

## JB 本四高速の活動

### 瀬戸大橋の耐震補強工事(トラス橋)

2014 年より開始した瀬戸大橋の耐震補強工事 (No.64 参照) は、現在、最盛期を迎えています。その内、鋼トラス橋 2 橋の工事が 2017 年 3 月に完了しました。

番の州高架橋 (トラス部)、与島橋は、それぞれ橋長 483m、586m の 3 径間連続鋼トラス橋です。主な補強内容は、制振ダンパー設置による減衰性能の向上 (写真-1)、補強部材設置による道路桁支承部耐力の向上 (写真-2) 及び補強部材設置によるトラス部材耐力の向上 (写真-3) です。補強部材の既設トラス部材への接合は、摩擦接合用トルシア形高力ボルトを基本にしましたが、断面が小さく、内部からの施工が困難なトラス部材では片側施工が可能な高力ワンサイドボルトを用いました。施工箇所は密閉部を開孔することになり、密閉部内面の防錆性能低下が懸念されたことから、以下の対応を行いました。

- ・フレキシブルアームマグネットを用いて、開孔時に生じる密閉部内面の鉄くず等を除去
- ・ワンサイドボルト外面にはボルトキャップを設置するとともに、補強材周囲にシーリング施工して雨水の浸入を防止
- ・ワンサイドボルト締結前にファイバースコープにて密閉部内面の乾燥状態を確認
- ・定期的に密閉部内面の温度、湿度、水分の有無をファイバースコープで確認するため 40mm 径の点検孔を設置

今後は、引き続き吊橋、斜張橋等の補強を行い、2020 年までに全ての工事を終える予定です。

## Activity of HSBE

### Seismic Retrofit Works to Seto-Ohashi Bridges (Steel Truss Bridges)

Seismic retrofit works at the Seto-Ohashi Bridges started in 2014 and are now fully ongoing (See Newsletter No.64). Works on the two steel truss bridges in this group of bridges were completed in March 2017.

The Bannosu Viaduct (Truss Portion) and Yoshima Bridge are three-span continuous steel truss bridges with lengths of 483 m and 586 m respectively. The main aims of the retrofit are to increase damping performance by installing viscous dampers (Photo-1), to strengthen road floor bearings by installing additional members (Photo-2), and to strengthen truss members by attaching additional T-shaped members (Photo-3). High-strength tension control bolts were used to connect most members, but high-strength blind bolts were used in connections to members with small closed cross-sections which are not accessible from the inside. Drilling for bolts inevitably compromised the airtightness of the inside of the members, raising concerns that corrosion protection inside the members would degrade. As a result the following measures were taken:

- ✓ remove steel swarf associated with drilling using a magnet with a flexible arm
- ✓ prevent rainwater penetration by fitting bolt caps to the heads of blind bolts and sealing the circumference of the additional T-shaped members
- ✓ inspect the inside of the members using a fiberscope to confirm dry condition before bolt-tightening
- ✓ install resealable 40 mm diameter inspection holes to enable periodic monitoring of the condition of the inside of the members

Retrofit works on the suspension and cable-stayed bridges are ongoing and all works are scheduled to be completed by 2020.



写真-1 制振ダンパー (番の州高架橋)  
Photo-1 Viscous damper  
(The Bannosu Viaduct)

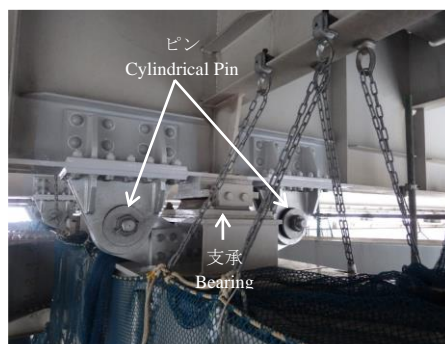


写真-2 道路桁支承補強  
Photo-2 Strengthening of road  
floor bearing



写真-3 トラス部材補強  
Photo-3 Strengthening of  
truss member

# 国内プロジェクト

## 名港西大橋の耐震補強工事 ～斜張橋の耐震補強工事に着手～

伊勢湾岸道は、首都圏・中京圏・関西圏を結ぶ交通の大動脈であるだけでなく、名古屋港エリアの物流を支える重要な役割を担っています。その伊勢湾岸道には、名港西大橋、名港中央大橋、名港東大橋の3つの鋼斜張橋（名港西大橋は上下線別橋梁）があり、その赤・白・青の3橋は「名港トリトン」という愛称で名古屋港のシンボルとして親しまれています。1985年に先行して開通した名港西大橋（Ⅰ期線）をはじめに、1998年には名港トリトン全線が開通しました。

これらの斜張橋は建設時にもサイト波を使用した動的解析を行うなどの耐震性に関して様々な配慮がされていましたが、南海トラフ巨大地震の発生が懸念されていることから、NEXCO 中日本名古屋支社では、2009年より学識経験者による検討委員会を設置し、斜張橋の耐震性の検討を行ってきました。委員会での検討や設計を経て、まずは最も建設年次の古い名港西大橋（Ⅰ期線）から2015年に耐震補強工事に着手しました。

補強設計には道路橋示方書に規定される地震動だけでなく、南海トラフを震源とする地震動も考慮し、架橋地点で起こりうる最大級の地震にも耐えられる構造としています。耐震補強と言っても部材の強度を上げる一般的な補強ではなく、斜張橋の構造特性を生かしながら、免震支承やダンパーを設置することにより地震力を柔らかく受け止める方法を採用しています。設置されるシリンダー型ダンパーは全部で16基ありますが、端橋脚に設置される最大のものはストロークが $\pm 650\text{mm}$ 、1基当たりの重量が3.6tと国内でも最大級のものであります。

名港西大橋（Ⅰ期線）は2017年7月の完成に向けて耐震補強工事を行っていますが、災害に強い道路を目指して名港中央大橋・東大橋・西大橋（Ⅱ期線）についても順次耐震補強工事を進めていく予定にしています。

（中日本高速道路㈱より情報提供して頂きました。）



図-1 名港大橋（位置）

Fig.1 Location of the Meiko cable stayed bridges



写真-5 名港大橋

Photo-5 The Meiko cable stayed bridges

# Project in Japan

## The Seismic Retrofit of Meiko-West Cable Stayed Bridge

The Meiko West, Central, and East bridges are cable stayed bridges forming part of the Ise-wangan expressway. The Meiko-West bridge (east bound) was opened in 1985, followed by the Meiko East, Central, and West bridges (west bound) which were opened in 1998.

Seismic performance was a major consideration when these bridges were originally constructed. As part of the design process a series of dynamic analyses was carried out recognizing the possibility of major earthquake movements in the area. Since construction further consideration has been given to the possibility of a megathrust earthquake around the Nankai trough, and it was considered that such an event could cause serious damage to the Meiko bridges. As a result Central Nippon Expressway Company Limited (NEXCO Central) decided in 2009 to start a seismic retrofit project for the three cable stayed bridges. The first priority was the Meiko-West bridge (east bound), being the oldest bridge of the three. The seismic retrofit construction work started in 2015 after a review by the technical committee on bridge seismic design.

In the design, the possible maximum earthquake due to the Nankai trough was considered in addition to the earthquake ground motion defined in the Japanese Specifications for Highway Bridges.

The seismic retrofit method for the Meiko-West bridge differs from ordinary seismic strengthening work - sixteen hydraulic cylinder dampers and four seismic isolation bearings are being installed to dissipate seismic energy. The effective stroke of the dampers is  $\pm 650\text{mm}$ , and their weight is approximately 3.6 tones - amongst the biggest cylinder dampers in Japan.

The seismic retrofit construction work on the Meiko-West bridge (east bound) will be finished in July 2017. Design work for the Meiko Central and East bridges has already started to realize resilient expressway.

(This information is provided by NEXCO Central)



写真-4 名港西大橋全景

Photo-4 General view of the Meiko-West bridge

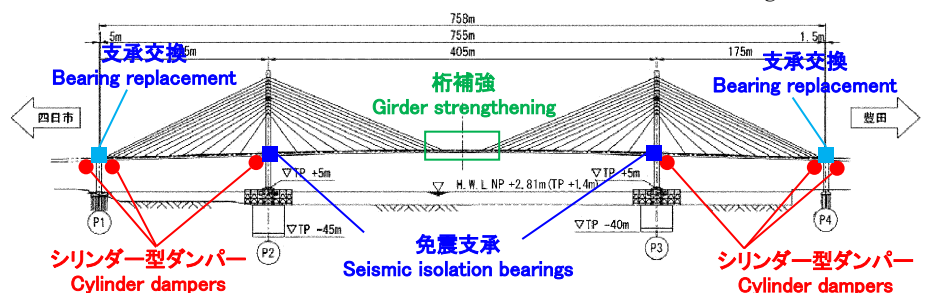


図-2 名港西大橋耐震補強の概要

Fig. 2 Outline of seismic retrofitting (The Meiko-West bridge)



# 海外プロジェクト

## オーレスン橋の塗替塗装計画

2000年7月1日に供用開始したオーレスンリンクは、8kmの橋梁と4kmの人工島、4kmの海底トンネルから構成されています。オーレスン橋は道路鉄道併用橋であり、橋梁部のほぼ中央部が斜張橋です。

オーレスン橋の鋼桁は、工場製作時に、屋内で塗装されました。鋼桁における塗装面積は約300,000m<sup>2</sup>であり、300,000リットルの塗料を使用しました。塗装仕様は、スウェーデンの設計基準BSK99に示される防食における最も高い規定C5 Mを採用しました。

現在の塗装系は、ジンクプライマー1層、エポキシ2層、ポリウレタン2層の計5層からなっています。採用した塗装系の状態はよく、最近4年間でも、数カ所の補修塗装を実施した程度です。

全ての層を除去し、一層目から防食層を再構築するのを避けるために、上塗りをするだけ長く健全な状態に保つことを管理方針としています。

現在の計画では、桁の南側の塗替塗装を2023年末までに完了したいと考えています。それには、4年程度かかると予測しています。塗装表面を温水で洗浄する必要があると考えていますが、塗装前のブラストは不要と推測しています。

現在、鋼桁の外側に設置する可動式の塗装作業車を設計しています。これは内部に防護工を有するもので、鉄道や高電圧ケーブルから防護します。塗替塗装の目標としては、まず、作業手順を標準化したものを策定し、そして、1週間に少なくとも桁20m分を塗装し、1週間に1回は、作業車を移動させたいと考えています。当初、ロボットを開発し、洗浄と塗装を行う予定でした。しかし、これまでのところ費用対効果のよい方法が見つかりません。そのため、作業車内で稼働できるリフトなどを用いて部材に接近し、人力施工する予定です。

桁には非常階段やケーブル式梯子など多くの障害物が添架されており、塗装前に取り外す必要があります。これらの作業は事前に行う予定です。

(オーレスン公社より情報を提供して頂きました。)



写真-6 内側防護工の試作  
Photo-6 Prototype of inner shield

# Overseas Project

## Repainting Plan for Oresund Bridge

The Oresund Link was opened on July 1st, 2000. The Link is a combined motorway and railway link consisting of an elevated 8 km bridge section, a 4 km surface section on an artificial island and a 4 km immersed tunnel. The elevated bridge section incorporates a cable-stayed bridge above a navigation channel.

The steel girder of the Oresund Bridge was painted in factory conditions at the place of manufacture. The painted area of the girder is approx. 300,000 m<sup>2</sup> and 300,000 liters of paint was used for this original coating. The specification meets the highest class of corrosion protection, C5 M, according to BSK99.

The present paint system consists of five coats: zinc primer, two coats of epoxy and two coats of polyurethane. The system has worked well and over the last four years we have undertaken some spot remedial work.

Our strategy is to keep the top layer in good condition as long as possible in order to avoid a situation where all layers of paint have to be removed to bare metal and start from the beginning building up the corrosion protection system.

We consider that the south side of the girder has to be repainted before the end of 2023 and that it will take four years to do the work. The present surface needs to be washed with hot water but there is no need for blasting before painting.

We are now designing a movable “painting factory” to be hung outside the steel girder with an inner shield as protection from railway traffic and high voltage cables. The target is to paint at least 20m of the girder a week by establishing a standardized working procedure in the “factory” and to move it once a week. Our original intention was to use robots for washing and painting, but so far we have not found a cost effective solution to achieve that. We will therefore start with manual painting, supported by lifts etc., inside the “painting factory”.

Along the girder there are many obstacles such as emergency stairs, cable ladders etc. that have to be removed before painting. Most of the dismantling of such obstacles will be undertaken in advance.

(The information is provided by Oresundsbro Konsortiet)

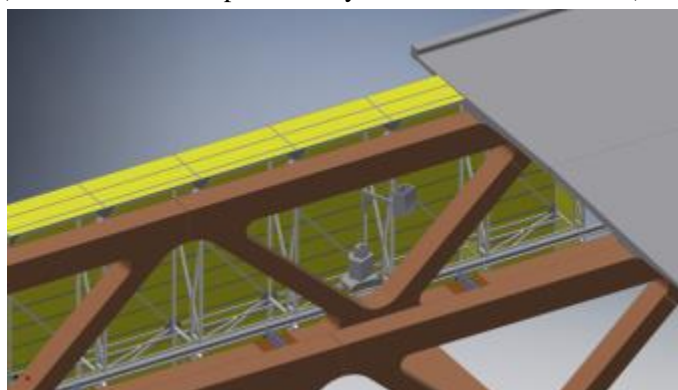


図-3 外側防護工のイメージ  
Fig.3 Computer model for outer shield

# 国際会議

## 第15回アジア・オーストラレーシア道路技術協会 道路会議

第15回アジア・オーストラレーシア道路技術協会(REEAA)道路会議が、2017年3月22日から24日にかけてインドネシアのバリ島で開催されました。本会議は、アジア太平洋地域における道路工学関連の専門技術の推進および道路関係者の情報交換の場として、3年毎に開催されています。今回の会議は、“Roads for Better Living”をテーマに、IRF Global Road Summitと同時開催で行われました。

本会議には、東南アジア各国を中心に、多くの技術者等が参加しました。会議では、基調講演、論文発表、ワークショップ、展示会、テクニカルビジット等が行われ、また本会議に先立ち、若手技術者会議も行われました。本四高速からは、しまなみ今治管理センター道路維持課の坂本が日本の若手技術者の一員として参加しました。

若手技術者会議(YEM)は、40歳以下の若手技術者を対象に、各国の若手技術者の情報交換と技術交流の場として設けられた会議で、2016年10月の東京に引き続き行われました。この会議では、各国の若手技術者による活動報告や各国からの技術プレゼンテーションが行われました。

論文発表は、5つのテーマに沿った53編で行われ、道路の点検・補修、都市計画など多岐にわたって報告されました。また、会議期間中に展示会が開催され、ガードレールなどの交通安全施設、舗装補修材料、建設プロジェクトの紹介が行われました。



写真-7 若手技術者会議  
Photo-7 Young Engineer Meeting

# International Conference

## 15th REAAA Road Conference

15th REAAA (The Road Engineering Association of Asia and Australasia) road conference was held in Bali, Indonesia, from March 22nd to 24th, 2017. This conference is held every 3 years to promote the science and practice of road engineering and related professions in the Asia Pacific Region. This conference was held jointly with IRF Global Road Summit under the theme of “Roads for Better Living.”

Many engineers mainly from south-east Asia attended this conference. The conference included Plenary Session, Technical Session, Workshop, Exhibition, Technical Visit etc. A Young Engineer Meeting (YEM) was held before the conference. Mr. Yoshiya Sakamoto, Road Maintenance Section, Shimanami Imabari Operation Center, HSBE, participated in the conference as one of young engineers from Japan.

The YEM was held with young engineers under 40 as an opportunity for communication and technical exchange following the last meeting held in Tokyo on October, 2016. In the meeting, young engineers reported their activities and made technical presentations.

The technical session consisted of 53 presentations which are classified into 5 categories of road engineering issues including inspection, repair, and planning. The exhibitions introduced traffic safety devices including guard rail, repair materials for pavement, and construction projects.



写真-8 展示会  
Photo-8 Exhibitions

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  
<http://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  
<http://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