

# 長大橋NEWS レター

## NEWSLETTER on Long-Span Bridges



わたう。せとう。

No.50

本四高速

本州四国連絡高速道路株式会社 長大橋技術センター 平成 24 年 10 月

Long-Span Bridge Engineering Center, Honshu-Shikoku Bridge Expressway Company Limited, October 2012

### JB 本四高速情報

#### 赤外線サーモグラフィー法による疲労点検手法の検討

本州四国連絡橋の疲労設計は、鉄道荷重の載荷部材については、大型供試体を用いた疲労試験などによる十分な疲労検討をおこない、自動車荷重の載荷部材については、建設当時の知見や疲労試験を踏まえ、鋼床版のディテールの改善等を行っています。しかし鋼床版の一部の部材で疲労亀裂が確認されており、今後も疲労による部材の損傷が懸念されます。よって、将来に渡り点検を実施して、安全性を確認していくこととなりますが、対象鋼床版数量が膨大で、簡単に近接できない場所もあります。

このため疲労に着目した点検をできるだけ合理化し疲労損傷を早期に発見するため、神戸大学との共同研究により、遠隔からの疲労亀裂発見を目的とした、赤外線サーモグラフィー法による点検手法について研究を行っています。この方法は、対象構造物に応力変動が発生した時に微小な温度変動が生じる現象を赤外線サーモグラフィー装置により計測し、疲労亀裂を発見しようとするものです。

本州四国連絡橋での現地調査については、2011年 8 月より疲労亀裂の確認されている岩黒島橋において現地調査に着手し、疲労亀裂先端部の応力集中が検出できることを確認しました(写真1、2)。今年度の現地調査では、塗膜上からの計測やひずみゲージによる応力計測との同時計測などにより、点検手法としての実用化や亀裂進展予測の可能性に向けて、調査を継続しています。



写真-1 赤外線サーモグラフィー装置による計測  
Photo.1 Infrared thermography device

### Information from HSBE

#### Study on inspection method for fatigue damage with infrared thermography

As for fatigue design for Honshu-Shikoku Bridges, members supporting railroad are designed with enough consideration against fatigue damage with large scale fatigue tests, and for members supporting road, some improvements of detail of steel deck, etc., were taken based on the knowledge from prior construction experience and fatigue tests. However, fatigue cracks were found in some members at steel deck, and progress of damage will be expected in the future. The safety against fatigue is supposed to be secured by inspection, but the quantity of steel deck to be inspected is huge and there are members where inspectors cannot easily approach.

An inspection method with infrared thermography is studied with Kobe University with the aim of finding fatigue crack without approaching to rationalize inspection to detect fatigue damage at early stage. This method is to find fatigue crack by measuring slight temperature change, which is induced by stress change, with infrared thermography device.

Field study at Honshu-Shikoku Bridges has been done since August 2011. The study at Iwakurojima Bridge in which fatigue cracks were found, showed that stress concentration at the edge of fatigue crack can be found (Photo1 & 2). The study on site is continued this year, by simultaneously measuring temperature through coating and stress with strain gauges, for the establishment of inspection method and the estimation of fatigue crack progress.

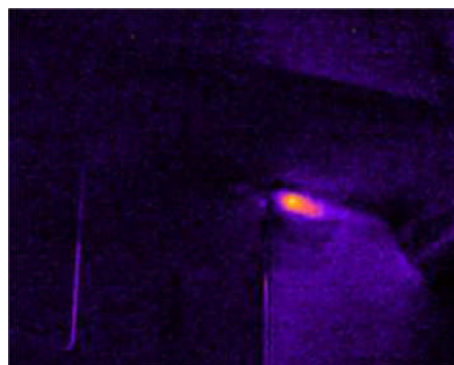


写真-2 赤外線サーモグラフィーで撮影した応力集中  
Photo.2 Pictures of thermoelastic temperature measurement

## 国内プロジェクト情報

### 若戸大橋 50 周年、若戸トンネル開通

若戸大橋は、北九州市の洞海湾にかかる若松区と戸畑区を結ぶ、日本で最初の長大吊橋で、1962年に完成し今年9月で50周年を迎えました。

半世紀の間、市民の生活道路として、また北九州工業地帯の基幹インフラとして、大きな役割を果たしており、その交通量は、平成23年度の実績で、1日あたり45,000台、50年間で累計約6億台も通行し、まさに交通の要衝となっています。

橋梁部材の製作、建設などすべて純国産で、当時の日本の技術の粋を結集し、完成当時は、“東洋一の夢の吊橋”と言われました。

この技術は、関門橋や明石海峡大橋など、日本全国の長大吊橋の建設に活かされています。

しかし若戸大橋の建設途中には、事故で10名の尊い命が失われています。若松側主塔基部には、慰霊碑が建立され、日々若戸大橋を見守っていただいています。開通日9月27日には、その尊い命に哀悼の意を示し、安らかなご冥福を祈るため慰霊祭を行いました。

また10月には、開通50周年を記念し、若戸大橋を全線通行止めにして、歩くイベントを開催します（※事前応募制で、既に募集は終了しています）。若戸大橋は、昭和62年まで歩道がありましたが、交通量の増大により4車線へ拡張するため、歩道は廃止されましたので、歩いて渡るのは約25年ぶりとなります。

新若戸道路（若戸トンネル）は、新たに洞海湾を横断して、若松区と戸畑区を結節する道路で、今年9月15日に開通しました。

響灘方面の大水深コンテナターミナルや工業団地などの物流拠点へのアクセス道路（自動車専用道路）として、国土交通省、北九州市及び北九州市道路公社の共同事業で、平成12年より着工、整備費は約1000億円です。

橋梁である若戸大橋とのリダンダンシーを確保するため、沈埋トンネル構造が採用され、物流などを支える主要幹線であるとともに、若戸大橋の通勤時間帯の交通混雑の緩和に資するものです。

日平均45,000台の交通量を半分ずつ橋とトンネルで分担できれば、若戸大橋の負担もかなり軽減されると考えられています。

（北九州市道路公社から情報提供頂きました）



写真-3 若戸大橋  
Photo.3 Wakato Bridge

## Project Information in Japan

### Wakato Bridge 50<sup>th</sup> Anniversary and Opening of Wakato Tunnel

The Wakato Bridge which connects Wakamatsu-ku and Tobata-ku over the Doukai Gulf, was completed in 1962. It was the first long-span suspension bridge in Japan and had the 50th anniversary in September 2012.

Through half of a century, the bridge has played as the life line for the citizens and the basic infrastructure of Kitakyushu industrial area. The traffic volume of the bridge was approximately forty five thousands per day (in FY2011) and the total number of traffic is approximately six hundred million vehicles since its opening.

All the fabrications and construction works were done domestically, gathering state-of-the-art technologies at the time. It was called “The dream bridge of Oriental”.

Those original techniques are utilized for long suspension bridges all over Japan including the Kanmon Bridge, Akashi Kaikyo Bridge and so on.

Unfortunately, precious lives of ten people were lost in accidents during the construction. A monument has been erected at the base of the main tower. Showing a condolence for them, a memorial service took place on 27<sup>th</sup> September 2012.

In addition, Bridge walk event will take place in October 2012 to celebrate the 50<sup>th</sup> anniversary. (※The application has been already closed). The Wakato Bridge had a sidewalk for pedestrians until 1987, but it was closed to increase the traffic lanes. It will be the first time in 25 years to open the bridge for pedestrians.

The Wakato tunnel, crossing the Doukai gulf, was opened to traffic on 15<sup>th</sup> September, 2012.

This tunnel is an access road (motorway) to the physical distribution bases such as the deep-water container-terminal or industrial area of the Hibikinada area. This project has been executed as a cooperated project among Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Kitakyushu-City and Kitakyushu City Road Public Corporation, started in 2000 and cost approximately 100 billion yen.

In order to secure the redundancy with the Wakato Bridge, immersed tunnel method was adopted. This new tunnel will be a trunk line supporting distribution and contributes to relaxation of the traffic congestion of the Bridge.

It is expected to reduce the burden on Wakato Bridge if it can share by half of the daily traffic.

(This information is provided by Kitakyushu City Road Public Corporation)



写真-4 若戸トンネル開通式  
Photo.4 Opening ceremony of Wakato Tunnel

## 海外情報

### 李舜臣大橋

李舜臣大橋は、大韓民国の麗水市と光陽市を結ぶ3径間吊橋(357.5m + 1545m + 357.5m)で、文禄・慶長の役(1592-1598)で日本水軍を破った有名な李舜臣將軍の名が付けられました。

アンカレイジは、異なる2種類の形式が適用されており、麗水側のアンカレイジは主ケーブルの張力を堅固な岩盤に支持する岩着式アンカレイジ、光陽側のアンカレイジは、軟弱地盤を考慮し、基盤岩まで掘削して打設した重力式アンカレイジが採用されています。

主塔高は270mで吊橋のコンクリート主塔としては世界で最も高いものとなっています。施工は安全性と工期短縮のため、スリップフォーム工法が採用されました。

主ケーブルは、32本のストランド(素線12,800本)と側径間にそれぞれ2本のエキストラストランドから成っており(全重量約12,800ト)、エアースピニング工法によって架設が行われました。

補剛桁は、耐風安定性と経済性を考慮し、ニュートレンドであるツインボックス形式を採用し、補剛桁内部の防食のため、桁内除湿設備が採用されています。補剛桁の鋼重は、約24,000トンあり、架設は、主ケーブル上に支持されているリフティングビームを用いた直吊り工法によって施工し、麗水側端橋脚付近のブロックは、リフティングビームの容量と地形的な制約のため海上クレーンを使って架設されました。架設中に補剛桁に生じる応力を減らすため、架設中のブロック間の連結は架設ヒンジが採用されました。全90ブロックの架設に要した作業日はわずか32日間でした。

李舜臣大橋は、2012年の麗水世界博覧会期間(5月～8月)仮開通され、博覧会終了後に残工事を実施し2012年末に完成する予定です。

(以上の情報及び写真は DAELIM industrial 社から提供していただきました。)



写真－5 補剛桁架設  
Photo.5 Erection of stiffening girder

## Overseas Information

### Yi Sun-sin Bridge

The Yi Sun-sin Bridge, a suspension bridge with a span layout of 357.5m + 1545m + 357.5m, connects the cities Yeosu and Gwangyang in Korea. The bridge was named after the famous admiral Yi Sun-sin, who defeated the Japanese navy during the Imjin War (1592-1598).

Two types of anchorage were applied. The Anchorage of Yeosu side applied earth anchoring method which supports the cable using the self-weight of the bedrock after settling a cable on stable bedrock. The anchorage of the Gwangyang side applied a gravity method that supports the cable by using the self-weight of the concrete placed in the basement rock after excavation, in consideration of the weak ground.

The pylon is 270 meters high, which makes it the highest concrete tower of suspension bridge in the world. The pylons are constructed by Slip-Form Method, which has been applied for the safety of the construction and to reduce construction period.

The main cable consists of 32 ordinary strands (12,800 wires) and two extra-strands in both side spans. The main cables were installed by the air-spinning (AS) method. (The total weight of the two cables is 12800 tons)

The new trend, twin steel box was adopted as the stiffening girder to ensure economic efficiency and aerodynamic stability. The dehumidification system was adopted for the corrosion protection of internal surface of bridge deck. The total amount of steel in the girder amounted to 24,000 tons. All of the sections except the one at Yeosu side end pier were hoisted vertically by the lifting gantry mounted on cables. The segment adjacent to Yeosu side end pier was erected using a floating crane due to the limitation of the lifting gantry capacity and due to geometrical restrictions. Temporary connections for the joints between the blocks during the erection were adopted to reduce the stress on the stiffening girder. The erection of all 90 deck units took only 32 working days.

The Yi Sun-sin Bridge had been opened temporarily during the 2012 World EXPO period and is scheduled to be completed by the end of 2012 through additional works following the EXPO closing.

(This information is provided by the DAELIM industrial Co., Ltd.)



写真－6 補剛桁架設後の塔頂からの全景  
Photo.6 View from the top of a tower

## 国際会議

### IABMAS 2012 参加とトルコ長大橋調査

第 6 回橋梁の維持管理と安全性に関する国際会議(IABMAS 2012)が 2012 年 7 月 8 日から 12 日の 5 日間にわたり、イタリア北部のストレーザで開催されました。

この会議は、IABMAS (International Association for Bridge Maintenance and Safety)の主催で 2002 年より 2 年毎に開催されており、今回の会議には 46 か国から約 750 人の参加がありました。本四高速グループからも 4 名が参加し、橋梁の維持管理に関する最新情報の収集を行うとともに、「Maintenance optimization of suspender ropes of suspension bridges」と題し、本州四国連絡橋における吊橋ハンガーロープの維持管理手法について発表を行いました。

次回は、2014 年 7 月に中国の上海で開催される予定です。

IABMAS に参加した後、トルコのイスタンブールに立ち寄り、第一ボスポラス橋及び第二ボスポラス橋の管理事務所を訪問し、長大橋の維持管理に関する意見交換を行いました。特に、本四高速からは、ケーブルの乾燥空気送気システムによる防食手法とその効果について情報提供を行いました。また、46 号で紹介したイズミット架橋の現地調査も行いました。

## International Conference

### IABMAS2012 in Italy and Long-span Bridges in Turkey

The sixth international conference on Bridge Maintenance, Safety and Management (IABMAS 2012) was held at Stresa, a northern town of Italy on July 8 to 12, 2012.

This international conference was organized by IABMAS (International Association for Bridge Maintenance and Safety), and have been held in different cities once every two years since 2002. Approximately 750 delegates from 46 countries were participated in the conference. A four member team from HSBE group participated in the conference. Mr. Kusuhara, a member of the team made a presentation of maintenance methods for suspender ropes of the Honshu-Shikoku Bridges, entitled "Maintenance optimization of suspender ropes of suspension bridges."

The next conference will be held in Shanghai, China, in July, 2014.

After the conference, the team visited the operation office of the first and second Bosphorus Bridge, and held exchanges of views on the maintenance of long-span bridges. Especially, the information of a dry air injection system for main cables provided from HSBE.

Furthermore, site visit for Izmit Bay Crossing (refer No.46) was carried out.



写真-7 IABMAS 2012  
Photo.7 IABMAS 2012



写真-8 意見交換  
Photo.8 Exchange of opinions



写真-9 イズミット架橋予定地  
Photo.9 Construction site of Izmit

### 本州四国連絡高速道路株式会社

本社 〒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  
JB 本四高速のホームページアドレス  
<http://www.jb-honshi.co.jp>  
(ホームページにて、長大橋情報を募集しております。)

### Honshu-Shikoku Bridge Expressway Company Limited

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/english/index.html>

### 発注者支援業務(Construction Management)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・防食グループ TEL 078(291)1071)