

Resumen

En el marco de esta tesis doctoral se investiga el problema de la interacción vertical vehículo-estructura en puentes de ferrocarril para alta velocidad. El estudio de los efectos dinámicos que aparecen en puentes ante la circulación de composiciones ferroviarias ha sido abordado tradicionalmente empleando modelos de cargas móviles, en los que el vehículo se representa como una serie de fuerzas concentradas de módulo constante e igual a la carga estática de cada uno de sus ejes. Mediante este modelo no se reproducen por tanto ninguno de los movimientos internos que el vehículo puede experimentar al interactuar con las oscilaciones del tablero, despreciándose los efectos inerciales debidos a las masas de la composición, y la consecuente disipación de energía a través de los sistemas de suspensión.

Al emplear un modelo de vehículo de mayor complejidad, capaz de reproducir los mecanismos de interacción con la estructura, los desplazamientos y las aceleraciones verticales del tablero en resonancia pueden reducirse de manera considerable, con la consecuente repercusión que ello puede conllevar en la verificación de los Estados Límite de Servicio. Como alternativa a los modelos de interacción, y para poder reproducir de forma simplificada la atenuación de la respuesta del puente debido a ésta, el Eurocódigo 1 permite incrementar el valor del amortiguamiento estructural considerado en el cálculo realizado con modelos de cargas puntuales, en un porcentaje que depende de la luz de la estructura.

El trabajo realizado está orientado en dos direcciones complementarias: (i) valorar el efecto beneficioso mínimo y máximo que puede derivarse de la incorporación de los efectos de interacción en el cálculo de la respuesta del puente, considerando para ello el conjunto de situaciones de proyecto que pueden presentarse y los modelos de interacción más comunes; y (ii) establecer si es posible adoptar un método simplificado que incorpore los efectos de interacción en el diseño o reacondicionamiento de puentes isostáticos.

Se ha realizado en primer lugar un análisis de sensibilidad exhaustivo, en base a un planteamiento analítico, que ha permitido detectar el conjunto de parámetros adimensionales que rige la respuesta dinámica del puente, y cuyo objetivo es conseguir cuantificar la influencia del fenómeno de interacción vertical teniendo en cuenta todos los posibles escenarios. Como ejemplo de aplicación de los resultados teóricos

obtenidos se han estudiado, en segundo lugar, una serie de casos representativos que permiten reproducir las principales tendencias observadas, así como establecer la importancia práctica del fenómeno de la interacción en la verificación del estado límite de servicio de aceleración vertical de los tableros, uno de los requisitos más restrictivos en el proyecto de puentes isostáticos de alta velocidad.

La principal conclusión que se extrae a partir de los trabajos realizados es que debido a la variabilidad de las características mecánicas de las composiciones y de las estructuras ferroviarias, la consideración de los efectos de interacción puede llegar a afectar de manera muy poco significativa a la respuesta máxima del puente en el rango de velocidades de proyecto, por lo que no se puede proponer el uso generalizado de un método simplificado que prediga la atenuación de la respuesta del puente debido a la interacción estando del lado de la seguridad. El análisis de los efectos de interacción requiere pues del uso de modelos de interacción, de mayor o menor complejidad en función de las pretensiones del estudio, particularizados a cada situación concreta de proyecto.

La investigación efectuada ha sido financiada parcialmente gracias al Proyecto de Investigación (PI) BIA2008-04111 del Ministerio de Ciencia e Innovación, con título *Modelos numéricos avanzados para el análisis de vibraciones detectadas en puentes de ferrocarril pertenecientes a líneas convencionales acondicionadas para Alta Velocidad*. Este proyecto fue concedido a la Universidad de Granada en noviembre de 2008, siendo el Investigador Responsable D. Pedro Museros Romero, actualmente Profesor Titular en el Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Universitat Politècnica de València.

El autor y los directores desean expresar su agradecimiento por toda la ayuda y el apoyo prestado durante el desarrollo de la tesis a D. Jorge Nasarre y de Goicoechea y D. Alejandro Castillo Linares, así como a las empresas españolas INECO y la CAF.