

JB 本四高速情報

大鳴門橋への自転車道設置

本四高速が管理する E28 神戸淡路鳴門自動車道の大鳴門橋は、兵庫県～徳島県の鳴門海峡に架かる橋長1,629mの3径間2ヒンジ補剛トラス吊橋です。

大鳴門橋自転車道事業は、兵庫県及び徳島県の共同事業で、サイクルツーリズムによる観光振興に繋げることを目的に、大鳴門橋の桁内空間に自転車道を整備するものです。本四高速は両県から業務を受託して、2018年度から構造解析や風洞試験により自転車道の設置が可能であることを確認し、2019年度以降はより詳細な配置や構造の検討を進め、基本構造を決定しました。そして、2024年3月に施工業者と工事契約を締結し、2027年度に完成予定です。

自転車道は鋼床版桁形式を採用（幅員は標準部4.0m、全体鋼重は約1,300t）しています。前後アプローチ部分を含めた自転車道の総延長は1,799mです。

防食仕様は、鳴門海峡の厳しい自然環境に対して将来のメンテナンス費用の低減を図ることを目的として、鋼床版桁に対して金属溶射（アルミニウム・マグネシウム合金溶射）を採用しています。

架設方法については、徳島県側には桁内に遊歩道施設（渦の道）があり部材搬入が困難であることから、基本的に兵庫県側から片押しで架設する計画です。また、幅員4.0m以上の桁については完成形で公道を運搬できないため、分割して運搬し、アンカレイジ上屋にヤードを設けて地組立てを行う計画としています。



写真-1 大鳴門橋
Photo 1 Ohnaruto Bridge

Activity of HSBE

Installation of a cycle path on the Ohnaruto Bridge

The Ohnaruto Bridge on the E28 Kobe-Awaji-Naruto Expressway, managed by HSBE, is a 1,629m long, three-span, two-hinged stiffened truss suspension bridge spanning the Naruto Strait between Hyogo and Tokushima Prefectures.

The Ohnaruto Bridge cycle path project is a joint venture between Hyogo Prefecture and Tokushima Prefecture. This project aims to promote tourism through cycle tourism by developing a cycle path within the Ohnaruto Bridge girder. HSBE was commissioned by both prefectures to confirm the feasibility of installing a cycle path through structural analysis and wind tunnel test from FY2018. From FY2019 onward, prefectures proceeded with more detailed layout and structural studies, then decided on the basic design. The construction contract was signed with the contractor in March 2024, and the project is scheduled to be completed in FY2027.

The cycle path uses a steel deck girder system (4.0m wide in the standard section, with the total steel weight being approximately 1,300t). The total length of the cycle path, including the approaches, is 1,799m.

The corrosion protection specifications involve metal spraying (Al-Mg alloy spraying) on the steel deck girder to reduce future maintenance costs in the harsh environment of the Naruto Strait.

Regarding the erection method, because of restrictions on transporting materials due to the adjacent facility (Uzu no Michi), the plan is to basically erect it from Hyogo Pref. side. Also, since girders wider than 4.0 meters cannot be transported as a whole section on public roads they are planned to be transported in sections and assembled in a yard set up in the anchorage shed.

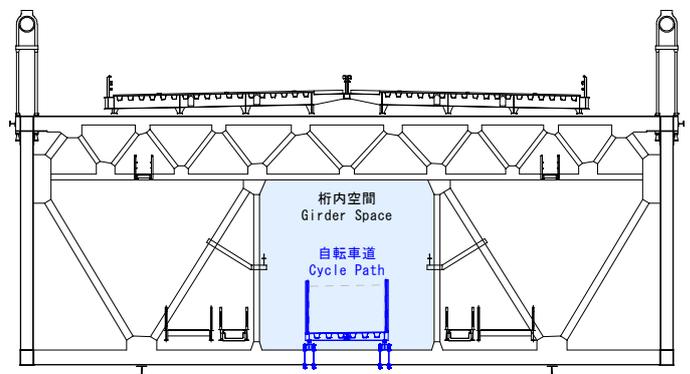


図-1 自転車道計画図
Figure 1 Planning drawing of cycle path

JB 本四高速情報

大鳴門橋4P主塔部の大型伸縮装置の交換

大鳴門橋は、橋長 1,629m の 3 径間 2 ヒンジ補剛トラス吊橋です。

本橋の主塔部（3P, 4P）には、大型伸縮装置（櫛形）が設置されており、1985年の供用から約40年が経過した現在、部材取付ボルトの破断、部材変形や腐食等の変状が多く発生しています。この変状の原因は、大鳴門橋が海上にあり、飛来塩分等による腐食環境が厳しいことから、各部材において腐食が進行し、可動機能が阻害され、部材どうしが固着することによって、他の部材に変形や破断が生じたと推察されます。

この大型伸縮装置は、2014年以降、毎年、櫛部の清掃や受梁補修等の応急措置を実施してきましたが、近年は、櫛部・すべり支承の腐食等大型伸縮装置自体の劣化が顕著になってきており、通行車両の走行にも支障をきたす恐れがありました。今回、補修方法を検討した結果、現行と同じタイプの大型伸縮装置（櫛形）への交換では、機能回復が見込めないことが確認されたことから、汎用性があり、全方向の変形に追従可能な大型伸縮装置（モジュラー型）へ交換することとしました。

現在、4P主塔部下り線の追越車線側の交換が完了し、走行車線側の交換を昼夜連続1車線規制により、実施中です（写真-2）。今後は、4P主塔部上り線の交換を予定しています。

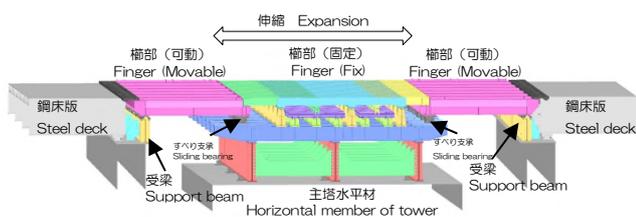


図-2 櫛型伸縮装置 断面図（橋軸方向）

Figure-2 Finger type of expansion joint

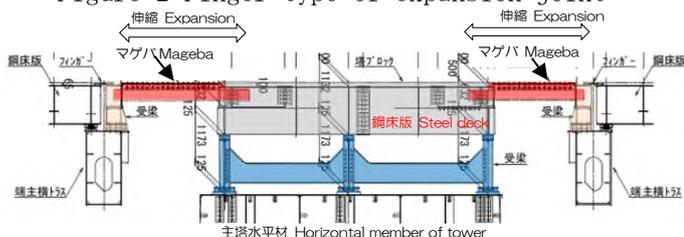


図-3 モジュラー型伸縮装置 断面図（橋軸方向）

Figure-3 Modular type of expansion joint

Activity of HSBE

Replacement of large-scale expansion joint in Ohnaruto Bridge

Ohnaruto Bridge is a stiffened truss suspension bridge with three spans and two hinges with a total length of 1629m. The bridge has large expansion joints, a finger joint type, at tower position (3P and 4P). Since the bridge was opened to traffic in 1985, approximately 40 years passed, a lot of degradations such as bolt breakage, deformation and corrosion of members were observed. The bridge was located over a strait with harsh corrosion environment. So, it was inferred that the degradations were caused by adhesion of members due to the progress of corrosion and hindrance of its movable function.

In the large expansion joints, temporary measures such as cleaning the finger and repairing cross beams were carried out annually since 2014, however, degradations like corrosion of fingers and joint bearings to the joint itself were becoming significant. Due to this, traffic safety was concerned. As a result of study for rehabilitation, it was found that a replacement with same type of expansion joint, finger type, cannot recover its performance. Therefore, HSBE adopted a replacement with a modular type of expansion joint, which is versatile and capable of moving in all direction, as a rehabilitation method.

Currently, replacement work for right lane of Tokushima bound at 4P tower position had been completed. And left lane is now under construction by a lane closure all day (Photo 2).

Replacement work to the Hyogo bound lanes at 4P tower position will be carried out in next year.



写真-2 モジュラー型伸縮装置設置状況

Photo 2 Rehabilitation work

海外プロジェクト

Overseas Project

第二ボスポラス橋における全ハンガーロープの交換

Replacement of All Hangers in 2nd Bosphorus Bridge by IHI without Traffic Restriction

第二ボスポラス橋は、最大支間長 1,090m、幅 39.4m の片側 4 車線の吊橋であり、イスタンブールのヨーロッパ側とアジア側を結ぶ主要高速道路上に位置しています。平均日交通量は、約 200,000 台であり、1988 年の開通後 35 年の間に重交通荷重の環境下にあります。このような環境下において、2015 年 12 月に、中央径間の最短のハンガーロープが全体的に変形していることが確認されました。そこで緊急の点検を全ハンガーロープで実施したところ、損傷は腐食とワイヤ破断が原因であることが判明しました。また、損傷したハンガーは支間中央に集中していることが判明しました。損傷の確認後、損傷が時間経過とともに進行していたため、緊急工事プロジェクトとして全ハンガーロープ 240 本を交換することが 2021 年 6 月に決定されました。

The Second Bosphorus Bridge is a suspension bridge with a main span of 1,090m, a total width of 39.4m, and four lanes in each direction, located on the main highway connecting the European and Asian sides of Istanbul. The average daily traffic volume on this suspension bridge is approximately 200,000 vehicles, and it has been exposed to heavy traffic loads for over 35 years since its opening in 1988.

Under such circumstances, in December 2015, it was confirmed that the entire length of the shortest hanger in the center of the span had been deformed, and as a result of conducting an emergency investigation of all hangers, it was found that the damage was caused by corrosion and breakage of the wires and that damaged hangers were concentrated in the center of the span. Because the damage was progressing over time since the damage was found, it was decided in June 2021 that all 240 hangers would be replaced as an emergency project.

プロジェクトは、2021 年 8 月に入札が行われ、IHI インフラシステム社が落札しました。同社は、第一ボスポラス橋のハンガーロープ交換工事も 2016 年に行っています。ハンガーロープ交換は、以下の手順によって実施されました (図-4)

The project was tendered in August 2021 and awarded to IHI Infrastructure Systems Co., Ltd who also carried out hanger replacement of the First Bosphorus Bridge in 2016. Replacement of each hanger was carried out in the following steps (Figure 4)

1. 既存のメインケーブルのラッピングワイヤを撤去、仮設のハンガーシステムを設置、ジャッキにより仮設ハンガーに張力を移行
2. 既設ハンガーロープ及び既設ケーブルランプの撤去
3. 新設ハンガーロープと新設ケーブルランプの設置、張力を仮設ハンガーから新設ハンガーへ移行
4. 仮設ハンガーの撤去、ラッピングワイヤの補修

1. Removing the existing wrapping wire of main cable, installing a temporary hanger system, and applying tension to the temporary hanger using a jack
2. Removal of existing hangers and existing cable clamps
3. Installation of new hanger and new cable clamp, tension transfer from temporary hanger to new hanger
4. Removal of temporary hanger system and restoration of wrapping wire

ハンガー交換は、4 チームが同時に上記のサイクルを 30 回行い、1 年間に 120 本のハンガーロープを交換できました。

Four teams repeated the above cycle 30 times at the same time and were able to replace a total of 120 hangers in about a year.

長大橋の吊橋で全てのハンガーロープを交換することは日本でも珍しく、施工は非常に困難ですが、IHI は、技術的な課題を乗り越え、交通規制を最小限に抑え安全に施工できました。ハンガーロープとケーブルランプは現代的なものに変更されることで全体的な耐久性を向上させ、大幅な長寿命化が期待できます。

Even in Japan, it is rare to have replaced all the hangers on a long suspension bridge, and although the work was highly difficult, IHI team were able to overcome the technical problems and complete the work safely with minimal traffic restrictions. The suspension bridge's entire hangers and cable clamps have been replaced with modern systems, improving the overall durability of the suspension bridge and expected to significantly extend its lifespan.

(株式会社 IHI インフラシステムより情報提供して頂きました。)

(This information was provided by IHI Infrastructure Systems Co., Ltd.)

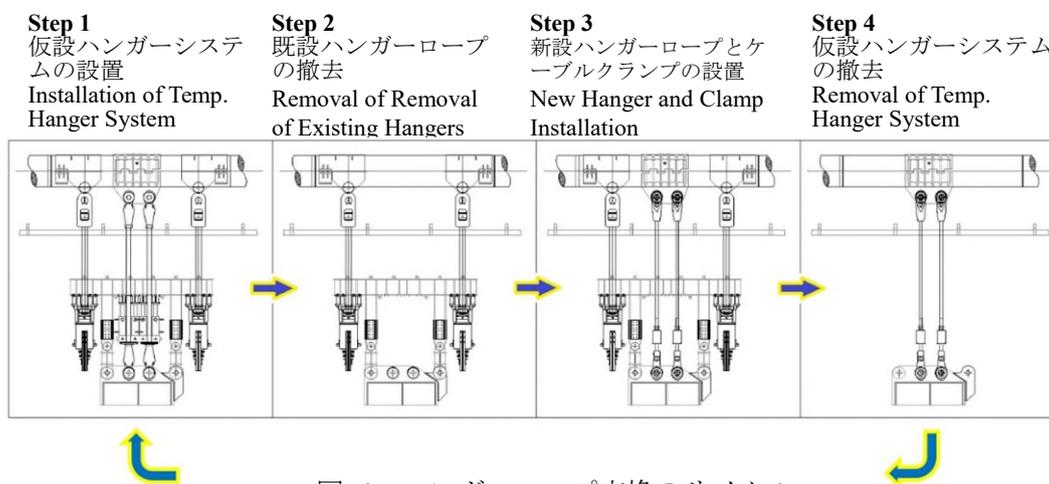


図-4 ハンガーロープ交換のサイクル

Figure 4 Concept Replacement Cycle

海外プロジェクト

インドネシアの特殊橋

インドネシアでは、①主径間が 100m 以上の橋、②橋長が 60m 以上のアーチ橋、③道路吊橋、④斜張橋、⑤橋長が 3000m 以上の橋、⑥橋脚が 40m 以上の橋、⑦構造が複雑な橋もしくは新技術を用いた橋は特殊橋梁として分類し、重点的に維持管理しています。これらの橋について、近年建設された橋は、各種センサーを取り付けるなど橋のヘルスマモニタリングが義務付けられています。本レポートではインドネシアで代表的な吊橋であるバリト橋と斜張橋のスラマドゥ橋を紹介します。

バリト橋は 1997 年に開通した南カリマンタンのバリト川を渡る 2 車線の高速道路橋で、全長 1069m、中央径間 240m の 2 連続吊橋です。この橋はインドネシアで最も長い道路吊橋です。補剛桁はトラス桁、主塔は鋼管が用いられ、道路面はコンクリート床版となっています。

スラマドゥ橋は、2009 年に開通したジャワ島のスラバヤとマドゥラ島のバンカラをつなぐ全長 5438m の 2 車線・非常車線 1 車線・バイク道の有料道路橋です。この橋の中間部は中央径間 434m のインドネシアの最大のコンクリート斜張橋です。この橋には、ケーブル張力計、GPS による変位計測、支承部の変位計測、加速度計など 318 のセンサーを設置し、橋の健全性を常時観測しています。

2024 年 9 月 9 日から 19 日にかけて、JICA 調査団によるこれらの橋の調査とミニセミナーを開催しました。インドネシア側からは橋梁の維持管理の現況の紹介、日本側からはスマートフォンによるケーブルの張力計測手法、全磁束法によるケーブルの腐食量の計測手法など新技術の紹介をしました。



写真-3 バリト橋

出典：インドネシア公共事業省道路総局

Photo 3 Barito Bridge

Refer from Ministry of Public Works

Overseas Project

Special Bridge in Indonesia

In Indonesia, 1) bridges with a main span of 100 m or more, 2) arch bridges with a bridge length of 60 m or more, 3) road suspension bridges, 4) cable-stayed bridges, 5) bridges with a bridge length of 3000 m or more, 6) bridges with piers of 40 m or more, and 7) bridges with complex structures or bridges using new technology are classified as special bridges and are maintained and managed with priority. Regarding these bridges, bridges constructed in recent years are required to be monitor their health by installing various sensors. This report introduces Barito Bridge, a typical suspension bridge in Indonesia, and Suramadu Bridge, a cable-stayed bridge.

Barito Bridge is a two-lane highway bridge that crossed the Barito River in South Kalimantan, opened in 1997. It is a two-continuous suspension bridge with a total length of 1069 m and a center span of 240 m. This bridge is the longest road suspension bridge in Indonesia. The stiffening girders are truss girders, the main tower is made of steel pipes, and the road surface is made of concrete slabs.

The Suramadu Bridge is a toll bridge with a total length of 5,438 m that was opened in 2009 and has two lanes, one emergency lane, and a motorcycle path, connecting Surabaya on the island of Java and Bangkara on the island of Madura. The middle part of this bridge is the largest concrete cable-stayed bridge in Indonesia with a center span of 434m. This bridge is equipped with 318 sensors, including cable tension gauges, GPS displacement measurement, support displacement measurement, and accelerometers, to constantly monitor the bridge's health.

From September 9th to 19th, 2024, a JICA survey team conducted a survey of these bridges and held a mini-seminar. The Indonesian side introduced the current status of bridge maintenance and management, and the Japanese side introduced new technologies such as a method for measuring cable tension using a smartphone and a method for measuring the amount of corrosion in cables using the magnetic main flux method.



写真-4 スラマドゥ橋

Photo 4 Suramadu Bridge

国際会議

IABSE 会議 2024 サンホセ、コスタリカ

2024年9月25日から27日にかけて、国際構造工学会 (International Association for Bridge and Structural Engineering : IABSE) 会議 2024 がコスタリカのサンホセで開催されました。

IABSE は、土木構造物の計画、設計、建設、維持管理、補修に関する技術と研究成果を発信するために1929年に設立され、毎年、会議とシンポジウムを開催しています。今年の会議は「変化する世界における構造工学のその先へ」をテーマに掲げ、15のセッションが設けられました。主なセッションのテーマには、代替システム部材、施工性、施工性と二次利用、脱炭素化と気候変動、荷重の増加、設計から施工まで、総合的な設計技術、既設構造物のリハビリ、レジリエンス、遠隔・自動点検技術、破壊調査工学、ソフトウェアモデリング、土と構造物の相互作用、構造物のヘルスマニタリング、持続可能性、など、多岐にわたる議題が取り上げられ、建設から維持管理に至る幅広い分野における研究発表や活発な議論が展開されました。

特に「既設構造物のリハビリ」に関するセッションでは、スペインの Jose Romo 氏が交通需要の増加に対応するための事例を発表しました。同氏は、既設の斜張橋を4車線から6車線に拡張したプロジェクトを紹介しました (写真-5)。このプロジェクトでは、活荷重の増加に対応するため、主塔断面の拡張、スティープルの追加、既設桁への鋼製部材の追加を行い、既存構造物を有効活用することで道路サービスの向上させる取り組みが示されました。この事例は、同様の課題を抱える他のプロジェクトにおいても有用な事例となるものです。

また、本四高速からは、今井取締役常務役員が「本州四国連絡橋における200年橋を目指した挑戦」と題して基調講演を行いました (写真-6)。基調講演後、重荷重車両の吊構造橋梁への影響や斜張橋ケーブルの損傷の有無などに関して、質疑応答が行われました。

次回の IABSE 会議 2025 は、ベルギーのヘントで開催される予定です。

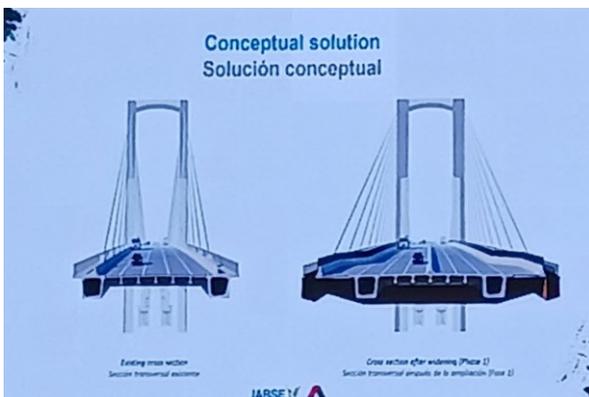


写真-5 斜張橋の6車線化の事例 (スペイン)
Photo 5 Cable Stayed Bridge widened for six lane

International Conference

IABSE Congress 2024, San Jose, Costa Rica

From September 25-27, 2024, the International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE) Congress 2024 was held in San Jose, Costa Rica.

This international congress was founded in 1929 as a forum for the dissemination of various technologies and research results related to the planning, design, construction, maintenance and repair of civil engineering structures, and is held annually with congresses and symposia.

Under the theme "Beyond Structural Engineering in a Changing World", this year's congress will focus on the following 15 topics including Constructability, Deconstructability and second use, Decarbonization and Climate change, Demand loads, From design to construction, Integrated design, Rehabilitation of existing structures, Resilience, Remote and Autonomous Technologies for Bridge Inspection, Forensic Structural Engineering, Software modeling, Soil-structure interaction, Structural health monitoring, Sustainability with covering a wide range from construction to maintenance.

In the session on rehabilitation of existing structures, a case study was presented by Mr. Jose Romo, Spain, where an existing cable-stayed bridge was widened from four to six lanes to accommodate traffic growth. The bridge was widened to six lanes with the addition of a main tower section, stay cables and steel beams (Photo 5).

Dr. Imai, Managing Director of the Honshu-Shikoku Expressway Company, gave a keynote speech entitled "Challenges Toward a 200-Year Bridge on the Honshu-Shikoku Bridges" (Photo 6). The keynote speech was followed by a question and answer with discussion on the effects of heavy vehicles on cable-supported bridges and whether cable-stayed bridge cables are damaged.

The next IABSE congress in 2025 will be held in Ghent, Belgium.



写真-6 IABSE 会議 2024 基調講演
Photo 6 IABSE Congress 2024, Keynote Speech

国際会議

ICSBOC 第12回国際吊構造橋梁管理者会議

International Conference

12th International Cable Supported Bridge Operators Conference

2024年10月6日から10日にかけて、国際吊構造橋梁管理者会議（International Cable Supported Bridge Operators Conference : ICSBOC）がアメリカのニューヨーク州で開催されました。ICSBOCは、1991年にアメリカで開催された第1回目の会議を皮切りに、2~3年に1回の頻度で開催されています。同会議では、「長大橋」というテーマを中心に、橋梁の維持管理方法や新技術の開発等について発表及び意見交換が行われ、多くの橋梁管理者が会議に参加しました。

本四高速からは技術支援室の小林が「因島大橋の耐震補強設計」について、安全防災・技術部防災課（兼）技術支援室の下瀬が「国内最大規模の粘性ダンパーを用いた耐震補強」について発表しました。

国際会議終了後には、橋梁の維持管理に携わる方々のみで意見交換会を開催しました。吊橋に関する主ケーブルの保全方法やハンガーロープの取替え方法等、各国の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。本四高速からは西谷EEが「吊橋ケーブルの送気乾燥による防食システム」について情報提供を行い、本四連絡橋における送気システムの送・排気方法に関する課題を共有しました。

また、テクニカルツアーとしてベアーマウンテン橋を見学しました。ベアーマウンテン橋はハドソン川にかかる吊橋で、2024年11月に開通100周年を迎えます。

次回のICSBOC 2026は、マルメー（スウェーデン）で開催される予定です。

International Cable Supported Bridge Operators Conference (ICSBOC) was held in New York, from October 6th to 10th, 2024. ICSBOC has been held every two or three years since 1991. This international conference had been invited based on the theme namely “Long Span Bridges” and many bridge engineers provided information about bridge maintenance and development of new technology.

Mr. Kobayashi and Mr. Shimose, Technical Service Center from HSBE, presented “Seismic Retrofit Design of Suspension Bridge, Innoshima Bridge” and “Seismic Retrofit using the Largest Viscous Damper in Japan” respectively.

After the international conference, the meeting to exchange opinions was held exclusively for engineers involved in bridge maintenance. They discussed issues that many engineers were currently struggling with, such as maintenance methods for main cables and replacing methods of hanger ropes related to suspension bridges. Mr. Nishitani, Technical Service Center from HSBE, presented “Cable Dry-air Injection System for Suspension Bridge”. And he shared issues related to the air injection and exhaust method on the Honshu-Shikoku Bridges.

In addition, Technical tour was held at Bear Mountain Bridge. The bridge is a suspension bridge over the Hudson River and marks its 100th anniversary.

The next ICSBOC will be held in Malmo (Sweden), 2026.

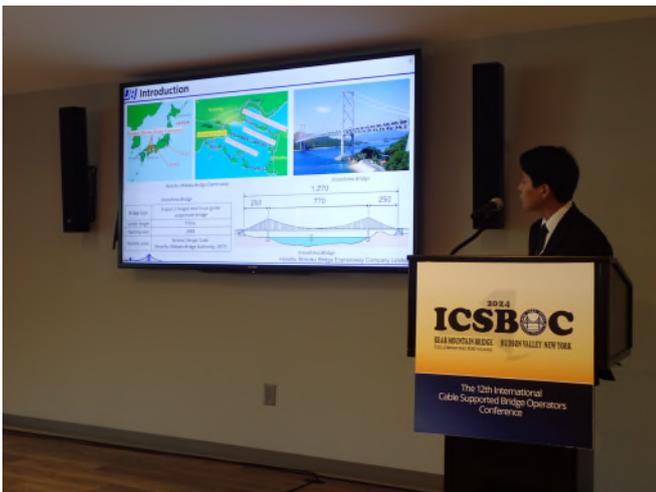


写真-7 ICSBOCでの本四高速の発表
Photo 7 Presentation from HSBE



写真-8 ベアーマウンテン橋
Photo 8 Bear Mountain 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：技術支援室 TEL 078 (291) 1337