

JB 本四高速情報

来島海峡大橋の耐震補強設計

来島海峡大橋は、愛媛県今治市の大島と四国に架かる3連吊橋です。橋梁形式は、北から3径間2ヒンジ補剛桁箱桁吊橋（第一大橋）、2径間2ヒンジ補剛桁箱桁吊橋（第二大橋）、単径間2ヒンジ補剛桁箱桁吊橋（第三大橋）です。本橋は代替路のない海峡部区間にあることから、2030年度末までに耐震補強を完了させる計画としています。

耐震性能照査を実施したところ、芸予地震波の影響により補剛桁の橋軸方向の移動量が大きく、これに起因した補剛桁及び主塔、タワーリンク、ウインドタンク等の損傷が発生することが確認されました。

そのため、耐震補強設計では橋軸方向の移動量を抑制したうえで、必要な補強を実施する方針としました。

移動量抑制対策として、主塔・補剛桁間への粘性ダンパーの設置を検討しました。この場合、多数の粘性ダンパー（2,000kN）の設置が必要であり、吊橋の耐荷性能上重要な部材である主塔への影響と今後の粘性ダンパーの維持管理性に懸念がありました。

そこで、主ケーブルと補剛桁の相対変位を抑制する目的で設置されているステイ構造（センターステイ及びサイドステイ）に着目し、これを摩擦型制振ダンパー（内部の摩擦材とステンレス板の摺動による減衰でエネルギー吸収を図る）に置換する耐震補強対策を採用しました。これにより、主塔部へのデバイスの設置を回避した耐震補強が可能となりました。



写真-1 来島海峡大橋
Photo 1 Kurushima-Kaikyo Bridges

Activity of HSBE

Seismic Retrofit Design of Kurushima-Kaikyo Bridges

The Kurushima-Kaikyo Bridges, between Oshima Island and Imabari city, are three consecutive suspension bridges. Bridge types of these bridges are the stiffened box girder suspension bridge with three span and two hinges (First bridge), with two span and two hinges (Second bridge), with single span and two hinges (Third bridge). The Kurushima-Kaikyo Bridges are located in the strait where there is no alternative route. Considering the importance of the bridges, the seismic retrofit is planned to be completed by FY2030.

By the seismic performance verification, it was found that the damages caused by the displacement of the stiffening girders in the longitudinal direction may occur to the stiffening girders, tower links, and wind tongues due to a large-scale earthquake.

In the seismic retrofit design, it was decided that the installation of the necessary reinforcements was considered after suppressing the displacement of the stiffening girders in the longitudinal direction.

As a measure to suppress the displacement, the installation of viscous dampers between the main towers and the stiffening girders is usually selected. However, in this case, it was necessary to install 32 large viscous dampers (2,000kN). In addition, this countermeasure may affect performance of the main towers and has uncertainty in the maintainability of the viscous dampers.

Therefore, we focused on the stay structures (center stay cables and side stay cables), and the seismic design was selected that replace existing stay cables with friction dampers. Friction dampers can absorb energy through the sliding friction between the internal friction material and stainless steel plate.

This measure enabled seismic design that avoided installing some devices on the main towers.

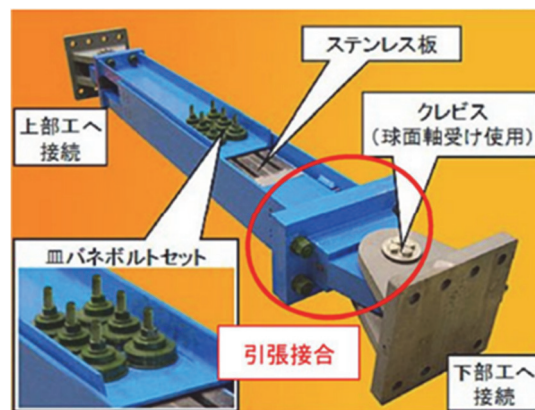


図-1 摩擦型制振ダンパー
Fig 1 Friction Damper

国内プロジェクト

横浜ベイブリッジ 塗替え塗装試験施工の概要

横浜ベイブリッジは、横浜国際航路を横断する全長860mの3径間連続ダブルデッキートラス斜張橋です。本橋は、上層に高速湾岸線、下層に国道357号が通っています。現在まで横浜の物流を支えてきた横浜ベイブリッジですが、海上に架橋されている環境もあり、全体的にチョーキングし、上塗り塗装の耐候性が失われつつある状況が確認されています。そのため、2014年度から塗替え塗装に着手しており、2021年度には両側主塔の塗替えを完了しております。

現在、弊社において未経験となる斜張橋トラス部およびフェアリング部の塗替えを検討しております。本橋には足場の吊元が不足しており、塗替え面積が膨大であるため効率的な施工が必要となります。このため、本施工にあたって、現地での試験施工を2023年9月から着手しています。

試験施工では、仮設足場の吊元となる仮設吊桁を製作・設置するとともに、吊チェーン間隔が2.5mと通常より広いクイックデッキを適用することで、吊元不足の解消とともに作業空間の確保を可能としています。

フェアリング部は、現場孔明けにて吊り金具を設置し、吊元として使用しています。

また、本橋には防食下地に無機ジンクリッチペイントが塗布されており、塗膜調査の結果、現状でも比較的健全であったことから、無機ジンクリッチペイント層を残存させるよう、動力工具やIH工法等による様々な素地調整方法を適用しています。また、既設塗膜への塗り重ねに配慮した塗料や省工程塗料等を数種類適用し、最適な塗装仕様の検討を行っています。

2025年度で完了見込みの試験施工結果を踏まえ、本施工時の塗装仕様等を決定する予定です。

(首都高速(株)より情報提供して頂きました。)

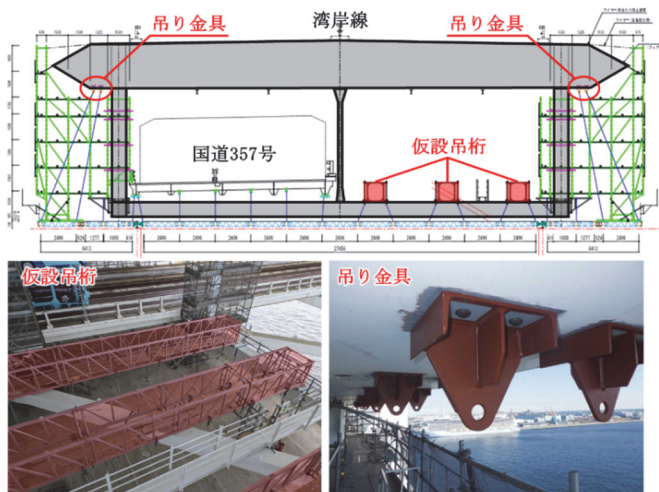


図-2 足場断面図及び吊元状況

Fig 2 Scaffolding Cross-Section and Temporary Suspension Girders/Suspension Brackets

Project in Japan

Overview of Test Repainting Work At Yokohama Bay Bridge

The Yokohama Bay Bridge is an 860 meters long cable stayed bridge spanning Yokohama International Shipping Route, which has a three-span continuous double-deck truss.

The bridge carries the expressway on its upper level and National Route 357 on its lower level.

It was found that the topcoat paint was chalking overall and its weather resistance was getting lost because the bridge, which supports logistics in Yokohama up to the present time, is located over the sea.

Therefore, the repainting work was started in FY2014, and the repainting work of main towers was completed in FY2021.

And now, the methods of the repainting work of the truss and fairing section are being studied.

It is necessary to repaint efficiently due to the limited number of suspension points for the scaffolding and the enormous repainting surface area.

In the test repainting work at the bridge since September, 2023, the temporary suspension girders were produced and installed for suspension points of the temporary scaffolding. And using quick decks, which have the wider spacing of 2.5m for suspension chains than the standard spacing, resolved the shortage of suspension points and secured workspace.

At the fairing section, brackets for suspension points were installed by drilling holes.

In addition, the inorganic zinc-rich paint was coated on the steel as anti-corrosion base coat.

As a result of the coating inspection, it was found that this coating was still relatively good condition. Therefore, various surface preparation methods, such as power tools and Induction Heating method were tested to keep this coating.

Some paints designed for applying in existing coating and a simplified application process paint are studying for the optimal coating specification.

Based on the results of these test repainting works, which will be completed in FY2025, the coating specifications and other details will be determined for the repainting work.

(This information was provided by Metropolitan Expressway CO., Ltd.)



写真-2 素地調整状況

Photo 2 Surface Preparation

国内プロジェクト

天保山大橋のケーブル点検に用いる新技術の適用性検討

阪神高速道路(株)で管理している長大橋のひとつに天保山大橋があります。天保山大橋は、橋長約640m(120m+350m+170m)の3径間連続鋼斜張橋で、1991年に供用を開始しました。阪神高速では、天保山大橋などの斜張橋のケーブルの点検は、振動法による張力測定と近接目視により実施しています。しかしながら、これらの点検は高速道路の交通規制を行う必要があるため、お客さまへの影響が生じます。また、近接目視のみではケーブル素線の腐食状況が確認できないという課題があります。

これらの課題の解決に向け、①レーザードップラー振動計による張力測定及び②渦流探傷(ECT)法によるケーブル素線の腐食調査を天保山大橋で試行的に実施しました。

①レーザードップラー振動計による張力測定では、調査対象のケーブルを路下から調査することが可能です。天保山大橋での試行では約100m離れた路下からの調査を行いました。その結果、黒色のケーブルではレーザの反射率が低い比較的低い値が得られました。ものの、ケーブルに近接した振動法による張力測定結果と概ね近い値が得られました。

また、②ECT法によるケーブル素線の腐食調査は、プローブ内のコイルで発生させた磁束により、検査体表面に生じる渦電流の変化を利用し、被覆内の腐食を検出する技術です。天保山大橋での試行では、被覆に損傷が確認されている箇所を中心に、ケーブル14本を対象として調査を行いました。その結果、4ヶ所で腐食の可能性があるという結果を得ました。今後開封調査により天保山大橋での測定精度について検証する予定です。

これらの調査手法により日頃の点検を効率化、高度化できると考えており、今後適用性について検証を進めていく予定です。

なお、ECT法によるケーブル素線の腐食調査は、本四高速道路ブリッジエンジニアリング株式会社様のご協力により実施したものです。この場を借りて御礼申し上げます。

(阪神高速(株)より情報提供して頂きました。)



写真-3 天保山大橋
Photo 3 Tempohzan Bridge

Project in Japan

Feasibility Study of New Technologies for Cable Inspection at Tempohzan Bridge

Tempohzan Bridge is one of the large-span bridges managed by Hanshin Expressway CO., Ltd.. The bridge is a three continuous steel cable-stayed bridge with approximately 640 meter long (120m+350m+170m)

The cables of cable-stayed bridges, such as Tempohzan Bridge, are inspected by the tension measurement using the vibration method and the close visual inspection.

However, it will affect customers that these inspections need traffic restrictions on the highway.

Also, there is a problem that the condition of cable wires can't be checked by the only close visual inspection.

In order to solve these problems, the tension measurement using the laser doppler vibrometer and the corrosion investigation on the cable wires by the eddy current testing were conducted on a trial basis at the bridge.

It is possible to inspect the target cable from below the road by the tension measurement using the laser doppler vibrometer. The test investigation at the bridge was conducted from approximately 100 meters away below the road.

As a result, there were differences in the result at black color cables due to the low reflectivity of the laser. On the other hand, at white color cables, it was found that the almost same results as the tension measurement by using the vibration method near the cable were obtained.

The corrosion investigation by the eddy current testing is a technology that it is possible to detect corrosion within coatings by capturing changes in eddy currents on the surface of wires occurred by the magnetic flux generated by the coil inside the probe.

The test investigation at the bridge was conducted on 14 cables which have been damages on the coating. It was found that there is a possibility that the corrosion has occurred at 4 points of the cables. Going forward, the verification of measurement accuracy by opening coating has been planned.

We believe these methods can improve the efficiency and sophistication of routine inspections and plan to proceed with verifying their applicability in the future.

Finally, the corrosion investigation on the cable wires by the eddy current testing was conducted with the cooperation of Honshi-Expressway Bridge Engineering Co., Ltd..

We would like to take this opportunity to express our appreciation.

(This information was provided by Hanshin Expressway CO., Ltd.)



写真-4 レーザードップラー振動計による張力測定(左)
ECT法によるケーブル素線の腐食調査(右)

Photo 4 Tension Measurement using
Laser Doppler Vibrometer (L)
Corrosion Investigation by Eddy Current Testing (R)

国際会議

第 12 回ニューヨーク市橋梁会議

第 12 回ニューヨーク市橋梁会議 (NYCBC) が、2025 年 8 月 25 日から 26 日にかけてニューヨーク市の Hilton Midtown Hotel で開催されました。本会議は橋梁の建設及び維持管理に関する情報交換の場として 2 年毎に開催されており、大学や道路管理者、建設コンサルタントなど、出席者は様々です。今回は 4 編の基調講演と 97 編の論文発表が行われました。

全 18 のセッションのテーマとして、橋梁の耐震設計や耐震補強、橋梁のモニタリング、吊構造橋梁等の点検・維持管理・補修技術、橋梁のリスク軽減、橋梁の疲労と耐用年数評価、革新的な橋梁技術などがありました。本四高速からは、橋梁の疲労と耐用年数評価のセッションに、技術支援課の小林が「赤外線サーモグラフィカメラを用いた疲労亀裂検出技術のデンマークの橋梁への適用可能性検証」と題して、道路橋梁保全課の WANG が「鋼床版の疲労き裂に対する TRS を用いた補修方法に関する研究」と題して、長大橋鋼床版の疲労損傷に対する遠距離の非破壊検査方法及び床版下面から実施可能な補修方法について論文発表しました。

国際会議終了後には、橋梁の維持管理に携わる方々でワークショップを開催しました。吊構造橋梁の長寿命化及び大規模修繕等、橋梁管理者が現在頭を悩ませている問題を中心に議論が行われました。本四高速から、小林と WANG が上記 2 題の論文発表の内容に加えて、次世代の橋梁点検支援ツール (BIX-eye) 及び橋梁用低位置道路照明技術について紹介しました。

また、本会議に先立ち行われたテクニカルツアーでは、ブルックリン橋をはじめとするマンハッタン島周辺の主要な橋梁を船上から視察しました。



写真-5 本四高速の発表

Photo 5 Presentation from HSBE

International Conference

12th NEW YORK CITY BRIDGE CONFERENCE

The 12th New York City Bridge Conference was held at the Hilton Midtown Hotel in New York City, USA, from August 25th to 26th, 2025. This conference is held every two years to share information regarding construction and maintenance of bridge structures. It consists of a variety of participants such as universities, operators of bridges, consultants.

Four keynote lectures and 97 papers were presented. There were 18 sessions such as bridge seismic analysis & retrofit, risk mitigation & bridge preservation, bridge monitoring, bridge inspection, maintenance & rehabilitation, etc.. Mr. Kobayashi, Technical Service Division, HSBE, presented “Applicability of Fatigue Crack Detection with Infrared Thermography Camera to Bridges in Denmark”, Mr. Wang, Highway and Bridge Maintenance Division, HSBE, presented “A study on Repair Method Using TRS for Fatigue Cracks in Orthotropic Steel Deck”, at the session about fatigue cracks. These showed the remote Non-Destructive Test method and the underside repair method for fatigue damage in the steel deck plates of long-span bridges.

After the international conference, the workshop to exchange opinions was held exclusively for engineers involved in bridge maintenance. They discussed issues that many engineers were currently struggling with, such as long service life and the large-scale repair work of the cable-supported bridges. In the workshop, in addition to presenting the two papers mentioned above, Mr. Kobayashi and Mr. Wang from HSBE, also presented about the developed next-generation bridge inspection support system (BIX-eye) and the low-position road lighting for bridges.

A technical tour was held before the conference. In this boat tour, major bridges around Manhattan Island, such as Brooklyn Bridge, were observed from the water.



写真-6 テクニカルツアー (ブルックリン橋)

Photo 6 Technical tour (Brooklyn Bridge)

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：長大橋技術部 技術支援課 TEL 078 (291) 1337