



www.elsevier.com/locate/hya

Disponible en

ScienceDirect

www.sciencedirect.com

Hormigón y Acero 2016; xxx(xxx):xxx-xxx



Original

Modelización estructural avanzada en el proyecto y construcción del tramo atirantado del Puente de la Constitución de 1812 sobre la Bahía de Cádiz

Advanced structural modelling for the design and construction of the Constitución de 1812 cable-stayed bridge over the Cádiz Bay

Silvia Fuente García^{a,*}, Antonio Martínez Cutillas^b y Juan Antonio Navarro González-Valerio^a

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, SL, Madrid, España

^b Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, SL, Madrid, España

Recibido el 2 de diciembre de 2015; aceptado el 19 de febrero de 2016

Resumen

En la fase de proyecto del puente, y aún más durante su construcción, fue necesario desarrollar una serie de cálculos específicos para tener en consideración la configuración tridimensional de la estructura. Aunque en proyecto todos los elementos se dimensionaron en régimen elástico lineal, durante el estudio del proceso constructivo en muchos de ellos se consideró no linealidad geométrica para minimizar los refuerzos necesarios ante incrementos de carga, y no linealidad del material para la comprobación de elementos ya construidos, considerando plastificaciones locales en estado límite último.

Además se realizaron numerosos estudios para la optimización del proceso y de los ciclos tipo, así como para la calibración de los modelos de control geométrico que permitieron lograr una aproximación al comportamiento real muy exacta.

Por último, se incluyen estudios dinámicos de estabilidad aerolástica de tirantes y del fenómeno de acople de oscilaciones ocurrido durante el izado de una dovela desde barcaza.

© 2016 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Palabras clave: No linealidad geométrica; Elastoplasticidad; Vibraciones; Oscilación paramétrica; Modelización

Abstract

At the design stage of the cable-stayed bridge, and more so during the construction process, it was necessary to develop a series of specific analyses to take into account the three-dimensional configuration of the structure. Although initially every element was designed according to lineal elastic regimen, during construction, geometric non-linearity was considered to minimize reinforcements due to the increase of loads, and material non-linearity to assess already built elements, considering local yielding at ultimate limit state.

Additionally, several analyses were carried out to optimize the construction cycle and to calibrate geometric control models.

Finally, two dynamic studies have been included, aerolastic stability of the stays and coupling oscillations phenomenon occurred during the lifting of a segment from a barge.

© 2016 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Keywords: Geometric non-linearity; Elastoplasticity; Vibrations; Parametric oscillations; Modelling

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: sfuente@cfcsl.com (S. Fuente García).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.hya.2016.02.005>

0439-5689/© 2016 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

1. Introducción

Durante la redacción del proyecto del puente atirantado de la Bahía de Cádiz, así como durante su construcción, se desarrollaron numerosos estudios que requirieron cálculos avanzados dentro del ámbito de las estructuras de distinta complejidad.

En fase de proyecto se realizaron modelos que tenían en cuenta los efectos tridimensionales en el puente para estudiar la eficacia de los diferentes elementos y dimensionarlos en régimen elástico lineal, como es habitual.

Durante el diseño del proceso constructivo fue necesario entrar en cálculos más complejos para la comprobación de los elementos previamente diseñados ante las nuevas acciones, así como la optimización del proceso constructivo, teniendo en cuenta generalmente no linealidades geométricas.

Una vez los elementos estaban construidos, incrementos en las cargas o variaciones en las acciones durante la construcción obligaron a los modelos que consideraran la no linealidad del material, los modelos complejos de hormigón o los problemas de contacto.

Se incluyen también los cálculos específicos correspondientes a las modelizaciones realizadas para anticipar efectos dinámicos, como la estabilidad aerolástica de tirantes ante la excitación paramétrica, y reproducir el fenómeno de vibraciones ocurrido durante el izado de una dovela [1-5].

2. Análisis durante la fase de proyecto

Para el cálculo general del puente atirantado se desarrolló un modelo general de barras [6], complementado durante la fase de proyecto con múltiples modelos de elementos lámina, algunos de los cuales ayudaron a tomar decisiones importantes, relativas fundamentalmente a la configuración tridimensional del puente.

La sección transversal es un cajón mixto. En el tramo central del vano principal atirantado, con flexión fundamentalmente transversal entre tirantes, consta de chapa inferior, 2 almas exteriores muy tendidas, platabandas superiores laterales y losa de hormigón. En la zona cercana a la torre, sin tirantes, y en los vanos de compensación, se añaden 2 almas verticales con sus alas superiores, conformando un cajón central [4]. En proyecto se analizó la longitud eficaz del alma vertical central en el cajón atirantado, que finalmente se prolongó hasta una distancia de 65 m de la torre en el vano principal, (estando el primer tirante anclado a 55 m) y en todo el vano de compensación. De ser menor, la deformación por cortante era excesiva y en una longitud mayor no aportaba ninguna ventaja adicional (fig. 1).

Se estableció también la colaboración a cortante de cada chapa en la zona de 4 almas, siendo de un 75% para las centrales y un 25% para las laterales.

Se verificó la menor colaboración de las chapas superiores laterales frente a las del cajón central en la zona de las torres, debido a la mayor longitud de las almas laterales y menor colaboración a cortante. Esto llevó a hormigonar y pretensar los 15 primeros metros a cada lado de la torre durante la construcción del voladizo.

Se dimensionaron todos los diafragmas transversales en régimen elástico lineal para las cargas en estado límite último en servicio, tanto los de tirantes como los de apoyos e intermedios, con o sin almas centrales (fig. 2).

Además, estos modelos permitieron evaluar, entre otras cosas, los refuerzos necesarios para el apoyo de los carros, de dimensiones mayores que los previstos inicialmente para doveles de menor tamaño, y los refuerzos en las zonas de tirantes.

En fases iniciales de proyecto se planteó la utilización de una viga de borde en la que se materializaba el anclaje de los tirantes al tablero y que transmitía las compresiones debidas al tesado de los mismos, independizando el tesado del hormigonado de la

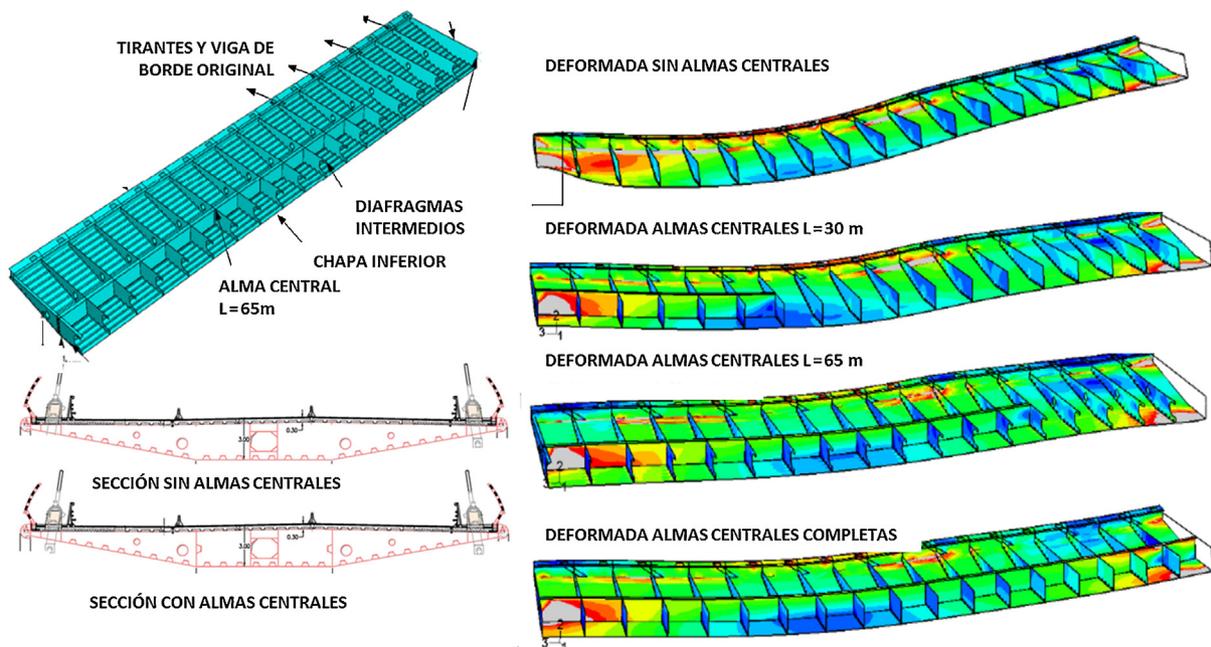


Figura 1. Estudio de longitud eficaz de almas centrales. Deformadas.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/6747458>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/6747458>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)