

長大橋NEWSレター

NO. 9

— NEWSLETTER on Long-Span Bridges —

本州四国連絡橋公団 長大橋技術センター 平成13年9月
Long-Span Bridge Engineering Center, Honshu-Shikoku Bridge Authority,
September, 2001

本四公団情報

箱桁用塗装ロボットの開発

鋼橋の塗装の塗替えは、高所作業であること、又、寒風や酷暑の厳しい環境で行われることから、塗替えコストを削減するためにもロボット化が望まれていました。しかし、塗替え作業の機械施工例は皆無であり、実現するには次に示す技術的課題の解決が必要になります。

1. 塗料ミストが飛散しない塗装方法
2. 桁表面の溶接ビードや溶接歪みに影響されない素地調整方法と塗装方法
3. 塗装面への接近と溶接機械の移動方法

これらの課題に対して、本四公団では 2000 年より、平坦部が多く機械化施工に適した箱桁を対象にした塗装ロボットの開発に着手し、次に示す新しい機構を考案しました。

1. 塗装面の凸凹に馴染む柔軟な塗装ロール
2. 柔軟な砥粒入りナイロン線材を使用したケン用回転ブラシ
3. ロールとブラシを支持する 5 自由度の多関節アーム
4. 橋梁点検車の走行と連携した制御機構

室内実験の後、実用機を製作し、2001 年 7 月より瀬戸内しまなみ海道・大島大橋(単径間箱桁吊橋、中央支間長 560m)で実証実験を行いました。

本ロボットは、橋梁点検車上に設置され、多関節アーム・コンプレッサ・集塵機・塗料ポンプ・制御装置等から構成されています(写真1)。素地調整用の回転ブラシは、カバー内に収納され、塗料の削り粉は集塵機で吸気して飛散を防止しています(写真2)。塗装ロールは、前後に 2 本備え、前方を順回転、後方を逆回転させて塗膜の均一化を図っています(写真3)。多関節アームにより回転ブラシを所定の位置にセットし、回転させながら橋梁点検車を走行させると塗装面に均一なアンカーパターンが形成されます。走行端部に達するとアームにより回転ブラシの幅分(50cm)移動させて元の位置に戻ります。この動作を繰り返すことにより素地調整を完了します。素地調整が終わると、回転ブラシを塗装ロールに取り替えて同様の要領で塗装します。

この実証実験では、約 3,000m² の塗装を行いました。以下に示すように良好な成果が得られました。

1. 回転ブラシは、桁表面凸凹に追従し、人力施工より

Information from HSBA

Development of coating robot for box girders

Mechanizing recoating works of steel bridges has been an crucial issue because of difficulty in recoating at high places under the severe conditions as well as cost-ineffectiveness. The recoating works with machines, however, have never been done so far. Solving following technical problems was necessary in order to mechanize recoating works.

1. Coating method of mist paint not to spread out.
2. Coating and surface preparation method not being affected by bead and distortion.
3. Accessing and moving method toward coating surfaces.

Since 2000, the HSBA had been working on development of a recoating robot for box girders, which mostly have flat surfaces and are suitable for mechanized recoating works. Newly developed functions are as follows:

1. Flexible coating roll to follow uneven painting surfaces.
2. Rolling brush for cleaning, made of flexible nylon with whet particles.
3. Arm with joint (5 degrees of freedom) supporting the roll and brush.
4. Controlling system of its movement in accordance with existing maintenance vehicles.

After laboratory tests, a trial robot was manufactured to perform an empirical proof test at the Ohshima Bridge (single span 2-hinged suspension bridge with steel box girder, main span: 560m) in July 2001.

This robot has the arm with joint, compressor, dust chamber, paint pump and controlling system (see Picture 1). The rolling brush for surface preparation is equipped with a cover and the dust chamber in order to prevent paint shavings from spreading out (see Picture 2). Two flexible painting rolls at the front rotate in inverse to two rolls at the back in order to equalize the paint thickness (see Picture 3). The recoating procedure is as follows; first, the rolling brush attached at the tip of the arm is

も均一性に優れる良好な処理面が得られる。

2. 塗装ロールは、凸凹に追従し、人力施工と遜色のない均一な塗膜が得られる。
 3. 計画した 150m²/日の施工能率は十分に可能であり、操作に習熟すればさらに向上する余地がある。
- 今回、本四公団で開発した箱桁用塗装ロボットは、塗替えコストの縮減に対して非常に効果的です。今後、さらに必要な改良を加えていく予定です。



写真1 塗装ロボット全景
(Picture 1 Coating Robot)



写真2 ケン用回転ブラシ
(Picture 2 Rolling Brush for Cleaning)

set at the designated point. Then, the maintenance vehicle, on where the coating robot is placed, is moved with the brush rotating for chipping the painting surfaces. After the brush reaches the end of the girder, the brush is shifted by 50 cm, which is equal to the width of the brush, and return to the start point. By repeating this process, surface preparation for whole coating surfaces is done. Finally, after the surface preparation, the same processes are repeated for recoating by changing the brush to the coating roll.

After performing the empirical proof test (recoating area: 3,000 m²), the following major results were obtained:

1. The rolling brush followed uneven surfaces well. Surface preparation by this brush was better in uniformity than by manual work.
2. The coating rolls followed uneven surfaces well, too. Paint by the painting rolls was as same in uniformity as by manual work.
3. Coating rate, 150m²/day, adopted in this test could be raised as workers get proficient.

The newly developed recoating robot will provide the cost-effectiveness in the recoating works. Further improvements are going to be done in order to establish the more reliable recoating robot.



写真3 塗装ロール (Picture 3 Coating Roll)

本四連絡橋の耐風設計に関する講習会のご案内

本州四国連絡橋公団では、耐風設計に関する設計基準を作成し本四架橋の設計を行ってきました。この度、世界最長の明石海峡大橋に代表される本州四国連絡橋の耐風設計技術を総括した「本州四国連絡橋耐風設計基準(2001)」を制定しました。本基準は、本四連絡橋耐風設計の到達点であり、今後の長大橋の耐風設計手法にも適用できるものです。この基準についての講習会を以下のとおり開催しますのでご案内します。

日時:平成13年10月10日(水) 13:30-16:30

場所:弘済会館(東京都千代田区)

参加費:¥12,000 (テキスト代含む実費)

募集人員:約150名

申込方法:代表者氏名、参加人数、連絡先を明記の上、(財)海洋架橋調査会 耐風設計講習会係まで

(電話:078-331-3241 Fax:078-326-7118)

Lecture for Wind-Resistance Design Code 2001 by HSBA

The HSBA has issued the revised Wind-Resistance Design Code, which reflects the achievements of the Honshu-Shikoku Bridges, such as the Akashi Kaikyo Bridge. This code could be applied to future long-span bridges. A lecture for the design code will be held according to a following schedule:

Date: October 10, 2001

Time: 1:30 PM – 4:30 PM

Language: Japanese

Place: Kosai Kaikan (Chiyoda-ku, Tokyo)

Fee: ¥12,000 (including a textbook expense)

Expected Attendance: 150

For more information, please contact the Bridge Offshore Engineering Association.

(Phone:078-331-3241 Fax: 078-326-7118)

国内プロジェクト情報

新北九州空港連絡橋(第二報)

長大橋ニューズレター第2号(1999.9)で紹介しました新北九州空港連絡橋の続報をお送りします。新北九州空港連絡橋は、全長2.1kmの海上橋であり、片側に幅員3.0mの自転車歩行者道を含む4車線の道路橋です。橋梁形式は、海上中央部に橋長400m(中央支間長210m)の鋼モノコード式バランスドアーチ橋を、両サイドには鋼床版連続箱桁橋(10径間及び11径間で平均支間長80m)となっています。

建設工事は、1996年12月に現地着手し、2001年8月末現在の進捗状況は次のとおりです。下部工(鋼管矢板井筒基礎、RCY型橋脚)については、全25基の内14基が完成し、10基を現在施工中です。上部工については、海上中央部に位置するバランスドアーチ橋が橋面工事を残して既に完成しています。両サイドの鋼床版連続箱桁橋については、現在工場製作中で2002年度月上旬から現地架設を予定しています。上部工架設は、大型起重機船(FC船)による大ブロック一括架設工法を採用しています。

工事は、2005年春の連絡橋完成、10月の新北九州空港開港に向け急ピッチで進んでいます。

(以上は、福岡県新北九州空港連絡道路建設事務所からの情報による。)



建設中の新北九州空港連絡橋

(Connecting Bridge to New Kitakyushu Airport)

Information of Projects in Japan

Connecting Bridge to New Kitakyushu Airport -Second Report-

This is the latest report about the connecting bridge to the New Kitakyushu Airport mentioned in our Newsletter No. 2. The bridge will have 4 lanes and a side pedestrian walk (3 m in width) and the total length of 2.1 km. The main part of the bridge is a balanced-type steel arch bridge with mono-arch-chord with a length and main span of 400 m and 210 m, respectively. Both sides of the arch bridge are 10 and 11-span continuous bridges with steel box girder (average span: 80 m).

The construction started in December 1996. The current situation is as follows: for substructure (well foundation with steel pipes, Y-shaped RC pier), 14 piers out of 25 in total have been completed and 10 are under construction. For superstructure, the balanced-type steel arch bridge has already been completed except for the deck pavement. The continuous bridges with steel box girder are under fabrication, and their erection by large block method using a floating crane will start at the beginning of fiscal 2002.

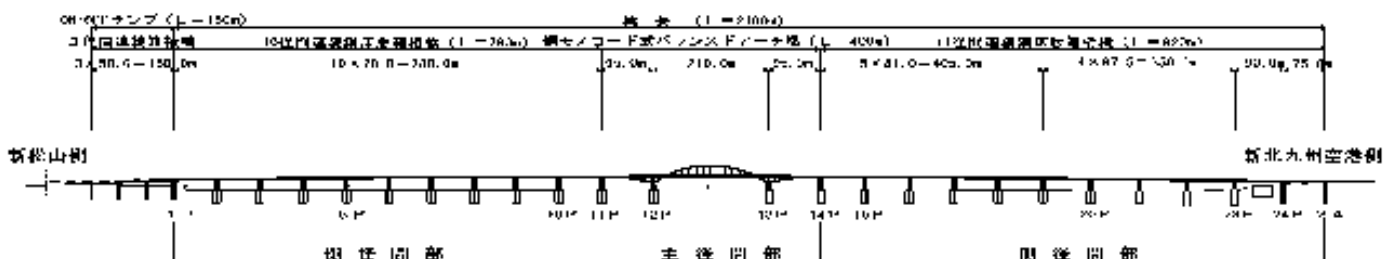
The bridge will be completed in spring of 2005, and the airport is scheduled to open in October 2005.

(This information and photographs are given by the Connecting Road to New Kitakyushu Airport Construction Office, Fukuoka Pref.)



中央アーチ部の架設

(Installation of the arch bridge)



橋梁一般図 (General View of Connecting Bridge to New Kitakyushu Airport)

長大橋情報

大韓民国最大の吊橋

— 広安大橋ケーブル架設開始 —

本誌 No. 5 で紹介した韓国広安大橋のケーブル架設工事が開始されました。

釜山広域市が建設を進めている広安大橋(中央径間 500m、橋長 900m)は、南海大橋(1973 年完成、中央径間 404m)、永宗大橋(2000 年完成、中央径間 300m)に続いて、大韓民国3番目、最大の吊橋となります。今後も吊橋建設が予定されていることから主要構造物の製作に当たっては国内製作を基本としています。ケーブルサドルのような特殊構造物についても全てを海外に求めるのではなく、一部に限定するなど今後の吊橋建設のための技術の蓄積と経済性を意識した取組みが行われています。

このような中、広安大橋のメインケーブル架設工事が本四連絡橋下津井瀬戸大橋と同じ定張力(Tension Control)によるエアスピニング工法によって、7月26日から開始されました。ケーブルの構成は、素線径φ5mm(引張り強さ1569N/mm²)×312本×37ストランド、全ケーブル重量は3800トンとなっています。このケーブル架設のため、片ケーブル毎に1系統のループホーリングシステムを作り、これに2台のスピニングホイール(4車輪)を取付けて、8台のアンリラーでワイヤーを供給するというエアスピニング設備となっています。ワイヤーの架設は、フリーハング張力(約900N)の約80%に相当する700Nの引出し張力で行われています。

工事は、10月にケーブル架設を完了、2002年1月にハンガーロープの架設完了、その後補剛桁架設工事に移り、2002年6月に完成する予定です。

(以上は、三煥企業株、新日本製鐵株の情報による)



広安大橋 (Kwang-Ahn Grand Bridge)

Long-span Bridge Projects

The Longest Suspension Bridge in Korea

— Kwang-Ahn Grand Bridge —

Main cable erection work of the Kwang-Ahn Grand Bridge in Korea, mentioned in our Newsletter No.5, has been commenced. The bridge (main span: 500 m, total length: 900m), being constructed by Busan Metropolitan City, will be the longest suspension bridge in Korea, overtaking two existing suspension bridges, the Nankai Grand Bridge (main span: 404 m, completed in 1973) and the Youngjong Grand Bridge (main span: 300 m, completed in 2000). Since construction of some other suspension bridges in Korea is scheduled in the near future, it is their principle to manufacture and fabricate main structures, except for a part of special structures, such as a cable saddle, in Korea, not to import them from other countries. They are trying to accumulate the technologies for future suspension bridge projects, aiming cost reduction of the projects.

Main cable erection work was set about on July 26th, using air spinning method with tension control, which was adopted in the Shimotsui-Seto Bridge. The main cable is composed of 37 strands, and each strand is composed of 312 steel wires 5 mm in diameter with a tensile strength of 1569 N/mm². The total weight is 3800 ton. Each main cable is erected by one endless hauling system, which has two spinning wheels with four ditches, providing wires by eight unreelers. Each wire is dragged out under a controlled tension, 700 N, which corresponds to about 80% of free hanging tension, 900 N.

The cable erection is scheduled to be completed in this October. Following the completion of hanger rope erection in January 2002 and stiffening girder erection, the construction will be completed in June 2002.

(This information and photographs are given by the Samwhan Co. and the Nippon Steel Co.)



ケーブル架設状況 (Installation of main cable)

南京長江第二大橋開通

2001年3月27日午前、江蘇省南京市の長江第二大橋が開通しました。南京市は、中国の長江中下流域の交通の要所であり、4本の国道と1本の幹線道路が南京市で長江を渡っています。これまで南京市には、32年間使用されている南京長江大橋1本しかなく、交通渋滞が日常化していました。このため、本橋が開通したことで南京地域の交通大動脈の流れが健全化するものとして大いに期待されています。

この橋の工事は、1997年10月6日着工し、約3年半の歳月と約29億元(約429億円)をかけて完成しました。

南京長江第二大橋は、全長21.197km、6車線の道路で、橋の下は5,000tクラスの貨物船が同時に往復航行が可能となっています。建設場所は、南京長江大橋の下流11kmの所で、長江にある第三番目の大きな島—八卦洲をまたいでいます。本橋は、2連の長大橋(南汊大橋:橋長2.958km、北汊大橋:橋長2.212km)と1本の道路(全長16.027km)からなる「2橋1路」が組み合わさったものの総称です。

南汊大橋は世界第三位(中国では第一位)の鋼3径間連続箱桁斜張橋(中央支間長628m)、また、北汊大橋は、最大支間165mの変断面PC連続箱桁橋となっています。

南汊大橋の橋梁諸元は以下のとおりです。

橋梁形式:3径間連続鋼箱桁斜張橋

支間割:58.5m+246.5m+628m+246.5m+58.5m

設計速度:100 km/h

車線数:6車線(幅員32m)

桁形式:鋼箱桁 桁高3.5m

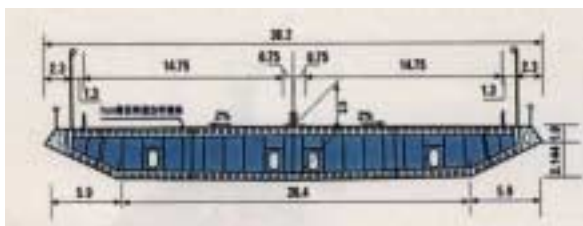
主塔形式:逆Y型 塔高195m

(以上は、中国インターネット情報センターからの情報による)



南京長江第二大橋

(Second Nanjing Yangtze Bridge)



断面図 (Cross Section)

Second Nanjing Yangtze Bridge to Open to Traffic

The Second Nanjing Yangtze Bridge was opened to traffic on March 27. Nanjing City, where four national roads and a trunk road cross over the Yangtze River, is an important point in the middle and lower river valley. Since there had been only one 32 year-old bridge, the Nanjing Yangtze Bridge, in Nanjing City, traffic congestion had been a serious problem there. The bridge is expected to play an important role in improving the structure of the highway networks in the city.

The bridge began construction on October 6, 1997 and was completed taking three and a half years. It cost a total of 2.9 billion yuan (about 42.9 billion Japanese yen).

The Second Nanjing Yangtze Bridge, 21.197 km in length, is located 11 km to the east of the Nanjing Yangtze Bridge in the lower reaches. The bridge has 6 lanes in dual directions and large clearance, which is enough for two 5000 ton cargo ships to cruise under the bridge. The Second Nanjing Yangtze Bridge consists of two bridges, the Nancha Bridge (length:2.958 km) and the Beicha Bridge (length:2.212 km), with an expressway (length:16.027 km) across the Bagua Island in the Yangtze River.

The Nancha Bridge is a 3-span continuous cable-stayed bridge with steel box girder, ranking first in China, third in the world. The Beicha Bridge is a PC box girder bridge (the largest span: 165 m) with nonuniform sections.

The dimensions of the Nancha Bridge are as follows:

Bridge Type: 3-span continuous cable-stayed bridge with steel box girder

Span Length: 58.5+246.5+628+246.5+58.5 m

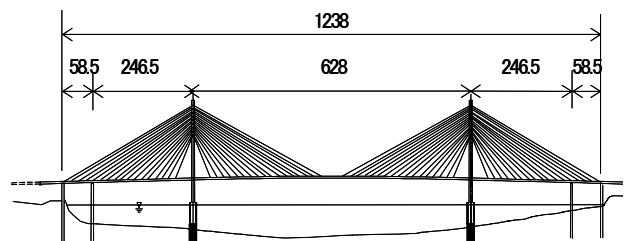
Design Speed: 100 km/h

Number of Lanes: 6 (32m in width)

Girder Type: Steel box girder, 3 m in depth

Tower: Inverted Y in shape, 195 m in height

(This information and photographs is quoted from the home page of the China Internet Information Center)



一般図 (General View)

国際会議

IABSE 韓国で開催 -吊形式橋梁-

吊橋や斜張橋など吊形式橋梁の技術に関する IABSE 会議が6月12日から3日間、韓国の首都ソウルで開催されました。この会議は永宗大橋(中央径間長 300m の自定式吊橋)とセオハエ大橋(中央径間長 470m の斜張橋)の完成を記念して催されたものです。会議にはアジアをはじめ世界33カ国から約350名の技術者が参加し、約160件の論文発表がありました。

当公団からは北川長大橋技術センター長が「本州四国連絡橋の維持管理」を基調講演し、平野技術調整課長が本四連絡橋の技術成果を踏まえて調査中の海峡横断プロジェクトに関し「2箱桁形式の超長大橋の耐風安定性」を発表しました。



IABSE テクニカルツアー

(永宗大橋)

IABSE Technical Tour

(Yongjong Grand Bridge)

第4回 海峡横断シンポジウムの開催

2001年9月2日から5日にかけてノルウェーのベルゲン市で第4回海峡横断シンポジウムが開催されました。同会議には本四公団から加島理事(International Advisory Committee 委員)、大江第二管理局計画課長の2名が出席しました。

この会議は、斜張橋、吊橋、コンクリート橋、一般橋、浮橋、複合プロジェクト、海底トンネル、水中トンネル、フェリー、社会経済調査、環境影響のセッションで構成されています。会議には、34カ国から340名参加しました。

当公団からは、「本四架橋の社会経済調査」、「明石海峡大橋の動態観測」について発表を行いました。

その他、先のニューズレターでも紹介しました夢舞大橋、スエズ運河架橋(エジプト)、江陰長江公路大橋(中国)等についての発表もありました。

本州四国連絡橋公団

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)1000(代) FAX 078(291)1362
総務部 広報担当調査役
長大橋技術センター
本四公団のホームページアドレス <http://www.hsba.go.jp/>

International Conference

IABSE “Cable-Supported Bridges” in Seoul

The IABSE Conference “Cable-Supported Bridges” was held in Seoul, Korea from 12 to 15 June. The conference was to commemorate the completion of the Yongjong Grand Bridge (self-anchored suspension bridge with a main span of 300 m) and Seo-Hae Grand Bridge (cable-stayed bridge with a main span of 470 m). The participants came from 33 countries with a total number of 350. About 160 papers were contributed to the conference.

Mr. Kitagawa, Director of Long-span Bridge Engineering Center, gave a Keynote Lecture titled “Maintenance of the Honshu-Shikoku Bridges”. Mr. Hirano, Manager of Engineering Management Division, gave a presentation titled “Aerodynamic Stability of Long-Span Suspension Bridge with Slotted Girder”, which is being investigated for proposed strait crossing projects in Japan.

The Fourth Symposium on Strait Crossings

The Fourth Symposium on Strait Crossings was held in Bergen, Norway from 2 to 5 September. The HSBA dispatched Dr. Kashima, Executive Director, and Mr. Oe, Director of Planning Division, 2nd Operation Bureau. They gave presentations titled “Field Measurement at Akashi Kaikyo Bridge”, “Socio-economic Impact of the Honshu-Shikoku Bridges”.

The symposium consists of several sessions, Cable-Stayed Bridges, Suspension Bridges, Concrete Bridges, Bridges in General, Floating Bridges, Large and Complex Projects, Sub-sea Tunnels, Submerged Floating Tunnels, Ferries, Socio-economic Effects and Environmental Effects. About 340 people from 34 countries participated in this symposium.

In the symposium, there were some presentations regarding the projects mentioned in our Newsletters, such as the Yumemai Bridge (Japan), the Suez Canal Bridge (Egypt), the Jiangyin Bridge (China), and so on.

Honshu-Shikoku Bridge Authority

4-1-22 Onoedori, Chuo-ku, Kobe, 651-0088, Japan
TEL : +81-78-291-1000 (Main)
FAX : +81-78-291-1362
Manager for Public Relation on Engineering
Long-Span Bridge Engineering Center
<http://www.hsba.go.jp/>