puente de Suehiro
japón

NIPPON KOKAN, K. K., y
KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES

565 - 35

sinopsis

Este puente, de tipo atirantado, es el más largo del Japón. En su construcción han tenido que vencerse serias dificultades técnicas y de uso, tales como: la necesidad de disponer de un vano de 205 m y una altura de 21 m, las condiciones adversas del terreno, etc.

Entre varias soluciones presentadas en el anteproyecto se eligió la de puente atirantado con tablero continuo en cajón, dividido en tres tramos, e infraestructura a base de cajón cilíndrico de acero como dique provisional.

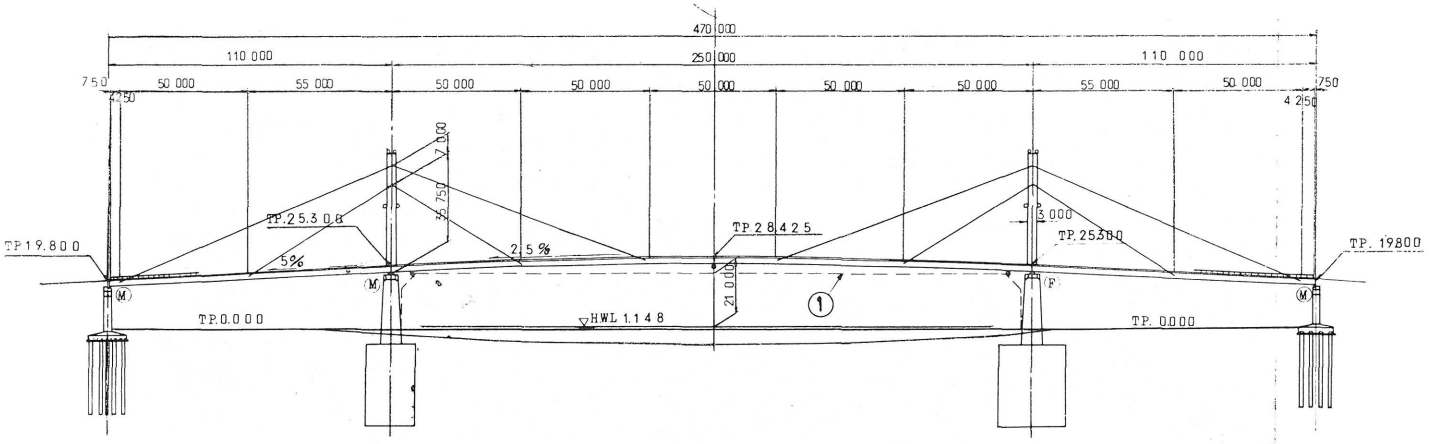
El puente, situado en la zona portuaria de Tokushima, ha sido abierto al tráfico recientemente y en este artículo se describe su estructura y montaje.

El puente atirantado de Suehiro, enclavado en la zona portuaria de la ciudad de Tokushima, es, con su tramo central de 250 m de luz, el más largo del Japón entre los de su tipo.

Su construcción se vio afectada por numerosos condicionantes, entre los que cabe destacar, por un lado, el gálibo de 205 m de ancho por 21 m de altura exigido para el paso de grandes barcos, y por otro, la naturaleza geológica del terreno, muy blando y con la capa resistente a mucha profundidad.

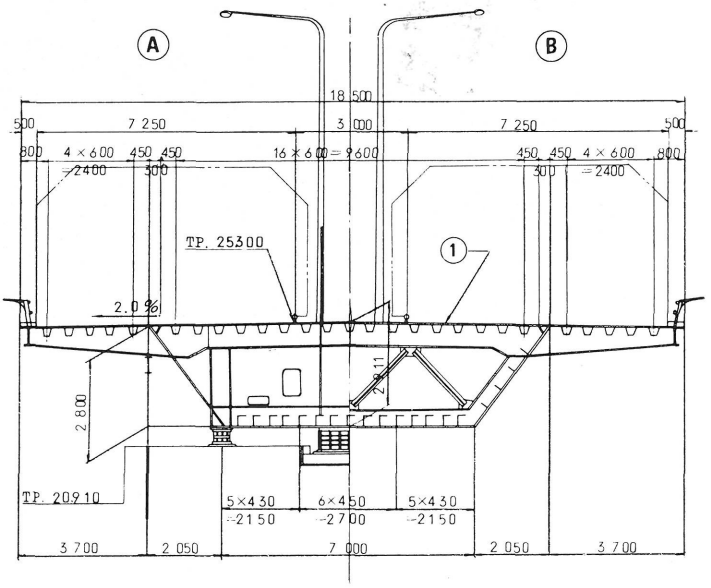
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

alzado



1. Gálibo de navegación (205 × 21 m).
F. Apoyo fijo.
M. Apoyo móvil.

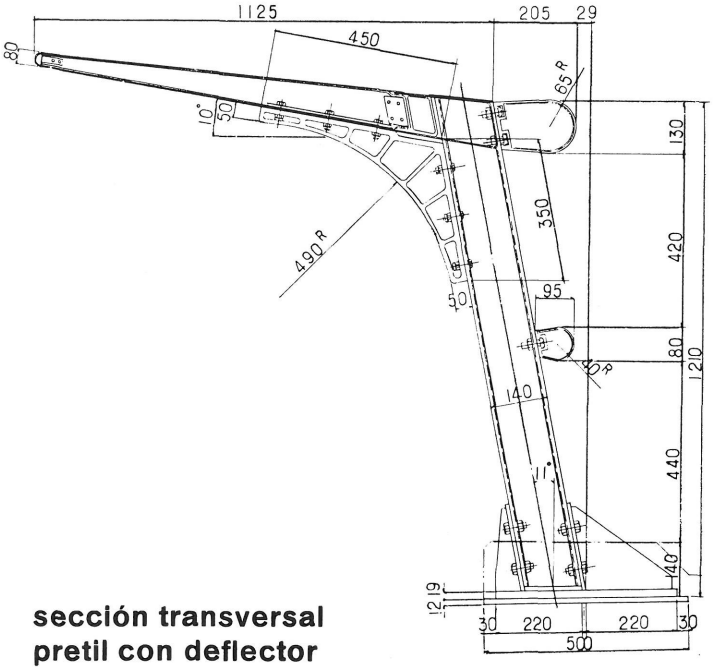
A. En la alineación de una pila.
B. En tramo.
1. Revestimiento asfáltico de 60 mm de espesor.



sección transversal del tablero

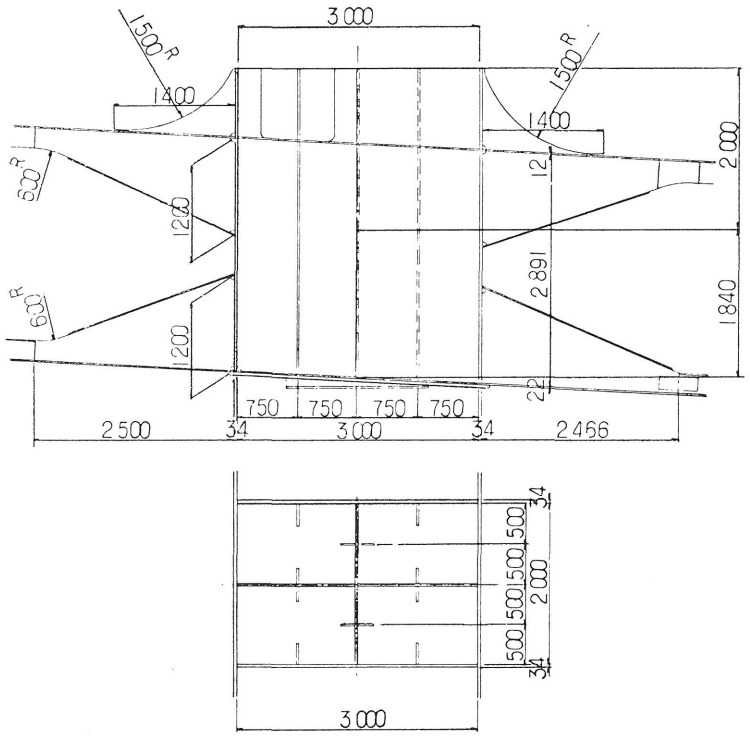
Para su realización se llevaron a cabo, en la fase de anteproyecto, numerosos estudios comparativos entre los diferentes tipos de puentes, eligiéndose, finalmente, el sistema atirantado, con tablero continuo en cajón, dividido en tres tramos: uno central de 250 m de longitud y dos laterales de 110 m de largo cada uno.

Debido a que los terrenos del puerto eran sensiblemente llanos, el puente se iba a encontrar muy expuesto al viento, siendo éste, precisamente, el de la estabilidad frente a la acción del viento, uno de los problemas más difíciles de resolver de los planteados en la construcción. Para solucionarlo se ensayaron diversos modelos, con suspensión elástica, en un túnel aerodinámico, deduciéndose que la sección en trapecio resultaba más ventajosa que las demás, por lo que, a partir de aquí, los ensayos se continuaron con una maqueta de dicha configuración. Los siguientes resultados demostraron que se podía aumentar la estabilidad fijando a los pretiles, fabricados con una aleación de aluminio, unas placas que, a modo de deflectores, canalizaran el flujo del aire. Dichas placas presentan un ángulo de ataque de 10° sobre la horizontal, y un espesor de 80 mm en el extremo.



sección transversal pretil con deflector

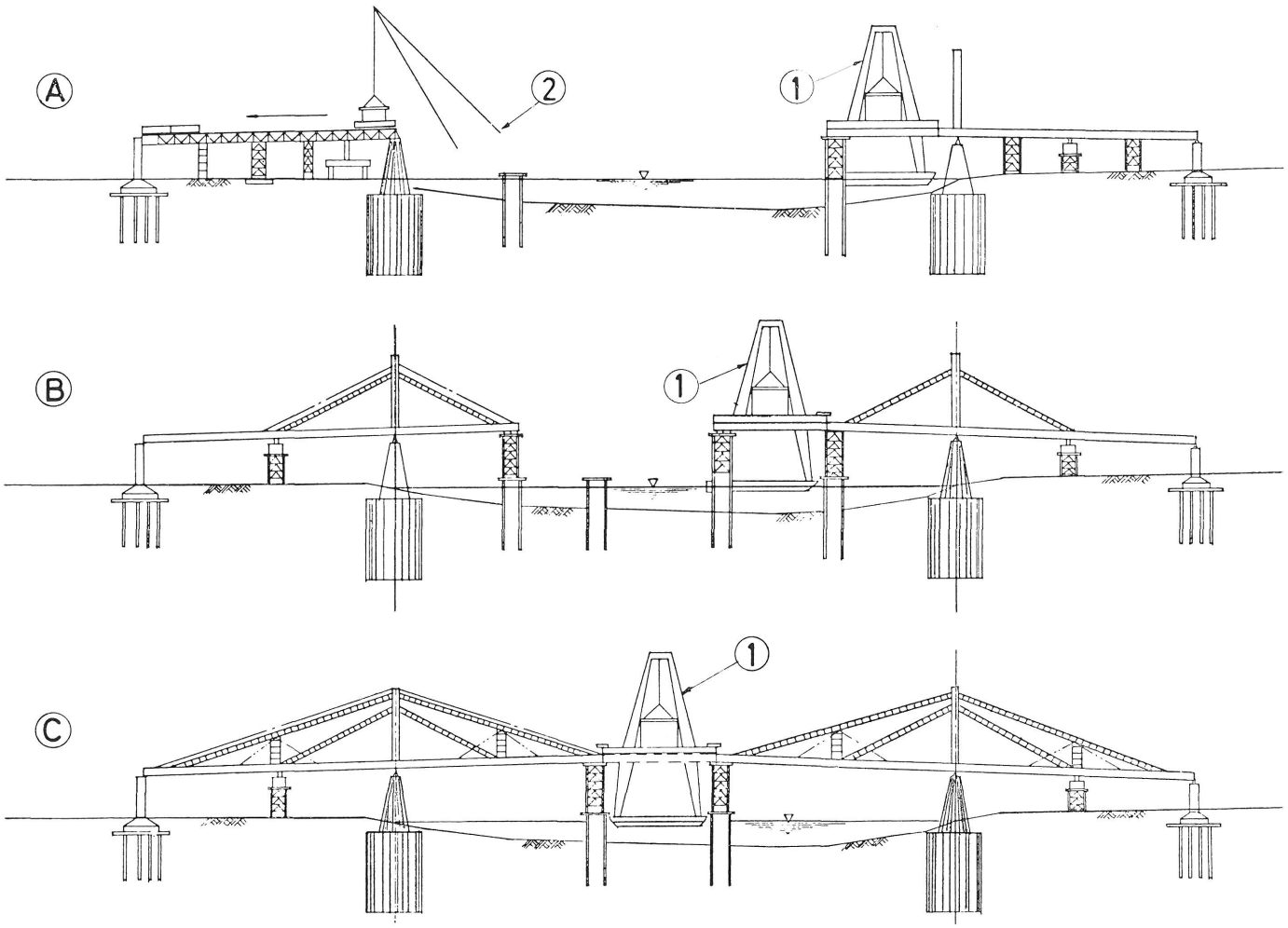
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



pie de una torre

sección vertical longitudinal
sección transversal

También, con relación al viento, se estimó que eran previsibles ráfagas repetidas cuando soplara según su dirección principal, perpendicularmente al eje del puente. Por ello, y para garantizar la resistencia de los soportes de los estabilizadores contra la ruina por fatiga o por aflojamiento de los bulones, los ensayos con cargas constantes se efectuaron según una aplicación de hasta 10.000 ciclos, no encontrándose ninguna anormalidad en el comportamiento de los pretiles.

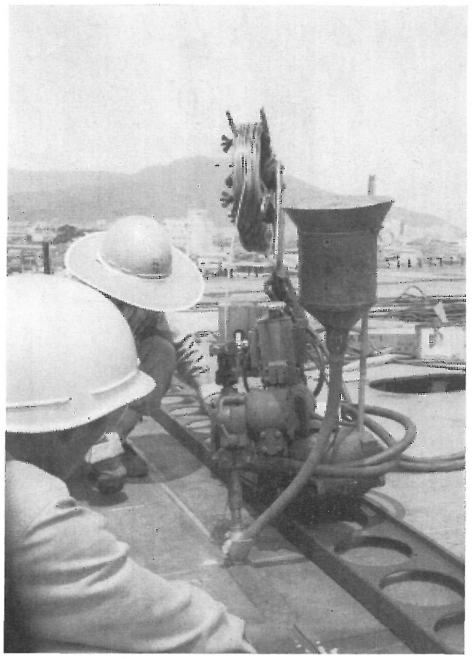


fases de montaje

A. Colocación de una sección de tramo lateral y de la primera sección del tramo central.
B. Vientos inferiores colocados. Colocación de una sección del tramo central.
C. Todos los vientos colocados. Terminación del montaje por la puesta en su sitio de la sección central.
1. Grúa flotante de 1.000 t.
2. Grúa flotante de 150 t.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

Colocación de sección de tablero sobre pila y de la sección central.



Soldadura de junta transversal.

Las torres se conformaron a base de cajones (de 3 m según el eje del puente y 2 m en dirección transversal) fijos rígidamente al del tablero. El empotramiento se estableció mediante cartelas redondeadas para evitar la concentración de esfuerzos que se produciría en un cambio brusco de sección. Para la infraestructura de las torres se utilizó, como dique provisional, un cajón cilíndrico de acero.

Los cables prefabricados que, dispuestos en abanico, sostienen el tablero, están constituidos por torones paralelos. Cada uno se compone de 7 torones de 169 alambres de acero galvanizado de 5 mm de diámetro, y 6 torones de 127 hilos de las mismas características. Cada uno de los torones es de sección rectangular y van dispuestos en tres capas: 5 torones en la capa inferior, 3 en la intermedia y otros 5 en la superior. Entre las capas de torones, en las silletas de las torres, se dispusieron placas de elevado coeficiente de fricción, destinadas a absorber las diferencias del esfuerzo de tracción provocadas por las cargas de tráfico. La fijación de los torones se ejecutó mediante placas unidas por 16 bulones de alta resistencia.

Para la construcción de los distintos elementos del puente que iban a quedar

http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es
© Consejo Superior de Investigaciones Científicas Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)

a la intemperie se empleó un acero soldable, resistente a la corrosión, en chapas que varían entre 12 y 28 mm en el cajón principal del tablero, y de 9 a 44 mm en las torres.

También la fase de montaje de la obra se vio condicionada por diversos factores. Uno de ellos fue la imposición de no poder utilizar más de tres soportes provisionales debajo del tramo central, con el fin de no entorpecer el paso de los barcos durante el tiempo de construcción. Por otro lado, y dado que la zona está considerada como refugio de embarcaciones en caso de tifón, la obra debía interrumpirse ante la aproximación de alguno de estos fenómenos.

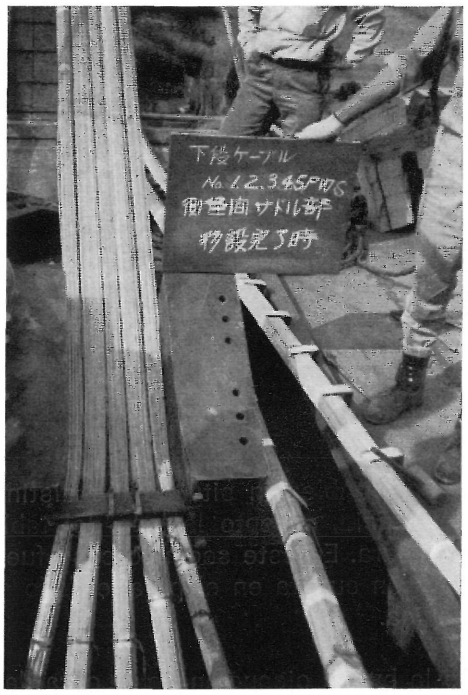
Para cumplir los plazos previstos, a pesar de dichas restricciones, se decidió utilizar grandes elementos prefabricados, que se colocaron en obra mediante grúas flotantes de gran capacidad.

La construcción del tablero se inició por los tramos laterales, cuyos elementos, de 90 a 100 t de peso, fueron depositados sobre una pila intermedia con ayuda de una grúa de 150 t. Posteriormente se ripaban en dirección al estribo, desplazándolos sobre una estructura provisional.

El tramo central se subdividió en cinco secciones de 340 t de peso cada una, exceptuando la sección del centro, de sólo 180 t. Para levantarlas se utilizó una grúa flotante de 1.000 t de capacidad, que las depositaba sobre las pilas y las palizadas provisionales.

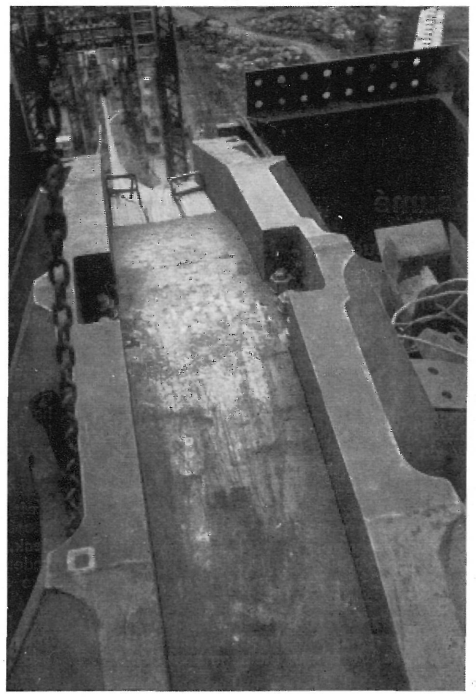
Una vez colocada la primera sección de 340 t, la grúa situó el tramo inferior de la torre correspondiente, instalándose, a continuación, el cable inferior. El resto de la torre y el cable superior se colocaron después de emplazar en su sitio la segunda sección del tramo central.
En este punto, se tensaron los cables bajando y levantando el extremo del tablero mediante gatos, efectuándose el reglaje definitivo con la introducción de cuñas entre los tacos de anclaje y los terminales de los cables.

Por último, y después de colocar los cables superiores por ambos lados del puente, se montó la sección central.

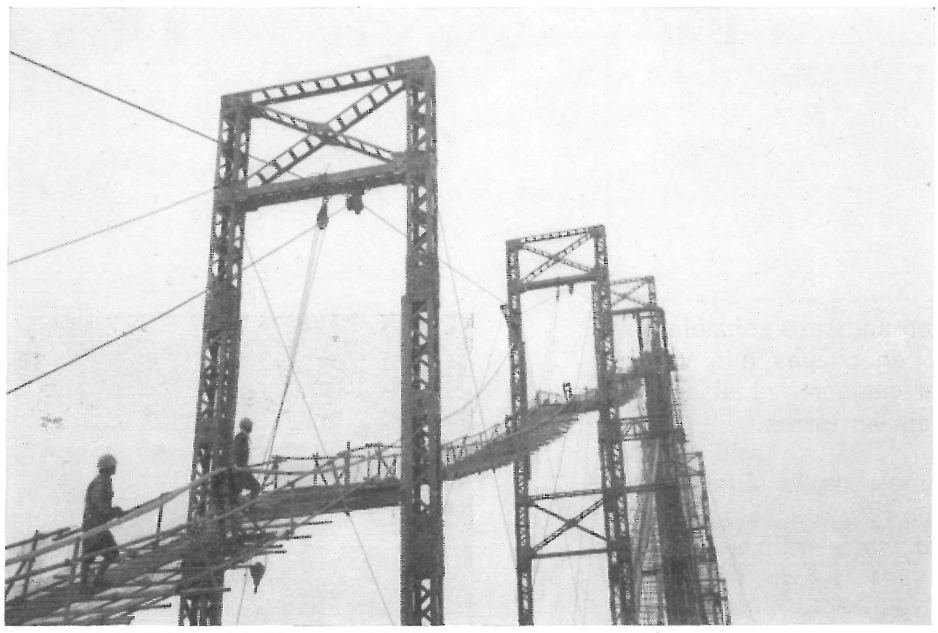


Capa inferior de los cables en la silleta de anclaje.

Silleta, en remate torre.



© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)



Tendido de cables.

Los ensambles in situ de los distintos elementos del puente se realizaron con bulones de alta resistencia, excepto la losa del tablero y sus rigidizadores longitudinales, que se unieron por soldadura. En este segundo caso fue necesario calcular la retracción debida a la soldadura y tenerla en cuenta en el peralte dado en el taller, con el fin de asegurar al puente la combadura precisa.

De la buena ejecución de la obra dan fe las pequeñas diferencias encontradas en las mediciones efectuadas en cada una de las fases del montaje, y que eran, al acabar la construcción, de tan sólo $\pm$ 30 mm en la combadura y de 8 mm en dirección transversal.

Esta obra ha sido promocionada por la prefectura de Tokushima.

Agradecemos a la revista «Acero - Acier - Stahl - Steel» la documentación gráfica proporcionada, con la que se ha compuesto este artículo.

résumé

Pont de Suehiro - Japon

Nippon Kokan K. K. et **Kawasaki** Heavy Industries

Ce pont, de type haubanné, est le plus long du Japon. Pour sa construction il a fallu surmonter de sérieuses difficultés techniques et d'usage, talles que l'exigence de disposer d'une portée de 205 m et d'une hauteur de 21 m, les conditions défavorables du terrain, etc.

Parmi les diverses solutions présentées à l'avant-projet a été choisie celle de pont haubanné avec un tablier continu en caisson, divisé en trois travées, et une infrastructure constituée par un caisson cylindrique en acier comme digue provisoire.

Le pont, situé dans la zone portuaire de Tokushima, a été récemment ouvert au trafic. Sa structure et son montage sont décrits dans cet article.

summary

Suehiro Bridge - Japan

Nippon Kokan K. K. and **Kawasaki** Heavy Industries

This bridge, of the braced type, is the longest in Japan. In its construction, serious technicel and utilisation difficulties had to be overcome, such as: the need of having a 205 m span and a height of 21 m, adverse conditions of the ground, etc.

Between several solutions submitted in the draft project, that of a braced bridge was chosen with continuous box-type bridge deck, divided into three stretches, and understructure with cylindrical steel box like a provisional jetty.

The bridge, located in the harbour area of Tokushima, was recently opened to traffic and its structure and erection are described in this article.

zusammenfassung

Bruecke von Suehiro - Japan

Nippon Kokan K. K. und **Kawasaki**, Heavy Industries

Diese Brücke, vom straff gespannten Typ, ist die längste Brücke Japans. Bei der Konstruktion dieser Brücke mussten ernste technischen und Gebrauchsschwierigkeiten überwunden werden, solche wie: die Notwendigkeit einer Spannweite von 205 m und einer Höhe von 21 m, ungünstige Beschaffenheit des Geländes, usw.

Aus verschiedenen Lösungsmöglichkeiten, die für den Vorentwurf vorgelegt wurden, hat man sich für die straff gespannte Brücke entschieden, die mit einer durchgehenden Bahntafel in Kastenform, geteil in drei Abschnitte, und einer Infrastruktur in Form eines Zylinderkastens aus Stahl als vorläufiger Deich, ausgearbeitet wird.

Die Brücke, die sich in der Zone des Hafens von Tokushima errichtet wurde, wurde vor Kurzem dem Verkehr freigegeben und in diesem Artikel wird ihre Struktur und die Montagebeschrieben.

© Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Licencia Creative Commons 3.0 España (by-nc)
http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es