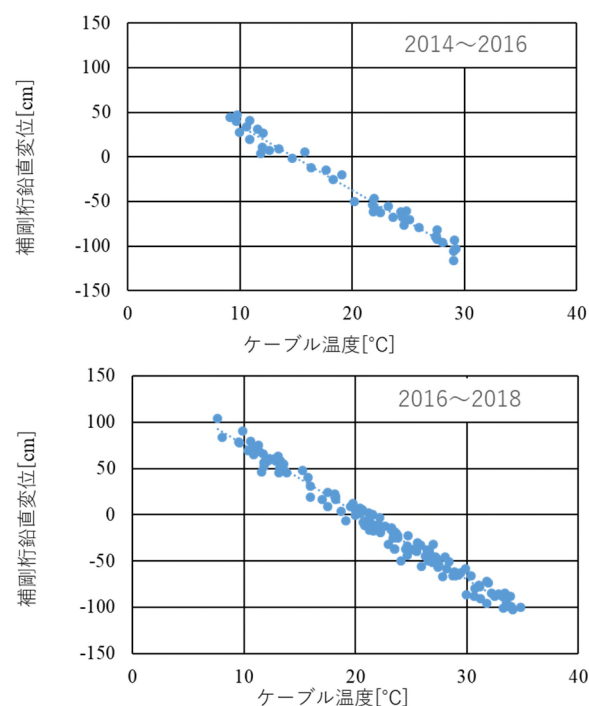


図-1 各期間におけるケーブル温度と桁中央点鉛直変位の関係

Fig.1 Relationship between temperature in the cable and vertical displacement at the center of the girder in each period

国内プロジェクト

大阪湾岸道路西伸部(六甲アイランド北～駒栄)の海上長大橋の橋梁形式について

大阪湾岸道路西伸部(六甲アイランド北～駒栄)は、大阪湾岸道路の一部を構成する道路で神戸市東灘区から長田区に至る延長 14.5km のバイパス事業です。本事業は、阪神臨海地域の交通渋滞や沿道環境などの交通課題の緩和を図るとともに、国際戦略港湾である阪神港の機能強化、災害や事故などの代替機能確保等を目的としており、国土交通省近畿地方整備局浪速国道事務所・神戸港湾事務所、阪神高速道路(株)の3者合同により事業を進めています。

本道路の大半は橋梁構造であり、人工島である六甲アイランドとポートアイランド(新港・灘浜航路部)及びポートアイランドと和田岬(神戸西航路部)の2つの海上区間において、大型クルーズ客船等多数の船舶が往来する国際航路を跨ぐ長大橋を計画しています。

これら長大橋の計画・設計にあたっては、高度な技術力と多岐にわたる専門知識が必要であることから学識者による「大阪湾岸道路西伸部技術検討委員会」(委員長: 横浜国立大学藤野上席特別教授)を平成 29 年に設置し、構造・耐震・耐風・景観等の観点からご助言をいただき、橋梁形式の検討を進めてきました。今般維持管理性、景観性、地震動や地盤変位に対する構造冗長性等の観点から形式の比較検討を行った結果、新港・灘浜航路部については、最大支間長約 650m の 5 径間連続斜張橋(4 本主塔)、神戸西航路部については、最大支間長約 480m で 1 本主塔の斜張橋を橋梁形式の基本案として選定しました。

いずれの形式も世界最大規模となることから、今後は、それぞれの航路部での部材等の基本構造の詳細検討において、残された課題(とう曲による橋への影響について、詳細な検討と対策、風洞実験による耐風性の検証など)に対する検討を進めいく予定です。

なお、橋梁形式決定にあたっての経緯や検討結果については、令和元年 12 月に大阪湾岸道路西伸部(六甲アイランド北～駒栄)中間とりまとめ(Ⅱ)として公表しています。

(URL: <https://www.kkr.mlit.go.jp/naniwa/prj/17/07-1.html>)

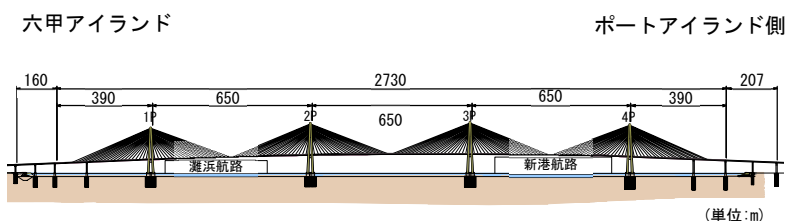


図-2 連続斜張橋(新港・灘浜航路部)
Fig.2 Continuous cable-stayed bridges
(Shinko and Nadahama sea routes)

Project in Japan

Types of long span bridges in the Osaka Wangan Expressway Western Extension (Rokko Island Kita - Komae)

The Osaka Wangan Expressway Western Extension (Rokko Island Kita - Komae) is part of the Osaka Wangan Expressway. This ongoing highway project is a 14.5km long bypass from Higashinada-ku to Nagata-ku in Kobe. The project's goal is to ease traffic problems including congestion and the roadside environment, enhance the function of Hanshin Port (an internationally strategic port), and to offer an alternative route in disasters and major incidents. The project is jointly carried out by Naniwa National Highway Office, Kobe Ports, the Harbors Office of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism and Hanshin Expressway Company Limited.

Most structures on this highway are bridges, and long-span bridges are planned in two sections above international sea routes used by large ships - between Rokko island and Port island (Shinko and Nadahama sea routes), and between Port island and Wadamisaki (Kobe nishi sea route).

The study of suitable bridge types has been undertaken taking into consideration resistance to earthquakes, wind, and the environment by an expert committee - the "Technical committee on Osaka Wangan Expressway Western Extension" (Chair: Fujino Specially Appointed Professor in Yokohama National University). This committee was established in 2017 as the planning and design of these long bridges needs high technical capabilities and broad technical knowledge. After comparing bridge types from the viewpoints of maintainability, environmental impact and structural resilience to earthquake motion and ground displacement, a 5-span continuous cable-stayed bridge with four main towers and maximum span of about 650m was selected for crossing the Shinko and Nadahama sea routes. A cable-stayed bridge with a single main tower and maximum span of about 480m was selected for crossing the Kobe nishi sea route.

Since both will be amongst the longest bridges of their types in the world, remaining issues (detailed influence of ground movements and countermeasures, verification of wind resistance by wind tunnel test, etc.) for each structure will be examined in detail.

The bridge type selection process was published in December 2019 as the interim report (Ⅱ) on Osaka Wangan Expressway Western Extension (Rokko Island Kita - Komae):

(URL: <https://www.kkr.mlit.go.jp/naniwa/prj/17/07-1.html>)

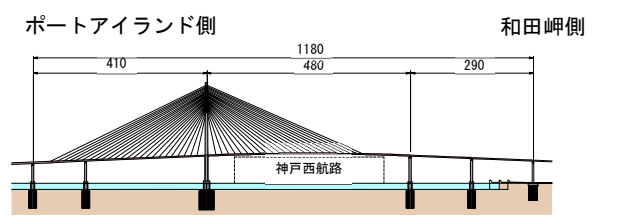


図-3 1主塔斜張橋(神戸西航路部)
Fig.3 Cable-stayed bridge with single tower
(Kobe nishi sea route)

海外プロジェクト

オーレスン橋の塗替計画

オーレスン橋の塗替えプロジェクトに関する最新情報です。開通から20年が経過し、全長8kmにわたる鋼桁区間の塗替を実施する時期になりました。塗替えを行う総面積は270,000平方メートルです。

今回の塗替えの方針は以下のとおりです。

- ・既存の塗装のうえに新たに上塗り塗装を施工
- ・経済的な施工を行うため、近接容易なアクセス手段を確保
- ・仮設足場の構築を避け、鉄道上空の高圧架線付近への安全なアクセス手段の確保
- ・塗替え施工中の交通遮断を行わない

設計・製造工程を無事に終え、3基の最初の近接作業車（塗装足場）が製作され、現地に設置されました。この作業車は大きく2つの部分から成り立っています。コンクリート床版の端部のレールから鋼桁に沿って吊り下げられた外面部分と、鉄道脇の非常用通路に沿って設置された手すりの上から鋼桁に近接できるように張り出しが設けられた内面部分とで構成されています。1基あたり10ブロックより構成されるこの近接作業車の大きさは、31×14mで、一度に270平方メートルの面積の鋼桁の塗装を行うことができます。この近接作業車は6層にわたる足場より鋼桁の部材に近接することができます。また、8時間をかけて橋の延長に沿って移動走行することができます。

塗替塗装の請負者との契約をすでに終え、気候条件が整えば直ちに近接作業車の移動方法の改善に向けた取り組みが開始される予定です。温度及び湿度の条件が作業条件を満たせば、今年の4月には塗り替えが開始される予定です。オーレスン橋公社は、さらに2基の近接作業車を発注し、夏頃には製作・設置が行われる予定です。オーレスン橋のうち、斜張橋部分については、別途、特別の作業車が設計される予定です。

今のところ、塗替計画は予算の範囲内で執行される見込みです。また当初は、20m/週のペースで塗替えを行う計画でしたが、概ね40m/週で施工可能と予測されております。オーレスン橋の南側部材の塗替え完了時期は、2023年とされております。

最後に今回の塗替えプロジェクトにおいて、環境に優しい水性塗料の採用に至ったことについて、大変満足しております。

(オーレスン橋公社より情報提供して頂きました。)



写真-4 近接作業足場の設置

Photo-4 Bridge Access Gantry installed

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
<https://www.jb-honshi.co.jp>

Overseas Project

Repainting of Oresund Bridge

This is an update of the repainting project on the Oresund Bridge. After 20 years in operation it is now time to repaint the 8 km long steel girder. The total area to paint is 270,000 sqm.

The strategy is:

- Paint new topcoat on top of the existing paint.
- Establish easy access for cost-effective painting.
- Avoid temporary scaffolding and secure a safe access to the girder close to the high-voltage overhead catenary for the railroad.
- No permanent traffic restrictions during painting.

After a successful design and construction process, the first of three Bridge Access Gantries (Painting platform) is now manufactured and installed. The Bridge Access Gantry consists of two modules. An outer module hanging from the top concrete deck edge beam of the bridge, down along the steel structure with an inner module that rolls up on the railing along the railway emergency walkway. The complete ten module Bridge Access Gantry measures 31 x 14 meters and allows treatment of 270 square meters of steel structure when in position.

The Bridge Access Gantry allows work on the steel structure from six-floor platforms covering the steel structure. Both the inner and the outer parts of the gantry can be moved along the bridge within 8 hours.

A painting entrepreneur has been contracted and as soon as the weather permits, work on refining the methods of moving the gantry will begin. We are planning to start painting in April when the temperature and humidity are expected to be within acceptable ranges. Oresund Bridge has ordered two additional complete gantries to be installed and taken into production during next summer. For the high bridge a specific gantry will be designed.

So far, the project runs within budget and the forecast is below the total budget. The project target to paint 20 meters a week is now estimated to be close to 40 meters. The goal to complete the south side by 2023 remains achievable.

Finally, we are very proud to have found an environmentally friendly and water-based topcoat to use in this project.

(This information was provided by Oresundsbro Konsortiet.)

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・耐震グループ TEL 078 (291) 1071